

绿色施工视角下的建筑废弃物减量化管理研究

周志鹏

中恒建设集团有限公司 江西南昌 330000

摘要：本文从绿色施工视角出发，系统研究了建筑废弃物减量化管理的理论与实践。研究首先深入剖析了设计、施工组织管理及材料采购使用三大环节对废弃物产生的关键影响，揭示了传统模式下的主要问题。在此基础上，文章构建了涵盖源头控制、过程管理与末端处置三大核心环节的减量化管理框架，强调了标准化设计、精益施工与资源化利用的核心作用。进而，提出了建立全过程管理体系、应用信息化技术辅助精细化管理以及完善激励与约束机制三条具体实施路径，旨在将减量化理念转化为可执行的行业实践。该研究旨在通过系统性的管理创新与技术应用，推动建筑业从被动治理向主动减量转变，为实现资源节约、环境友好与行业可持续发展提供理论支撑与实践指导。

关键词：绿色施工；建筑废弃物；减量化管理；资源化利用

引言

随着我国城镇化进程的快速推进，建筑业已成为资源消耗和废弃物产生的主要领域之一，建筑废弃物的大量堆存不仅占用土地，更对生态环境构成严重威胁。传统的末端治理方式已难以满足可持续发展的要求，从源头和过程上减少废弃物的产生成为必然选择。绿色施工理念为建筑废弃物管理提供了新的视角，它强调在工程全生命周期内实现资源高效利用和环境负荷最小化。因此，深入研究绿色施工视角下建筑废弃物的减量化管理策略与实施路径，对于推动建筑业转型升级、实现“双碳”目标具有重要的理论价值与现实紧迫性。

一、绿色施工视角下建筑废弃物减量化的影响因素

（一）设计阶段对废弃物产生的影响

设计阶段是决定建筑废弃物产生量的源头和根本性环节，其对废弃物减量化的影响具有前导性和决定性。在传统设计流程中，设计师多关注建筑功能、美学和结构安全规范，缺乏对设计方案在未来施工和拆除阶段废弃物问题的系统考量，导致废弃物源头增多。一是非标准化设计，建筑构件尺寸、规格不符标准材料模数，现场需大量切割裁剪，产生难利用的边角料。二是设计复杂度过高，复杂造型、异形结构和装饰性构件增加施工难度，使模板使用量和材料损耗率上升，产生更多废料。三是忽视材料选择，指定耐久性差或含有害物质的材料，在施工及后续阶段产生大量难处理废弃物。四是设计缺乏对建筑全生命周期的考虑，建筑适应性、可改造性和可拆解性差，功能需求改变时需大规模拆除重建，造成

资源浪费。因此，从绿色施工视角看，设计阶段决策“锁定”项目废弃物产生量基线。推行标准化、模数化设计，优化结构体系，选用绿色建材，采用面向拆解的设计理念，是从源头实现建筑废弃物减量化的根本途径。

（二）施工组织与管理方式的影响

施工组织与管理方式是影响建筑废弃物产生量的直接和关键性因素，它决定了设计意图在转化为实体建筑过程中的资源利用效率和废弃物控制水平。粗放混乱的施工现场管理，会导致高比例材料损耗和废弃物产生。施工组织设计合理性是首要因素，平面布置规划不当会增加二次搬运损耗，工序安排不科学易造成返工废料。施工精细化管控水平决定材料实际损耗率，关键工序缺乏标准和监督，损耗会远超定额。模板工程中，传统木模板易产生大量废料，铝合金或大钢模板可减少废料。现场材料管理很重要，缺乏验收、存储和发放制度会使材料报废，废弃物分类回收体系不健全会使可回收废料失去再利用价值。此外，施工人员技术水平和环保意识也有影响，操作不熟练会浪费材料，缺乏意识和培训会忽视节约与分类。因此，优化施工组织设计、推行精益建造理念、实施严格物料管理和废弃物分类制度、加强人员培训，是控制施工废弃物、实现减量化的核心手段^[1]。

（三）材料采购与使用方式的影响

材料采购与使用方式是连接设计与施工的中间环节，其管理模式的先进与否，对建筑废弃物的产生具有直接的、可量化的影响。传统的材料采购模式往往以追求最低采购单价为首要目标，而忽视了材料在使用过程中的

