

沿海固体废物资源化处理中的问题与对策

Ren Yue Yu

云南农业大学 云南昆明

【摘要】近年来，海洋污染问题愈发突出，严重影响社会的可持续发展和人类的生存。基于此，需要重点关注海洋污染问题，明确污染类型及应对措施，为社会可持续发展奠定环境基础。本研究主要选取沿海固体废物处理作为研究对象，分析其资源化处理的有效思路与措施，以改变传统的固体废物处理模式，实现海岛绿色发展，实现资源变废为宝。在研究过程中，本研究首先分析了沿海固体废物资源化处理的意義，然后研究了当前主要的处理措施，最后在此基础上明确了沿海固体废物资源化处理存在的问题，以期找到解决问题的科学措施，并为我国沿海固体废物的处理提出建议。

【关键词】沿海固体废物；焚烧；垃圾填埋场；资源处理

【收稿日期】2025 年 3 月 15 日

【出刊日期】2025 年 4 月 16 日

【DOI】10.12208/j.epm.20250003

Problems and countermeasures in the recycling treatment of coastal solid waste

Ren Yue Yu

Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan

【Abstract】In recent years, the problem of marine pollution has become more prominent, which seriously affects the sustainable development of the society and human survival. Based on this, it is necessary to focus on the problem of marine pollution, clarify the types of pollution and response measures, and lay the environmental foundation for sustainable social development. This work mainly selected the treatment of coastal solid waste as the research object, and then analyzed the effective ideas and measures of its resource treatment, so as to change the traditional solid waste treatment mode, realize the green development of the island, and realized the transformation of resources into treasure. In the process of research, this work first analyzed the significance of coastal solid waste recycling treatment, then studied the current main treatment measures, and finally clarified the problem of coastal solid waste recycling treatment based on this, so as to find scientific measures to solve the problem, and make suggestions for the treatment of coastal solid waste in China.

【Keywords】Coastal solid waste, Incineration, Landfill, Resource treatment

1 简介

中国积极推进海洋强国建设，要求各地区认真落实关心海洋的战略部署。海洋和学习积极探索海洋经济新增长点，实现了废弃物的资源化处理。要以变废为宝、发展循环经济的理念，统筹海洋建设与管理，营造良好的海洋生态环境。在海洋强国建设中，近岸固体废物的处理作用不容低估^[1]。目前，人们主要基于资源化的思路来治理海洋生态污染。多措并举才能发挥近岸固体废物资源化的有效性，真正实现近岸固体废物的综合整治。

2 沿海地区固体废物处理现状

要实现沿海固体废物的资源化处理，必须明确岛屿和固体废物的概念。岛屿是自然形成的四面环水、高潮时高出水面的陆地区域。全球有 20 多万个岛屿，总面积达 9999.635 平方公里^[2]占陆地总面积的 6.6%。海岛是沿海经济发展、国防建设和生态建设的重要基础，海岛及其周边水域环境拥有独特的生态资源和旅游资源。沿海固体废物具体是指沿海环境中持久性、人为产生或加工后的固体废物。海洋垃圾影响海洋景观，威胁航行安全，影响海洋生态

注：本文于 2023 年发表在 OAJRC Environmental Science 期刊 4 卷 1 期，为其授权翻译版本。

健康,对海洋经济产生负面影响^[2]。近年来,大规模的海岛开发建设导致海岛固体废物产生量增加,随意丢弃、填埋等不合理行为导致海岛土壤和水体受到污染。由于地理位置偏远,沿海地区交通不便,固体废物转运和处理较为困难,因此开展沿海固体废物资源化研究具有现实必要性和时代意义。

3 中国沿海固体废物管理进程

目前,我国海岛固体废物处置方式大致有三种:一是海岛粗放式处理,将海岛固体废物直接填埋、焚烧;二是固体废物分类收集、综合处理;三是将固体废物压缩后运往大陆地区处理。固体废物的全过程管理包括收集、运输、处置和处置。治疗^[3]。

3.1 固体废物收集和运输

固体废物收集是固体废物管理系统的首要 and 重要环节。收集不足会影响后续转运和处理流程的正常运行。一些岛屿由于缺乏固体废物收集设施,产生者将固体废物随意堆放或就地焚烧,严重危害岛屿生态环境和居民健康。由于地理位置偏远,收集和转运成本一般占固体废物管理总成本的较高比例。例如,马来西亚岛屿固体废物收集成本占市政总支出的 75%。许多岛屿无法提供足够的收集和运输成本,固体废物只能就地堆放。大量研究表明,有组织的分类收集可以降低垃圾收集和运输成本。此外,由于填埋场选址困难或填埋场饱和,一些岛屿的固体废物必须运往大陆处置。万山群岛是我国首个实现岛外固体废物处理的地区,摒弃了原有的岛内填埋、焚烧处理方式,避免了固体废物处理过程中可能带来的环境污染。离岛固体废物处理最大的障碍是运输成本高,一般在 1500-2000 元左右。万山群岛日产固体废物 1t。在旅游旺季和台风季节,岛屿固体废物产生量较高,收集转运还应考虑增加环卫人员和运输车辆^[4]。一般而言,夏季固体废物产生量最高,因此需要比其他季节至少多雇用 17%的环卫工人。垃圾车使用频率是冬季的两倍。以外伶仃岛和东澳岛为例,8 月份固体废物产生量达到全年最高值。由于环卫工人和设施有限,岛上固体废物不能及时收运,堆放现象严重。岛屿固体废物的有效收集不仅需要完善的基础设施,还需要当地居民和游客的配合。在毛里求斯,农村地区每周至少收集一次,城镇地区每周至少收集三次,但仍有 12%的废物被倾倒在陆地和水域。

