



Views & Comments

粤港澳大湾区危险废物一体化管理

席北斗^a, 杨天学^a, 赵锐^c, 景凌云^{a,c}, 龚天成^a, 黄启飞^a, 侯立安^b^a State Key Laboratory of Environmental Criteria and Risk Assessment, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China^b PLA Rocket Force University of Engineering, Xi'an 710025, China^c Faculty of Geosciences and Environmental Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, China

1 引言

实施区域协调发展战略是新时代国家重大战略之一[1], 党的十九届五中全会中就提出了“推进区域协调发展”“坚持实施区域协调发展战略”“健全区域协调发展体制机制”等相关要求[2]。粤港澳大湾区(以下简称“大湾区”)是中国开放程度最高、经济活力最强的重要发展区域之一[3–4], 该区域包括广州、深圳、珠海、佛山、中山、东莞、惠州、江门、肇庆、香港和澳门这11个城市及地区, 2019年该区域常住人口达到7650万人, GDP总量达11.6万亿元。为进一步促进湾区高质量发展, 2019年中共中央、国务院印发了《粤港澳大湾区发展规划纲要》等文件。大湾区与其他世界一流湾区在生态环境质量上仍有较大差距[5], 尤其是固体废物资源利用方面。大湾区的颗粒物($PM_{2.5}$)年均浓度是东京湾、纽约湾和旧金山湾的2–3倍, 湾区内有近百条变色、恶臭的河流。在固体废物管理方面, 大湾区年产生强度相对更高, 深圳和广州的单位GDP固废产生量分别为每亿元人民币588 t和769 t, 而惠州和珠海甚至高达每亿元人民币1428 t, 这些值远高于发达国家如美国产生的每亿元人民币180 t[6]。与生活垃圾、秸秆等其他固废相比, 具有毒性、腐蚀性、易燃性、反应性和感染性的危险废物的污染风险更加突出[7]。由于湾区工业总规模大、类型多样、人口众多, 该区域医疗垃圾和工业危险废物总量大、种类多。据不完全

统计, 湾区当前危险废物产量至少已达 3.65×10^6 t [8–19], 且不断增加, 预计到2025年这一数字将增加到 1.16×10^7 t。本文从保障湾区环境安全的角度, 基于粤港澳大湾区的危险废物管理现状, 融合区域协同发展的要求, 提出湾区一体化危险废物协同管控政策建议, 以期实现粤港澳大湾区危险废物管理和社会经济的协调发展。

2. 大湾区危险废物管理现状及问题

大湾区危险废物产生量分析结果显示(图1), 危险废物产生量呈上升趋势, 2015–2019年间, 危险废物产生量由 1.7576×10^6 t增加到 3.6533×10^6 t, 整体呈直线上升。此外, 各市危险废物产生量不均衡, 产生源主要分布在广州、深圳和佛山, 分别约占湾区产生总量的18.8%、17.3%和10.9%(图2)。

危险废物的产生量预测是确定废物处理处置设施规模的主要依据, 也是废物区域优化管理的重要前提。目前采用的废物定量预测模型主要根据社会经济特征(如人口、经济发展情况等)和数理统计方法(如灰色预测方法、回归分析和时间序列分析)等进行预测。鉴于危险废物现状产生量数据样本量较少, 且数据单调增长, 选择使用灰色预测模型[20]。该模型是把已知的现实和过去的、无明显规律的时间数据序列进行加工, 通过序列生成寻求现实规律, 已被广泛应用于农业、环境等领域。本研究以2015

