

引用格式: 刘晓龙, 温宗国, 唐岩岩, 等. 区域“无废城市”建设协同推进策略研究. 中国科学院院刊, 2026, 41(3): 581-591, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20250905005.

Liu X L, Wen Z G, Tang Y Y, et al. Synergistic strategies for regional “zero-waste city” construction. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2026, 41(3): 581-591, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20250905005. (in Chinese)

区域“无废城市”建设协同推进策略研究

刘晓龙¹ 温宗国^{2*} 唐岩岩³ 杜祥琬⁴

1 中国工程院战略咨询中心 北京 100088

2 清华大学 环境学院 北京 100084

3 中国地质大学(北京) 经济管理学院 北京 100083

4 中国工程院 北京 100088

摘要 《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》强调, 深化跨行政区合作, 健全区域间规划统筹、产业协作、利益共享等机制, 促进区域联动发展。当前, 我国“无废城市”建设成效显著, 但面向长远, 迫切需要在区域层面统筹协调, 建立跨政府、跨层级、跨部门的固废协同治理长效机制, 实现邻近甚至非邻近区域间固废治理资源优化分配、共建共治共享、绿色低碳新质生产力壮大升级的良性机制。文章阐释了区域“无废城市”建设协同推进的重大意义, 梳理了协同推进的成效、面临的形势与挑战。建议: 在“无废城市”建设过程中, 应有意识强化区域协作的顶层设计, 以重大工程示范试点牵引区域固废协同处置, 充分推动信息共享和数字化赋能跨区域固废协同治理, 不断完善区域内及跨区域固废协同共治长效机制, 构建固废跨区域转移交易市场体系。

关键词 无废城市, 固废治理, 区域战略, 区域协同

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20250905005

CSTR 32128.14.CASbulletin.20250905005

*通信作者

资助项目: 中国工程院重大咨询项目 (2025-DFZD-31), 中国工程院重点项目 (2023-HZ-02-03)

修改稿收到日期: 2026年3月2日

1 区域“无废城市”建设协同推进的意义重大

1.1 区域“无废城市”建设协同推进是区域发展战略的必然要求

我国疆域广阔、人口基数庞大，各地区自然资源条件迥异，区域间发展不均衡现象较为突出。促进区域协同发展，是实现中国式现代化的关键一环，亦是加快构建新发展格局、着力推动高质量发展的核心任务。党和国家高度重视区域协调发展。党的十九大以来，我国明确将区域协调发展上升为国家战略；党的二十大报告进一步明确要深入实施区域协调发展战略和区域重大战略。习近平总书记亲自谋划、亲自部署、亲自推动了一系列区域重大战略，如京津冀协同发展战略、长三角一体化发展战略、粤港澳大湾区发展战略、长江经济带发展战略、黄河流域生态保护和高质量发展战略、成渝地区双城经济圈建设等。在我国经济由高速增长向高质量发展阶段转换的进程中，城镇化的空间形态正经历深刻重塑，以中心城市、都市圈和城市群为核心的新型格局，日益成为集聚和发展各类关键要素的主导载体。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（以下简称“‘十四五’规划和2035年远景目标纲要”）中提出要“发展壮大城市群和都市圈”“以促进城市群发展为抓手，全面形成‘两横三纵’城镇化战略格局”。“无废城市”是一种新的城市发展模式和先进城市管理理念^[1]，理应顺应国家区域发展战略，利用区域协同优势，最终将固体废物（以下简称“固废”）对环境的影响降至最低。

1.2 区域“无废城市”建设协同推进是资源合理配置的最优方案

从市域或省域层面推进“无废城市”建设具有很多优势，但也存在诸多不足，而从区域层面推进能很好弥补这些不足^[2]。①城市群的发展囿于行政区的划

分，难以进行跨区域的顶层规划，这制约了其资源整合与一体化发展进程。城市群内各城市往往行政独立、闭式发展，未能很好统一规划功能定位、基础设施建设、空间结构、产业发展和环境生态等，引发城市群内部出现盲目竞争、结构失调、规模失控和环境治理效果不佳等问题。②受发展功能定位、空间承载约束掣肘，单一市域或省域固废治理易陷入供需错配的结构失衡。发达城市人口稠密、固废产排量大，往往存在用地紧缺、处置设施超负荷运转、末端处置能力不足等突出问题，但无法跨行政区域进行转移处置；而周边欠发达城市的土地资源相对充足，处理设施长期“吃不饱”，但在承接外来固废转运处置上存在“邻避”效应，导致其土地空间优势和处置设施能力被浪费，无法建立固废治理的良性合作。通过区域内资源共同配置、成本协同承担、收益合理分配、技术联合发展和产业互惠互利，能够形成良性运转的固废协同管理模式，可以有效解决这些困难和问题。

