

可持续发展理念下的绿色土木工程材料应用

倪启鸣

东南大学 312366

DOI: 10.12238/ems.v7i4.12661

[摘要] 随着全球环境问题的日益严峻,可持续发展理念已成为工程建设领域的重要指导思想。绿色土木工程材料作为实现可持续发展的关键要素,具有环保、节能、可再生等显著优势。本文探讨了可持续发展理念下绿色土木工程材料的应用现状,分类及其在不同工程领域的应用实践。通过分析绿色材料的应用优势,结合实际工程案例,提出了推动绿色材料广泛应用的策略与建议。

[关键词] 可持续发展; 绿色土木工程材料; 应用; 环保; 工程实践

当今社会,经济飞速发展,城市化进程不断加快,土木工程建设规模也越来越大。但是,传统土木工程材料的大量应用造成资源枯竭和环境污染问题越发突出。可持续发展理念强调既要满足当代需要,又不能损害子孙后代满足自身需要的能力。绿色土木工程材料应运而生,给这一难题的解决带来了新思路。绿色材料既可以有效降低工程建设给环境带来的不利影响,又可以促进项目经济性与耐久性。所以,对绿色土木工程材料在土木工程中的运用进行研究有一定的理论意义以及实践价值。

一、绿色土木工程材料的分类

(一) 可再生材料

可再生材料指能在自然环境下迅速再生或者循环利用,来源丰富、取之不尽、用之不竭的物质,这种材料的应用有利于减少人们对于有限资源的依赖以及土木工程对生态系统的压力^[1]。

木材就是其中最典型的可再生材料,木材作为天然建筑材料有许多优异性能。其质量轻,强度大,能承受一定荷载,又有很好的隔热和隔音性能。就建筑结构而言,木材可用来制造梁、柱、楼板及其他结构构件,室内装修时还广泛使用地板、门窗和家具。另外,木材加工工艺比较简单,能耗也比较少。更重要的是,通过对森林的科学培育与经营,可持续地提供木材。合理植树造林政策和对森林资源进行有效的保护保证木材在土木工程领域中持续不断地应用,也维持生态平衡。

竹子还是一种很有前途的可再生材料。竹子生长极为迅速,有些种类数月即可到达可采伐高度,与树木相比生长周期明显缩短。竹子强度重量比高,抗压和抗拉性能好,适合各种建筑结构使用。在某些地区,竹子广泛应用于建造临时建筑、小型住宅和景观设施等。经专门处理后的竹子还可增强耐久性、抗腐蚀性、扩大用途。并且,竹子栽培对于土壤及气候条件的要求比较低,可以在很多地区进行大面积栽培,给当地建筑材料供给带来方便。

生物质材料也是一种可再生材料,这种材料的主要来源是植物和动物的废弃物,例如秸秆、稻壳和木屑等生物质资源。这些废弃物经具体加工工艺可转化成有实用价值的建筑材料。如秸秆掺加水泥、石膏等胶凝材料制备轻质墙体材料,既可资源化利用废弃物,又可降低生产成本及墙体材料密度。生物质材料燃烧后排放的二氧化碳量与其生长过程中二氧化碳吸收量大致相同,且从生命周期角度分析,其对环境碳排放几乎没有影响,有很好的环保效益。

(二) 可回收的材料

可回收材料对于土木工程来说是非常重要的,这些可回收材料可以在其使用寿命终止时经过回收和再加工再利用,

以减少废弃物产生和减少新资源开采的需要^[2]。

金属材料具有可回收的典型特征,钢铁被广泛应用于土木工程之中,大至大型建筑结构,小至小型建筑配件都与钢铁有着千丝万缕的联系。钢铁的强度、韧性和可加工性都很高。建筑拆除或者结构改造过程中产生的废旧钢铁可进行回收和再冶炼,经加工处理再用于建筑钢材的生产。回收钢铁既可以节省铁矿石等自然资源,又可以显著减少能源消耗及二氧化碳排放。因为钢铁回收和熔炼过程比铁矿石精炼钢铁需要消耗的能量少。

铝合金还是一种常见可回收金属材料,铝合金密度小,强度大,耐腐蚀,常被用于建筑门窗、幕墙和某些装饰性结构中。铝合金回收再利用流程比较简单,经回收的铝合金可经过熔炼和精炼再加工成各类铝合金制品。并且,铝合金回收时能耗小,更进一步体现出环保价值。

