

基于城市固体废弃物资源化共生网络的 无废城市建设研究

——以绍兴市为例

戚杨健 孔维泽 王晓燕

(绍兴市固体废弃物管理中心,浙江 绍兴 312000)

摘要 作为首批无废城市建设试点城市之一,绍兴市借鉴城市共生理念构建了基于城市固体废弃物资源化共生网络的无废城市,介绍了其指标体系、项目清单、任务清单和构建成效,并根据建设过程中存在的问题提出改进措施和建议,以期更好地提高中国固体废弃物资源化利用水平及推动无废城市的建设。

关键词 固体废弃物 无废城市 共生网络 资源化

DOI:10.15985/j.cnki.1001-3865.2020.12.020

Research on the construction of no-waste city based on the urban solid waste recycling symbiosis network: a case study of Shaoxing QI Yangjian, KONG Weize, WANG Xiaoyan. (Shaoxing Solid Waste Management Center, Shaoxing Zhejiang 312000)

Abstract: Shaoxing was one of the first pilot no-waste cities. It constructed no-waste city based on the urban solid waste recycling symbiosis network. The index system, projects list, task list and construction achievements were introduced. Then improvement measures and suggestions were put forward according to the problems encountered during the construction, so that to improve resource utilization of solid waste and construction of no-waste cities in China.

Keywords: solid waste; no-waste city; symbiosis network; recycling

无废城市的远景目标是实现整个城市固体废弃物产生量最小,并且资源化利用充分和处置安全^[1-2]。城市共生旨在统筹建立城市范围内各类废弃物的循环利用网络,最大程度地提高资源化利用率以减少末端处置量,是目前废弃物资源化利用的最佳途径^[3]。城市共生可以同时获得较好的环境效益、经济效益、商业效益和社会效益^[4]。

日本的生态城镇是城市共生理念实践的先锋,1997—2006年日本先后建立了26个生态城镇,均取得良好的效益^[5]。之后,美国可持续发展工商理事会(BSCD)在美国20多个城市建立了城市共生网络。英国可持续发展商业委员会(BSCD-UK)也进行过城市共生网络的探索。据英国国际城市共生网络网站(<https://www.international-synergies.com/>)的数据显示,2005—2013年英国推行的城市共生项目(NISP)已减少470万t固体废弃物的填

埋,获得了10亿英镑的销售收入,累计减少CO₂排放420万t。DONG等^[6]在中国贵阳开展的城市共生网络也达到了显著减少CO₂排放的效果。LU等^[7]对永城市建立的39个城市共生网络进行物质流和能量流分析发现,共计减少水泥原料 2.37×10^6 t,减少固体废弃物 4.30×10^5 t,节约用煤 1.07×10^6 t,削减CO₂ 4.88×10^6 t。

绍兴市是长江经济带典型性的工业城市,《2019年绍兴市统计年鉴》显示,绍兴市第一、第二、第三产业的占比分别为3.6%、48.2%、48.2%。2018年,绍兴市被确定为全国无废城市建设试点城市之一。本研究借鉴城市共生的理念,探讨绍兴市基于城市固体废弃物资源化共生网络的无废城市构建过程,并对构建过程中存在的问题提出合理的改进措施和建议,以期成为我国固体废弃物资源化利用与无废城市建设的典范。

第一作者:戚杨健,男,1966年生,本科,高级工程师,主要从事固体废弃物环境管理政策、固体废弃物和土壤污染防治技术、无废城市建设制度研究。

1 绍兴市固体废弃物产生情况

绍兴市现有4万余家产废工业企业,2018年一般工业固体废弃物总量为466.94万t,综合利用率为84.7%,其中危险废物产生量为41.33万t,综合利用率为25.0%。工业固体废弃物资源化利用主要存在以下问题:一是尾矿产量每年达59.34万t,综合利用率仅为30.0%,大部分以填埋方式处置;二是废丝料、废布等工业垃圾产量每年达43.26万t,均混入生活垃圾中进行焚烧或填埋处置;三是工业废盐、焚烧处置残渣等危险废物资源化利用技术欠缺,主要依赖填埋方式处置。