1.3 区域“无废城市”建设协同推进是污染防治攻坚的重要内容

区域“无废城市”建设的协同推进，是深入打好污染防治攻坚战的关键内涵和战略深化。其核心在于充分利用跨地域优势，构建固体废物产生强度低、循环利用水平高、填埋处置量少、环境风险小的长效机制，推动污染治理从末端延伸至源头，实现减污与降碳的协同增效。《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》明确将稳步推进“无废城市”建设作为重要任务，要求健全相关制度、技术、市场和监管体系，推进城市固体废物精细化管理。这标志着污染防治从“坚决打好”到“深入打好”的转变，治理的广度和深度随之拓展。固废作为水、气、土壤污染的“源”与“汇”，其治理水平直接关系到整体环境质量。区域“无废城市”协同建设通过贯彻“减量化、资源化、无害化”原则，着力于工业、农业、生

活等领域的绿色转型，不仅是提升固废污染防治水平的抓手，更能有效协同水、气、土污染治理，解决这些领域治理后最终污染物的出路问题，体现了系统治理、源头治理的理念。依据《强化危险废物监管和利用处置能力改革实施方案》等文件要求，通过建设区域性特殊危废集中处置中心、健全危险废物监管体系等措施，切实防控危险废物环境风险，为深入打好污染防治攻坚战筑牢底线。因此，区域“无废城市”建设的协同推进，不仅直接提升固废治理能力，更从推动城市绿色低碳转型、构建废弃物循环利用体系、守牢环境风险底线等多维度，为深入打好污染防治攻坚战、建设美丽中国提供了坚实的系统支撑和实施路径。

2 区域“无废城市”建设协同推进成效显著

2019年以来，随着我国“无废城市”建设工作的推进，以城市（包涵部分特殊地区）的行政范围为边界的“无废城市”建设试点示范模式基本形成^[3]。“十四五”时期，“无废城市”建设试点由“11+5”扩展为全国范围内的“113+8”，尽管也是主要以城市为单位开展建设，但“无废城市”建设已经由单个试点辐射到更广泛的区域，呈现“由点带面”的良好态势。随着“无废城市”建设工作的推进，各地积极探索产业协同、污染联防联控、生态环境共创共建等发展模式，为区域（城市群）内跨城市、跨省份之间固废协同处置的相关工作奠定了坚实基础。

当前，在我国区域经济发展“三大引擎”的长三角地区、粤港澳大湾区和京津冀地区，以及作为西部大开发重要平台的成渝地区双城经济圈等城市群中，均有国家级“无废城市”部署。随着四大区域内“无废城市”建设逐步推进，“无废城市”建设的相关工作也已经被纳入各区域生态环境保护的规划中，出现区域“无废城市”协同共建的发展趋势。

2.1 长三角地区

在长三角地区，《长三角地区一体化发展三年行动计划（2024—2026年）》提出切实加强生态环境共保联治，研究制定长三角区域“无废城市”共建与协同治理方案，进一步加强区域内固废物的联合监管机制。根据新一轮“三年行动计划”的部署，长三角区域生态环境保护协作小组办公室统筹编制并印发了《长三角区域生态环境保护协作2024年工作重点》，固废领域区域合作将以“无废城市”建设为龙头，同步推动共建方案制定、处置能力共享和跨界监管执法。

在这些政策的推动下，长三角地区“无废城市”协同建设取得积极进展。① **拓宽合作领域**。上海、江苏、浙江、安徽“三省一市”生态环境部门于2025年3月联合发布《长三角“无废城市”区域共建联治倡议书》，倡议长三角地区“三省一市”在部门合作、企业协同、社会生活等方面共谋“无废之路”、共创“无废经济”、共享“无废生活”，高质量打造“无废长三角”。② **实现区域内优势互补**。上海、浙江、安徽的生态环境管理部门于2024年12月联合出台了《沪浙皖地区危险废物跨省利用免于审批管理的实施计划（试行）》，提升长三角地区的危险废物跨省利用实施豁免管理规范性，深化危废处理和利用的资源共享。③ **加强区域联防联控**。2024年，上海、江苏、浙江、安徽“三省一市”公安机关深入开展“昆仑”区域会战1号行动，全年共立案侦办污染环境犯罪案件450余起，全力守护绿水青山，有力保障长三角地区高质量发展。

2.2 京津冀地区

2020年7月，工业和信息化部关于印发《京津冀及周边地区工业资源综合利用产业协同转型提升计划（2020—2022年）》，倡议以“无废城市”建设试点为突破口，推动雄安新区与周边地区建立固废资源化协同处理的长期合作机制，并提出区域年综合利用工业固废量和主要再生资源回收利用量等指标。2022年3

月，河北省人民政府印发《河北省“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》，提出构建京津冀“无废城市”集群形成功能互补、共享共治的“无废城市”发展模式。2024年10月，京津冀三地签署《京津冀“无废城市”协同共建合作框架协议》，协同推进固废资源化的技术研发、应用示范和成果转化。

