

垃圾分类与资源化利用的技术创新

章显金

3303271991****1736

摘要: 垃圾分类与资源化利用的技术创新研究, 围绕核心方向、分类环节技术应用、资源转化技术突破、保障体系构建及发展趋势展开。明确提升分类精度、优化资源转化效率、控制二次污染等核心方向, 阐述前端智能分类设备、中端高效分选系统、后端成分识别技术的应用, 分析有机垃圾生化转化、再生资源提纯、危险废物无害化等技术突破, 探究标准规范完善、设备研发支撑、政策激励引导的保障体系, 展望智能化全流程集成、低碳化技术融合、协同化产业模式的趋势, 为相关实践提供思路。

关键词: 垃圾分类; 资源化利用; 技术创新

DOI: 10. 69979/3029-2727. 25. 10. 037

引言

随着我国城镇化不断发展, 城镇生活垃圾量日益增加, 给居民生活环境带来巨大压力, 生活垃圾分类及资源化利用刻不容缓。垃圾分类是资源化利用的前提。传统垃圾处理方式不仅浪费资源, 还加剧了土壤、水体和空气的污染。垃圾分类与资源化利用作为解决这一问题的有效途径, 其推进离不开技术创新的支撑。通过技术革新提高分类效率、拓展资源转化渠道, 既能实现垃圾的减量化、无害化, 又能创造经济价值, 对推动循环经济发展、建设生态文明具有重要意义。探索垃圾分类与资源化利用的技术创新路径, 已成为当前环境保护与资源利用领域的重要课题。

1 垃圾分类与资源化利用技术创新的核心方向

1.1 提升垃圾分类精度的技术研发

提升垃圾分类精度的技术研发聚焦于通过智能化手段减少分类误差, 确保不同类型垃圾得到精准分流。传统人工分类依赖个人经验, 易因认知偏差导致错分, 而智能识别技术通过图像识别、传感器感应等方式, 可快速区分垃圾种类。例如, 基于深度学习的图像识别系统能对投入的垃圾进行实时拍摄分析, 根据外形、材质等特征判断类别, 并通过语音提示或自动分拣装置引导正确投放。针对易混淆的垃圾, 如塑料瓶与玻璃瓶、废纸与废布等, 研发多维度识别技术, 结合红外光谱分析材质成分, 进一步提升识别准确率。

1.2 优化资源转化效率的工艺创新

优化资源转化效率的工艺创新旨在通过改进处理流程和技术参数, 提高垃圾转化为资源的速度与质量。在有机垃圾处理中, 突破传统堆肥周期长、效率低的局限, 采用高温好氧发酵技术, 通过精准控制温度、湿度

和氧气含量, 缩短腐熟时间, 同时提升有机肥的养分含量。对于再生资源回收, 开发自动化拆解与分离工艺, 如针对电子垃圾, 利用机械臂配合激光切割技术, 快速分离塑料、金属和线路板, 减少人工操作带来的效率损耗。在能源转化方面, 优化垃圾焚烧发电工艺, 通过改进炉膛结构和燃烧控制技术, 提高燃烧效率, 减少能源浪费。

1.3 控制二次污染的环保技术突破

控制二次污染的环保技术突破致力于在垃圾分类与资源化利用过程中减少新的污染物产生, 避免“治污又产污”。在垃圾运输环节, 研发密封式运输车辆, 配备异味吸附装置和渗滤液收集系统, 防止垃圾散落和污水泄漏污染沿途环境。处理过程中, 针对有机垃圾降解产生的恶臭气体, 采用生物滤池、光催化氧化等技术进行净化, 降低挥发性有机物的排放。对于垃圾焚烧产生的烟气, 开发高效脱硫、脱硝和除尘技术, 去除其中的有害成分, 使其达标排放。在残渣处理方面, 通过固化稳定化技术降低飞灰和炉渣中的重金属活性, 防止其渗入土壤和水体。

2 垃圾分类环节的技术创新应用

2.1 前端智能分类设备的开发与应用

前端智能分类设备的开发与应用为居民参与垃圾分类提供了便捷高效的工具, 有效降低了分类门槛。智能垃圾桶通过内置传感器和识别模块, 能自动识别投入的垃圾种类, 并打开对应的投放口, 减少居民因分不清类别而产生的错投。部分设备还配备称重功能和积分系统, 居民正确投放垃圾可获得积分, 积分可兑换生活用品, 激励参与积极性。社区投放点的智能回收箱则针对可回收物, 如废纸、塑料、金属等, 采用扫码开门、自