3.2 固体废物末端处理

填埋或焚烧是沿海地区固体废物常见传统处理方法的末端处理环节。焚烧和填埋因其方法简单、成本低廉,在过去的海岛固体废物管理中发挥了重要作用。随着填埋场使用的饱和和岛屿人口的增加,填埋方式逐渐减少。从世界范围来看,毛里求斯由于垃圾产量的快速增长而不得不寻求其他处理方法,卫生填埋场的寿命由 19 年缩短至 8 年。由于填埋场已达到饱和,自 2010 年起,万山岛所有固体废物均运往珠海市处理。焚烧处理减量化程度高,产生的热能也可回收利用,该处理方法更适用于多种有机含卤废物。但如果固体废物焚烧不充分,废气中就会产生二恶英、多氯联苯等有害致癌物,灰分含量也存在重金属超标的风险。

4 新型处理方法——固体废弃物的资源化利用

第一,堆肥再利用。岛上固体废物中易腐烂物含量较高,可以选择堆肥。废物适合回收利用。由于制糖过程中产生大量甘蔗渣,毛里求斯平均每天约有 45.4 吨固体废物用于堆肥。格林纳达岛以出口肉豆蔻、香蕉、可可和其他热带作物而闻名,其产量岛上植物废弃物种类繁多,堆肥现象十分普遍。堆肥产生的肥料可以提高农产品的产量和品质,改善岛屿的自然景观。宫古岛利用牛粪和甘蔗渣进行堆肥,在农田上产生肥料,保持土壤肥力。但同时,堆肥过程会产生甲硫醇等挥发性异味物质,如果不加以控制,将影响岛民的生活环境。许多旅游开发的岛屿固体废物中纸类和塑料类废物含量较高,回收利用也得到广泛应用。在全球 52 个岛屿国家和地区中,83%选择再生金属,65%选择再生塑料,56%选择再生玻璃,50%选择再生纸,10%选择再生纺织品。目前,有学者提出了岛屿“零固体废物”环保模式,即岛屿垃圾不进行填埋和焚烧处理,而是全部用于堆肥和回收利用。“零固废”处理模式可以提升岛屿旅游价值,吸引更多游客,是适合岛屿固废处理发展的模式。另一种方法是生产生物能源。利用固废生产生物能源(沼气、生物柴油、生物乙醇)已成为国内外固废处理的热点。许多岛屿都有垃圾填埋场,填埋场产生的甲烷(垃圾填埋气)可用作 50%~70%的能源。加那利群岛固废填埋气的主要成分是甲烷,热值为 8900kcal/Nm³ 燃烧的主要产物是二氧化碳和水蒸气,可作为清洁燃烧利用。甲烷占马耳他岛垃圾填埋场产生的温室气体的 88.5%。基于此,政府正在周边地区开发甲烷气体,以替代化石燃料^[6]。利

用有机物生物降解生产乙醇、生物柴油、氢气等能源成为岛屿固废处理的前沿。目前,毛里求斯利用甘蔗皮、象草、椰子壳等固废成功研制出生物乙醇,斐济计划利用甘蔗渣制造生物乙醇和生物柴油。制备清洁能源可以解决岛屿固废污染,缓解岛屿能源短缺问题。但目前该技术还不够成熟,在斐济、古巴、牙买加等许多岛屿地区,利用有机固废生产生物乙醇还仅停留在研究阶段,无法规模化生产。

5 沿海固体废物处理面临的两大难题

5.1 沿海固体废物处理缺乏有效监管

个别地区岸线管辖海域沿海固体废物处理基础工作落实不到位,没有全面掌握管辖岸线垃圾分布情况数据,没有根据沿海固体废物的形成特点和潮汐特性合理制定沿海固体废物清运计划和清运方案。一些省份边境沿海固体废物清运责任划分不明确,导致边境地区沿海固体废物堆积^[7]。我国一些地区岸线、滩涂管辖区尚未建立完善的沿海固体废物清运制度,相关责任部门沿海固体废物清运数量、时间、频次等基本台账信息不清晰,未形成对沿海固体废物处理的有效监督管理。

