



文章栏目：“无废城市”建设专题

DOI 10.12030/j.cjee.202311041

中图分类号 X22

文献标识码 A

刘頔, 王永明. 绿色“一带一路”视角下“无废城市”建设思路[J]. 环境工程学报, 2023, 17(12): 3797-3804. [LIU Di, WANG Yongming. Research on the construction of “Zero-Waste City” from the perspective of Green “Belt and Road”[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2023, 17(12): 3797-3804.]

绿色“一带一路”视角下“无废城市”建设思路

刘頔^{1,2}, 王永明^{3,✉}

1. 中国财政科学研究院, 北京市 100142; 2. 国家开发银行, 北京市 100031; 3. 生态环境部固体废物与化学品管理技术中心, 北京市 100029

摘要 “无废城市”是强调固体废物减量化、资源化、无害化的城市发展模式, 在全球范围内已开展广泛实践。在绿色“一带一路”视角下推进“无废城市”建设, 对推动全球环境治理与区域协调发展, 引领“一带一路”共建国家实现可持续发展目标, 助力中国构建“双循环”新发展格局具有重要意义。针对“一带一路”共建国家固体废物激增、管理体系不健全、处置设施不足、处置技术落后、资金短缺等现实问题, 提出将“无废城市”建设融入“一带一路”政策沟通、基础设施互联互通、贸易畅通、资金融通、民心相通的五通任务中, 并提出了具体政策建议。

关键词 绿色“一带一路”; “无废城市”; 固体废物管理

绿色“一带一路”建设以习近平生态文明思想为指导, 在“一带一路”建设过程中秉持绿色、低碳、节能、环保的原则, 通过推广绿色技术、增加绿色贸易、宣传绿色理念, 使“一带一路”国家采用更加集约、高效的绿色发展方式, 助力共建国家与地区形成绿色经济新形态和新模式, 最终实现可持续发展目标。2013年, 中国首次提出共建“一带一路”倡议, 并多次呼吁在生态环保、应对气候变化等领域加强合作, 提出打造“绿色丝绸之路”。2017年, 国家发展改革委发布《关于推进绿色“一带一路”建设的指导意见》, 首次提出绿色“一带一路”概念。同年, 国家发展改革委发布《“一带一路”生态环境保护合作规划》, 提出将绿色发展融入“一带一路”五通之中, 构建多元主体参与的生态环保合作格局, 提升“一带一路”共建国家生态环保合作水平。2022年, 国家发展改革委印发《关于推进共建“一带一路”绿色发展的意见》(发改开放〔2022〕408号), 明确“一带一路”绿色发展的主要目标, 统筹推进绿色基础设施、绿色能源、绿色交通、绿色贸易、绿色金融、绿色科技、绿色标准等重点领域合作。

“无废城市”最早于 1973 年提出, 其内涵与定义经过多次迭代创新, 核心是在固体废物的产生、收集、处置、再利用等环节进行系统谋划、严格把控, 最大程度上实现资源再利用, 减少固体废物对城市环境的负面影响^[1-2]。中国于 2019 年正式提出“无废城市”的概念, 将“无废城市”定义为以创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念为引领, 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, 并选择在 11 个城市开展“无废城市”建设试点工作。2022 年, 中国将“无废城市”建设范围扩大到 113 个城市。

自绿色“一带一路”提出以来, 中国学者董战峰等^[3]、解然^[4]、翟东升和蔡达^[5]、赵亚娜^[6] 主要对绿色“一带一路”建设的内涵、总体框架、合作机制等进行分析, 亦有部分学者如孙佑海^[7]、王文和曹明弟^[8] 对绿色“一带一路”中环境规制、绿色金融等问题进行分析。在“无废城市”领域, 李玉爽和李金惠^[9]、张敏等^[10] 对国外“无废城市”的实践经验进行了分析, 郭志达和白远洋^[11]、周宏春^[12] 提出中国“无废城市”建设的具体路径。但较少学者对“一带一路”国家固体废物管理合作机制开展研究。董鑫和刘婷^[13] 按照固体废物管理水平, 将东

收稿日期: 2023-11-08; 录用日期: 2023-12-08

第一作者: 刘頔 (1992—), 女, 博士研究生, 经济师, cynthia_lau18@163.com; ✉通信作者: 王永明 (1986—), 男, 硕士, 工程师, wangyongming@meescc.cn

亚、东南亚地区的“一带一路”国家分为3类进行介绍,提出中国与“一带一路”共建国家固体废物管理合作模式建议。赵娜娜等^[14]研究了东盟国家固体废物的管理政策、处置利用情况,对东盟国家固体废物管理投资环境进行分析,最终提出中国企业对外投资建议。