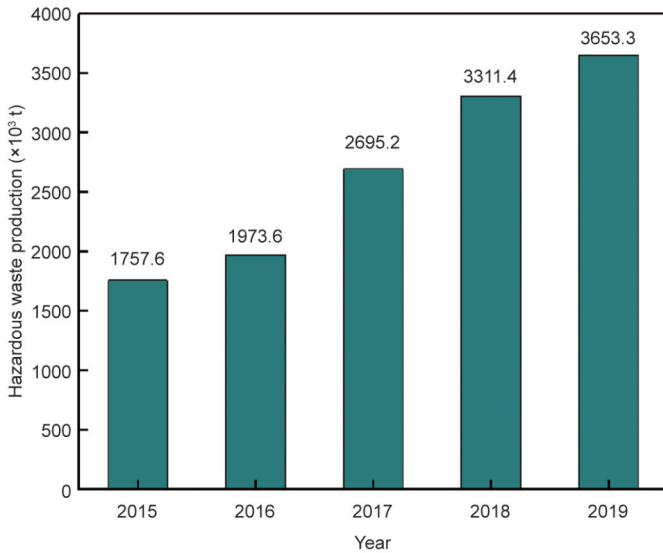


图1. 2015—2019年大湾区危险废物产生总量。

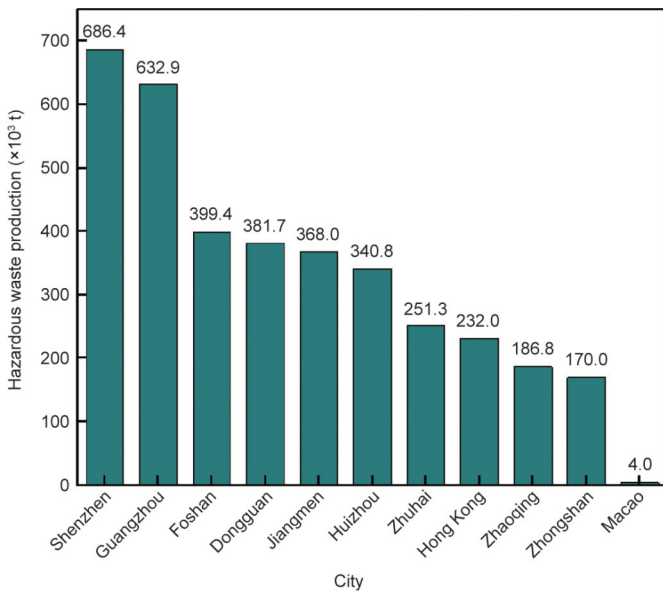


图2. 2019年大湾区危险废物产量的区域分布。

—2019年大湾区危险废物的产生量为基础，建立了危险废物的GM(1,1)模型，预测危险废物未来几年的产生情况。预测结果见表1。

表1 大湾区危险废物产生的近期预测

Item	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Predictive value ($\times 10^3$ t)	4545.8	5486.2	6621.1	7990.9	9644.0	11 639.1

如前所述，大湾区产生了各种类型的危险废物。从2015年到2019年，大湾区产生的危险废物的种类涉及《危险废物名录》50类中的41大类。与此同时，各市之间产生的危险废物种类差异明显，如深圳、广州、珠海、肇庆和江门分别产生41种、34种、28种、28种和27种危险

废物。相比之下，中山、东莞、惠州和佛山分别只产生17种、16种、12种和9种危险废物。

大湾区在危险废物的处理处置水平方面也存在一些问题。一是危险废物综合利用率不足50%，低于全国大、中城市的平均水平（51%）[21]。二是处理能力与产生量不匹配，佛山、东莞、江门危险废物处置规模仅为产生量的50%，特别是垃圾焚烧残渣、表面处理废物、含铜废物等处置能力缺口不断加大，而深圳、广州、肇庆、中山市实际处理能力超过实际产生的废物，其中，中山市甚至超过近两倍。三是废物处理能力薄弱，大多数危险废物处理企业规模较小（处理能力在 2×10^4 t以下），处置能力较弱、处置种类单一。四是部分城市危险废物处置企业可处置的危险废物类型与该地区实际产生的废物类别不匹配。例如，佛山核准经营类别为11大类，实际产生的有14类以上，产生量前三的工业危险废物需要异地处置[10]。