随着经济的发展和城市的转型,绍兴市的生活垃圾和建筑垃圾也不断增长。绍兴市大部分生活垃圾经收集后以焚烧发电的方式进行资源回收,资源化利用方式单一;而建筑垃圾目前仍缺乏再利用技术,大部分建筑垃圾仍堆存在城市中,占用土地资源。农业秸秆和畜禽粪便是重要的有机质资源,也有待进一步合理利用。

从循环经济的角度看,固体废弃物管理在宏观尺度的实践就应该是城市共生^[8]。无废城市建设不仅要考虑工业固体废弃物,还应该囊括城市建设、居民生活和农业生产领域的固体废弃物。

2 基于城市固体废弃物资源化共生网络的无废城市构建

张其春等^[9]认为,城市共生网络在结构上应由核心网络与外围网络两部分组成,核心网络由供给者、回收者、资源化企业等构成,起网络支撑作用;外围网络由政府、媒体、教学与研究机构、金融机构以及中介等构成,并不直接参与到城市废弃物的资源化过程,而是发挥其服务功能以辅助核心网络的运转。

基于城市共生网络的结构特点,绍兴市通过设计指标体系、项目清单、任务清单来构建基于城市固体废弃物资源化共生网络的无废城市。

2.1 指标体系

城市共生网络的指标体系构建有多种方式。VAN BERKEL^[10]通过考虑物质交换量、业务和参与主体数量等构建指标体系。WRIGHT等^[11]以连接性和多样性作为指标来评价城市共生网络的可持续性和稳定性。CIMREN等^[12]则根据数学算法研究城市共生网络的总成本和环境影响,并建立指标体系。本研究以资源化利用作为城市共生网络的建设目标,在固体废弃物资源化共生网络这个一级指标下设4个二级指标、10个三级指标(见表1)。

2.2 项目清单

绍兴市出台了一系列资源化利用的项目清单(见表2),开展了城市固体废弃物资源化共生网络的核心网络建设。

2.3 任务清单

任务清单(见表3)从制度、技术、市场3个方面进行制定,属于城市固体废弃物资源化共生网络的外围网络。制度体系主要为建设共生网络、维持网络稳定提供保障;技术体系为共生网络提供智慧支持,协助网络应用的扩展和延伸;市场体系则为共生网络赋予经济效益。

2.4 构建成效

随着项目清单和任务清单的完成,绍兴市初步建成了基于城市固体废弃物资源化共生网络的无废城市,实现了生活、农业、建筑业固体废弃物向工业产业流动,实现资源化利用,其基本网络结构见图1。初步估算,该共生网络可促使资源化利用固体废弃物每年新增1 962.5万t,其中工业固体废弃物

表1 指标体系
Table 1 Index system

一级指标	二级指标	三级指标
固体废弃物资源化共生网络	工业固体废弃物资源化利用	一般工业固体废弃物综合利用率
		工业危险废物综合利用率
	农业固体废弃物资源化利用	农田生物质废弃物收储运体系覆盖率
		畜禽粪污综合利用率
		地膜回收率
	建筑垃圾资源化利用	建筑垃圾综合利用设施数
		生活垃圾回收利用率
	生活垃圾资源化利用	再生资源回收量增长率
		餐厨垃圾回收利用量
		医疗卫生机构可回收资源回收率