5.2 沿海固体废物处理技术限制

海岛土地资源有限,固体废物处理无法提供充足的土地资源。海岛四面环海,交通不便,固体废物收集和对外运输成本高。旅游业的发展导致海岛固体废物产生量大幅增加,固体废物收集、运输和处理压力较大。海岛固体废物末端处理技术不够成熟,焚烧产生的持久性有机污染物控制难度较大。此外,堆肥需要控制恶臭,生物能源的制备尚在探索中,这些都是沿海固体废弃物资源化处理亟待解决的技术难题。

6 沿海地区固体废物资源化处理对策

6.1 加强固体废物处理监管

一方面,要根据各海岸线区域沿海固体废物分布状况和分布特点,制定科学的沿海固体废物处理实施方案,推动一省多策,建立沿海固体废物处理处置标准化体系。落实监管责任。各责任部门要做好沿海固体废物清运台账,清晰记录沿海固体废物清运时间、频率、数量等基本信息,建立沿海固体废物定期报告反馈制度,为后续制定沿海固体废物清运工作方案提供更加准确、详实的基础数据支撑。

6.2 完善沿海固体废物处理工艺

海岛固体废物处理工艺的优化应重点考虑以下

几个方面:一是应尽量避免占用大量土地空间;二是应选择固体废物减量化程度高的处理方式,如焚烧处理或包装外运处理;三是应改进固体废物处理工艺,减少污染物排放,如焚烧时应控制废气处理,减少氮氧化物、二恶英等污染物对环境和人体的危害,堆肥过程中产生的渗滤液可能对海岛水体造成氮、磷及重金属污染,应处理后达标排放。进一步推动海岛固体废物资源化利用技术发展,弥补海岛资源短缺,如利用微生物降解有机固体废物制备清洁生物燃料,可燃固体废物生产衍生燃料^[8]。例如,可利用厌氧生物发酵技术,将易腐垃圾中的有机物转化为沼气代替燃料,弥补海岛资源短缺。纸箱、泡沫箱、塑料瓶、玻璃瓶等也可回收利用。由于海岛垃圾回收难以形成市场规模,建议运回大陆销售。剩余的固体废物是不可回收的塑料袋、餐纸、橡胶等可燃废物,焚烧处置效果良好。再如,小型生化反应器与焚烧处理装置。小型焚烧处理装置应考虑垃圾干燥、破碎预处理,并可添加辅助燃料,将垃圾焚烧温度提高到 850℃,这样可以保证塑料垃圾焚烧过程中不会产生二恶英等有机污染物。

7 结论

沿海地区人均固体废物产生量普遍高于大陆地区,但由于地理位置和气候条件的特殊性,为解决海岛土地资源不足、运输成本高、总量不断增加、技术不足等问题,对沿海固体废物进行源头减量、优化处理技术已成为人们的共识。我国在沿海固体废物资源化处理方面也进行了大量的探索,并取得了突出的成就。下一阶段,应着力提升资源化处理的效率和质量,从而真正解决沿海固体废物处理难题。

参考文献

- [1] Rafew, S. M., & Rafizul, I. M. (2021). Application of system dynamics model for municipal solid waste management in Khulna city of Bangladesh. *Waste Management*, 129, 1-19.
- [2] Ding, Y., Zhao, J., Liu, J. W., Zhou, J., Cheng, L., Zhao, J., ... & Hu, Z. T. (2021). A review of China's municipal solid waste (MSW) and comparison with international regions: Management and technologies in treatment and resource utilization. *Journal of Cleaner Production*, 293, 126144.

- [3] Khan, S., Anjum, R., Raza, S. T., Bazai, N. A., & Ihtisham, M. (2022). Technologies for municipal solid waste management: Current status, challenges, and future perspectives. *Chemosphere*, 288, 132403.
- [4] Saja, A. M. A., Zimar, A. M. Z., & Junaideen, S. M. (2021). Municipal solid waste management practices and challenges in the southeastern coastal cities of Sri Lanka. *Sustainability*, 13(8), 4556.
- [5] Tsai, F. M., Bui, T. D., Tseng, M. L., Lim, M. K., & Tan, R. R. (2021). Sustainable solid-waste management in coastal and marine tourism cities in Vietnam: A hierarchical-level approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105266.
- [6] Oliveira, A. D. L., & Turra, A. (2015). Solid waste management in coastal cities: where are the gaps? Case study of the North Coast of São Paulo, Brazil. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 15(4), 453-465.
- [7] Pereira, T. D. S., & Fernandino, G. (2019). Evaluation of solid waste management sustainability of a coastal municipality from northeastern Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 179, 104839.
- [8] Sanches, V. L., Aguiar, M. R. D. C. M., de Freitas, M. A. V., & Pacheco, E. B. A. V. (2020). Management of cruise ship-generated solid waste: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110785.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS