



“无废城市”试点政策对医疗废物产生量的影响

——基于我国35个大中城市的分析

汪 婷, 陈 霞, 杨 婷

安徽医科大学卫生管理学院, 安徽 合肥 231200

摘 要:文章基于2013—2022年动态面板数据,以2019年生态环境部发布的首批“无废城市”建设试点名单中北京、天津、深圳以及重庆为处理组,其余城市作为控制组,采用合成控制法评估“无废城市”试点政策对医疗废物产生量的影响。研究发现,处理组4个试点城市中仅北京的“无废城市”试点政策效应显著,人均医疗废物产生量相较于未实施试点的合成对照组城市平均每年减少9.22吨/万人,降幅为18.7%。这可能得益于专项资金支持、全过程闭环监管体系的构建以及广泛的社会动员等,其他城市可参考借鉴,有效推动“无废城市”的建设。

关键词:医疗废物;大中城市;“无废城市”试点政策;合成控制法

中图分类号:R124.3; X799.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-0479(2026)03-228-007

doi: 10.7655/NYDXBSS250478

随着我国城市化进程的快速发展,生产、生活过程中产生的固体废物数量增加,据生态环境部《全国固体废物污染环境防治信息发布会情况研究报告》,2023年全国共产生固体废物932 000万吨,部分地区甚至出现固体废物堆积引发的环境问题,对人们的居住环境产生了严重影响^[1]。医疗废物作为固体废物的一种,是指医疗卫生机构在医疗、预防、保健以及其他相关活动中产生的具有直接或者间接感染性、毒性以及其他危害性的废物,其产生量也正处于快速增长阶段。2010—2018年,我国医疗废物产生量从134.9万吨增加到了206.0万吨^[2],特别是2019年末新冠疫情暴发以来,医疗废物产生量激增^[3-4]。据生态环境部《2020年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》,2019年我国196个大、中城市的医疗废物总量达84.3万吨,并且在2021年全国医疗废物的产生量上升至140万吨(其中涉疫医废20.1万吨),比2019年、2020年分别增长18.6%、11.1%。为此,我国陆续出台了《医疗废物处理处置污染控制标准》《强化危险废物监管和利用

处置能力改革实施方案》《国家危险废物名录(2025年版)》《国家先进污染防治技术目录(固体废物和土壤污染防治领域)》等多项政策,规范医疗废物分类收集、密闭运输、集中处置的全过程管理,并提升应急处理能力。此外,2018年国务院办公厅印发了《“无废城市”建设试点工作方案》,强调开展“无废城市”建设,是推动减污降碳协同增效的重要举措。医疗废物作为一类特殊的危险废物,对其及时、安全、有效、规范化管理是“无废城市”建设中不可或缺的重要环节,对于保障城市生态安全和居民身体健康具有重要意义^[5]。

“无废城市”的理念日益受到关注,国内外学者对“无废城市”建设的研究不断深化,学者们对“无废城市”试点政策的实施效果进行了系统评估,主要采用双重差分(DID)模型^[6-9]、倾向评分匹配(PSM)^[10-11]、合成控制法与机器学习^[12]等方法。例如,陈煦江等^[13]运用PSM-DID模型研究得出“无废城市”试点政策有利于促进工业企业绿色创新质量的提升,Bi等^[14]使用DID模型和因果森林建模也验

基金项目:国家自然科学基金青年基金“面向重大传染病的医疗废物安全处置风险评价研究”(72301006);安徽省实验室开放课题“面向智慧医疗的医疗废物全过程智能管控系统技术研究”(PA2024GDSK0104)

收稿日期: 2025-11-23

作者简介:汪婷(2002—),女,江西景德镇人,硕士研究生在读,研究方向为医疗废物管理;杨婷(1988—),女,江西抚州人,博士,副教授,研究方向为资源环境评价,通信作者, yangting@ahmu.edu.cn。

证了这一结果; Han 等^[15]采用 TOPSIS-熵权法, 从时空维度评估“无废城市”的建设绩效; 赵曦等^[16]综合采用德尔菲法(Delphi)、层次分析法(AHP)和五分制综合评分法建立“无废城市”固体废物综合处理产业园建设水平的评价指标体系; Romano 等^[17]采用非参数技术评估了托斯卡纳采用无废策略的作用。对现有研究分析可以发现, 当前关于“无废城市”试点政策的研究, 多集中于其对工业固废、生活垃圾分类处置等常规固体废物的减量增效作用, 鲜有对医疗废物的研究, 而医疗废物作为一类对人体健康和生态环境具有较大危害的特殊废物类型, 其产生源头、收集转运流程及处置标准均与常规固体废物存在本质差异, 其规范化管理是“无废城市”全域固体废物精细化治理目标实现的关键环节。