表 2 资源化利用项目清单
Table 2 List of resource utilization projects

项目源	项目名称
工业源	废矿物油综合利用项目
	综合利用铝氧化废酸及污泥项目
	印染碱减量白泥处置及再生利用项目
	活性炭再生项目
	造纸废渣收运及资源化项目
	废包装桶综合利用项目
	诸暨市七湾矿业有限公司尾矿综合利用项目
	高浓度废液(危险废物)处理设施技术改造项目
	食品加工有机固体废弃物协同餐厨垃圾资源化利用项目
	金葵环保废盐资源化项目
	上虞区众联环保有限公司工业废盐和废硫酸处置及资源化利用项目
	焚烧飞灰资源化项目
	德创环保废盐资源化项目
	废布料等轻纺类工业固体废弃物资源化项目
	有机工业固体废弃物高值化利用示范应用项目
农业源	工业固体废弃物资源化项目
	环保资源化综合利用项目
	尾矿/炉渣制备绿色建材项目
	建设或改造废弃纤维再生利用项目
	精品绿色农产品基地项目
生活源	秸秆收集粉碎中心项目
	秸秆在竹笋培育中的基料化利用示范项目
	厨余垃圾(易腐垃圾)就地资源减量化处理设施建设
	可回收物工厂化分拣拆解项目
	快递包装箱、包装袋设置绿色回收区项目
	再生资源回收站点项目
	嵊州市厨余垃圾处理项目
	新昌县厨余垃圾处理项目
	绍兴市交投绿色循环建材生产基地项目
	建筑装潢垃圾资源化利用项目
建筑源	上虞区城市资源再生利用绿色综合体(一期)项目
	绍兴市建筑渣土资源化利用消纳中心项目
	建筑垃圾综合处理设施项目
	嵊州市兴达新型墙体材料制品有限公司建筑垃圾资源化利用项目
	诸暨市威妮建筑材料有限公司一般固体废弃物烧结砖利用项目
	建筑渣土再生种植土项目

200.0 万 t、生活垃圾 60.0 万 t、农业固体废弃物 2.5 万 t、建筑垃圾 1 700.0 万 t。

3 问题与建议

目前,绍兴市虽已基本建立基于城市固体废弃

物资源化共生网络的无废城市雏形,但仍处于初级阶段,还需要进一步优化。目前的指标体系主要考虑的仅是环境效益,对于经济效益、商业效益和社会效益考虑不足。

下面分别从核心网络和外围网络两个角度提出完善的建议。

3.1 核心网络

完善核心网络的着力点:一是顺应固体废弃物量逐年增加的趋势不断扩大资源化利用能力,尤其是建筑垃圾,因为现有资源化利用能力不到每年建筑垃圾增量的 50%,应向发达国家建筑垃圾资源化利用率 60%以上的目标进军^[13];二是持续开发新的资源化利用方式,打造资源化利用途径多样的城市共生网络;三是不断根据生命周期评价方法筛选出最佳的资源化利用方式以调整共生网络中的主要节点和次要节点,使网络始终处于趋优的动态变化中。

3.2 外围网络

资源化利用属于新兴行业,准入要求、技术规范、优惠政策等目前尚未定型,需要进一步明确。此外,研究制定适用于共生网络的固体废弃物分类代码,也将有助于该产业细分格局的形成。

总体而言,我国的资源化利用技术还比较落后,不少工业固体废弃物、农业固体废弃物和建筑垃圾的资源化利用仍面临困难,可设立资源化利用专项攻关项目,鼓励该方面的研发,为共生网络进一步发展提供技术支持。

市场方面要遵循“四流协同”的运行机制。周慧等^[14]在研究天津市循环经济产业链衍生的产业共生网络“系统失灵”现象时指出,在城市共生网络中共生单元之间存在不间断的物质、能量、价值和信息交换,在时间和空间上分别形成了物质流、能量流、价值流和信息流。因此,共生网络的运行需遵循这“四流协同”的运行机制才能实现综合效益最大化。另一方面,建议引入第三方促进机构。刘光富等^[15]总结比较了城市共生网络形成的 3 种模式,认为政府促进市场的模式将成为建立城市共生网络的主导模式。该模式需要政府引入第三方促进机构,通过搭建主体交流平台,分析区域内潜在的共生关系从而促进其共生;政府还可通过规划和扶持促使某些通过市场很难实现资源化的固体废弃物进入再生产领域;此外,政府还需协调和监督参与主体的活动,跟踪相关信息,及时调整政策,才能更好地推动城市共生网络不断拓展。