动压缩等设计,既节省存储空间,又方便居民随时投放。

2.2 中端高效分选系统的技术升级

中端高效分选系统的技术升级主要针对集中收集后的混合垃圾,通过自动化设备实现精准分离,弥补前端分类的不足。风选技术通过调整风速,根据垃圾密度差异分离轻质的塑料、纸张和重质的玻璃、金属;磁选技术利用磁力吸附含铁金属,实现铁制品的分离回收。近年来,智能分选设备结合了图像识别和机械臂技术,能对传送带上的垃圾进行快速识别,并通过机械臂精准抓取特定种类垃圾,如塑料瓶、易拉罐等,分拣效率和精度远超传统人工分选。

2.3 后端垃圾成分精准识别技术的应用

后端垃圾成分精准识别技术的应用为垃圾处理方案的制定和资源回收策略的优化提供了数据支持。通过近红外光谱分析技术,可快速检测垃圾中的有机物、无机物、塑料等成分的含量,无需对垃圾进行预处理,实现非接触式检测。X射线荧光光谱技术则能识别垃圾中的重金属元素,为危险废物的鉴别和处理提供依据。这些技术的应用,使垃圾处理企业能全面掌握垃圾的成分构成,针对性地调整处理工艺,如根据有机物含量优化堆肥参数,根据塑料种类选择合适的再生利用方式。

3 垃圾资源化利用的技术突破方向

3.1 有机垃圾的高效生化转化技术

有机垃圾的高效生化转化技术通过微生物作用将厨余垃圾、园林废弃物等转化为有价值的产品,实现资源循环利用。厌氧发酵技术在密闭环境中利用厌氧菌分解有机垃圾,产生沼气,沼气可作为清洁能源用于发电或供暖,发酵后的沼渣经处理可作为有机肥用于农业生产。好氧堆肥技术则通过好氧微生物的代谢作用,将有机垃圾分解为腐熟的堆肥,适用于处理园林垃圾和部分厨余垃圾,产品可用于土壤改良和植物种植。近年来,复合微生物菌剂的研发提升了生化转化效率,能适应不同种类有机垃圾的特性,缩短处理周期,同时减少臭味排放。



3.2 再生资源的高值化提纯技术

再生资源的高值化提纯技术旨在提升废纸、塑料、金属等可回收物的利用价值,避免“降级使用”造成的资源浪费。废纸再生通过脱墨、漂白等工艺改进,生产出高质量的再生纸,可用于印刷、包装等高端领域,而非仅作为卫生纸等低端产品原料。塑料再生利用中,采用溶剂溶解回收技术,能去除塑料中的杂质和污染物,使再生塑料的性能接近原生塑料,可用于制造汽车零部件、电子外壳等。金属回收通过火法或湿法冶炼技术,提高金属纯度,如从废电池中提取的锂、钴等金属,可重新用于动力电池生产。

3.3 危险废物的无害化处理与利用技术

危险废物的无害化处理与利用技术聚焦于减少医疗废物、废化学品、废电池等危险废物的环境风险,同时实现资源的安全回收。高温焚烧技术在专用焚烧炉中对危险废物进行彻底燃烧,破坏其中的有毒有害成分,焚烧过程中产生的热能可回收利用,尾气经净化处理后达标排放。化学处理技术通过中和、氧化、还原等反应,将危险废物中的有害物质转化为无害物质或易处理的形态,如对废酸、废碱进行中和处理,使其达到排放标准。对于含有贵金属的危险废物,如废催化剂、废电路板等,采用湿法冶金技术进行贵金属提取,在实现无害化的同时回收资源。这些技术的应用,确保了危险废物在处理过程中既不会对环境造成危害,又能最大限度地回收利用其中的有价值成分。

4 垃圾分类与资源化技术创新的保障体系

4.1 技术标准与规范的完善

技术标准与规范的完善为垃圾分类与资源化利用技术的研发和应用提供了统一的准则,确保技术应用的规范性和安全性。制定垃圾分类技术标准,明确不同类型垃圾的分类标识、收集要求和运输规范,避免因标准不统一导致的分类混乱。针对资源化利用技术,如再生塑料的纯度标准、有机肥的养分含量标准等,建立产品质量标准,保证再生产品的质量和使用安全。同时,制定技术应用规范,对智能分类设备的性能参数、分选系统的运行要求、污染控制技术的实施流程等作出规定,指导企业正确应用技术。定期对标准和规范进行修订,适应技术发展和实际应用需求,推动垃圾分类与资源化利用技术的有序发展。