为此, 本文基于我国 35 个大中城市 2013—2022 年的面板数据, 采用合成控制法探析“无废城市”试点政策对医疗废物产生量的影响, 弥补现有研究偏重宏观固体废物而忽视医疗废物特殊性的不足, 为科学评估“无废城市”建设中的医疗废物管理成效提供依据, 同时为优化医疗废物治理策略、提升突发公共卫生事件下废物管理能力提供理论与实践支撑。

一、研究方法 with 数据来源

(一)合成控制法

合成控制法(synthetic control method, SCM)是一种用于政策效果评估的计量经济学方法, 由 Abadie 于 2003 年提出。该方法通过将未实施政策的多个地区进行加权组合, 构建一个“合成控制组”, 使其在政策实施前与处理组在特征上高度相似。政策实施后, 处理组与合成控制组在结果变量上的差异即为政策处理效应。双重差分法^[18]与倾向值匹配法^[19]同为政策效果评估的常用方法, 而合成控制法在一定程度上弥补了二者在参照组样本选择和个体情况分析方面的不足, 基于数据确定线性组合的最优权重, 规避主观选择对照组所形成的影响及偏差^[20]。

在本研究中, 假定可以观测到 $P+1$ 个城市 T 期的人均医疗废物产生量情况, 不失一般性, 设第 1 个城市受到了相关政策影响, 其余 P 个城市未受影响。“无废城市”试点政策对人均医疗废物产生量的影响效果如下:

$$\tau_{it}=Y_{it}-Y_{it}^N, t>T_0 \quad (1)$$

其中, Y_{it} 表示“无废城市”试点后该城市在 t 期的人均医疗废物产生量, 该数据可观测; Y_{it}^N 表示该城市在同一期内未受“无废城市”试点政策影响的人均医疗废物产生量, 该数据不可观测, 需通过对对照组城市进行合成, 具体如下:

$$Y_{it}^N=\mu_i+\beta_iX_i+a_iu_i+\delta_{it} \quad (2)$$

其中, μ_i 为时间固定效应; β_i 为预测变量的估计参数; X_i 表示不受“无废城市”试点政策影响的观测控制变量; a_i 表示不可观测公共因子; u_i 表示 $N \times 1$ 维城市固定效应, δ_{it} 为误差项, 均值为 0。

为估计试点城市未受到“无废城市”试点政策影响的人均医疗废物产生量, 对对照组城市设置一个 $P \times 1$ 维的权重向量 V 。通过对对照组城市进行加权, 能够构建出在数据特征上和试点城市近似的“合成城市”。基于 Abadie 等^[21]的论证, 若非奇异且政策实施前的观察期够长, 通过合成控制法所得结果可以被认为是实验组反事实结果的无偏估计, 由此可得到“无废城市”试点政策对人均医疗废物产生量影响的无偏估计, 即:

$$\tau_{it}=Y_{it}-\sum_{p=2}^{P+1}V_p^*Y_{pt}, t \in [T_0+1, T] \quad (3)$$

(二)变量说明与数据来源

本研究以 2019 年生态环境部发布的《关于发布“无废城市”建设试点名单的公告》为依据, 35 个大中城市中的 4 个“无废城市”建设试点城市为初始样本, 即以北京、天津、深圳和重庆为处理组, 其他 31 个城市作为研究的控制组。对于北京和天津而言, 尽管“无废城市”试点仅在特定区域开展, 但这些特定区域作为城市的重要组成部分, 其政策实施效果有可能对所在城市的整体产生溢出效应。基于这一考量, 同时参考部分研究中的类似做法^[22-24], 本研究将区域试点所在城市(即北京和天津)纳入处理组。2022 年, 生态环境部公布了《关于发布“十四五”时期“无废城市”建设名单的通知》的第二批试点城市名单。结合董梅^[25]的研究, 为避免政策干扰, 同时遵循数据可获得性的原则, 政策后的年份截至 2022 年。“无废城市”建设试点时间为 2019 年, 因此以 2019 年作为政策实施的时间分界点。