本文从国内外“无废城市”建设实践出发,剖析在绿色“一带一路”视角下开展“无废城市”建设的必要性,介绍了新加坡、韩国、马来西亚、印度尼西亚、尼泊尔等5个不同固废管理水平国家的现状,总结了“一带一路”国家固废管理存在的共性问题,创新提出在“一带一路”共建国家开展“无废城市”合作的政策建议,为推动全球环境治理、实现绿色“一带一路”建设目标建言献策。

1 国内外“无废城市”建设实践

自进入工业社会以来,“生产-消费-废弃”的线性模式推动物质文明、精神文明不断发展和日益丰富,但随之而来的是固体废物产生量急剧攀升。据世界银行统计^[15],全球每年约产生 20.1×10^8 t固体废物,其中约有33%未得到妥善处理。大量固体废物得不到有效回收利用,甚至被随意倾倒或不规范处置,造成严重的生态破坏和环境污染问题。如何找到新的发展模式,并妥善管理固体废物成为许多城市面临的挑战。“无废城市”作为一种先进的城市管理理念,主张将固体废物管理与城市发展相融合,从源头减少固体废物产生,提高资源化水平,最大限度减少填埋量,为解决固体废物问题提供了有效途径。

1996年,澳大利亚堪培拉率先提出《2010年堪培拉零废物战略》,随后美国旧金山、加拿大温哥华、日本上胜町、阿联酋马斯达尔城、意大利卡潘诺里市、澳大利亚悉尼市、斯洛文尼亚卢布尔雅那市、新西兰奥克兰市等城市相继提出建设“无废城市”。2018年,全球23个城市联合签署了“推进无废城市”宣言,承诺大幅度减少垃圾产生量,加速迈向“无废城市”的步伐。2022年12月14日,第77届联合国大会通过决议,宣布3月30日为“国际无废日”,从2023年起每年举办纪念活动。随着越来越多的城市加入“无废城市”建设行列,开展“无废城市”建设已经成为国际共识,并逐步上升为国家战略。目前,日本、欧盟和中国已经将推进“无废城市”建设、最终建成“无废社会”定位为国家战略,从国家层面推进“无废城市”建设。

1.1 日本循环型社会建设

2000年,日本颁布《循环型社会形成推进基本法》,首次将建设循环型社会以法律形式固定下来。在该法要求下,自2003年起,日本每5年制定1次《循环型社会形成推进基本计划》,明确未来一段时间循环型社会建设的主要目标和重点任务,综合并有计划地推进相关措施,期间每1~2年对计划实施情况进行检查。

目前,日本循环型社会形成推进计划已经进入第4个阶段,相关目标已设定到2025年。在《循环型社会形成推进基本计划》的指引下,日本循环型社会建设取得显著成效。2019年,日本的资源产出率达到 43.6×10^4 日元每t,较2000年上升了约72%;资源循环利用率约15.7%,较2000年上升约6个百分点。废弃物循环利用率约43.0%,较2000年上升了约7个百分点;废弃物最终处理量减少了约77%,为 1300×10^4 t^[16]。

1.2 欧洲零废物计划和循环经济计划

2014年以来,欧洲委员会先后发布“迈向循环经济:欧洲零废物计划”“循环经济行动计划”和“新循环经济行动计划”,对通过发展循环经济推动实现“无废”目标进行了系统性设计^[17-19]。欧盟发展循环经济的总体思路,首先是加强产品的可持续设计,尽可能地减少产品中有毒有害物质的使用,延长产品的寿命,从而在源头预防废物的产生;其次是完善相关支持政策,鼓励消费者改变消费习惯,减少浪费并加强废物的回收;最后是制定统一的废物处理和副产品标准,推动建立一个运转良好的再生原材料内部市场,提高再生原料的使用比例。

根据欧盟统计局数据^[20],近年来欧盟固体废物(不包括主要矿物废物)产生强度、人均原材料消耗量、二次原料使用占比、生活垃圾循环利用率等指标持续改善。2020年,欧盟固体废物(不包括主要矿物废物)强度为 $65 \text{ kg} \cdot \text{欧元}^{-1}$,较2004年的 $76 \text{ kg} \cdot \text{欧元}^{-1}$ 下降了14.5%;人均原材料消耗量为 $14.5 \text{ t} \cdot \text{人}^{-1}$,较2008年的 $18.5 \text{ t} \cdot \text{人}^{-1}$ 下降了21.6%;二次原料使用占比达到11.7%,较2010年提高1.4个百分点。2021年,欧盟生活垃圾循环利用率达到49.6%,较2011年提高8.7个百分点。

1.3 中国“无废城市”建设实践

2019 年初，中国国务院办公厅印发《“无废城市”建设试点工作方案》，在深圳等 11 个城市和雄安新区等 5 个特殊地区开展“无废城市”建设试点。2021 年，生态环境部等部门联合印发《“十四五”时期“无废城市”建设试点方案》，将“无废城市”建设范围扩大至 113 个地级及以上城市和 8 个特殊地区。与此同时，浙江省、江苏省、河北省、山东省、天津市、辽宁省、吉林省、海南省、重庆市、上海市、河南省、四川省、广东省等 13 个省（直辖市）先后印发省级“无废城市”建设方案，在全省域或区域层面自主开展“无废城市”建设。中国“无废城市”建设已经由试点逐步将全国铺开。