在这些政策文件的引领下，京津冀地区有效推动了资源综合利用产业的跨区域协同与整体增效和固体废物（包括再生资源）有序转移^[4]，成效非常明显。

① 积极培育试点示范。在京津冀培育遴选92家再生资源综合利用行业规范条件企业，以骨干企业建设引领区域废钢铁、废旧轮胎、废塑料、新能源汽车废旧动力蓄电池、废纸等再生资源规模化、高值化利用。

② 加强危险废物治理协同合作。2024年5月，京津冀三地签订《京津冀“无废城市”协同共建合作框架协议》，北京、河北支持首钢集团开展区域“无废集团”建设试点，探索大型钢铁集团固废“全量化利用”环境管理试点示范，天津、河北成功争取区域性特殊危废集中处置中心项目落地。

③ 持续优化利用处置能力。2023年12月，京津冀生态环境部门共同制定了《京津冀危险废物“点对点”定向利用豁免管理试点工作方案》，推动联建联防联控联治，拓宽危废资源化利用途径。例如，成功促成天津环渤新材料公司与北京长鑫集电公司电子级废硫酸“点对点”定向回收利用，帮助企业降低生产成本近20%，为京津冀区域产业发展提供绿色新动能，实现区域环境效益、社会效益、经济效益相统一。

2.3 成渝地区双城经济圈

2022年6月，四川省和重庆市联合发布《关于推进成渝地区双城经济圈“无废城市”共建的指导意见》，明确提出到2025年的目标：成渝双城经济圈内所有市（区、县）将全面建成“无废城市”，并基本建立起区域“无废城市”共建机制和固废管理信息“一张网”等工作目标。在成渝地区，成渝两地共同

制定了危险废物跨省“点对点”定向转运和利用实施方案，于2024年6月发布《川渝地区危险废物“点对点”定向利用豁免管理实施方案》，在确保环境风险可控的条件下，允许特定危险废物进行“点对点”的定向资源化利用，利用方可豁免危险废物综合经营许可证。

几年来，川渝两地共联合实施148项重点任务，签订131项合作协议，成效显著。① 强化资源设施共享。川渝两地在全国首创危险废物跨省转移“白名单”制度，目前已拓展至云贵川渝湘赣等6省（直辖市），审批时间由1个多月缩至5天，全国系统查询重庆市“白名单”跨省转移办理时间最快。② 构建联建联治格局。2023年11月，四川省生态环境厅与重庆市生态环境局联合印发《新污染物川渝联合调查工作方案》，组织完成首轮化学物质环境信息统计调查，建立全国首个新污染物环境风险省级联防联控机制。③ 强化全链条管理。四川省建设“无废四川”数字监管平台，重庆市推进“巴渝治废”应用，共同塑造数字化闭环监管新动能。

2.4 粤港澳大湾区城市群

2022年，《粤港澳大湾区生态环境保护规划》明确提出“无废湾区”建设，创新“无废城市”区域共建模式；2023年，“无废湾区”建设被纳入生态环境部《2023年度“无废城市”建设工作推进计划》的探索创新任务，广东将先行先试，着力探索构建“无废湾区”建设协调沟通机制与固体废物区域协同示范模式；2025年，生态环境部等七部门联合印发《粤港澳大湾区美丽中国先行区建设行动方案》提出，要开展大湾区固体废物协同利用处置和难处理危险废物利用处置技术研究，创新危险废物全过程多部门智慧化监管模式；到2027年，“无废湾区”建设取得明显成效，力争建成2个“无废城市”。

在这些政策的推动下，粤港澳大湾区成功破题，协同推进区域固废治理与资源循环体系一体化进程，

为区域固废协同治理提供了“大湾区样板”。① **强化工作协调机制**。粤港双方已于2025年1月举行粤港环保及应对气候变化合作小组会议，成立“无废湾区”建设专题小组，作为两地推进固体废物管理与资源循环合作的固定机制，以加强政策对接、技术交流与专案协作，提升固体废物协同处置能力。② **持续培育无废文化**。广东省生态环境厅等举办2025年粤港澳大湾区广东志愿净滩活动，并邀请香港、澳门等地同步开展，大力弘扬志愿服务精神，带动和鼓励更多企业、公众加强海洋生态环境保护，以实际行动守护蔚蓝家园，倡导推进“无废”全运、“无废”湾区建设。③ **深化多方协同联动**。2025年6月，在广东东莞召开的2025固体废弃物国际会议发布了《加强“无废湾区”深度合作倡议》，呼吁联动粤港澳三地围绕创新技术研发、创新成果落地应用、业务协作和资源共享、技术标准制定等方面，共同推动“无废大湾区”建设。

在四大区域以外，建设“无废城市”的趋势也得到体现。例如，《黄河生态保护治理攻坚战行动方案》中提出，选择一批“无废城市”开展协同增效试点，在固体废物处置全过程中协同推进碳减排；《深入打好长江保护修复攻坚战行动方案》中提出，开展“无废城市”建设，鼓励有条件的省份全域推进“无废城市”建设等。