管理体制机制方面，粤港澳大湾区实际是存在两种制度、三个关税区、三个法律体系的异质城市群[22]。这种情况导致了大湾区各个城市及地区在现行的危险废物管理中存在明显的管理异质性。例如，大湾区中香港、澳门特别行政区依照《化学废物管制计划指南》进行危险废物管理，广东9市则遵循《中华人民共和国固体废物污染防治法》。此外，中国内地和香港、澳门在危险废物种类界定上也存在差别。根据国家危险废物目录，中国内地根据腐蚀性、有毒、易燃、反应性或传染性不同，将危险废物分为50类。相比之下，香港和澳门没有对废物进行系统分类，而是根据《废物处置（化学废物）（一般）条例》直接指定，包括屠宰场废物、医疗废物、稳定残渣、化学废物处理中心处理的焚烧灰、化学废物等。香港根据废物来源和处置方法[23]将危险废物确定为化学废物和特殊废弃物两类[24]。此外，大湾区在不同地区实施了不同的危险废物管理、控制、建设和处理标准，如湾区9市与两特区，分别根据《固体废物污染防治法》《废物处置条例》（第354章）和《搬离及清理固体废物》等标准，对危险废物进行管控、建设处理处置工程。在管理体制方面，建立了基于资源分类的香港分类管理战略[24]，如果管理和控制得到改进，这将有助于整个过程的识别、统计和管理。

3. 政策建议

本文围绕湾区危险废物产生量、产生种类、当前处理处置方式，对标一流湾区危险废物综合利用方式，提出如下建议。

3.1. 湾区统筹,规划配置湾区一体化危废处理工程与精准管控平台

首先,基于对大湾区废物代谢过程和物质流动情况的分析,建立完整的区域产业链结构,并明确关键材料的精确控制管理。其次,强化顶层设计,统筹湾区危险废物9市两特区危险废物种类与分布特征,开展大湾区危险废物管理规划设计,并制定处理处置项目的配套实施计划,促进危险废物的协调规划和管理。再次,实行多种现代化危险废物管理方法,利用包括遥感、地理信息系统、全球定位系统、无人机和物联网在内的综合监测技术,查明和解决危险废物产生、储存、转移、利用和处置方面的薄弱环节,以提高管理和控制水平。此外,还必须对危险废物的非法储存进行监测,实现对废物来源的系统化监测,支撑危险废物处理的精确控制。

3.2. 优化布局,补足与湾区危险废物产生量、种类相适应的处理处置工程短板

根据湾区危险废物种类、数量,以及地理位置、城市发展定位等特征,充分利用湾区无人岛,统筹布局、科学选址建设2~3个集中化危险废物处理处置园区。其次,根据湾区当前产生的危险废物种类,应规划建设可以满足所有危险废物种类需求的处理处置项目,并建造废物处理厂,实现危险废物的就地处理。再次,兼顾湾区发展规划,提前安排适当的处置项目,以处理新兴行业可能产生的危险废物的类型和数量,这将减少不当处置的环境风险。

3.3. 构建基于生态设计的源头削减、废物分类和质量分类的技术与管理体系

基于工业生态学的原则,通过使用环境友好的材料取代有毒有害的原材料来减少危险废物的产生,从而实现产品的绿色设计。其次,加强危险废物的分类、收集、运输、处理和处置,在对城市产业结构、布局、关键物质和资源代谢路径进行分析的基础上,建立大湾区危险废物分类收集和运输系统。再次,可在集中工业区建立与分类收集和运输一致的基于资源的模块化项目,以支持危险废物的分类、收集和运输。此外,在上下游工业生态系统之间建立工业共生网络,将有利于促进实现废物的高效梯级利用。最后,可以通过制定引导性的优惠政策,鼓励和支持危险废物在管理系统内的回收、资源利用和安全处置,从而激发市场活力,还可通过提供补贴来促进危险废物标准化处置和可再生资源综合利用项目、可再生产品研发和绿色产品设计,同时向使用危险废物的设备制造商和回收服务公司提供赠款、贷款和税收优惠。