近年来，中国固体废物处理水平不断提高。2020 年，中国一般工业固体废物综合利用率达 54.7%；全国城市生活垃圾无害化处理率达 99.3%，其中焚烧处置占比 62.3%；全国城市建筑垃圾综合利用约 50%；畜禽粪污综合利用率 75%；秸秆综合利用率达 86.7%；农用地膜回收率达 80%。

2 绿色“一带一路”视角下推进“无废城市”建设的必要性

2.1 “无废城市”建设可推动全球环境治理与区域协调发展

绿色“一带一路”的根本遵循是习近平生态文明思想，其中蕴含“人与自然和谐共生”“共建清洁美丽世界”“构建人类命运共同体”等重要理念，展现出中国深入参与全球生态环境治理的决心。固体废物管理是全球共同面对的生态环保课题。其中，塑料污染治理、危险废弃物越境转移等主要问题必须在国际社会统筹解决，固体废物处置利用技术也需要在全球范围内加强合作共享。在“一带一路”共建国家推进“无废城市”建设，是中国作为全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者的具体实践，是中国固体废物管理实践经验与先进技术的集中展现，也是中国彰显负责任大国形象，推动构建公平合理、合作共赢的全球环境治理体系，构建人类命运共同体的重要体现。

2.2 “无废城市”建设可引领“一带一路”共建国家实现可持续发展目标

绿色“一带一路”建设的主要任务是助力“一带一路”国家实现可持续发展目标，引领各国走向可持续发展道路。“一带一路”共建国家多数处于工业化初级发展阶段，重视经济发展效益，忽视环境负面影响。“无废城市”建设是一项系统工程，需要政策、技术、产业、资金等多要素全方位联动。以“无废城市”建设为抓手，可在“一带一路”共建国家推广节能环保技术，强化固体废物源头减量、终端处置、资源再利用，进而重塑“一带一路”共建国家的生产生活方式，逐步淘汰高污染、高能耗的传统产业，适时引领产业结构向绿色化转型升级，最终形成符合各国特色的绿色低碳、循环发展产业生态，助力“一带一路”共建国家实现可持续发展目标。

2.3 “无废城市”建设可助力中国构建“双循环”新发展格局

当前，全球固体废物产生量巨大，固废处置行业具有广阔的投资前景与市场空间。从国内看，“无废城市”建设有较大的市场体量。中国《“十四五”循环经济发展规划》明确提出，到 2025 年，资源循环利用产业产值达到 5×10^{12} 元^[21]。从“一带一路”国家看，随着“一带一路”国家人口的增长及城镇化水平提高，固废治理需求及市场容量将日渐扩大。中国固废领域技术水平与管理体系相对先进，但海外固废市场还有待开拓。据中国环境保护产业协会 2019 年统计数据，在中亚、中东市场上，日本环保企业的市场占有率达到了 45.9%，而中国只有 9.23%。在“一带一路”共建国家推进“无废城市”建设，可促进中国企业开展绿色投资、绿色贸易、绿色技术转移，构建固体废物与可再生产品交易市场，在国内、国际形成固体废物收集、处置、资源化利用、再生产品销售的产业链，有助于构建“双循环”新发展格局。

3 “一带一路”共建国家固体废物管理现状及存在问题

近年来，“一带一路”共建国家普遍面临固体废物激增、管理体系不健全、处置设施不足、处置技术落后、资金不足等现实问题，部分主要城市市政固体废物管理压力较大。由于“一带一路”国家发展水平有一定差距，为客观阐述“一带一路”国家固废管理现状，本文选取了固废管理水平较高的新加坡、韩国，管理水平中等的马来西亚、印度尼西亚，以及管理水平相对落后的尼泊尔作为案例进行介绍。

3.1 部分“一带一路”国家固体废物管理现状

1) 新加坡。新加坡在固体废物管理领域有着较为成功的实践经验。2021 年，新加坡城市固体废物产生

量约为 $8\,742\text{ t}\cdot\text{d}^{-1}$ ，垃圾主要处置方式为焚烧处理，填埋数量较少。新加坡政府建立了较为完善的固废废物管理机制，具体可包括垃圾清运付费机制、收运环节监管机制、垃圾分类处理机制等。新加坡于2015年发布“新加坡可持续蓝图2015”(Sustainable Singapore Blueprint 2015)，并提出建立“无废国家”这一设想。该计划主要包括5项具体内容：一是新加坡包装协议(Singapore packaging agreement, SPA)，通过推动多方机构签订该协议，减少包装物使用；二是商业场所强制性固废报告，规定大型商业场所必须报告废物数据并提交减少废物的计划，敦促管理人员改进废物回收管理进程；三是成立3R基金，用于投资固废收集利用项目，重点关注食品、塑料和玻璃等回收率较低的废物流；四是推广食品垃圾回收战略，通过媒体宣传、制定指南等方式减少食品垃圾的产生；五是实施全国资源回收电子垃圾伙伴关系计划。随后新加坡还发布了《零废物总体规划》《可持续资源法案》《2030年新加坡绿色发展蓝图》等多项制度，明确规定了废物综合利用目标、相关方责任、具体措施和执法手段。