3 区域“无废城市”建设协同推进面临新形势

当前，我国经济社会发展已迈入绿色化、低碳化的高质量发展新征程。然而，生态文明建设依然面临压力叠加、负重前行的严峻挑战。在此关键时期，我们既要着力破解经济社会发展绿色转型内生动力不足的难题，也需统筹兼顾，处理好重点攻坚与协同治理的关系。2023年7月，习近平总书记在全国生态环境保护大会上发表讲话指出，“对突出生态环境问题采

取有力措施”“同时，要强化目标协同、多污染物控制协同、部门协同、区域协同、政策协同，不断增强各项工作的系统性、整体性、协同性”。《中共中央国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》中提出“强化固体废物和新污染物治理”，“加快‘无废城市’建设”，“到2027年，‘无废城市’建设比例达到60%，固体废物产生强度明显下降”“到2035年，‘无废城市’建设实现全覆盖，东部省份率先全域建成‘无废城市’，新污染物环境风险得到有效管控”。为契合社会经济绿色低碳转型与高质量发展，以及全面推进美丽中国建设的时代新要求，我国“无废城市”的建设推进不仅要持续向纵深推进，还要实现跨部门、跨地域、跨层级的横向协同。

3.1 区域高质量发展需要新质生产力拉动

区域/城市群已经成为我国产业发展的基本盘和动力源。长三角地区、京津冀地区、粤港澳大湾区和成渝双城经济圈等主要区域的资源要素聚集互动产生了规模经济效益，是全国经济“压舱石”、高质量发展“动力源”，也承担着我国社会经济改革“试验田”的重要作用。但同时，我国重要战略区域的人口与产业高度集聚，导致资源消耗和污染排放总量巨大，区域发展与环境保护的矛盾日益尖锐。众多城市群正面临结构性、压缩性和复合性污染交织的复杂局面，这对实现区域经济高质量、绿色可持续发展提出了前所未有的严峻挑战。党的二十大报告强调，要坚持推动高质量发展为主题，着力推进区域协调发展，推动经济实现质的有效提升和量的合理增长。加快形成新质生产力，增强发展新动能是推动高质量发展的内在要求和重要着力点。新质生产力具备高质量发展、自主创新、数字化、绿色可持续的多重内在特征，是拉动区域高质量发展转型的关键^[5,6]。区域“无废城市”建设的整体推进将牵引诸多绿色发展导向的“新质生产力”行业壮大和升级。例如，新能源产业、节能环保产业、资源循环利用产业等，打造高效生态

产业集群,促进产业结构优化升级并跃迁至价值链的高端水平,构建高质量发展新格局。从需求侧看,“无废城市”建设将催生一个区域级大市场,释放出巨大的高质量需求潜力,为节能环保产品与服务等行业开辟广阔前景。从供给侧看,产业将向提质增效和结构升级演进,数字经济、智慧环保与绿色技术等领域成为创新布局的重点。这将形成需求牵引供给、供给创造需求的更高水平动态平衡^[7]。

3.2 新兴固体废物处置利用需求不断涌现

在“双碳”目标推动下,交通领域电动化和清洁能源转型进程不断加快,退役动力电池、退役风电光伏组件等新类型固废产生量大幅增长^[8,9]。国际上,2012年欧盟《关于报废电子电气设备指令》(WEEE)的2.0更新版本,已明确将光伏组件列入管理范围中;并且WEEE明确了生产者回收责任制。我国是动力电池、风电光伏等新能源产品的第一制造大国和第一装机大国^[10]。2023年,国家发展和改革委员会、工业和信息化部等部门相继出台《关于促进退役风电、光伏设备循环利用的指导意见》和《新能源汽车废旧动力电池回收和综合利用管理暂行办法》,引导退役新能源产品循环再利用、构造新能源产业闭环绿色产业链。因此,国际国内的政策导向利好区域性再生资源产业的发展壮大,需系统布局与建设再生资源加工利用基地,对废钢铁、废有色金属、废旧家电、废旧轮胎、废旧动力电池、退役光伏组件和风电机组叶片等城市废弃物实行分类利用与集中处置,以此吸引和集聚优势企业,推动产业集群化发展,从而显著增强再生资源对战略性矿产资源的供给保障能力^[11,12]。众多退役新能源产品的回收、再制造、拆解、循环利用是一个逆向供应长链条,不光涉及众多责任主体,也是一个跨区域、跨省甚至跨国的协同过程,对产业链条上相关市场主体、政府职能部门的跨层级、跨行业、跨区域统筹监管提出新要求^[13]。