玻璃在可回收材料中也占有相当大的比例。就土木工程而言,玻璃被广泛用于建筑的采光、门窗和幕墙。废弃玻璃经清洗、破碎和熔炼可再加工成玻璃制品。玻璃回收利用既可节省石英砂、纯碱、石灰石等原料,又可减少生产中能源消耗及温室气体排放。塑料材料也用于土木工程,有些塑料材料是可以回收的。如有些工程塑料用来做建筑管道和隔热材料,废弃塑料经分类、洗涤和粉碎预处理,可采用熔融加工的方法再生产塑料制品。但塑料回收却面临分类难、回收成本高的问题,需进一步强化技术研发与回收体系建设来提高其回收利用率。

(三) 低碳排放材料

在材料中与传统材料相比较,可显著减少二氧化碳及其他温室气体在制造、利用及废弃处理过程中的排放量,为减缓全球气候变化起到了积极的作用。

混凝土作为土木工程中量大面广的建筑材料,其研究开发与应用受到了人们的重视。在制作普通混凝土时,烧制水泥要耗费大量的能源和释放出大量的二氧化碳^[3]。对低碳混凝土进行配合比优化,利用工业废渣、矿渣和粉煤灰作为水泥的部分替代材料来减少水泥的使用量,进而降低二氧化碳的排放量。与此同时,一些新外加剂、新技术不断运用到低碳混凝土中,以改善混凝土性能、耐久性等,从而达到较低碳排放,同时又能满足工程需求。保温隔热材料是建筑节能的关键,很多新型的保温隔热材料都属于低碳排放材料的范畴。如岩棉、玻璃棉及其它矿物棉制品都是由天然岩石或者玻璃经高温熔融纤维化加工而成。这类材料保温隔热性能较好,可有效地降低建筑物运行时的能源消耗和供暖、制冷引起的碳排放。

光伏材料逐渐被运用到土木工程当中,同样属于低碳排放材料范围。太阳能光伏发电作为清洁能源之一,通过在建

筑物表面整合光伏材料构成光伏建筑一体化(BIPV)体系,既能够给建筑物供电,又能够减少对传统能源依赖和碳排放。常用光伏材料主要有单晶硅、多晶硅、非晶硅和部分新型有机光伏材料。伴随着光伏技术的发展,光伏材料转换效率越来越高,成本也逐步下降,这为光伏材料在土木工程领域的广泛应用打下基础。

二、可持续发展理念下的绿色土木工程材料应用方法

(一) 材料优选和适配

在绿色土木工程材料的应用中,材料优选居于首要地位。选材时需要对其性能、环境影响和成本等诸多因素进行全面评价,首先,根据项目的具体需要及设计要求确定材料在强度、耐久性 & 保温隔热性能方面的性能指标。比如在高层建筑施工中,结构材料就需要有很好的强度与稳定性;但在寒冷地区,建筑保温隔热材料性能非常关键。同时应充分考虑材料对环境的影响,优先选用可再生、可回收和低碳排放材料,以降低对环境负面影响。综合分析材料的生命周期,其中包括从原材料获取、生产加工到运输、利用及废弃处理各阶段能源消耗及环境负荷情况。如对两种性能接近的保温材料,应选用生产中耗能少、废弃物少和可回收利用的材料。

在材料优选过程中,成本因素同样不容忽视,尽管绿色土木工程材料长期应用可能会有较好的经济效益,但其初始成本也会比较高。所以有必要对材料进行成本效益分析,以找到性价比最佳的材料方案,同时又能达到工程质量及环保要求。在兼顾材料使用寿命及维护成本的前提下,可通过征求供应商意见及优化采购渠道来降低材料成本,从而达到对长期成本进行有效管控的目的。材料适配也是至关重要的,不同绿色土木工程材料都有其特点及适用范围,需结合项目实际情况合理配比。以建筑外墙保温系统为例,结合保温隔热性能好的岩棉板和防水透气外墙涂料,既保证了较好的保温效果,也避免了墙体潮湿破损。在建筑工程领域,结合使用高强度钢材和轻质混凝土可以最大化地利用它们的优点,从而降低结构的自重并增强其性能。另外,还应考虑到材料间的兼容性,以免材料间发生化学反应或者物理性能失配等因素对工程质量造成影响。随着科技的不断进步,新型的绿色材料层出不穷,因此需要持续关注行业的最新动态,以扩大材料选择的视角。建立材料数据库,输入各种绿色材料的详细资料,采用大数据分析的方法对不同项目的材料进行准确匹配。例如,根据不同气候区对建筑的要求,对适配后的保温、防水材料进行组合筛选,不断提高材料优选和适配的科学性和精准度,实现绿色材料效能最大化。