医疗废物产生量的影响因素复杂, 主要有地区生产总值、人口规模、医院病床数、医疗卫生机构数量、床位占用率、床位周转率和住院天数等^[2, 26-27]。参考相关研究, 本研究选取医疗机构病床数(BC)、卫生技术人员数(HTP)、人均地区生产总值(PGDP)、总诊疗人次(TMC)4 个变量为控制变量, 结果变量为人均医疗废物产生量(PMWG)。

原始数据主要来源于 35 个大中城市 2013—2022 年发布的《固体废物污染环境防治信息公告》以及统计年鉴。对于缺失数据, 本文主要采用线性插值法补全, 主要变量的涵义及描述性统计分析结果如表 1 所示。图 1 展示了 35 个大中城市 2013—2022 年人均医疗废物产生量的演变趋势。另外, 考虑到数值差异过大, 在使用合成控制法时, 将控制变量进行了对数化处理。

表1 主要变量描述性统计

变量名	单位	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
PMWG	吨/万人	385	14.30	7.96	2.59	78.36
BC	张	385	66 737	40 271	13 169	255 200
HTP	万人	385	9.19	5.70	2.14	34.28
PGDP	元	385	101 702	37 310	31 724	206 278
TWC	次	385	7 753	5 754	1 128	29 088

图1显示,考察期内人均医疗废物产生量总体呈上升趋势,其中哈尔滨、南京、苏州、青岛、北京等城市增长尤为显著。另外,2020年以后增量明显,这可能与2019年末新冠疫情的暴发密切相关。从人均医疗废物产生量的均值来看,上海、杭州、武汉、北京、南京等城市的产生量较高,这些城市的经济发展水平较高,人口密度大且流动人口多,居民人均诊疗次数显著高于全国平均水平;同时,这些城市多为区域医疗中心,三级医院集中,高端医疗技术应用广,医疗服务覆盖本地及周边,进一步推高了医疗废物的产生量。

二、结 果

(一)基础评估结果

利用 Stata17 软件的 Synth 程序包,根据所有非试点城市的数据特征,利用控制变量以及部分年份的人均医疗废物产生量值合成属于4个“无废城市”试点地区的数据。数据驱动程序为每一个试点地区拟合出反事实的最佳权重组合。“无废城市”各试点地区(北京、天津、深圳、重庆)对应合成地区的权

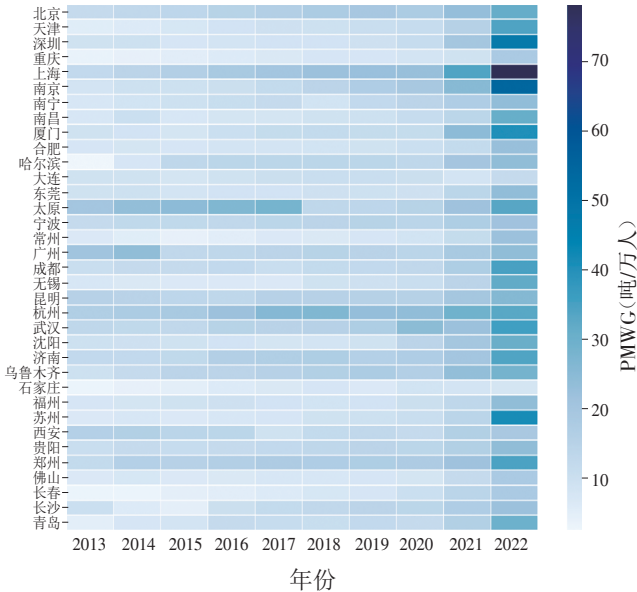


图1 35个大中城市2013—2022年人均医疗废物产生量
(人均医疗废物产生量)

重如表2所示。
从表3可以看出,对于4个试点城市,各主要解释变量的真实值和合成值均十分接近,且均方预测误差平方根(RMSPE)都在0.2~0.4,说明政策实施前的拟合效果良好。
(二)“无废城市”建设试点政策效应分析
图2和图3分别是北京、天津、深圳以及重庆与其合成控制组的人均医疗废物产生量对比图和处理效应图。

表2 合成控制权重系数

指标	北京		天津		深圳		重庆	
	合成地区	权重	合成地区	权重	合成地区	权重	合成地区	权重
医疗废物产生量	上海	0.501	上海	0.032	太原	0.023	成都	0.058
	南京	0.305	南京	0.048	常州	0.132	苏州	0.012
	广州	0.107	成都	0.071	广州	0.168	石家庄	0.927
	成都	0.087	石家庄	0.313	苏州	0.335		
			苏州	0.299	佛山	0.342		
			青岛	0.237				

