

# “无废城市”建设研究述评

朱夜星, 陈天宇

华北电力大学法政系, 河北 保定

收稿日期: 2023年1月23日; 录用日期: 2023年2月22日; 发布日期: 2023年3月3日

## 摘要

“无废城市”建设是推进碳中和、建设美丽中国的内在要求。论文梳理了国内外有关“无废城市”的相关研究, 首先概述了固体废物问题对社会的威胁, “无废城市”的含义与国内外建设经验, 其次从“无废指数”类型、指标体系与指数计算方法三个方面介绍了“无废城市”建设成效评估方法的构建, 进而从顶层设计、市场化、社会化分析了“无废城市”建设可能面临的困境, 并提出相应的解决措施。论文试图以指标评价体系为切入点, 系统评估“无废城市”建设成效并提出破局之法。

## 关键词

无废城市, 指标评价体系, 成效评估

# Review of the Research on the Construction of “Waste-Free City”

Yexing Zhu, Tianyu Chen

Department of Law and Political Science, North China Electric Power University, Baoding Hebei

Received: Jan. 23<sup>rd</sup>, 2023; accepted: Feb. 22<sup>nd</sup>, 2023; published: Mar. 3<sup>rd</sup>, 2023

## Abstract

The construction of a “waste-free city” is an inherent requirement for promoting carbon neutrality and building a beautiful China. The paper combed the relevant research on “waste-free city” at home and abroad. First, it summarized the threat of solid waste to society, the meaning of “waste-free city” and the construction experience at home and abroad. Second, it introduced the construction of “waste-free city” construction effectiveness evaluation method from three aspects of “waste-free index” type, index system and index calculation method, and then analyzes the possible difficulties faced by the construction of “waste-free city” from the top-level design, marketization and socialization. The paper attempts to take the index evaluation system as the starting point, systematically evaluate the construction effect of “waste-free city” and propose a way to break the situation.

## Keywords

### Waste-Free City, Evaluation Indicators System, Effectiveness Evaluation

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 引言

《“无废城市”建设试点工作方案》提出要通过在试点城市深化固体废物综合管理改革,系统总结试点经验,把行之有效的改革创新举措制度化[1]。《“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》[2]进一步提出要让“无废”理念得到广泛认同,固体废物治理体系和治理能力得到明显提升。但就目前来说,在践行“无废”的过程中,有关社会环境效益和经济负担的权衡问题仍存在争论,如何建立完善的建设评估机制也尚在探索阶段。本文通过对国内外相关文献进行系统梳理,重点剖析“无废城市”建设过程中可能遇到的困境,以期为“无废城市”建设的稳步推进提供参考。

## 2. “无废城市”概述

### 2.1. 固体废物问题的威胁

伴随着全球的城市化进程,高收入国家人均每年产生 500 kg 及以上的城市垃圾,包括中国在内的新兴国家人均每年产生 200~300 kg [3]。据不完全统计,2019 年我国大、中城市一般工业固体废物产生量为 13.8 亿 t,城市生活垃圾产生量为 23560.2 万 t,工业危险废物产生量为 4498.9 万 t,医疗废物产生量为 84.3 万 t [4]。尽管很多国家正在大力实施废物回收利用政策,但据估计,目前全球每年产生的 34 亿~40 亿 t 固体废物和工业废物中,只有 1/4~1/3 被回收[5]。

### 2.2. “无废城市”的含义

面临固体废物问题的威胁,国外多个城市明确提出建设“无废城市”,且大多遵循“无废国际联盟”对其的定义,即“通过负责任地生产、消费、回收,使得所有废弃物被重新利用,没有废弃物被焚烧、填埋、丢弃,从而不威胁环境和人类健康”[6]。在我国,“无废城市”是“以新发展理念为引领,通过推动形成绿色发展方式和生活方式,持续推进固体废物源头减量和资源化利用,最大限度减少填埋量,将固体废物环境影响降至最低的城市发展模式”[1]。刘晓龙[7]等、石海佳[8]等、张占仓[9]等学者界定了“无废城市”的内涵,认为它并非是完全没有固体废弃物,而是一种新管理理念与发展模式,最终实现固体废弃物产生量小,资源化利用量大,无害化处置有保障的社会愿景与努力方向。