2) 韩国。韩国固体废物产生密度较高，单位面积固体废物产量约为美国的7倍。其固体废物回收率约为60%，为“一带一路”国家中固废回收处置率最高的国家之一。20世纪80年代起，韩国围绕固体废物回收利用、无害化处置等出台多项政策，固体废物管理进程领先于多数“一带一路”国家，主要表现有如下2点。一是固体废物立法相对完善。韩国逐步建立了生产者责任延伸制度、建筑材料循环使用制度、废弃物进出口许可证制度、押金返还制度、生活垃圾按量付费等多项制度，通过政策约束切实改变了企业和居民个人的生产生活方式。二是固体废物信息系统建设较好。2001年，韩国开始建设固体废物管理信息系统，记录固体废物产生、运输、最终处置的相关数据。该系统由工信部管理，分为3个子系统。Allbaro系统可监控所有废物运输和处置活动；RFID系统主要用于厨余垃圾实时跟踪统计与按量付费；可回收信息系统可用于匹配回收材料的供应商和买家。韩国固体废物信息化建设大幅提升了管理效率，形成了市场化监督与激励机制，减少了不必要的资源消耗。

3) 印度尼西亚。印度尼西亚为世界上最大的群岛国家，人口密度较高。2020年，印尼固体废物回收率约为16%，处置率为35%，主要通过填埋、倾倒、焚烧处理，处置方式较为粗放。印尼洪灾频发，未妥善处理的固体废物会阻塞排水和污水处理系统，从而加剧洪水泛滥，影响人民生命与财产安全。在固体废物管理制度方面，印尼政府制定了第18/2008号废物法，其中明确“减量化、再利用、循环利用”战略(“3R”战略)。2018年后，印尼开始在雅加达等主要城市兴建垃圾发电厂，同时还建立了废物银行。虽然印尼政府在固体废物管理上做出了一定努力，但固体废物管理职能分散在多个政府部门，固体废物管理体系和处置设施难以满足实质需求，导致目前印尼的固废回收率、处置率仍相对较低。

4) 马来西亚。马来西亚城市固体废物的回收率为31%，低于新加坡、韩国、泰国。马来西亚曾是东南亚最大的废物进口国，也是世界上第一个实施固体废物管理全面私有化的国家。马来西亚政府出台了一系列固废管理规章制度，构建了相对完善的政策体系。2005年出台《固体废物管理国家战略计划》，明确固体废物管理总体路线；2006年出台《国家废物最小化总体计划》，希望在2010年达到11%回收率；2007年出台《固体废物管理和公共清洁法令》(672号令)，明确由联邦政府承担固体废物管理职责，鼓励固体废物管理私有化，并针对居民违法行为制定了惩罚机制；2016年，出台新版固废管理法；2018年，马来西亚政府禁止进口不可回收固体废物，整顿固废进口市场。马来西亚政府提出了“无废”理念，并以槟城为主要试点城市推行。

5) 尼泊尔。据世界银行统计，2016年，尼泊尔每年产生约 $170\times 10^4\text{ t}$ 城市固体废物，其中过半是可生物降解的废物，废旧纸张占18%，废旧塑料占15%，预计2030年将产生 $220\times 10^4\text{ t}$ 垃圾。尼泊尔的城镇垃圾主要通过上门收集与路边收集。在处理方式上，尼泊尔建设了一些卫生填埋场，然而露天倾倒与非法焚烧仍较为普遍。尼泊尔于2011年出台了固体废物管理法，并于2013年出台了配套规章。2015年，尼泊尔通过了新宪法，其中明确规定地方政府负责城市固废管理、成立固体废物管理委员会、建立固废管理技术支持中心等。尽管尼泊尔政府出台了多项固体废物管理政策，但仍面临公众环保意识欠缺、基础设施不足、技术水平低下、建设资金短缺等问题。

3.2 “一带一路”国家固体废物管理存在的问题

1) 固体废物产生量面临高速增长。根据全球经验，固体废物产生量与GDP呈高度正相关关系。由于“一带一路”共建国家以发展中国家为主，当前固体废物产生量相对发达国家较低。据世界银行《What a Waste