3.3 固废联防联控和“一盘棋”监管需求迫切

“无废城市”建设需要长期探索实践,久久为功。不同试点地区的资源禀赋、发展阶段及功能定位均不同,应该秉持“一城一策”原则^[14]。目前,在“白名单”“点对点”定向利用等管理制度方面取得良好探索,加快建立因地制宜的固废污染区域联防联控机制已迫在眉睫,需从规划制定、设施建设到转移监管等进行系统谋划、统筹安排与责任分解。修订后的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》明确提出,省、自治区、直辖市之间可以协商建立跨行政区域固体废物污染环境的联防联控机制,统筹规划制定、设施建设、固体废物转移等工作;鼓励相邻地区统筹生活垃圾处理设施建设,促进生活垃圾处理设施跨区域共建共享;相邻省、自治区、直辖市之间可以开展区域合作,统筹建设区域性危险废物集中处置设施、场所;国务院生态环境主管部门应当会同国务院有关部门建立全国危险废物等固体废物污染环境防治信息平台,推进固体废物收集、转移、处置等全过程监控和信息化追溯。目前,物联网、5G通信等技术在支撑固废环境管理制度落实需求方面发挥了一定作用^[15],但在全过程精细化监控、数据跨部门跨地区互通共享、数据资源价值充分释放等方面仍有巨大的提升空间。

4 区域“无废城市”建设协同推进面临重大挑战

因区域发展水平差异、管理重视程度不够、区域协作监管与执法机制不畅等问题的存在,我国各个区域(或城市群)“无废城市”协同共建的工作难以适应新时代实施区域协调发展战略和全国固废“一盘棋”监管的新时代需求。若无法得到有效解决,将出现部分地区固废大量堆积而无法充分资源化利用与安全处置,部分地区处置能力与资源闲置、浪费的现象,无法提升整体的固废管理水平,更难支撑区域

“无废城市”建设乃至“无废社会”^[16]的实现。

4.1 体制割据，缺乏区域顶层设计和统筹协调

生态环境是典型的公共产品，其非竞争性与非排他性的属性，容易引发“搭便车”行为，造成过度使用与供给不足的市场失灵，即“公用地悲剧”。我国当前城市治理采取自上而下的垂直行政管理体系，与多中心网络化发展的城市群结构之间存在显著矛盾。各城市多遵循来自中央政府或直接上级政府的指令，形成单向传导的执行模式，缺乏有效的横向协作机制。城市群内部协调体系尚未健全，政府间合作协议缺乏法律约束力，协调机构权威性有限，环境政策执行效果欠佳，造成各行政区决策孤立、衔接不畅，频繁陷入“囚徒困境”。由于发展规划仍以省、市行政边界为单元，难以实现跨区域、跨层级的整体统筹，严重制约城市群范围内的资源优化与一体化进程。因此，各城市发展往往自成体系、功能重叠，缺乏在定位、空间、设施、产业及生态等方面的统一谋划，引发内部恶性竞争、结构失衡、开发粗放和环境污染等一系列问题。

4.2 机制割裂，区域协同共治的管理机制碎片化

行政部门和治理体系的条块分割造成固废治理的横向统筹协调难^[17]。固废污染防治与处理处置是一项涵盖产生、收集、转运、利用及最终处置的全链条管理工作。其有效运行依托行政监管、市场调节与法治保障等核心治理要素，纵向受中央及地方各级政府统辖，横向则需生态环境、发展改革、住建、工信、商务、农业农村、公安等多个行政主管部门协同推进。由于职能交叉重叠，形成“多头管理、职责分散”的格局。这种“九龙治水”式的体制不仅增加了协调和监管的复杂度，也容易引发政策执行中的漏洞与盲区。原因在于：①各部门通常基于自身行政职责开展工作，且平级部门间缺乏具有约束力的横向指令权限，导致信息壁垒严重、数据共享困难，难以形成共建共治共享的治理基础。②跨区域、跨层级事权与责

权不统一，中央部委的“条条”管理与地方政府的“块块”治理难以有效协同。地方职能部门既受本级政府领导，也受上级部门指导，权责交错却缺乏程序规范以化解冲突。③在跨省域的城市群层面，缺乏超越省级权限的协调机构或机制，难以统筹不同地区的多元目标，也无法建立统一的规划方案和考核体系，导致跨区域、跨部门协作目标模糊、动力不足，行为趋于短期化。

4.3 法制薄弱，区域环境监管与执法机制不完善

由于缺乏长效的固废区域协同联动监管和执法机制，跨行政区域环境污染事故和污染纠纷频频发生。究其原因主要有：①地界犬牙交错，管辖不明。部分地区行政管辖形成了“你中有我，我中有你”的尴尬局面，环境监管存在盲区。②产业结构基本类同，很难快速查清污染源和确认环境污染责任主体，环境污染责任难以界定。③环境监管体制不完善。由于受行政区域管辖限制，出现环境污染问题时难免互相推诿、扯皮，加之缺乏有效沟通和协调机制，环境违法行为得不到及时有效地制止。现行环境监管和执法体制也产生了相邻行政区间存在着治污不同步、力度不一致、宽严不统一等弊端，产生环境违法的寻租空间。

4.4 补偿滞后，区域生态补偿机制尚未有效形成

由于固废跨区域转移对转入地的环境质量、经济发展、民生改善、社会稳定等造成不利影响，但转入地没有获得合理补偿，因此当地政府、居民反响强烈，“邻避效应”尤为严重。为实现区域固废协同治理，须建立健全和加快落实跨省市的生态补偿、处置付费、成本分摊、费用优惠等经济补偿机制^[18]，确保固废消纳地的政府、企业、民众受益，才可破解“邻避效应”，实现“设施共建”“成本共担”和“利益共享”^[19]。