4.2 关键设备研发与产业化支撑

关键设备研发与产业化支撑为垃圾分类与资源化利用技术的落地提供了物质基础,促进技术成果转化为

实际生产力。加大对智能分类设备、高效分选系统、生化转化装置等关键设备的研发投入,鼓励企业与高校、科研机构合作,攻克设备研发中的技术难题,提高设备的稳定性和可靠性。建立设备产业化示范基地,对研发成功的设备进行中试和规模化生产,降低生产成本,提高设备的市场可及性。同时,支持设备制造企业进行技术升级和产品创新,开发适合不同场景的专用设备,如适用于社区的小型智能分类设备、适用于大型垃圾处理厂的自动化分选线等,满足多样化的应用需求。

4.3 政策激励与市场引导机制

政策激励与市场引导机制通过制度设计激发企业和社会资本参与垃圾分类与资源化利用技术创新的积极性。政府可通过财政补贴支持企业进行技术研发和设备更新,对采用先进技术的垃圾处理项目给予税收优惠。建立垃圾处理收费制度,按照“污染者付费”原则,合理确定收费标准,为垃圾处理企业提供稳定的收入来源,保障技术创新的持续投入。培育再生资源市场,通过政府采购优先使用再生产品,扩大再生产品的市场需求,引导企业加大资源化利用技术的研发力度。此外,鼓励社会资本参与垃圾分类与资源化利用项目的投资和运营,形成多元化的投入机制,推动技术创新和产业发展。

5 垃圾分类与资源化利用技术的发展趋势

5.1 智能化全流程集成技术的应用

智能化全流程集成技术的应用将实现垃圾分类、运输、处理和利用各环节的无缝衔接,提升整体效率。通过物联网技术将前端智能分类设备、中端分选系统和后端处理设施连接起来,形成数据共享的智能管理平台。平台可实时监控垃圾投放量、运输路线、处理进度等信息,根据数据优化垃圾收运计划,避免运输车辆空载或拥堵。人工智能算法则能根据垃圾成分变化自动调整分选和处理参数,如当塑料垃圾比例增加时,自动提高塑料分选设备的运行效率。

5.2 低碳化转化技术的融合推广

低碳化转化技术的融合推广将减少垃圾分类与资源化利用过程中的碳排放,符合绿色发展理念。在垃圾运输环节,推广使用电动垃圾车,降低尾气排放;在处理过程中,优先采用能耗低、污染小的生化转化技术,

替代传统的焚烧和填埋方式。将垃圾资源化利用与清洁能源生产相结合,如有机垃圾厌氧发酵产生的沼气用于发电,实现能源自给自足,减少对化石能源的依赖。

5.3 协同化产业模式的技术支撑

协同化产业模式的技术支撑旨在构建“分类-回收-处理-再利用”的完整产业链,实现各环节的协同发展。通过建立共享信息平台,打通垃圾产生者、回收企业、处理厂和再生产品生产企业之间的信息壁垒,实现供需对接和资源优化配置。开发跨行业协同技术,如将建筑废弃物处理与新型建材生产相结合,形成“废弃物-原料-产品”的闭环;将农业有机垃圾处理与养殖业相结合,沼渣作为饲料添加剂,实现种养循环。

6 结论

垃圾分类与资源化利用的技术创新在提升分类精度、优化资源转化效率、控制二次污染等方面取得了显著进展,前端智能设备、中端分选系统、后端识别技术的应用推动了分类流程的智能化,有机垃圾生化转化、再生资源提纯等技术拓展了资源利用渠道。完善标准规范、加强设备研发、实施政策激励是技术创新的重要保障。未来,智能化全流程集成、低碳化技术融合、协同化产业模式将成为发展趋势,推动垃圾分类与资源化利用向更高效、更环保、更协同的方向发展,为解决“垃圾围城”问题、建设美丽中国提供有力支撑。

参考文献

- [1] 金开军,李疆. 基于神经网络的垃圾分类系统设计[J]. 贵阳学院学报(自然科学版), 2025, 20(02): 59-62.
- [2] 肖静. 苏州市农村生活垃圾分类工作现状及改进建议[J]. 农村科学实验, 2025, (12): 76-78.
- [3] 刘霞. 城市垃圾分类与资源回收利用研究[J/OL]. 清洗世界, 1-6[2025-08-07].
- [4] 姜在福. 生活垃圾分类与处理处置发展方向研究[J]. 环境与生活, 2025, (03): 90-92.
- [5] 时希杰,张琪. 打通垃圾分类处理全链条推动居民生活垃圾资源化利用[J]. 中国经贸导刊, 2025, (05): 86-88.