### 2.3. “无废城市”建设的经验

国际社会在“无废城市”建设方面开展了大量实践,例如,奥克兰的“无废”策略;欧盟的“循环经济一揽子计划”等。蒙天宇选取旧金山市等 11 个国际案例城市进行分析,发现多数城市为实现废物减量,把废弃物管理作为建立“无废城市”的基础,将严格的行政措施和灵活的市场手段相结合,并积极探索新技术,注重提升公众意识。我国“无废城市”建设始于 2019 年,学者郭志达和白远洋提出了“无废城市”建设的多元路径,认为应该从无废工业、农业、商业、医疗、工程、生活等方面齐发力[10];齐

晔等将固体废弃物按风险与价值高低分为四类, 认为高价值的固体废弃物要做好资源化利用, 高风险的则做好安全化及减量化处置[11]; 周宏春等聚焦“无废城市”建设的产业链管理, 主张建立“收支两条线”与长效机制[12]。还有部分学者针对具体区域城市提出对策建议, 如杜祥瑞等提出坚持顶层设计, 加强创新引领, 强化制度保障, 鼓励协同发展的“无废雄安新区”建设路径[13]; 周四九和郭忠探索领导干部生态责任审计与“无废”责任清单的铜陵模式[14]。

### 3. 成效评估方法的构建

#### 3.1. “无废城市”建设进展

自 2018 年国务院办公厅印发《“无废城市”建设试点工作方案》以来, 深圳等 11 个城市和雄安新区等 5 个特殊地区积极开展改革试点, 取得明显成效。2021 年 12 月, 在总结改革试点经验的基础上, 《“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》提出要推动 100 个左右地级及以上城市开展“无废城市”建设[2]。但是在首批试点城市建设过程中, 仍有不足之处亟待完善。首先是建设指标体系, 试点城市需要参考《“无废城市”建设指标体系(试行)》[15], 科学选择能够充分反映本城市固体废物管理实际情况的必选指标、可选指标和自选指标, 并设定目标值。然而试点城市的各项指标数据仅能反映本城市的建设成效和发展趋势, 缺乏一个统一的可系统评估全部试点城市的指标体系, 导致管理者难以判断“无废城市”建设成效的优势和短板。其次是群众感受, 由于固体废物种类繁多且产生量巨大, “无废城市”建设又并不集中于生活领域, 还涉及国民经济的主导行业——工业和国民经济的基础——农业, 群众难以直观感受到“无废城市”建设给日常生活带来的变化, 这给各地“无废城市”建设成效的评估带来了难度。因此, 为稳步推进“无废城市”建设工作, 稳步提升固体废物治理体系和治理能力, 建立健全“无废城市”长效管理体制机制, 亟需量化评估各试点城市建设水平和建设成效, 并构建一套有指导意义、可长期发展的成效评估方法。

#### 3.2. 指标类型方面

国际社会较早从指数类型方面评估固体废物管理水平, 主要有单一指标法和综合指标法。单一指标法是指仅仅用某一个指标作为衡量固体废物管理水平高低的标准。常见的以单一指标作为评价标准的有美国 3M 公司的废弃物生产率(WR)和英国 ICI 的环境负荷因子(ELF)。比如, “零填埋”(Zero Waste)作为城市生活垃圾管理目标和战略[16], 它仅仅体现固体废物最终处置环节的指标要求, 缺乏对固体废物源头减量和固体废物资源化利用的具体要求, 无法将“无废”理念贯彻到全过程治理中。综合指标法是指基于各种统计指标综合构建而成的指数来评估固体废物管理水平。比如, 扎曼(Zaman) [17]等建立的“无废指数”(Zero Waste Index), 通过衡量城市中再生资源对原始资源的替代程度, 来判断“无废城市”的绩效。该方法以尽可能最好的方式广泛地涵盖了环境方面的内容, 然而, 该指数并没有考虑实现“无废”的社会成本问题。