4.5 市场失衡，大宗固废高值资源化利用面临困局

①随着经济社会的发展，固废综合利用产业下游，特别是建材行业的市场需求疲软。大宗固废特别

是大宗工业固废的主要资源化利用方向仍是生产建筑原材料。但受美国对华遏制打压不断加深、部分房企资金爆雷、需求收缩和预期减弱等多重不利因素，房地产进入下行周期，建材行业整体需求仍呈低迷态势。为提振需求，工业和信息化部等部门联合印发《绿色建材产业高质量发展实施方案》，以提升绿色建材全产业链内生力、影响力、增长力、支撑力，培育发展绿色建材来对抗建材行业面临的需求不足压力。

② 再生产品市场的供需存在空间性失衡。总体而言，我国呈现大宗固废的资源化利用率“东高西低”的特征。主要原因是我国东部经济发达，城镇化程度高且人口密集，而建材产品的市场需求主要集中于此，再生产品的市场消纳能力强。中西部矿区产废量大，加上生态脆弱、环境容量低，对固废处置和利用的要求和成本相应更高；再加上中西部地区地广人稀，邻近区域内产废特征相似，本地市场可消纳的再生产品规模往往有限；然而由于外运成本高，多采用堆积或填埋等简易、低成本的模式^[20]。

5 对策建议

与城市层面、省域层面纵深推进“无废城市”的建设思路不同，区域层面的“无废城市”共商、共建、共治，是跨部门、跨层级、跨行政界限的横向对接协同，目标是构建系统性、区域性、跨界性的固废污染问题的长效解决方案，助力美丽中国目标实现。由国际国内实践经验来看，在区域层面的“无废城市”协同共建，其本质是要建立跨府际、跨层级、跨部门的固废协同治理长效机制，实现区域内城市之间、甚至是更大空间范围的非邻近区域之间固废治理“资源优化分配”和“共建共治共享”良性机制，最终实现“固废治理全国一盘棋”的愿景。

5.1 强化区域协作的顶层设计引领

紧密结合区域发展战略（如黄河流域生态保护和高质量发展战略、长江经济带发展战略）、“双碳”目

标、美丽中国建设等重大决策部署，把区域“无废城市”共建目标任务纳入区域国民经济和社会发展、生态环境保护等规划。从国家层面强制要求重点区域及城市群制定区域“无废城市”共建的工作方案，明确区域内固废处置设施共建共享重点项目、区域内各级各部门的工作任务，以及区域内固废信息共享、固废联防联控、府际协商合作等长效机制的创新探索。针对退役动力电池、光伏组件、风机叶片等新兴固废，在国家重大战略区域统筹规划中，支持建设区域性新兴固废综合利用产业集聚区和处置中心，实现“一地建设、区域共享”。

5.2 以重大工程示范试点牵引区域固废协同处置

参考危险废物“1+6+20”重大工程建设的模式，在“十五五”期间集中规划、建设一批区域固废协同处置重大工程示范项目，开展“区域固废协同处置基地”示范试点工作。以这些重大工程项目示范来牵引园区化、基地化、产业集群化的区域固废协同处置产业基地发展。在充分沟通协商的基础上，统筹规划和利用区域内土地、资金、人才、产业等优势，合理部署如资源循环利用基地、静脉产业园区、重点固废协同处置示范工程等项目，培育出一批骨干企业，扶持区域内固废协同处置产业发展壮大，形成推进区域“无废城市”协同共建的有利条件。

5.3 信息共享和数字化赋能跨区域固废协同

① 从区域到全国逐步推进固废数据平台系统的对接。要大力推进人工智能、大数据等先进技术的深度应用，全面打通区域内各类固体废物信息管理平台，实现对固废从收集、贮存、转移至处置的全链条闭环监管与数字化溯源，显著提升固废污染防治的精准化与智能化水平，为全国范围内构建“固废一盘棋”管理格局奠定坚实基础。② 以信息化赋能跨区域监管和联防联控。坚决贯彻固废规范化管理的考核要求，将固废的产生、利用和处置单位全面纳入企业环境信用评价体系。通过信用评价结果与执法处罚数据的互联

共享,加快构建“互联网+监管+协同联动”的新型管理机制,提升监管效率和跨部门协作水平。③以信息化赋能跨区域的固废资源交易。加快推进跨区域的“互联网+”固废资源交易平台建设,实现固废产生者与处理者的精准匹配和线上交易。