综合成本和废弃物产生代价。这种短视采购方式多方面致废弃物增加。一是采购策略缺乏精准性,因预算编制粗糙或为应对损耗加大采购量,超购材料项目结束后若无法转售或另用,只能作废弃物处理。二是材料供应商和产品规格选择不当,为降成本采购劣质材料,施工和使用中破损率高;订购非标准材料会产生大量切割废料。三是材料包装物处理方式重要,建筑材料包装物多,若采购合同未要求回收且现场无有效回收机制,包装物会成建筑废弃物。四是材料使用方式关键,施工现场领料制度不严致材料滥用浪费;边角料缺乏统筹管理和再利用规划被丢弃;混凝土搅拌站配合比控制不精确或调度不当,多余混凝土成固体废弃物。因此,转变材料采购与使用方式,推行基于BIM的精准算量和采购,与供应商合作实现包装物回收和定制化供应,建立现场材料限额领料制度,制定边角料内部再利用计划,是建筑废弃物减量化重要抓手。

二、建筑废弃物减量化管理的核心环节

(一) 源头控制: 设计与采购环节的减量

源头控制是建筑废弃物减量化管理中最具决定性和效益的环节,其核心思想是在废弃物产生之前,通过在设计阶段和采购环节采取前瞻性措施,从根本上避免或减少废弃物的生成。在设计阶段,减量化依赖系统性设计策略。一是推行标准化和模数化设计,使建筑构件与建材工业化生产规格匹配,减少现场切割,降低材料损耗。二是优化设计方案,在满足功能和安全时,合理选型结构体系、简化建筑造型、精简装饰性构件,减少材料使用和废弃物产生。三是采用面向拆解的设计理念,设计时考虑建筑未来改造等,选用可重复使用、回收的建材和易拆解连接方式,为资源循环奠基。四是选好材料,指定高耐久性、环保且回收价值高的绿色建材,从源头减少废弃物。采购环节,减量化管理注重供应链精细化。基于BIM技术精确计算工程量,实现精准采购,避免超购。采购上与供应商建立长期合作,推行“准时化”供应,减少现场堆放和损坏。在采购合同中明确材料规格、包装及回收责任,优先选提供定制化尺寸服务的供应商,减少加工废料。源头控制“预防胜于治理”,将废弃物管理重心前移,以低成本实现大减量效益^[2]。

(二) 过程管理: 施工与现场环节的减量

过程管理是确保源头控制措施得以落实、并对施工过程中不可避免的废弃物进行有效控制的关键执行环节。这一环节的核心在于通过科学的施工组织、精细化的现场管理和先进的施工技术,将材料损耗和废弃物产生控

制在最低水平。科学的施工组织设计是过程管理的基础。通过优化施工总平面布置,合理规划材料堆放、加工及运输路线,可减少二次搬运造成的材料损耗。制定合理施工进度计划,避免工序交叉干扰和赶工,能保护已完成工程实体,减少返工废料。精细化现场管理是过程控制核心,包括建立材料验收、存储和发放制度,推行限额领料制度,加强周转材料维护保养。先进施工工艺和技术是过程减量重要手段,如采用工厂化预制构件、钢筋机械化加工和数控下料技术、新型模板体系等。此外,强化施工人员废弃物减量化培训,提升其操作技能和环保意识,是措施执行的人文保障。过程管理将减量化理念转化为行动,是实现废弃物控制目标的关键实践环节。

(三) 末端处置: 分类回收与资源化利用

末端处置是建筑废弃物减量化管理的最后一道防线,其核心目标是通过系统化的分类回收和高效的资源化利用,最大限度地实现废弃物的价值转化,使其从“污染物”转变为“再生资源”。这一环节有效性决定最终进入填埋场的废弃物数量。系统化分类回收是资源化利用前提,施工现场需建立清晰便捷的废弃物分类收集体系,设置足够且标识明确的分类垃圾桶或堆放区,将建筑废弃物至少分为可回收、可再利用、有害垃圾和其他垃圾四类。分类工作从废弃物产生时开始,由现场作业人员执行,监督管理人员检查纠正,确保准确率。高效资源化利用是末端处置目的,分类后的废弃物应建立不同处理路径。可回收物联系专业公司回收;可再利用物在场内直接利用或用于临时设施建设;工程渣土、废弃混凝土和砖石通过破碎筛分设备加工成再生骨料,实现高附加值资源化;有害垃圾交由危废处理中心无害化处置,防止二次污染。末端处置构建闭环物质流动系统,降低废弃物环境负面影响,创造新经济价值,是减量化管理终点、循环经济在建筑领域的体现,是建筑业可持续发展关键一环^[3]。

三、建筑废弃物减量化管理的实施路径

(一) 建立全过程的减量化管理体系

建立全过程减量化管理体系是确保废弃物减量化目标系统性、制度化实现的根本路径。其核心是打破传统管理各阶段割裂局面,构建覆盖项目全生命周期、各方责任明确、流程无缝衔接的有机整体。建立该体系,首先要创新组织架构,项目设立由建设单位牵头、多单位参与的废弃物管理领导小组,明确各方职责。建设单位初期将减量化目标纳入总体目标,在合同中明确责任与考核指标;设计单位将减量化理念融入设计文件;施工