表3 预测变量拟合与对比

变量	北京市		天津市		深圳市		重庆市	
	真实值	合成值	真实值	合成值	真实值	合成值	真实值	合成值
Ln(BC)	11.67	11.41	11.07	10.99	10.47	10.73	12.11	10.93
Ln(HTP)	3.25	2.77	2.22	2.06	2.05	1.80	2.85	1.97
Ln(TWC)	10.46	9.66	9.38	8.93	9.16	8.97	9.37	8.83
Ln(PGDP)	11.68	11.62	11.41	11.37	11.88	11.64	10.92	10.88
PMWG(2013)	12.01	12.01	5.74	5.79	9.36	9.31	3.81	3.78
PMWG(2016)	15.08	15.12	8.82	8.81	8.38	8.36	6.19	6.38
PMWG(2018)	18.25	18.23	9.98	10.01	9.06	9.29	7.73	7.90
RMSPE	0.24		0.28		0.34		0.27	

由图2A可知,北京在2019年前实验城市和合成控制城市的人均医疗废物产生量变动趋势一致,拟合效果良好。然而,从2019年开始两者出现分歧,真实北京的人均医疗废物产生量值开始下降,合成北京的人均医疗废物产生量值仍保持上升趋势。在2020年,受疫情影响,两者都开始上升,但合成值明显高于真实值,两者差距逐渐扩大。图3A直观显示了“无废城市”试点政策对人均医疗废物产生量的影响,真实北京与合成北京人均医疗废物产生量的差值在2019年前波动于零值附近,2019年后差值逐渐增大并保持负值,表明试点政策有效降低了北京人均医疗废物产生量,政策效果显著。同时发现2019—2022年“无废城市”试点政策对北京人均医疗废物产生量的平均处理效应为-9.22,即2019—2022年人均医疗废物产生量每年下降9.22吨/万人,相当于北京实际人均医疗废物产生量比未实施“无废城市”试点政策的合成北京下降18.7%,表明“无废城市”试点政策能够有效降低北京的人均医疗废物产生量。

如图2B所示,天津试点前实验城市与合成控制城市的人均医疗废物产生量变化趋势一致,说明合成控制城市能准确反映天津人均医疗废物产生量的变化。试点后两者出现差异,2020年开始,两者显著上升,但真实值始终高于合成值。图3B显示,2019年试点后,真实值和合成值的差值显著上升,并始终保持正值,表明“无废城市”试点政策未能有

效降低天津的人均医疗废物产生量。

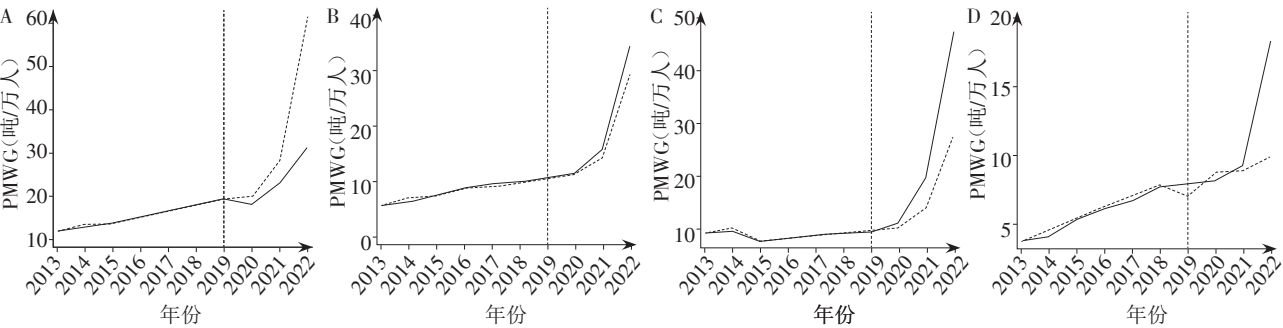
如图2C所示,深圳与天津情况相似。试点前拟合效果良好,试点后,两者出现差异,2020年开始两者差距增大,真实深圳人均医疗废物产生量值始终高于合成值。图3C直观显示了“无废城市”试点政策对人均医疗废物产生量的影响,表明“无废城市”试点政策未能有效降低深圳人均医疗废物产生量。