#### 3.3. 指标体系方面

采用单一或综合指标评价“无废城市”建设成效操作简单, 却难以覆盖“无废”的每个环节, 因此学者们试图从多方面考虑构建一个全面的综合的指标体系。考虑环境、经济、社会、管理政策等多方面影响。扎曼(Zaman)通过对 31 位相关学者的问卷调查、专家咨询等方法, 从 238 项用于评估“无废城市”的指标中选出了 56 项关键性指标, 涉及环境、经济、社会、政策等多方面[18]。塞万提斯(Cervantes)等通过回顾有关废物管理指标体系的研究合并相似的指标, 整理出不同的指标, 并根据其属性(attribute)和构件(component)建立了一个统计表。从属性方面看, 有关技术投入、设施设备的指标出现最为频繁, 有

关公共健康、组织机构结构和缓解风险方面的指标出现较少；而从构件方面看，除综合性的指标外，有关垃圾收集、回收利用和处理的指标最为常见，街道清洁、废物预防以及废物转运相对不受重视[19]。德乌斯(Deus)等制定了包括人均固体废物产生量、人均温室气体排放量、人均能源消耗和废物质量指标在内的城市固体废物综合指标[20]。然而，大多数指标都是基于城市新陈代谢理论来选择的，即试图建立一个完整的闭环来解决城市废物问题，因此它们依然称不上一个全面的指标体系。

随着评价“无废”的指标体系越来越庞大和复杂，复杂的指标系统存在数据获取难和同质性差的问题。桑堤河(Sanjeevi)等认为应采取关键性的基本参数来衡量城市废物管理的绩效，他们提出以垃圾收集成本、垃圾运输成本、社会知觉(公民对废物收集服务不满意的百分比)、社会参与(参与垃圾分类的家庭比例)、环境影响(废物回收率) 5 项指标作为评价“无废城市”的关键要素[21]。撒希马(Sahimaa)等以芬兰可持续社区网络(FISU)计划为例，阐述了温室气体排放、物质损失以及生态足迹 3 项指标对于检测城市“零废”水平的作用[22]。威尔逊(Wilson)等建立的废物识别基准指标集将衡量城市可持续废物管理的评价体系分解为 6 个层面、12 项指标。其中，垃圾收集覆盖率、垃圾捕获率、受控制的垃圾处置率和垃圾回收率为定量指标，其他 8 项指标均通过某一城市在某指标下设的若干问题上的表现，分别进行 5 个等级的评分，综合所有下设问题得到一个以 100 分为满分的某指标的评分[23]。

### 3.4. 指数计算方法方面

学者们常采用各种指数计算方法量化“无废城市”建设成效。邹权等采用必选指标和可选指标梯度差异赋值的方式，通过对指标体系进行差异赋值和无量纲归一化算法对“无废城市”试点进行成效评估[24]；赵曦等采用德尔菲法(Delphi)、层次分析法(AHP)和五分制综合评价法从不同角度制定了评价指标，并将其归纳为准则层指标群，通过计算权重和对评价指标的赋分，实现对固体废物综合处理产业园建设水平的量化评价[25]；高术杰在科学完备性、动态性原则等的指导下，首先构建了某城市“无废城市”建设的层次分析结构模型，制定科学合理且具有可操作性的三级指标体系，在此体系基础上运用层次分析法确定了指标权重[26]。然而，权重计算方法过于依赖专家、学者或第三方机构，无法保证评价标准一致，计算结果的客观性存疑，也难以推广至实际应用。