2.0》报告^[15]，东亚及太平洋地区人均固体废物产生量约为 $0.56 \text{ kg} \cdot (\text{人} \cdot \text{d})^{-1}$ ，南亚地区为 $0.52 \text{ kg} \cdot (\text{人} \cdot \text{d})^{-1}$ ，远低于北美地区 $2.21 \text{ kg} \cdot (\text{人} \cdot \text{d})^{-1}$ 。然而，“一带一路”国家普遍处于城市化和工业化快速推进阶段，且传统高能耗、低效率的生产生活方式尚未转变，城市固体废物产生量将在未来 10~30 年内激增。据预测，南亚地区 2050 年固体废物总产生量将比 2016 年增长 98%，东亚和太平洋地区增长 52.6%，撒哈拉以南非洲增长 196.6%，未来 30 年固废增速远高于北美地区。全球固体废物总产生量预测值见表 1。

2) 固体废物管理体系不健全。“一带一路”多数共建国家尚未形成完整的固体废物管理体系，导致固废基础设施匮乏、回收率较低。一是制度体系不健全。固体废物管理是一项系统性工程，需要建立全面、严密的制度体系。狭义的固废管理制度体系应包括总体规划、实施方案、价格与收费机制、技术标准体系等，广义的固废管理制度体系还应包括配套财税政策、金融政策、产业政策等。虽然多数国家已出台固废管理办法，但其配套政策尚不完善，导致管理实践中存在诸多现实问题。二是责任部门不清晰。在行政管理方面，固体废物应明确归口管理部门，以及各环节、各层级的监管部门与实施机构。在“一带一路”欠发达地区，存在固废管理部门缺位或多头管理现象，责任主体不清晰，导致固废回收处置由非正规部门主导进行，其收集与再加工活动通常不在监管范围内。三是市场体系不成熟。除政府部门外，固废管理还需调动社会力量，形成相对成熟的市场体系。由于缺乏顶层设计、价格激励机制不健全，“一带一路”多数国家尚未形成固废处理市场与产业链，缺乏拥有资金、技术、人才的市场主体。

3) 固体废物处置技术落后，资源化利用程度较低。除新加坡、韩国及部分欧洲国家外，“一带一路”多数共建国家收集处置技术落后，主要通过堆放、填埋、倾倒、露天焚烧等方式处置固体废物，资源化利用程度较低，环境影响恶劣。全球固体废物处置方式与循环利用情况见图 1。通过数据比较^[15]，北美地区基本不存在露天堆放现象，而南亚、撒哈拉以南非洲、中东和北非固体废物露天堆放的比例分别为 75%、69%、52.7%，露天堆放是其主要的固废处置方式。在固废循环利用方面，北美固废循环利用率可达 33%，而南亚、撒哈拉以南非洲、中东和北非、东亚和太平洋地区的循环利用率仅为 5%、6.6%、9%、9%，存在大量资源浪费的现象。

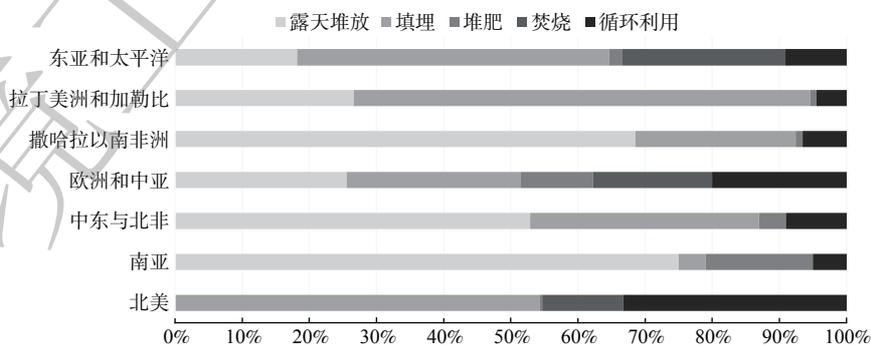


图 1 全球固体废物处置方式与循环利用情况图^[15]

Fig. 1 Global solid waste disposal methods and recycling

4) 固体废物基础设施建设资金短缺。固体废物管理成本包括固体废物前端收集、转运、分拣的人力成本，以及环境基础设施的建设成本、运营成本，需要长期、大额、低成本资金支持。从中国“无废城市”建设资金投入情况看，如图 2 所示，仅试点的 11 个城市和 5 个特殊地区的资金投入已经超过 1200×10^8 元。经

表 1 全球固体废物总产生量预测值^[15]

Table 1 Prediction of global solid waste production

所在区域	固体废物总产生量/ ($10^8 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$) Nian			2016—2050年 增长率/%
	2016年	2030年	2050年	
北美	2.89	3.42	3.96	37.0
南亚	3.34	4.66	6.61	97.9
中东与北非	1.29	1.77	2.55	97.7
欧洲和中亚	3.92	4.40	4.90	25.0
撒哈拉以南非洲	1.74	2.69	5.16	196.6
拉丁美洲和加勒比	2.31	2.90	3.69	59.7
东亚和太平洋	4.68	6.02	7.14	52.6