如图2D所示,2019年试点前合成重庆拟合效果较好,然而,试点后人均医疗废物产生量出现了较大波动,2020年左右合成重庆的人均医疗废物产生量值大于真实值,其他年份则低于真实值,2019年后真实值与合成值差异一直保持正值(图3D)。总体上,“无废城市”试点对重庆人均医疗废物产生量影响不显著。

综上,“无废城市”试点政策能够有效降低北京人均医疗废物产生量,但对天津、深圳和重庆的影响并不显著,故天津、深圳和重庆的人均医疗废物产生量的安慰剂检验违背了合成控制法的基本思想。借鉴张俊艳等^[28]的做法,因为不明确这些变化与“无废城市”建设之间是否存在直接关联,所以下文将不再讨论天津、深圳和重庆的人均医疗废物产生量实证结果,重点展示北京人均医疗废物产生量的相关实证分析结果。

(三)稳健性检验

为验证结果是否在统计层面上具有显著意义,



虚线表示合成控制城市对应的人均医疗废物产生量变化趋势,实线表示“无废城市”试点的人均医疗废物产生量实际变化趋势,两条线间的垂直距离即为政策干预的处理效应,竖直虚线表示2019年第一批试点开始的时间。

图2 北京(A)、天津(B)、深圳(C)以及重庆(D)对于合成控制城市的人均医疗废物产生量

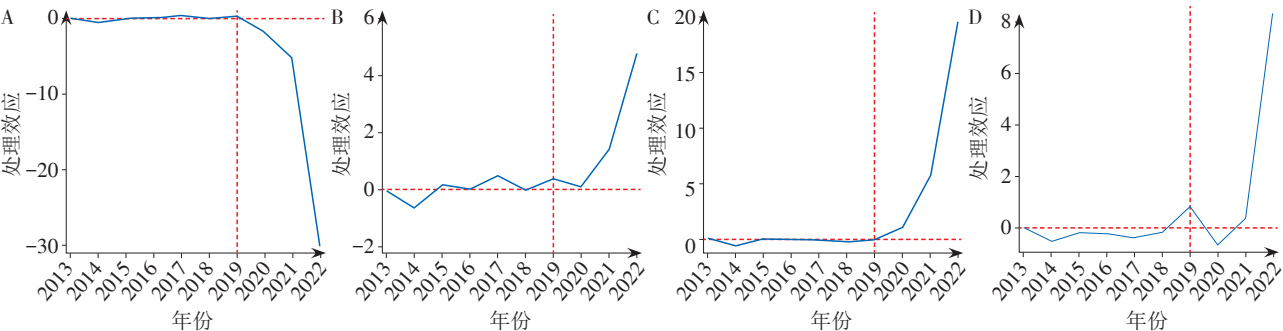


图3 北京(A)、天津(B)、深圳(C)以及重庆(D)人均医疗废物产生量的处理效应

排除其他因素对政策效果的干扰,准确评判“无废城市”试点政策对人均医疗废物产生量的影响,参照 Abadie 等^[21]的研究,分别采用排序检验和处置组变换检验,对北京人均医疗废物产生量的合成结果进行稳健性检验。