4. 结论

根据2015—2019年大湾区危险废物统计数据,得出以下结论:湾区危险废物产生量2019年达 3.6533×10^6 t,且将不断增加,废物种类繁多,包括《危险废物名录》中的41大类;由于缺乏对危险废物的总体规划,导致11个城市及地区危险废物产生与处置能力匹配性不足,主要体现在处理能力和处理种类两个方面;此外,大湾区危险废物综合利用率不足50%,低于全国大中城市51%的平均水平,与国际一流湾区的差距更大。本文针对当前湾区危险废物处理处置中存在的问题和不足,提出湾区统筹规划危险废物处理工程与精准管控平台、优化布局补齐危险废物处理处置工程短板、强化危险废物减量与资源化等对策建议,以期为大湾区危险废物的安全管控与处置提供支撑。

致谢

本研究得到“粤港澳大湾区陆海治理体系及安全保障战略研究”项目(2019-ZD-34)的资助。

References

- [1] Gu C. Study on urban agglomeration: progress and prospects. *Geogr Res* 2011;30(5):771–84. Chinese.–
- [2] The Communiqué of the Fifth Plenary Session of the 19th CPC Central Committee [Internet]. Beijing: Xinhuanet; 2020 Oct 29 [cited 2021 Jun 23]. Available from: http://www.cac.gov.cn/2020-10/29/c_1605535330074439.htm. Chinese.
- [3] Tubby KV, Webber JF. Pests and diseases threatening urban trees under a changing climate. *Forestry* 2010;83(4):451–9.
- [4] Zhang C, Zhao Q, Tang HH, Qian W, Su M, Pan L. How well do three tree species adapt to the urban environment in Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area of China regarding their growth patterns and ecosystem services? *Forests* 2020;11(4):420–33.
- [5] He JJ, Li X. Sustainable development assessment and analysis of Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay area. *Geogr Geo-Inf Sci* 2020;36(2):119–25. Chinese.
- [6] [The trash problem in America] [Internet]. Beijing: People’s Daily Online; 2019 Jul 8 [cited 2021 Jan 20]. Available from: <http://opinion.people.com.cn/n1/2019/0708/c1003-31220299.html>. Chinese.
- [7] Faghih-Roohi S, Ong YS, Asian S, Zhang AN. Dynamic conditional value-at-risk model for routing and scheduling of hazardous material transportation networks. *Ann Oper Res* 2016;247(2):715–34.
- [8] [Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Shenzhen in 2019] [Internet]. Shenzhen: Shenzhen Ecological Environment Bureau; 2020 Jun 5 [cited 2021 Jan 20]. Available from: http://meeb.sz.gov.cn/gkmlpt/content/7/7756/post_7756051.html?jump=false#3767. Chinese.
- [9] [Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Guangzhou in 2019] [Internet]. Guangzhou: Guangzhou Ecological Environment Bureau; 2020 May 14 [cited 2021 Jan 20]. Available from: http://sthjj.gz.gov.cn/hjgl/fsygf/content/post_5830232.html. Chinese.
- [10] [Information announcement on prevention and control of environmental