## 4. “无废城市”建设的困境

我国首批“无废城市”试点建设取得了阶段性成效，但也存在一些现实问题。未来进一步深入系统推进我国“无废城市”建设，仍面临着缺乏战略规划和顶层设计、管理体制运行不畅、法律法规体系不健全、经济激励和市场化机制不完善、技术创新不足等诸多挑战[27]。

### 4.1. 系统性顶层设计不足

欧盟、日本、新加坡等发达国家和地区将“零废弃”(zero-waste)、循环经济作为国家和地区战略之一，从国家和地区层面明确了未来 10~30 年的战略目标、实施路线图和具体行动计划。例如：柏林的《废物管理规划》(2020~2030)强调在 2020 年前落实对木质垃圾的高价值回收和加工的相关规定；在 2023 年前建设现代化超低排放沼气场池；在 2025 年前贯彻生物垃圾分类处置，完全落实扩大生物废物回收再利用能力；在 2030 年前重新定位回收站的概念并控制在公共设施和实施的废物预防和回收要求；哥本哈根在 2019 年发布《2024 年资源和废物管理计划》，提出市政交换和回收设施中的回收量要从 2016 年的 2000 吨增加到 2024 年的 6000 吨。然而，我国国家层面尚未明确中长期推进“无废城市”建设的总体目标、时间表和路线图，对处于不同发展阶段的城市开展“无废城市”建设缺乏分类指导，其与经济社会转型、碳达峰、碳中和等约束性目标协同推进等方面的战略研究和部署不足。



## 4.2. 市场机制体制尚不健全

现有关于固体废弃物产生源头控制、过程的资源化利用及末端处置等内容的政策制度并不少见,但依然存在着龙头企业少,大量的中小企业实力较弱,且技术水平和精细化程度不高、固废产能不足的问题。

1) 固体废物处理管理机制。一是固体废物的不同种类和处理环节存在多头管理和条块分割的现象。部门间垃圾统计、分类及运输处置体系不相统一,未能有效衔接,严重影响垃圾的精准分类。部分进入垃圾的低价值可再生物如玻璃、织物等未明确管理归属,存在管理空白,导致国家层面出台的顶层设计无法真正贯彻。二是由于缺乏考核压力和健全的法律体系,城市管理者往往较不重视城市固体废物问题。三是多年来垃圾分类和资源回收实际依靠无组织、流动的个体废品收购点和庞大的“拾荒大军”实现的,随着这部分人群的老齡化、青年人择业观念的变化以及废品回收价格的不断下跌甚至“倒挂”,以及近期许多大城市疏解人口压力的措施,传统“拾荒大军”逐步退出回收行业,混合垃圾显著增多,一些原本可以回收的可再生物品再次大量进入垃圾末端处置环节[28]。

2) 固体废物处理激励机制。一般固体废物排放暂未纳入排污费征收体系,生产企业为减少运输处理费用而偷排,或因处理成本被低估而盲目生产扩大规模。目前,固体废物处理企业收益低且成本高,居民缴纳相关费用不足以弥补收支差,需要大量政府财政支持,企业发展动力不足。

3) 固体废物循环利用模式。一是技术创新不足。近年来,我国从事固废综合利用的企业大多采用制烧结砖、加气块等低值化利用技术,大宗工业固废的高值化利用技术、创新性技术及应用不足;固废资源化利用与其他产业链衔接、多源固废的协同处理处置技术缺乏;对于某些特定种类的固废,如焚烧飞灰、农业秸秆、医疗废物等,尚缺乏成熟、可推广、成本适宜的资源化利用技术[29]。二是技术转化及产业化困难。由于固废循环利用行业整体经济效益不高,集约化、规范化水平偏低,部分技术和项目还存在循环但不经济、不低碳的问题,导致技术转化的综合成本效益优势不明显,企业缺乏参与技术转化的内生动力。此外,一些地方虽然建有科技成果转化平台,却侧重于技术评价,难以将技术推广并应用于实践。