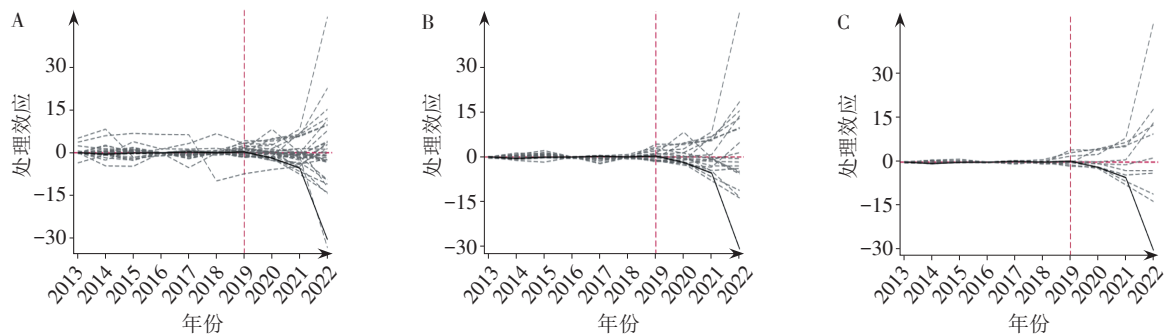
1. 排序检验

合成控制法的排序检验是一种评估政策效应显著性的非参数统计方法。其核心思想是进行反事实的“安慰剂”实验:将政策干预虚拟地施加于控制组中的各个地区,逐一为其构建合成控制单元并计算“安慰剂效应”。通过将真实处理组的效应与所有这些安慰剂效应进行比较,形成效应分布。若真实效应远大于(或小于)大部分安慰剂效应,则表明政策效果在统计学上显著;若其淹没在安慰剂效应分布中,则结果可能源于偶然。图 4A 展示了 32 个地级市人均医疗废物产生量的初始安慰剂效应。在安慰剂检验中,如果某城市的控制组合成效果不佳(即均方误差 MSPE 较大),那么其检验之后的效应会出现较大波动,降低结果的可信度。因

此,参考 Abadie 等^[21]的做法,去除人均医疗废物产生量在处理前大于试点城市 20 倍的城市,最后保留了 20 个城市(图 4B);同时再次去除人均医疗废物产生量在处理前大于试点城市 5 倍的城市,保留了 11 个城市(图 4C)。可以看出,图 4B、C 中的北京市人均医疗废物产生量的处理效应都相对最大。综上,“无废城市”试点政策能够减少北京市的人均医疗废物产生量,且该结论具有良好的稳健性。

2. 处置组变换检验

处置组变换检验的原理如下:在非试点城市的控制组中选择一个与试点城市特征最为相似的城市进行合成控制分析。如果该城市的合成控制结果与试点城市的变化轨迹存在显著差异,则可证明本研究结论具备稳健性;若两者的变化趋势完全重合,则表明本研究结论不具备有效性。本研究中,选取北京合成试点城市中权重最大的城市上海进行处置组变换检验。结果如图 5 所示,可以看出上海与对应试点城市的变化轨迹完全不同,并未产生与试点城市相同的政策效应,证明研究结论具有一定的稳健性。



A:北京市与其 31 个控制组;B:北京市与其 19 个控制组;C:北京市与其 10 个控制组。黑色实线表示北京市与其合成控制的 31 个城市相应数值的差距,灰色虚线代表非试点城市的相应差值。

图 4 安慰剂检验结果

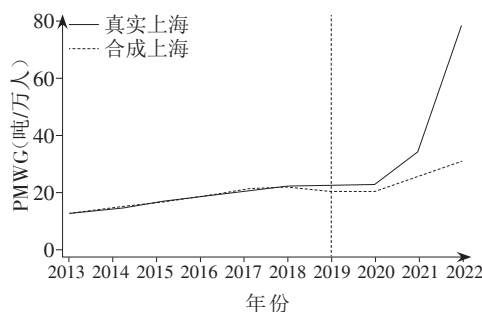


图 5 处置组变换检验结果

三、讨 论

北京市“无废城市”试点政策在减少人均医疗废物方面取得显著成效,可能得益于以下几个方面的协同推进。北京经开区在全国率先推出专门用于鼓励“无废城市”试点建设项目的专项扶持资金,

将固体废物领域的工程项目纳入鼓励范畴。同时,高于国家标准制定清洁生产管理办法,明确将固体废物减量,特别是源头减量的要求写进管理办法。北京市依托《北京市医疗机构废弃物综合治理工作方案》,着力构建了覆盖医疗废物从产生、分类、贮存、运输到处置的全过程闭环监管体系。特别是在重点医疗机构推广信息化管理试点,利用电子标签、二维码等技术,建立了全流程可追溯信息系统,同时明确规定了医疗机构法定代表人是废弃物管理的第一责任人,并将责任落实到具体科室和操作人员;严格区分医疗废物、生活垃圾和可回收的输液瓶(袋)。这种清晰的权责划分和精细化的源头分类,不仅避免了各类废物相互污染导致的“增量”,也直接促进了医疗废物的减量化和资源化。“无废城市”建设不仅是一场政府主导的行动,更是一次广泛的社会动员。北京市通过多种渠道宣传

“无废理念”,提升了医疗机构从业人员、患者乃至社会公众对医疗废物环境危害的认识。公众环保意识的提高,减少了一次性医疗用品的不必要使用;医护人员的自觉参与,确保了分类投放的准确性。这种自上而下的政策引导与自下而上的社会参与相结合,形成了减少医疗废物产生的良好社会氛围。北京市“无废城市”试点政策在减少人均医疗废物产生量方面成效显著,这可能得益于专项资金的有力支撑、全过程闭环监管体系的构建、信息化管理模式的全面推广、“无废理念”的深入普及。这些宝贵经验对天津、深圳和重庆等城市的“无废城市”建设提供了重要的政策参考。