5.4 完善区域内及跨区域的固废协同共治长效机制

①建立府际协商机制,作为区域固体废物协同治理的合作基础。②构建资源优化共享机制,作为推动区域固体废物污染协同共治的关键抓手。以区域作为整体,对固体废物处置资源统筹规划,实现固体废物处置资源的共建、共用、共管。③建立联合执法与监管协作机制,强化处罚力度,将其打造为区域固体废物协同治理的“铁拳”。共同严厉打击跨区域非法转移、倾倒和处置固体废物的行为,对涉嫌构成犯罪的,协同推进刑事责任追究;建立统一的处罚机制和标准,杜绝固废向处罚力度较低的区域转移。④建立区域补偿机制,作为区域固废协同治理的推动力。出台固废领域转移处置补偿办法,探索固废转出地区在正常市场化运行的基础上,以基础建设投资、财政转移补贴、处置附加费等形式,对处置项目所在地进行生态补偿。

5.5 构建固废跨区域转移交易的长效市场体系

依托“互联网+”和“人工智能+”等公共数字平台为市场主体提供低成本的信息对接服务;针对允许长距离运输的固废类别,要打通其长距离跨境“公铁水联运”的可行渠道,进一步降低大宗固废的长距离运输成本;研究制定针对固废跨区域转移和资源化利用的税收优惠、运输补贴等激励政策,提升跨区域转移的经济可行性和企业积极性;推动建立覆盖大宗固废从分类、回收、加工到再生产品质量的跨区域统一标准体系,为固废跨区域资源化利用扫除障碍;支持在固废集中产生区域或具有一定产业基础的地区,建设工业资源综合利用基地,引导资源综合利用产业依据区域产废特点差异化布局、集群化发展。

参考文献

- 1 杜祥琬,刘晓龙,葛琴,等.通过“无废城市”试点推动固体废物资源化利用,建设“无废社会”战略初探.中国工程科学,2017,19(4):119-123.
Du X W, Liu X L, Ge Q, et al. A preliminary study on the strategy of construction a “No-waste society” by piloting “No-waste city” to promote the resource utilization of solid waste. Strategic Study of CAE, 2017, 19(4): 119-123. (in Chinese)
- 2 刘晓龙,崔磊磊,杜祥琬.纵深推进“无废城市”建设的总体思路和发展方向.环境保护,2023,51(24):18-20.
Liu X L, Cui L L, Du X W. Overall thought and development direction of promoting the construction of “zero-waste city”. Environmental Protection, 2023, 51(24): 18-20. (in Chinese)
- 3 刘晓龙,姜玲玲,葛琴,等.“十四五”时期“无废城市”试点建设宏观研究.环境保护,2021,49(1):37-41.
Liu X L, Jiang L L, Ge Q, et al. A macro-study on the pilot construction of No-waste Cities during the 14th Five-Year Plan. Environmental Protection, 2021, 49(1): 37-41. (in Chinese)
- 4 曹馨,吴明暄,刘畅,等.基于复杂系统优化的京津冀产业共生空间化管理与效益评估.管理科学学报,2025,28(4):32-46.
Cao X, Wu M X, Liu C, et al. Spatial management and benefit evaluation of Beijing-Tianjin-Hebei industrial symbiosis based on complex system optimization. Journal of Management Sciences in China, 2025, 28(4): 32-46. (in Chinese)
- 5 尹西明,苏雅欣,陈泰伦,等.场景驱动:产业智能化加速新质生产力发展的逻辑与路径研究.中国科学院院刊,2025,40(6):1070-1081.
Yin X M, Su Y X, Chen T L, et al. Context-driven: Logic and pathway of industrial intelligence to accelerate development of new quality productive forces. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2025, 40(6): 1070-1081. (in Chinese)
- 6 陈晓红,许冠英,徐雪松,等.新质生产力视域下管理科学变革:内涵特征、现实挑战与发展路径.中国管理科学,2025,33(1):14-21.
Chen X H, Xu G Y, Xu X S, et al. Transformations in