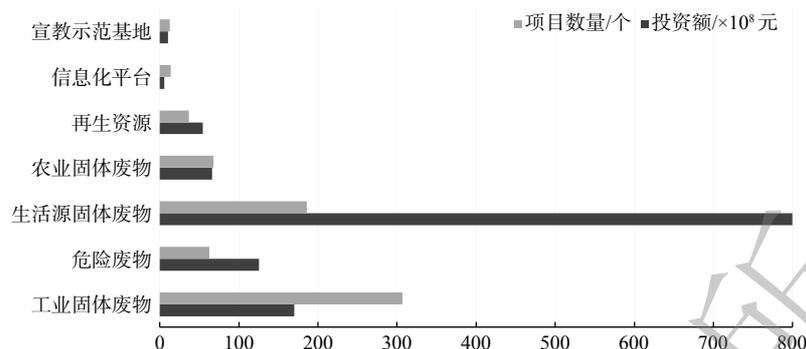
图2 中国“11+5”试点城市固体废物处理项目投资情况图^[22]

Fig. 2 Investment in pilot projects for zero waste cities in China

估算，“十四五”时期中国“无废城市”建设资金投入不少于 $10\,000 \times 10^8$ 元。“一带一路”国家固废基础设施总体相对落后，相关资金需求巨大。同时，“一带一路”国家经济体量偏小，政府出资能力较为有限，市场体系尚不健全，存在固废基础设施建设资金不足的问题。

4 绿色“一带一路”视角下“无废城市”建设思路

4.1 加强“一带一路”国家“无废城市”建设政策沟通

1) 推动建立“一带一路”国家“无废城市”建设合作制度框架。依托“金砖+”合作、中非合作、“中国+中亚五国”合作、中国-东盟(10+1)合作等政府间合作机制，推动签订多边或双边“无废城市”建设合作备忘录，推进政府间政策对话和企业间务实合作，增强政策沟通，统一发展思想。研究制定“一带一路”共建国家“无废城市”合作战略框架，明确原则方向、目标、任务、措施、途径等。推动建立“一带一路”国家“无废城市”建设指标体系，通过制定统一标准，有效引领绿色技术研发、绿色产品、绿色生产活动、绿色生活方式。加强《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》等国际公约履约工作，共同打击固体废物非法越境转移，防范固体废物非法海洋倾倒，减少持久性有机污染物对人类健康和环境的危害。共同推动制定《全球塑料公约》，加强塑料污染治理国际合作。积极搭建“无废城市”建设国际合作平台，推动建立“国际无废城市网络”，加强经验交流。

2) 协助“一带一路”国家加强“无废城市”建设的顶层设计。主动分享可借鉴、可复制的中国方案，协助“一带一路”国家立足本国实际科学设计“无废”蓝图，建立完善“无废城市”建设的制度体系、技术体系、市场体系和监管体系。在制度体系建设方面，充分考虑“一带一路”共建国家的发展基础，帮助其完善国内固体废物立法和规章制度。在技术体系建设方面，发挥中国固体废物处理领域积累的技术优势，加大相关技术装备的援助，与相关国家共同打造绿色技术产业合作示范项目，树立合作典范。在市场体系建设方面，重点是帮助相关国家建立完善固废处理付费机制、财税政策等，构建完整的固废市场体系。在监管体系建设方面，重点是帮助相关国家理清中央政府、地方政府、企业、居民、环境治理服务商的权责义务，建立权责清晰、多元共治的管理体制机制。

4.2 推动“一带一路”国家“无废城市”建设基础设施互联互通

1) 加强固废“收集-处置-再利用”基础设施建设。如前文所述，“一带一路”国家固体废物处置水平相差较大，可按照各国固废管理水平，支持相应的环境基础设施建设。针对最为缺乏固废设施的国家及地区，应协助其建设最基本的生活类固废收集设施、卫生填埋场等。针对有一定固体废物设施基础的国家及地区，可协助其广泛建设生活垃圾焚烧厂，以及工业固废、建筑固废资源化利用设施。针对固废处理设施较为完备的国家和地区，可共同探索建设绿色化、智慧化固废处理设施，探索使用减少总体碳排放、提升资源循环利用效率的新型处置技术。

2) 加强产业发展配套基础设施建设。一是加大对“一带一路”国家水、电、路等市政基础设施建设的支持力度，为产业发展、城市建设奠定物质基础。二是推进绿色产业园、创新科技园区等园区建设，推广资源节约、环境友好型技术装备应用，促进清洁生产、固体废物循环利用，形成绿色低碳产业集群，助力培育当地绿色低碳发展动能。三是加强网络基础设施建设，打造“一带一路”固废管理网络信息平台，实现固废管理基