天津市的政策效果不显著,可能是因其工作重点侧重于“确保医疗废物集中处置全覆盖”,而对从源头减少医疗废物产生的关注相对不足,在调动医疗机构内生减废积极性方面缺乏有效的激励政策;同时天津市的危险废物环境管理信息化监管能力以及应急处置能力有待进一步提升。对于深圳市而言,政策效果不显著可能源于人口密度高、医疗资源高度集中,导致医疗废物产生量持续增长,加之部门间协同不足,未能形成有效合力,在医疗废物源头减量与高效资源化方面缺乏有力抓手和突破性技术支撑。对于重庆市而言,复杂山地地形加大了偏远区县医疗机构医疗废物收运覆盖难度,运输成本较高,乡镇层级的收运与处置体系尚不完善,制约了政策的落地实效。

因此,其他城市在借鉴北京市经验时,应结合本地实际,着力补齐基础设施、精细化管理、跨部门协同机制及技术创新等方面的短板,才能更有效地推动“无废城市”建设在医疗废物治理领域取得实质性进展。

四、结 论

“无废城市”试点政策是我国推进生态文明建设、实现绿色可持续发展的重要举措,其以源头减量、资源化利用和无害化为核心路径,致力于最大限度降低固体废物的环境负面影响,推动城市绿色转型。本文基于2013—2022年我国35个大中城市的面板数据,运用合成控制法,就该试点政策对人均医疗废物产生量的影响展开评估,研究结果表明,“无废城市”试点政策对不同城市的作用效果存在显著差异,其中北京市的人均医疗废物产生量得到有效削减,而天津、深圳和重庆的政策实施效果并未凸显。

进一步的实证分析显示,2019—2022年该政策对北京市人均医疗废物产生量的平均处理效应为-9.22,这意味着同期北京市人均医疗废物产生量每年下降9.22吨/万人,相较于未实施该政策的合成对照组城市,实际人均医疗废物产生量降幅达

18.7%。而北京市的政策成效,主要源于专项资金的有力支撑、全过程闭环监管体系的科学构建以及广泛的社会动员,这些成熟经验可为其他城市推进“无废城市”建设提供切实可行的参考与借鉴。

参考文献

- [1] 赵慈,宋晓聪,矫云阳,等.我国固体废物污染防治战略路径研析[J].环境保护,2021,49(24):52-55
- [2] HOU Y H, JIA L L, MA W T, et al. Analysing the factors affecting medical waste generation in China [J]. Sustain Chem Pharm, 2023, 32: 100975
- [3] ILYAS S, SRIVASTAVA R R, KIM H. Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management[J]. Sci Total Environ, 2020, 749: 141652
- [4] DAS A K, ISLAM M N, BILLAH M M, et al. COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy-A mini-review[J]. Sci Total Environ, 2021, 778: 146220
- [5] 季洪,胡万进,王长青,等.2016—2018年南京市基层医疗机构医疗废物处置工作调查分析[J].南京医科大学学报(社会科学版),2020,20(6):579-583
- [6] DUAN Z Y, LEE S, LEE G. Evaluation of the effect of a low-carbon green city policy on carbon abatement in South Korea: a city-level analysis based on PSM-DID and LSA models[J]. Ecol Indic, 2024, 158: 111369
- [7] LIU M Y, CHEN L P, SHENG X R, et al. Zero-waste city pilot and urban green and low-carbon transformation: quasi-experimental evidence from China [J]. Resour Conserv Recycl, 2024, 206: 107625
- [8] 柴尚蕾,周倩倩,魏伟,等.“无废城市”建设试点的企业绿色创新效应[J].中国人口·资源与环境,2025,35(4):144-156
- [9] 刘跃廷,张强,原晓红,等.重庆市“无废城市”建设前后碳减排潜力分析[J].环境科学,2025,46(1):88-99
- [10] CHEN L F, WANG K F. The spatial spillover effect of low-carbon city pilot scheme on green efficiency in China's cities: evidence from a quasi-natural experiment [J]. Energy Econ, 2022, 110(C): 106018
- [11] BEN - MICHAEL E, FELLER A, ROTHSTEIN J. The augmented synthetic control method [J]. J Am Stat Assoc, 2021, 116(536): 1789-1803
- [12] COLE M A, ELLIOTT R J R, LIU B W. The impact of the Wuhan COVID-19 lockdown on air pollution and health: a machine learning and augmented synthetic control approach [J]. Environ Resour Econ, 2020, 76(4): 553-580
- [13] 陈熙江,姜珊,何凌霄.“无废城市”试点政策对企业绿色创新的影响[J].华东经济管理,2024,38(2):42-52