(二) 施工过程的融入方法

将绿色土木工程材料融入到施工的过程当中,要从施工工艺和施工管理几个方面来对其优化。一是针对绿色材料特点对施工工艺进行调整与完善。例如,对于某些创新的可再生材料,例如竹子,它们的处理和连接方法与传统的木质材料存在差异。施工之前,施工人员需经过专业训练,让他们熟悉竹子特点及施工要点,并使用适当的工具与技术进行处理与安装,以保证施工质量^[5]。

二是,就施工管理而言,应制定科学合理的计划,降低材料浪费及施工中能源消耗。合理安排材料进场时间及存放位置,以免对材料造成二次搬运及损伤。比如对容易潮湿的材料,应妥善贮存,并采取防潮措施,以免材料变质影响使用性能。同时加强施工现场废弃物管理,将施工中废弃材料分类收集处置,以提高材料回收利用率。利用先进的施工技术与装备也是将绿色土木工程材料高效运用到施工过程当中的一个重要途径,以混凝土施工为例,利用高效搅拌设备与

振捣技术能够改善混凝土质量与施工效率、降低水泥用量与能源消耗。将机械化喷涂技术应用于建筑保温施工当中,能够保证保温材料涂抹均匀,增强保温效果的同时降低材料浪费。

三是在施工中质量控制是不可忽视的,建立严密的质量检测体系,实现绿色土木工程材料使用及施工质量全程监控。当材料进场后,对其品质及性能指标进行严格测试,以保证满足设计要求;施工时,按施工规范及质量标准作业,发现质量问题并及时处理,确保工程质量可靠。此外,还可以使用智能监测设备对施工过程中的能源消耗、材料使用进度等情况进行实时监测。通过数据分析对施工策略进行适时调整,防止能源浪费及材料的过度损耗,根据设备反馈对施工机械运行参数进行调整,对材料运输路线进行优化,达到精细化施工管理的目的,进一步增强绿色材料融入到施工各个环节中的效果,确保项目绿色高效地向前发展。

(三) 和传统材料融合的方式

绿色土木工程材料和传统材料通常需要在实际的项目中互相整合应用。这一整合在发挥绿色材料优势的同时,也发挥了传统材料成熟的工艺与性能特点,从材料性能互补的角度出发,将绿色材料与传统材料进行合理匹配,能够达到较好的工程效果。举例来说,在道路建设项目中,废弃的轮胎橡胶粒子与沥青被混合,制成了橡胶沥青,用于道路的铺设工作。添加橡胶颗粒可在使废旧轮胎资源化利用过程中,改善沥青性质,增强路面抗滑性、耐磨性及降噪性。

结构设计时还可将绿色材料和传统材料结合。以大跨度桥梁结构为例,以高强度钢材为主受力构件,以竹纤维复合材料等轻质可再生材料为辅构件或者装饰材料。这不仅可以确保桥梁结构强度稳定,还可以减轻结构自重、材料成本、环境负荷等。从施工工艺来看,要探索出一条适用于绿色材料和传统材料相结合的道路。例如,混凝土中混入了如碳纤维、玻璃纤维等纤维增强材料,目的是为了增强混凝土的抗拉和抗裂特性。施工期应重视纤维材料对混凝土搅拌均匀性及粘结性,以保证两材料能共同工作。同时也需加强绿色材料和传统材料的融合应用研究及技术创新。通过试验研究与工程实践不断总结经验、优化材料组合与施工工艺、提升融合应用效果与可靠性。另外,还建立了相关标准及规范,以期绿色材料和传统材料结合使用提供技术依据及指导,推动绿色材料在土木工程领域中得到广泛运用。

结束语

在可持续发展理念中应用绿色土木工程材料,是工程建设和环境保护相和谐的必然选择。通过系统地研究它们的分类、性质、应用现状和策略,文章显示出绿色材料应用于土木工程领域的巨大潜力。今后,在科技不断进步与政策扶持下,绿色土木工程材料会得到更广泛应用,对促进土木工程行业可持续发展起到重要支撑作用,有利于全球生态文明建设。

[参考文献]

- [1] 苗凯雄. 高性能绿色建筑材料在土木工程中的应用[J]. 建材发展导向, 2025, 23 (04): 4-6.
- [2] 郝锋, 杨国俊, 郭鑫. 论土木工程中建设节能环保的研究[C]//广西网络安全和信息化联合会. 第二届工程技术管理与数字化转型学术交流会论文集. [出版者不详], 2024: 7-9.
- [3] 景忠明. 绿色建筑材料在土木工程中运用与施工技术分析[J]. 建材发展导向, 2024, 22 (21): 4-6.