

建筑垃圾处理及资源化技术研究

种晓健

中机国际工程设计研究院有限责任公司 陕西 西安 710075

摘要：本文围绕建筑垃圾处理及资源化技术展开研究，界定建筑垃圾的概念与分类，分析我国建筑垃圾产生、处置现状及政策环境，剖析技术、经济、管理层面的制约因素。重点研究预处理、无害化处理、转运存储等核心处理技术，以及再生骨料制备、高值化利用等资源化技术，探讨产品质量控制路径。研究表明，通过完善技术体系、健全政策保障、强化市场引导，可破解建筑垃圾处置难题，提升资源化利用率，为城市绿色低碳发展与“无废城市”建设提供技术支撑与实践参考。

关键词：建筑垃圾；处理；资源化技术

引言：随着我国城市化进程加快，建筑工程、旧城改造等项目实施，建筑垃圾年产生量超20亿吨，成为城市固体废物的主要组成部分，其不合理处置易造成土地占用、环境污染等问题。当前我国建筑垃圾资源化利用率偏低，处置方式粗放，面临技术滞后、市场不畅等困境。在此背景下，开展建筑垃圾处理及资源化技术研究，契合“双碳”战略与绿色发展理念，对破解处置难题、推动资源循环利用、提升城市生态治理水平具有重要的理论与现实意义。

1 建筑垃圾相关基础理论与现状分析

1.1 建筑垃圾的界定与分类

(1) 建筑垃圾的界定：指建设、施工、拆除及修缮单位或个人，在建筑物、构筑物建设、拆除、装修和市政管网铺设、维护过程中产生的各类废弃物，涵盖渣土、弃料、淤泥、废弃构件等，是城市固体废物的主要组成部分。其界定核心在于明确产生场景与物质属性，为后续规范处置、资源化利用及监管工作奠定基础。(2) 建筑垃圾的分类及成分特性：按产生源可分为工程渣土、装修垃圾、拆迁垃圾和市政建筑垃圾；按成分可分为无机类（混凝土块、砖瓦碎块、渣土等）和有机类（木材、塑料等），其中无机类占比超90%。其核心特性为可回收性强，但成分混杂，不同类型建筑垃圾的物理、化学性质差异较大，需分类处理才能提升资源化效率，减少环境影响^[1]。

1.2 我国建筑垃圾产生与处置现状

(1) 建筑垃圾产生量与分布特征：年产生量超20亿吨，约占城市固体废物总量的40%，是生活垃圾的5-10倍。分布呈现区域不均衡性，东部沿海及大城市产量偏高，广东、浙江等省份占比靠前，产生量与城市化发展程度正相关，集中于新建、旧城改造及装修环节。(2) 当前主要处置方式及存在问题：主要以填埋、露天堆放和简单

回收为主，资源化利用率偏低。存在的问题突出，包括违法倾倒、超期堆存现象频发，处置设施不足，部分处置过程缺乏环保措施，易造成扬尘污染和土地占用。

1.3 建筑垃圾处理及资源化的政策环境

(1) 国家层面相关政策法规：顶层设计持续加码，2025年6月，国务院办公厅转发《关于进一步加强城市建筑垃圾治理的意见》，明确2027年地级及以上城市建筑垃圾平均资源化利用率达50%以上，同时依托《固体废物污染环境防治法》以及2026年3月实施的《建筑垃圾污染控制技术规范》，确立减量化、资源化、无害化的处置原则，规范全流程管理。(2) 地方层面实施细则与导向：30多个地区出台配套政策，结合本地实际明确处置标准、设施布局及补贴政策，部分地区推进收运与利用一体化，引导企业参与资源化项目，但地方执行力度存在差异，部分地区存在政策落地滞后问题。

1.4 建筑垃圾处理及资源化的制约因素

(1) 技术层面制约：现有资源化技术较为粗放，再生产品质量不稳定，高端深加工技术不成熟，缺乏高效分类、破碎及提纯技术，难以实现建筑垃圾全成分、高值化利用。(2) 经济与市场层面制约：资源化项目前期投入大、回收周期长，政府财政补贴不到位，再生产品市场认可度低、销路不畅，企业盈利空间有限，难以形成“产生-处置-利用”的良性市场闭环。(3) 管理与意识层面制约：全过程监管体系不完善，部分地区管控宽松，违法处置行为难以有效遏制；企业与公众资源化意识薄弱，源头分类落实不到位，对再生产品认知不足，制约资源化工作推进^[2]。