- management science under the perspective of new qualitative productive forces: Intrinsic features, real challenges, and development pathways. *Chinese Journal of Management Science*, 2025, 33(1): 14-21. (in Chinese)
- 7 Tian Z Y, Li Y. Synergistic mechanisms of digital economy and multi-actor environmental regulation on green total factor productivity. *Journal of Environmental Management*, 2025, 393: 126943.
 - 8 Baars J, Domenech T, Bleischwitz R, et al. Circular economy strategies for electric vehicle batteries reduce reliance on raw materials. *Nature Sustainability*, 2021, 4(1): 71-79.
 - 9 Cheng L L, Chen R Z, Yang J L, et al. Mechanisms, technical optimization, and perspectives in the recycling and reprocessing of waste wind turbine blades: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2025, 218: 115834.
 - 10 Wang Z S, Li B, Song X L, et al. Generation and resource potential of waste PV modules considering technological iteration: A case study in China. *Environmental Impact Assessment Review*, 2025, 112: 107790.
 - 11 Sovacool B K, Ali S H, Bazilian M, et al. Sustainable minerals and metals for a low-carbon future. *Science*, 2020, 367: 30-33.
 - 12 Tang Y Y, Tao Y, Wen Z G, et al. The economic and environmental impacts of shared collection service systems for retired electric vehicle batteries. *Waste Management*, 2023, 166: 233-244.
 - 13 温宗国, 唐岩岩, 王俊博, 等. 新时代循环经济发展助力美丽中国建设的路径与方向. *中国环境管理*, 2022, 14(6): 33-41.
Wen Z G, Tang Y Y, Wang J B, et al. The development of circular economy in the New Era has helped to build a beautiful China. *Chinese Journal of Environmental Management*, 2022, 14(6): 33-41. (in Chinese)
 - 14 郑凯方, 温宗国, 陈燕. “无废城市”建设推进政策及措施的国别比较研究. *中国环境管理*, 2020, 12(5): 48-57.
Zheng K F, Wen Z G, Chen Y. Comparative analysis on the policies and initiatives for promoting zero-waste cities in China and other developed countries. *Chinese Journal of Environmental Management*, 2020, 12(5): 48-57. (in Chinese)
 - 15 Wang B, Farooque M, Zhong R Y, et al. Internet of Things (IoT) -Enabled accountability in source separation of household waste for a circular economy in China. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 300: 126773.
 - 16 刘晓龙, 姜玲玲, 葛琴, 等. “无废社会”构建研究. *中国工程科学*, 2019, 21(5): 144-150.
Liu X L, Jiang L L, Ge Q, et al. Constructing a “No-Waste Society”. *Strategic Study of CAE*, 2019, 21(5): 144-150. (in Chinese)
 - 17 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. *中国科学院院刊*, 2022, 37(7): 995-1005.
Meng X Y, Wang Y. Progress, problems and countermeasures of promoting construction of “zero-waste city” in China. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2022, 37(7): 995-1005. (in Chinese)
 - 18 张伟, 韩杰. 国家战略性新兴产业金融服务研究: 以自然资源产业为例. *中国软科学*, 2025, (7): 25-37.
Zhang W, Han J. Research on the financial model of national strategic basic industries: Taking the natural resources industry as an example. *China Soft Science*, 2025, (7): 25-37. (in Chinese)
 - 19 Hu J F, Chen H Y, Zhou P, et al. Optimal subsidy level for waste-to-energy investment considering flexibility and uncertainty. *Energy Economics*, 2022, 108: 105894.
 - 20 张华, 温宗国, 胡宇鹏, 等. 我国废弃物循环利用体系建设路径与发展建议. *中国工程科学*, 2024, 26(6): 210-222.
Zhang H, Wen Z G, Hu Y P, et al. Construction paths and development suggestions for China’s waste recycling system. *Strategic Study of CAE*, 2024, 26(6): 210-222. (in Chinese)

Synergistic strategies for regional “zero-waste city” construction

LIU Xiaolong¹ WEN Zongguo^{2*} TANG Yanyan³ DU Xiangwan⁴

(1 Center for Strategic Studies, Chinese Academy of Engineering, Beijing 100088, China;

2 School of Environment, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

3 School of Economics and Management, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China;

4 Chinese Academy of Engineering, Beijing 100088, China)

Abstract “Recommendations of the Central Committee of the Communist Party of China for Formulating the 15th Five-Year Plan for National Economic and Social Development” emphasizes deepening cross-administrative cooperation, and improving mechanisms for inter-regional planning coordination, industrial collaboration, and benefit sharing to promote regional linked development. While China’s “zero-waste city” initiative has achieved remarkable results, its long-term sustainability necessitates a shift towards coordinated regional synergy. This requires establishing enduring mechanisms for collaborative solid waste governance that transcend governmental, hierarchical, and departmental boundaries. The ultimate goal is to optimize the allocation of waste treatment resources between neighboring and even non-adjacent regions, foster a virtuous cycle of co-construction, co-governance, and shared benefits, and bolster a green, low-carbon transition alongside upgraded new quality productive forces. This paper elucidates the significant importance of synergistically advancing the regional “zero-waste city” development. It systematically reviews the progress made, analyzes the current landscape, and identifies existing challenges. Finally, it proposes recommendations: the development process should consciously strengthen top-level design for inter-regional collaboration, use major demonstration projects to catalyze synergistic regional solid waste disposal, fully promote information sharing and digital empowerment for cross-regional solid waste governance, continuously refine long-term coordination mechanisms both within and across regions, and construct a market-based system for cross-regional waste transfer and trading.

Keywords “zero-waste city”, solid waste governance, regional strategy, regional synergy

刘晓龙 中国工程院战略咨询中心副研究员。主要研究领域:环境战略、能源转型等。E-mail: lxl@cae.cn

LIU Xiaolong Associate researcher at the Center for Strategic Studies, Chinese Academy of Engineering (CAE). His research focuses on environmental strategy, energy transformation, etc. E-mail: lxl@cae.cn

温宗国 清华大学环境学院教授。主要研究领域:环境科学与政策。E-mail: wenzg@tsinghua.edu.cn

WEN Zongguo Professor at the School of Environment, Tsinghua University. His research focuses on environmental science and policy. E-mail: wenzg@tsinghua.edu.cn

■责任编辑:张帆

*Corresponding author