- pollution by the solid waste in Foshan in 2019] [Internet]. Foshan: Foshan Ecological Environment Bureau; 2020 Jul 2 [cited 2021 Jan 20]. Available from: http://sthj.foshan.gov.cn/zwgk/wryjxx/wrfz/fzgb/content/post_4412466.html. Chinese.
- [11] [Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Zhuhai in 2019] [Internet]. Zhuhai: Zhuhai Ecological Environment Bureau; 2020 Jul 1 [cited 2021 Jan 20]. Available from: http://ssthj.zhuhai.gov.cn/gkmlpt/content/2/2600/post_2600842.htm#1717. Chinese.
- [12] [Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Dongguan in 2019] [Internet]. Dongguan: Dongguan Ecological Environment Bureau; 2020 Jun 5 [cited 2021 Jan 20]. Available from: http://dgepb.dg.gov.cn/zwgk/tzgg/content/post_3174294.html. Chinese.
- [13] [Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Zhaoqing in 2019] [Internet]. Zhaoqing: Zhaoqing Ecological Environment Bureau; 2020 Jun 5 [cited 2021 Jan 20]. Available from: http://www.zhaoqing.gov.cn/zqhjj/gkmlpt/content/2/2450/post_2450465.htm#20998. Chinese.
- [14] [Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Zhongshan in 2019] [Internet]. Zhongshan: Zhongshan Ecological Environment Bureau; 2020 Jun 5 [cited 2021 Jan 20]. Available from: http://zsepb.zs.gov.cn/gkmlpt/content/1/1808/post_1808637.htm#2829. Chinese.
- [15] [Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Jiangmen in 2019] [Internet]. Jiangmen: Jiangmen Ecological Environment Bureau; 2020 Jul 17 [cited 2021 Jan 20]. Available from: http://www.jiangmen.gov.cn/bmpd/jmssthjj/jmswryhjjxxgk/wrfz/ndgfwrfgb/content/post_2100322.html. Chinese.
- [16] [Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Huizhou in 2019] [Internet]. Huizhou: Huizhou Ecological Environment Bureau; 2020 Jun 2 [cited 2021 Jan 20]. Available from: http://shj.huizhou.gov.cn/zwgk/bmwj/tzgg/content/post_3895805.html. Chinese.
- [17] Municipal solid waste in Hong Kong—2019 [Internet]. Hong Kong: Environmental Protection Department of the government of the Hong Kong Special Administrative Region; 2018 May 18 [cited 2021 Jan 20]. Available from: https://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/waste/data/waste_data.html.
- [18] Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Macao [Internet]. Macao: Government of Macao Special Administrative Region Statistics and Census Service; 2021 [cited 2021 Jan 20]. Available from: <https://www.dsec.gov.mo/en-US/Statistic?id=201>.
- [19] [Information announcement on prevention and control of environmental pollution by the solid waste in Macao in 2019] [Internet]. Macao: Government of Macao Special Administrative Region Statistics and Census Service; 2019 [cited 2021 Jan 20]. Available from: https://www.dsec.gov.mo/getAttachment/bf56dfa0-d040-4309-9a27-0e52a554c8a8/C_AMB_PUB_2019_Y.aspx. Chinese.
- [20] Intharathirat R, Abdul Salam P, Kumar S, Untong A. Forecasting of municipal solid waste quantity in a developing country using multivariate grey models. *Waste Manage* 2015;39:3–14.
- [21] [2019 national annual report on the prevention and control of solid waste pollution in large and medium cities] [Internet]. Beijing: Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China; 2019 Dec [cited 2021 Jan 20]. Available from: <http://www.mee.gov.cn/ywgz/gtfwyhxpj/gtfw/201912/P020191231360445518365.pdf>. Chinese.
- [22] Liu J, Tian YS. Mutual influencing mechanism of industry–population–space in the Pearl River Delta urban agglomeration in the context of the Guangdong-Hong Kong–Macao Greater Bay Area development. *Prog Geogr* 2018;37(12):1653–62. Chinese.
- [23] Waste Reduction Programmes. Source separation (domestic & workplace) [Internet]. Hong Kong: Environmental Protection Department of the government of the Hong Kong Special Administrative Region; 2016 Aug 4 [cited 2021 Jun 23]. Available from: <https://www.wastereduction.gov.hk/en/source-separation-domestic-workplace.html>.
- [24] Environmental Protection Department [Internet]. Hong Kong: Environmental Protection Department of the Government of the Hong Kong Special Administrative Region; 2021 Mar 23 [cited 2021 Jun 23]. Available from: https://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/waste/waste_maincontent.html.