## 4.3. 社会化参与度不高

目前,公众、政府和企业的联动少,公众参与程度低,是“无废城市”建设面临的较为突出的社会发展瓶颈。居民作为生活垃圾的生产者和环境治理的监督者未能有效履行义务,垃圾分类工作参与程度不高。目前各试点城市的建设集中在法律法规体系的完善和固废处理技术的提升,对面向大众的“无废城市”建设宣传不够,城市居民了解的内容有限[30]。即使部分城市已经开始进行宣传,影响范围也较小。

# 5. “无废城市”建设的进路

## 5.1. 加强顶层设计,加大“无废城市”建设的政策支持力度

目前国家已出台《“无废城市”建设指标体系(2021年版)》《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》等政策文件,并第二次修订了《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》,但还需进一步完善相关制度规划以加大“无废城市”建设的政策支持与保障力度。首先,完善与城市绿色发展相适应的固体废弃物综合管理规划设计,制定循环发展引领计划,建立健全环境产业投资基金、固体废弃物整治专项基金项目及税收优惠计划,统筹部署“收集-运输-储存-资源化利用-精深加工-精细管控-最终处置”的精细处理系统规划,促进固废综合整治与城市规划设计、公共服务供给有机融合,从制度层面规范“无废城市”建设[31]。其次,依据初期、中期与长期的阶段目标,国家相关部门应制定

任务明确、分工合理、切实可行的固废治理推进方案, 制定正向激励与负向惩戒相结合的指标体系, 定期考核工作绩效, 争取建立政府、公众与企业协同共治的绿色行动机制。

## 5.2. 创新市场体制机制, 发挥市场主体参与“无废城市”建设的作用

近年来有学者提出从全产业链的视角推动循环经济升级, 要以生态工业、生态农业理念为指导, 落实产业生态化和生态产业化的总体要求, 推动工业生产和农业生产全产业链绿色化改造, 带动社会生产全过程固体废物减量化、资源化和无害化, 推动循环经济从废物循环 - 绿色产品 - 生态设计 - 服务经济的转型升级; 优化营商环境, 鼓励各类市场主体参与“无废城市”建设工作, 落实有利于固体废物资源化利用和无害化处置的税收、价格、收费政策, 鼓励金融机构加大对“无废城市”建设的金融支持力度, 加强“无废城市”建设的市场化投融资机制和商业模式探讨, 深化政银合作, 更好发挥社会资本的市场配置作用; 整合各类创新资源, 培育科技创新力。可以预见的是, 相关产业的发展将带来一批新型科技企业的诞生和处理技术的长足进步。

## 5.3. 培育全民绿色生活的意识和行为

改进社会治理模式, 提高国民素质, 加大固体废物环境管理宣传教育, 以绿色生活方式为引领, 促进生活垃圾减量。通过发布绿色生活方式指南等, 倡导勤俭节约等中华民族传统美德的生活理念, 引导公众在衣食住行等方面践行简约适度、绿色低碳的生活方式。坚决制止餐饮浪费行为, 推广“光盘行动”, 引导消费者合理消费。以垃圾分类、共享经济等重点内容, 广泛开展“无废城市细胞”建设工作, 为推进生活方式绿色化营造良好舆论氛围。建立宣传志愿者队伍进学校、进机关、进社区, 开展生活垃圾分类投放等绿色生活行动的宣传和督导。让“无废”理念植入到每人心中, 同时还要让其理念转化为具体的行动[7]。

## 6. 文献述评

基于前文阐述, 发现现有文献的研究重点: 其一, 大多数学者研究城市生活垃圾的相关问题, 如垃圾分类等, 此外, 固体废弃物的资源化利用也受到广泛关注; 其二, 主线始终围绕固体废弃物的利用展开, 同时显示愈发关注全过程治理的发展趋势; 其三, 现有文献大多从微观角度聚焦固体废弃物的相关研究, 如建筑垃圾、餐厨垃圾等。其四, 现有文献除着重关注固废方面, 还对于我国“无废城市”建设现状、政策建议等方面进行探讨, 为我国“无废城市”建设研究提供基本框架。