础数据合作共享，提升信息化管理能力和水平，为环境基础设施运营和绿色贸易开展提供支撑。

4.3 促进“一带一路”国家“无废城市”建设贸易畅通

1) 积极促进绿色贸易高质量发展。绿色贸易可有效促进绿色生产行为，从源头上减少固体废物产生量，同时促进固体废物利用和再生资源流通。在“一带一路”国家开展贸易的过程中，可约定进出口货物、服务绿色标准，构建“无废”产品认证体系，提升再生产品市场占有率。积极利用关税、出口退税等财税政策，探索建立跨境绿色产品自由贸易区等，降低绿色产品流通税负，为再生资源流通、节能商品的跨境转移与利用提供便利。扩大“一带一路”国家绿色设备、技术、服务的贸易范围，通过税收减免等措施鼓励各国引进绿色设备，替代落后产能，为绿色产业升级提供硬件基础。

2) 鼓励中国企业开展绿色投资。绿色投资可加快共建国家技术改造与设备升级，对于推动产业结构绿色转型有较大促进作用。应鼓励中国企业积极参与“一带一路”固废合作，开展绿色投资，加强固废处理技术与设备输出。同时，在投资过程中，应采用生产企业责任制，敦促企业做好项目生态环境风险影响评估工作，规避潜在环境风险，并对项目产生的固体废物进行全周期管理、妥善处置。加强对“一带一路”投资项目环境信息披露与监督，促进企业主动承担环境社会责任，维护共建国家的生态利益，为绿色投资营造良好社会氛围。政府应积极发挥中介组织作用，为企业及时提供“一带一路”国家环保法律法规等咨询服务，优化海外投资环境，增强企业风险意识，拓展企业投资机会。

4.4 加快“一带一路”国家“无废城市”建设资金融通

1) 加大对“一带一路”共建国家环境基础设施建设的金融支持力度。大力推进“一带一路”绿色金融建设，鼓励“一带一路”共建国家金融机构就无废城市建设开展多边或双边合作，充分发挥亚洲基础设施投资银行、金砖国家新开发银行、国家开发银行等大型开发性金融机构大额、长期、稳定的资金优势，积极支持固体废物领域重大重点项目投融资工作，加大信贷资金投放，解决“无废城市”建设项目融资难题。

2) 丰富支持“无废城市”建设的绿色金融产品和融资模式。在推动无废城市建设过程中，广泛使用绿色信贷、绿色债券、绿色投资基金等金融产品，提供“投贷债租证”一篮子金融服务。同时，加大绿色金融产品和服务创新力度，可参考世界银行、亚洲开发银行在固体废物项目融资领域的经验，针对各国固废行业的实际情况，创新使用结果导向融资 (results-based financing)、碳交易 (carbon financing) 等，提供灵活多样的信贷产品选择。

4.5 实现“一带一路”国家“无废城市”建设民心相通

1) 加强群众环保教育。在国际合作交流过程中，传播中国固体废物管理经验，加强中国绿色发展理念与生态文明建设思想的输出。重视跨文化沟通，采用共建国家当地易于接受的方式开展“无废”理念宣传教育，提升居民对废弃物分类回收利用的重视程度，更好宣传绿色生活、绿色生产方式，增强无废城市建设的群众基础。支持环保社会组织与共建国家相关机构建立合作伙伴关系，联合开展形式多样的生态环保公益活动和文化交流，形成共建绿色“一带一路”的良好氛围，促进民心相通。

2) 强化专业队伍建设。针对固体废物管理领域的全球治理问题、重难点问题以及各国面临的共性问题，推动科研机构、智库等搭建技术研发合作平台，共同开展前瞻性联合研究和关键共性技术攻关，探索创新解决方案，加强专业队伍建设。充分发挥“一带一路”绿色发展国际联盟、“一带一路”生态环保大数据服务平台作用，促进共建国家生态环境信息共享。依托“一带一路”应对气候变化南南合作计划、绿色丝路使者计划等建立人才科教交流长效机制，通过组织开展环保援外研修班、青年先锋活动、国际学术会议等，为共建国家培养、储备固体废物环境管理和技术人才。

5 总结

1) “一带一路”共建国家普遍面临固体废物激增、管理体系不健全、处置设施不足、处置技术落后、资金不足等现实问题。开展“无废城市”建设是“一带一路”共建国家解决固体废物问题的有效途径。

2) 在绿色“一带一路”视角下推进“无废城市”建设对推动全球环境治理与区域协调发展、引领“一带一路”共建国家实现可持续发展目标、助力中国构建“双循环”新发展格局具有重要意义。

3) 将“无废城市”建设融入“一带一路”五通任务中，通过推动建立“无废城市”建设合作制度框架，加强“无废城市”建设的顶层设计，促进“一带一路”国家“无废城市”建设政策沟通；通过加强固废“收集-处置-再利用”