2 建筑垃圾处理核心技术研究

2.1 建筑垃圾预处理技术

(1) 破碎技术：作为建筑垃圾预处理的核心工序，用

于将大块建筑垃圾破碎至可利用或可处置的粒径。颚式破碎技术适用于初始破碎,凭借坚硬耐磨的颚板挤压破碎大块混凝土、砖石,处理效率高、能耗低,适合高硬度物料;双齿辊破碎技术通过双辊相对转动碾压破碎,破碎粒度均匀,可根据需求调节出料粒径,避免过度破碎,适用于后续资源化利用的精细化破碎,两种技术结合使用,可实现建筑垃圾的分级破碎,提升预处理效果。(2)筛分与分选技术:用于分离建筑垃圾中的不同组分,为后续处理和资源化利用奠定基础。振动筛通过高频振动将破碎后的物料按粒径分级,筛选出不同规格的骨料;磁选技术利用磁性差异,分离出建筑垃圾中的钢筋、废铁等金属组分;风选技术借助风力分离轻质组分(如塑料、木材)与重质组分(如骨料、渣土);近红外光选技术可精准识别塑料、橡胶等非金属可回收组分,实现高效分选,提升资源回收利用率^[3]。(3)预处理过程中的污染控制技术:针对预处理过程中产生的扬尘、噪声及污水等污染,采取针对性防控措施。扬尘控制采用密闭破碎设备、喷淋降尘系统,作业区域设置围挡,减少粉尘扩散;噪声控制通过设备减震、隔音罩等装置,降低破碎、筛分过程中的噪声污染,符合环保排放标准;污水控制则设置沉淀池,收集清洗、喷淋产生的污水,经处理达标后循环利用或排放,避免水体污染。

2.2 建筑垃圾无害化处理技术

(1)填埋处理技术及环保优化:作为传统处置方式,适用于难以资源化利用的建筑垃圾,核心是通过规范化填埋实现无害化。采用分层填埋、压实覆盖工艺,先铺设防渗层防止渗滤液污染地下水,填埋过程中分层压实,减少填埋体积,填埋后覆盖土层并植被绿化,降低扬尘和异味污染;环保优化重点提升防渗系统性能,采用复合防渗膜,设置渗滤液收集处理系统和气体导排装置,避免二次污染,符合绿色环保处置要求。(2)焚烧处理技术及能源回收:适用于可燃建筑垃圾(如木材、塑料、沥青废料等),通过高温焚烧实现减量化和无害化,同时回收能源。采用专业焚烧炉,控制焚烧温度在850℃以上,确保可燃组分充分燃烧,减少有害气体产生;配套烟气净化系统,处理焚烧产生的粉尘、有害气体,达标排放;焚烧产生的热能可用于发电、供暖,实现能源回收利用,提升处置的经济性和环保性。(3)有害建筑垃圾专项处理技术:针对含有害成分的建筑垃圾(如含油漆、涂料的废料、废弃保温材料等),采取专项无害化处理。先通过分拣分离,将有害建筑垃圾单独收集,避免与普通建筑垃圾混放;采用化学处理、热解等技术,分解有害成分,降低毒性;对于无法降解的有害建筑垃圾,采用安全填

埋方式,单独设置专用填埋区域,强化防渗、防泄漏措施,确保不对环境造成危害^[4]。

2.3 建筑垃圾转运与存储技术

(1)智能化转运技术与设备:依托智能化技术提升转运效率和规范性,采用GPS定位、物联网监控等技术,实时跟踪转运车辆的行驶路线、装载量,避免违法倾倒;配备智能化装载、卸载设备,提升转运效率,减少人力成本;推广密闭式转运车辆,车辆车厢加装密闭盖板,防止转运过程中物料遗撒和扬尘扩散,确保转运过程环保可控。(2)规范化存储场地建设与管理:建设专用建筑垃圾存储场地,选址远离居民区、水源地,场地周边设置围挡、防渗层,划分不同区域,分别存储不同类型的建筑垃圾,避免混放;建立完善的管理制度,配备专人负责场地管理,对存储的建筑垃圾进行分类堆放、定期检查,及时处理易腐烂、易扬尘物料,防止二次污染,确保存储过程规范有序。(3)转运过程中的泄漏防控技术:针对转运过程中可能出现的物料泄漏、渗滤液泄漏等问题,采取全方位防控措施。密闭式转运车辆加装密封条,定期检查维护,防止物料遗撒;车辆底部设置防泄漏托盘,收集可能产生的渗滤液;转运路线避开敏感区域,运输过程中控制行驶速度,减少颠簸导致的泄漏,同时配备应急处理设备,及时处理泄漏问题,避免污染环境。

3 建筑垃圾资源化利用技术研究

3.1 再生骨料制备与应用技术

(1)再生粗、细骨料制备工艺:以建筑垃圾中的混凝土块、砖石等为原料,经预处理、破碎、筛分、除杂等工序制成,是建筑垃圾资源化的基础工艺。再生粗骨料制备需先去除杂质,通过颚式破碎、反击式破碎分级处理,控制粒径在5-31.5mm,经清洗、脱水后达标;再生细骨料则通过进一步细碎、筛分,控制粒径小于5mm,去除粉尘和杂质,确保骨料洁净度,制备过程需严格控制破碎强度和筛分精度,避免骨料性能受损。(2)再生骨料在建筑工程中的应用:应用场景广泛,适配不同工程需求。在道路工程中,再生粗骨料可用于道路基层、底基层回填,替代天然砂石,降低工程成本;再生细骨料可用于制备砂浆、垫层材料,提升资源利用率。在建筑砌块制备中,再生骨料与水泥、外加剂混合,经成型、养护制成免烧砖、空心砌块等,用于非承重墙体、围墙等,其强度和耐久性可满足普通建筑需求,实现“变废为宝”。(3)再生骨料品质提升技术:针对再生骨料强度偏低、吸水率高、杂质含量高的问题,采用多种技术优化提升。物理改性技术通过打磨、筛分、清洗去除表

面粉尘和软弱层,提高骨料密实度;化学改性技术添加硅灰、矿渣等掺合料,改善骨料界面性能,降低吸水率;复合改性技术结合物理与化学方法,综合提升再生骨料的强度、耐久性,拓宽其应用范围,满足更高标准的建筑工程需求^[5]。

3.2 建筑垃圾高值资源化利用技术

(1) 轻质装配式内隔墙板制备技术:以建筑垃圾再生细骨料、粉煤灰、水泥为主要原料,添加轻质骨料和外加剂,经搅拌、成型、养护制成轻质隔墙板。该技术采用工业化生产,生产效率高,产品具有轻质、高强、保温、隔音等优势,可直接用于装配式建筑内隔墙施工,替代传统黏土砖,既减少建筑垃圾堆放,又降低建筑能耗,契合绿色建筑发展理念。(2) 流态固化土与泡沫轻质土制备技术:针对建筑垃圾中的细颗粒渣土,开发高值化利用路径。流态固化土以再生细骨料、渣土为基材,添加固化剂,搅拌成流态状,可用于基坑回填、路基填充等,具有流动性好、强度可控、施工便捷的特点;泡沫轻质土则在流态固化土基础上添加泡沫剂,制成轻质、保温的材料,用于屋面保温、地基处理等,减少天然资源消耗,同时解决细颗粒建筑垃圾难以利用的难题。(3) 可回收组分(金属、塑料、木材)再生利用技术:对建筑垃圾中的可回收组分进行专项回收处理,提升资源化附加值。金属组分通过磁选、人工分拣分离后,经熔炼、加工制成再生钢材、金属配件,实现循环利用;塑料组分经分拣、清洗、破碎、造粒,制成再生塑料颗粒,用于生产建筑塑料制品;木材组分经干燥、防腐处理后,可用于制作模板、装饰板材等,避免可回收资源浪费,形成多元化回收利用体系。

3.3 建筑垃圾资源化产品质量控制

(1) 资源化产品质量标准:建立完善的质量标准体系,明确不同资源化产品的性能指标。针对再生骨料,规定其粒径、强度、吸水率、杂质含量等标准,适配不同应用场景;针对再生砌块、隔墙板等成品,明确其抗压强度、耐久性、保温隔音等指标,确保产品符合建筑工程安全规范;同时对接国家和地方标准,实现质量标准

统一,规范资源化产品市场。(2) 生产过程质量管控技术:贯穿资源化生产全流程,实现精准管控。原料阶段严格筛选建筑垃圾,去除有害杂质;生产阶段采用智能化监控设备,实时监测破碎、搅拌、成型等工序的参数,确保生产过程稳定;养护阶段控制温度、湿度,保障产品性能达标,同时建立生产台账,实现全程可追溯,及时发现并解决生产过程中的质量问题。(3) 产品检测与评价方法:采用科学的检测手段,对资源化产品进行全面检测。针对再生骨料,通过抗压强度试验、吸水率测试等检测其性能;针对成品构件,采用外观检测、强度检测、耐久性测试等方法,评估产品质量;建立综合评价体系,结合产品性能、环保性、经济性等指标,对资源化产品进行全面评价,确保产品质量可靠、符合应用需求,推动建筑垃圾资源化产业规范发展。

结束语

综上所述,建筑垃圾处理及资源化是实现城市绿色可持续发展的重要举措,既需依托预处理、无害化处置等核心技术破解污染难题,也需通过高值化利用技术挖掘资源价值,同时离不开政策支撑、市场引导与全民参与。当前研究虽明确了技术路径与优化方向,但仍存在高端技术不成熟、再生产品认可度不足等问题。未来需加强产学研协同创新,完善质量标准与监管体系,推动建筑垃圾从“城市包袱”向“绿色财富”转变,助力生态文明建设。

参考文献

- [1]张国鑫.城市建筑垃圾处理与资源化利用研究[J].新城建科技,2025,34(01):46-48.
- [2]刘剑.城市建筑垃圾资源化利用探讨[J].清洗世界,2022,38(10):87-89.
- [3]张浩.城市建筑垃圾处理现状及资源化利用研究[J].绿色环保建材,2021,(12):31-32.
- [4]马兰,李敏.浅论城市垃圾资源化处理[J].皮革制作与环保科技,2023,4(20):180-182.
- [5]门延涛,赵毅.城市垃圾处理在绿色经济理念视域下的实践策略[J].中国高新科技,2023,(12):77-78.