我国学者的现有研究表明有关“无废城市”宏观角度、系统总结性的研究较为欠缺, 有关“无废城市”建设的成效评估、困境与进路等方面尚有需要探索和梳理的空间, 而系统梳理“无废城市”建设有助于明晰当前发展状况, 有利于指导未来的发展规划设计。本文认为学界研究的未来发展方向不应该只是从固体废弃物的治理全过程细化研究, 寻找关键任务以提升治理成效, 而是继续立足生产与生活两方面, 从“无废城市”建设的全方位、全过程着力完善政策制定, 力争早日达到“无废城市”建设标准。

## 致 谢

桃李不言, 下自成蹊。感谢导师——夏珑老师和马冉老师。对于论文的选题、思路到定稿, 离不开两位老师的指点与帮助。感谢她们在工作之余, 耐心为我们答疑解惑, 不厌其烦地帮我们审阅论文、提出建议。人生之幸, 得遇良师。

山水一程, 三生有幸。感谢另一位作者陈天宇同学。论文的完成离不开我们一次次的认真讨论, 离不开我们的密切配合。每次通宵达旦的写作依然记忆犹新, 感谢我们彼此努力, 彼此成就。

父母爱子, 为之深远。感谢我的家人。一直以来给予我无限支持, 失意时给予我鼓励, 任性时给予我宽容。

感恩相遇!