表 3 资源化利用任务清单
Table 3 List of resource utilization tasks

固体废弃物类别	制度	技术	市场
工业固体废弃物	固体废弃物(包括危险废物)综合利用产品监管制度; 修复土综合利用监管制度	大宗工业固体废弃物综合利用适用技术目录建设	工业固体废弃物资源化利用列入“850”工程; 优化尾矿、炉渣等资源综合利用产品市场环境; 培育环保产业发展; 建设绿色金融体系
农业固体废弃物	修订完善秸秆收集、存储、无害化全量利用管理办法	秸秆还田利用效果研究; 秸秆综合利用新技术研究; 环保型饲料研究	外地经验学习; 全流程资源化利用农业固体废弃物的企业给予政策激励; 鼓励再生资源回收公司进行农业地膜回收业务拓展
生活垃圾	快递绿色包装及循环利用管理办法; 大件生活垃圾回收利用管理制度; 生活垃圾回收利用专项行动方案; 城镇生活垃圾分类和资源回收利用中长期发展规划	易腐垃圾与园林废弃物耦合资源化处理技术研究; 园林废弃物资源化利用技术研究; 快递包装袋循环使用技术研究	培育园林废弃物资源化处理企业; 培育可回收物骨干企业; 实施生活垃圾回收队伍建设提升工程
建筑垃圾	建筑垃圾利用和处理专项规划	建筑渣土深加工资源化处理技术研究; 建筑渣土制砖资源化利用技术研究; 建筑泥浆作为路基、地基填料的资源化利用技术研究; 建筑拆除垃圾资源化回用作再生骨料利用的技术研究	建筑垃圾资源化综合利用产品给予优惠政策; 培育建筑垃圾处理装备生产产业

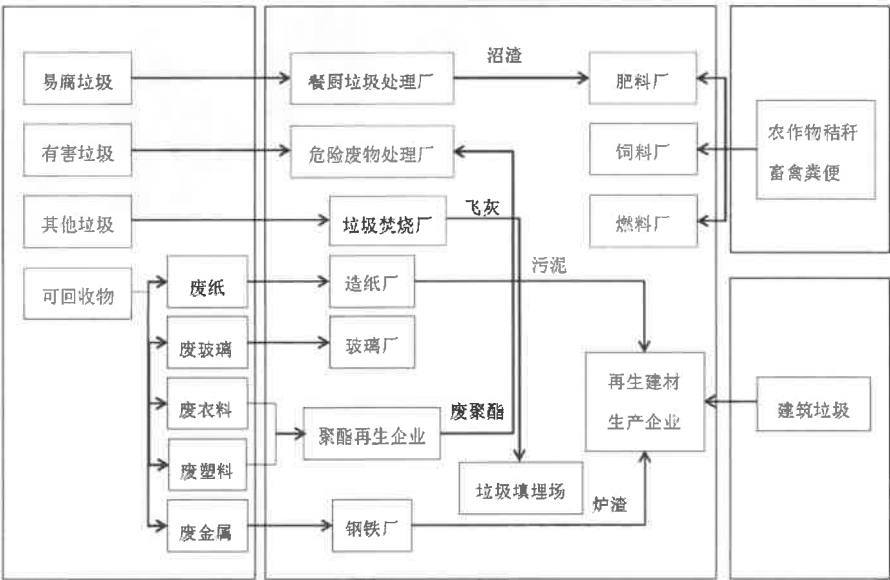


图 1 绍兴市无废城市建设的资源化共生网络
Fig.1 Recycling symbiosis network of no-waste city in Shaoxing

4 结 语

城市共生是转变资源利用方式、提高资源利用效率的创新途径,对构建无废城市有重要的指导意义。与发达国家相比,我国城市共生的发展重点还主要集中在企业或园区层面,而发达国家已经发展到区域层面。城市共生网络是一个复杂系统,城市管理者在推进城市共生网络建立无废城市的过程中应深刻理解共生网络的结构模型、形成模式和运行

机制,制定合适的政策,才能促进资源化共生网络体系的良好发展。

参考文献:

[1] 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.
 [2] 杜祥琬,刘晓龙,葛琴,等.通过“无废城市”试点推动固体废弃物资源化利用,建设“无废社会”战略初探[J].中国工程科学,2017,19(4):119-123.

(下转第 1568 页)