基础设施和产业发展配套基础设施建设,推动“一带一路”国家“无废城市”建设基础设施互联互通;通过推动绿色贸易高质量发展和鼓励中国企业开展绿色投资,促进“一带一路”国家“无废城市”建设贸易畅通;通过加大对“一带一路”共建国家环境基础设施建设的金融支持力度,丰富支持“无废城市”建设的绿色金融产品和融资模式,加快“一带一路”国家“无废城市”建设资金融通;通过加强群众环保教育和专业队伍建设,实现“一带一路”国家“无废城市”建设民心相通。

参考文献

- [1] Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe(COM(2014) 398) [R]. Brussels: European Commission, 2014.
- [2] ZAMAN A U, LEHMANN S. Urban growth and waste management optimization towards “Zero Waste City”[J]. *City, Culture and society*, 2011(2): 177-187.
- [3] 董战峰, 葛察忠, 王金南, 等. “一带一路”绿色发展的战略实施框架[J]. *中国环境管理*, 2016, 8(2): 31-35+41.
- [4] 解然. 绿色“一带一路”建设的机遇、挑战与对策[J]. *国际经济合作*, 2017(4): 10-13.
- [5] 翟东升, 蔡达. 绿色“一带一路”建设: 进展、挑战与展望[J]. *宏观经济管理*, 2022(8): 7-15.
- [6] 赵亚娜. 绿色“一带一路”倡议的实践路径与世界意义——基于全球环境治理的视角[J]. *国际展望*, 2023, 15(1): 136-152+158.
- [7] 孙佑海. 绿色“一带一路”环境法规制研究[J]. *中国法学*, 2017(6): 110-128.
- [8] 王文, 曹明弟. 绿色金融与“一带一路”[J]. *中国金融*, 2016(16): 3.
- [9] 李玉爽, 李金惠. 国际“无废”经验及对我国“无废城市”建设的启示[J]. *环境保护*, 2021, 49(6): 7.
- [10] 张敏, 蓝艳, 李盼文, 等. 新加坡“无废城市”建设顶层设计及对我国的启示[J]. *环境与可持续发展*, 2020, 45(5): 196-199.
- [11] 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.
- [12] 周宏春. 我国“无废城市”建设进展与对策建议[J]. *中华环境*, 2020(11): 7.
- [13] 董鑫, 刘婷. 我国与“一带一路”共建国家固体废物管理现状与合作对策建议[J]. *环境保护*, 2020, 48(18): 71-76.
- [14] 赵娜娜, 李影影, 董庆银, 等. 东盟国家固体废物管理及投资机遇分析[J]. *科技管理研究*, 2020, 40(18): 245-251.
- [15] The World Bank. What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050[EB/OL]. [2023-11-08]. <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>.
- [16] 日本环境、循环型社会、生物多样性白皮书(2022年版)(日文)[R]. 2022.
- [17] Closing the loop—An EU Action Plan for the Circular Economy(COM(2015) 614 final) [R]. Brussels: European Commission, 2015.
- [18] A monitoring framework for the circular economy(COM(2018)29final)[R]. Brussels: European Commission, 2018.
- [19] A New Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe(COM(2020) 98final) [R]. Brussel: European Commission, 2020.
- [20] 欧盟统计局. 固体废物产生和处理情况统计[EB/OL]. [2023-11-08]. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste>.
- [21] 国家发展改革委. “十四五”循环经济发展规划[EB/OL]. [2023-11-08]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202107/t20210707_1285527.html.
- [22] 生态环境部. “无废城市”建设实施方案[EB/OL]. [2023-11-08]. <https://www.mee.gov.cn/home/ztbd/2020/wfcsjssgdz/sdjz/ssfa/>.

(责任编辑: 金曙光)

Research on the construction of “Zero-Waste City” from the perspective of Green “Belt and Road”

LIU Di^{1,2}, WANG Yongming^{3,*}

1. China Academy of Fiscal Sciences, Beijing 100142, China; 2. China Development Bank, Beijing 100031, China; 3. Solid Waste and Chemical Management Center of the Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100029, China

*Corresponding author, E-mail: wangyongming@meescc.cn

Abstract “Zero-Waste city” is an urban development model that emphasizes the reduction, reuse and recycling of solid waste, which has been widely practiced around the world. It is of great significance to promote the construction of “Zero-Waste city” from the perspective of the green “Belt and Road”, which is to promote global environmental governance and regional coordinated development, lead “Belt and Road” co-construction countries to achieve sustainable development goals, and help China to build a “dual cycle” new development pattern. In view of practical problems in the “Belt and Road” co-construction countries, such as the surge of solid waste, unsound management system, inadequate disposal facilities, outdated disposal technology and insufficient funds, this paper proposes to integrate the construction of “Zero-Waste City” into the overall framework of “Belt and Road Initiative”, which includes policy communication, infrastructure connectivity, unimpeded trade, financial integration and people to people connectivity, and puts forward specific policy recommendations.

Keywords Green “Belt and Road”; “Zero-Waste City”; solid waste management