## 参考文献

- [1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发“无废城市”建设试点工作方案的通知[EB/OL]. [https://www.mee.gov.cn/home/ztbd/2020/wfcsjssdgz/dcsj/wfcszwcj/202006/t20200602\\_782280.shtml](https://www.mee.gov.cn/home/ztbd/2020/wfcsjssdgz/dcsj/wfcszwcj/202006/t20200602_782280.shtml), 2019-03-29.
- [2] 生态环境部. “十四五”时期“无废城市”建设工作方案[EB/OL]. [https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202112/t20211215\\_964275.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202112/t20211215_964275.html), 2021-12-15.
- [3] 生态环境部. 2016-2019 年全国生态环境统计公报[EB/OL]. <https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/sthitjnb>, 2020-12-14.
- [4] 生态环境部. 2020 年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报[EB/OL]. <https://www.mee.gov.cn/ywgz/gtfwyhxppl/gtfw/202012/P020201228557295103367.pdf>, 2020-12-28.
- [5] Clugston, C. (2010) Increasing Global Non-Renewable Natural Resource Scarcity—An Analysis. The Oil Drum, Fort Collins.
- [6] 生态环境部. “无废城市”建设的国际经验及启示[EB/OL]. [https://www.mee.gov.cn/home/ztbd/2020/wfcsjssdgz/bczc/wfcsjjjy/201903/t20190329\\_697830.shtml](https://www.mee.gov.cn/home/ztbd/2020/wfcsjssdgz/bczc/wfcsjjjy/201903/t20190329_697830.shtml), 2019-03-29.
- [7] 刘晓龙, 姜玲玲, 葛琴, 等. “无废社会”构建研究[J]. 中国工程科学, 2019, 21(5): 144-150.
- [8] 石海佳, 项赟, 周宏春, 等. 资源型城市的“无废城市”建设模式探讨[J]. 中国环境管理, 2020, 12(3): 53-60.
- [9] 张占仓, 盛广耀, 李金惠, 等. 无废城市建设: 新理念 新模式 新方向[J]. 区域经济评论, 2019(3): 84-95.
- [10] 郭志达, 白远洋. “无废城市”建设模式与实现路径[J]. 环境保护, 2019, 47(11): 29-32.
- [11] 齐晔, 朱梦曳, 刘天乐, 蔡琴. 落实“无废社会”战略推进美丽中国建设[J]. 环境保护, 2020, 48(19): 52-56.
- [12] 周宏春. 加强“无废城市”建设的产业链管理[J]. 环境保护, 2019, 47(9): 14-20.
- [13] 杜祥琬, 刘晓龙, 葛琴, 等. 建设“无废雄安新区”的几点战略建议[J]. 中国工程科学, 2017, 19(4): 115-118.
- [14] 周四九, 郭忠. “无废城市”建设的铜陵路径[J]. 中国生态文明, 2020(1): 90-93.
- [15] 生态环境部. 关于印发《“无废城市”建设试点实施方案编制指南》和《“无废城市”建设指标体系(试行)》的函[EB/OL]. [https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/201905/t20190513\\_702598.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/201905/t20190513_702598.html), 2019-05-08.
- [16] Yoshida, H., Gable, J.J. and Park, J.K. (2012) Evaluation of Organic Waste Diversion Alternatives for Greenhouse Gas Reduction. *Resources, Conservation and Recycling*, **60**, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.11.011>
- [17] Zaman, A.U. and Lehmann, S. (2013) The Zero Waste Index: A Performance Measurement Tool for Waste Management Systems in a ‘Zero Waste City’. *Journal of Cleaner Production*, **50**, 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.041>
- [18] Zaman, A.U. (2014) Identification of Key Assessment Indicators of the Zero Waste Management Systems. *Ecological Indicators*, **36**, 682-693. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.024>
- [19] Cervantes, D.E.T., Martínez, A.L., Hernández, M.C. and de Cortázar, A.L.G. (2018) Using Indicators as a Tool to Evaluate Municipal Solid Waste Management: A Critical Review. *Waste Management*, **80**, 51-63. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046>
- [20] Deus, R.M., Mele, F.D., Bezerra, B.S. and Battistelle, R.A.G. (2020) A Municipal Solid Waste Indicator for Environmental Impact: Assessment and Identification of Best Management Practices. *Journal of Cleaner Production*, **242**, 118-433. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118433>
- [21] Sanjeevi, V. and Shahbudeen, P. (2015) Development of Performance Indicators for Municipal Solid Waste Management (PIMS): A Review. *Waste Management & Research*, **33**, 1052-1065. <https://doi.org/10.1177/0734242X15607428>
- [22] Sahimaa, O., Mattinen, M.K., Koskela, S., et al. (2017) Towards Zero Climate Emissions, Zero Waste, and One Planet Living—Testing the Applicability of Three Indicators in Finnish Cities. *Sustainable Production and Consumption*, **10**, 121-132. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2017.02.004>
- [23] Wilson, D.C., Rodic, I., Cowing, M.J., et al. (2015) ‘Wasteaware’ Benchmark Indicators for Integrated Sustainable Waste Management in Cities. *Waste Management*, **35**, 329-342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
- [24] 邹权, 王夏晖. “无废指数”: “无废城市”建设成效定量评价方法[J]. 环境保护, 2020, 48(8): 46-50.

- [25] 赵曦, 吴姗姗, 陆克定. “无废城市”固体废物综合处理产业园建设水平评价指标体系[J]. 环境工程, 2021, 39(2): 136-140, 15.
- [26] 高术杰. 多层次分析法在建设“无废城市”定量评价中的应用[J]. 有色设备, 2021, 35(1): 51-55, 61.
- [27] 孟小燕, 王毅. 我国推进“无废城市”建设的进展、问题及对策建议[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(7): 995-1005.
- [28] 蔡琴, 朱梦曳, 刘天乐, 齐晔. 从“无废城市”到“无废社会”: 中国固废治理的战略方向[J]. 可持续发展经济导刊, 2020(11): 22-26.
- [29] 常纪文, 杜根杰, 石晓莉, 李红科. 大宗工业固废综合利用, 政策和科技创新要跟上[J]. 环境经济, 2021(12): 38-41.
- [30] 王业强, 李豫. 生态文明背景下的“无废城市”建设路径分析[J]. 城市与环境研究, 2020(4): 97-110.
- [31] 高明, 陈云. “无废城市”研究文献与政策文本的可视化分析[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2022, 36(2): 45-52.