单位制定现场管理计划并落实到人。其次,需标准化流程支撑,涵盖设计、采购、施工阶段及项目结束后的相关制度,将减量化管理变为可操作程序。最后,强调持续改进机制。通过收集、统计和分析项目废弃物数据,定期评估管理体系有效性,识别问题与改进空间,将经验反馈到新项目,形成管理闭环。建立全过程管理体系,能将废弃物减量化提升为系统性、常态化管理工作,为减量化目标提供组织和制度保障。

(二) 应用信息化技术辅助精细化管理

应用信息化技术是提升建筑废弃物减量化管理精度与效率的关键路径,它借助数字化手段赋能传统管理,实现从粗放式向精细化、智能化管控转变。信息化技术贯穿废弃物管理全过程。设计阶段,核心是建筑信息模型(BIM)技术应用,它能精确计算构件工程量、支持精准采购,还可施工模拟、优化构件排布与下料方案,减少现场切割废料。采购与施工阶段,物联网(IoT)技术和RFID标签实现材料智能化管理,为主要材料贴标签可追踪全流程、实现库存动态管理与精准限额领料,防止材料浪费。结合移动应用,现场管理人员可实时上传废弃物信息至云端平台,该平台自动汇总、分析数据并生成报表,助管理者改进薄弱环节。此外,基于大数据和人工智能算法,可预测未来废弃物量并推荐资源化利用方案。信息化技术为精细化管理提供数据和工具,使废弃物管理从“黑箱”操作变为“透明化”管控,提升管理科学性和前瞻性^[4]。

(三) 完善激励与约束机制

完善激励与约束机制是推动建筑废弃物减量化管理从被动执行向主动作为转变的必要保障,它通过经济和行政手段,引导和规范市场主体的行为,形成量化的内生动力。这一机制的建设需要政府、市场和企业三个层面协同发力。在政府层面,应构建强有力的法规与政策约束体系。首先,完善法律法规,明确建筑废弃物减量化法律地位,将减量化指标纳入工程建设强制性标准,制定罚则处罚超标排放行为。其次,推行经济杠杆政策,实施“谁产生,谁付费”的建筑垃圾处置收费制度,收费与废弃物产生量和分类质量挂钩;政府设立绿色施工专项基金,对减量化表现突出项目给予补贴或优惠,形成正向激励。市场层面,培育建筑废弃物资源化利用市场,发布再生建材推广目录,政府投资项目强制或优先

使用再生建材,鼓励社会资本投资建设利用设施,形成规模效应、降低成本。企业层面,建立内部绩效考核与奖惩制度,施工企业将减量化指标分解到项目部,与薪酬、晋升挂钩;奖励创新节约的班组或个人,激发员工积极性。构建奖惩分明、内外联动机制,改变建筑业对废弃物管理重视不足现状,使减量化成为企业自觉行动和核心竞争力,为减量化管理提供持久动力^[5]。

结语

绿色施工视角下的建筑废弃物减量化管理,不仅是环境保护的必然要求,更是建筑业实现高质量、可持续发展的关键路径。从设计阶段的源头控制,到施工过程的精细管理,再到末端处置的资源化利用,每一个环节都蕴含着减量的巨大潜力。通过建立全过程的减量化管理体系,应用信息化技术进行精细化管理,以及完善激励与约束机制,我们能够将废弃物管理的理念真正转化为行业实践,形成政府引导、市场驱动、企业主动的良性循环。这种转变不仅有助于减少建筑活动对环境的负面影响,降低资源消耗,更能催生新的经济增长点,如再生建材产业的发展,为社会创造更多的环境效益和经济效益。展望未来,随着技术的不断进步和管理的日益完善,建筑废弃物减量化管理必将迈向更高的台阶,为实现碳中和目标、构建循环经济型社会贡献重要力量。

参考文献

- [1]代春泉,张科,王培栋,等.基于系统动力学的建筑废弃物源头减量化研究——以青岛市某建筑项目为例[J].房地产世界,2022(23):68-73.
- [2]杨德志,方佳平,刘建国.PC铝模一体化系统垃圾减量化绿色施工技术分析[J].地产,2021,000(012):P.1-3.
- [3]钟恩,蔡庆军,李天隆,等.建筑废弃物的多元化再生利用[J].施工技术,2021,50(6):3.DOI:10.7672/sgjs2021060035.
- [4]曲璐.浅析绿色施工技术在建筑工程施工中的应用[J].缔客世界,2020(11):116-116.DOI:10.12247/j.issn.2096-7748.2020.11.106.
- [5]李程.新时期绿色施工中的建筑垃圾减量化技术管理探讨[J].四川建筑,2021(S01):041.