- [14] BI S H, DU J X, YAN Z J, et al. Can “zero waste city” policy promote green technology? Evidence from econometrics and machine learning [J]. *J Environ Manag*, 2024, 370: 122895
- [15] HAN Y S, LIU J L, XU H. A comprehensive assessment of the performance of China’s provincial zero-waste cities and impact factor diagnosis [J]. *Environ Impact Assess Rev*, 2022, 95: 106778
- [16] 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
- [17] ROMANO G, FERREIRA D C, MARQUES R C, et al. Waste services’ performance assessment: The case of Tuscany, Italy [J]. *Waste Manag*, 2020, 118: 573–584
- [18] 左季季, 王敬宇. 长期护理保险对自付医疗费用的影响 [J]. *南京医科大学学报(社会科学版)*, 2023, 23(3): 217–222
- [19] 陈志超, 徐金菊, 葛成志, 等. 免费用药对2型糖尿病患者随访效果的影响——基于倾向得分匹配(PSM)的实证研究 [J]. *南京医科大学学报(社会科学版)*, 2024, 24 (4): 399–405
- [20] ABADIE A, GARDEAZABAL J. The economic costs of conflict: a case study of the Basque country [J]. *Am Econ Rev*, 2003, 93(1): 113–132
- [21] ABADIE A, DIAMOND A, HAINMUELLER J. Synthetic control methods for comparative case studies: estimating the effect of California’s tobacco control program [J]. *J Am Stat Assoc*, 2010, 105(490): 493–505
- [22] 郝枫, 化丽娜, 张圆. 基于合成控制法的健康城市试点政策效应评估 [J]. *城市问题*, 2020(5): 71–80
- [23] 吕国营, 刘文军. 健康城市试点政策能否降低中老年人跌倒风险?——基于CHARLS数据的实证分析 [J]. *人口与发展*, 2024, 30(5): 27–37
- [24] 鲁锦涛, 樊丽花. “无废城市”试点政策对城市能源强度的影响研究 [J]. *科学决策*, 2025(10): 25–47
- [25] 董梅. 低碳城市试点政策的工业污染物净减排效应——基于合成控制法 [J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2021, 23(5): 16–30
- [26] 魏诗晴, 涂敏, 赖晓全, 等. 我国各类医疗机构部分医疗废物分类处置现状 [J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20 (9): 782–787
- [27] DEVEBAKAN N, GASIM N, DURMUS A, et al. Bayesian model averaging and augmented autoregressive distributed lag approach for modeling hospital waste amount. Evidence from Dokuz Eylul University hospital in Turkiye [J]. *Clean Waste Syst*, 2025, 11: 100302
- [28] 张俊艳, 雷玲, 高文. “三权”下放改革试点政策是否促进了科研院所专利技术转移?——基于合成控制法的分析 [J]. *科技管理研究*, 2022, 42(4): 46–52

(本文编辑: 姜 鑫)

The impact of the zero-waste city pilot policy on medical waste generation: an analysis of 35 large and medium-sized cities in China

WANG Ting, CHEN Xia, YANG Ting

School of Health Services Management, Anhui Medical University, Hefei 231200, China

Abstract: The study aims to assess the impact of the “zero-waste city” pilot policy on medical waste generation by employing the synthetic control method based on dynamic panel data from 35 large and medium-sized Chinese cities between 2013 and 2022. The study uses Beijing, Tianjin, Shenzhen, and Chongqing, four cities selected in the first batch of the zero-waste city pilot program released by the Ministry of Ecology and Environment in 2019, as the treatment group, with the remaining cities serving as the control group. Results indicate that among the four pilot cities, only Beijing achieved a statistically significant reduction in per capita medical waste generation, averaging 9.22 tons less per 10 000 people annually compared to its synthetic control group, representing an 18.7% decrease. This outcome may be attributed to dedicated financial support, the establishment of a closed-loop, full-process supervision system, and extensive social mobilization. These findings suggest that other cities can draw valuable lessons from Beijing’s experience to advance their own zero-waste city initiatives.

Key words: medical waste; large and medium-sized cities; zero-waste city pilot policy; synthetic control method