

“无废城市” 建设进展研究报告

2023 年

Zero-waste Cities Construction Progress
Annual Report (2023)

生态环境部固体废物与化学品管理技术中心 编著

“无废城市” 建设进展研究报告

2023 年

Zero-waste Cities Construction Progress
Annual Report (2023)

生态环境部固体废物与化学品管理技术中心 编著

编委会

主任：李文强

副主任：胡华龙

编委：林军 郭琳琳

主编：滕婧杰 林军

副主编：赵娜娜 郑睿颖 祁诗月

编辑：于然 王雪雪 杨阳 赵子康 王永明

前言

加强固体废物污染防治是生态环境保护和生态文明建设的重要内容，是建设美丽中国的应有之义。党中央、国务院高度重视固体废物污染防治，党的十八大以来，在习近平生态文明思想的科学指引下，我国全面禁止进口“洋垃圾”，深入实施生活垃圾分类，推进塑料污染全链条治理，固体废物污染防治工作迈出坚实步伐，固体废物环境管理领域顶层设计日趋完善、制度体系更加严密、利用处置能力大幅提升，认识高度、改革力度、实践深度等发生了前所未有的深刻变化。但同时，我国固体废物产生强度高、利用不充分，部分城市固体废物非法转移倾倒地处置问题依然十分突出，与人民日益增长的优美生态环境需求还有较大差距。推进“无废城市”建设，有助于引导全社会减少固体废物产生，推动城市加快形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、消费模式，提高城市绿色发展水平，不断改善城市生态环境质量，增强民生福祉。2018年12月，中央深改委审议通过《“无废城市”建设试点工作方案》，由国务院办公厅印发实施。2021年11月，《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》要求稳步推进“无废城市”建设，12月，生态环境部会同17个部门印发《“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》，并筛选确定113个城市和8个地区开展“无废城市”建设，标志着建设工作从试点向全国逐步推开。

2023年，各地区、各部门深入贯彻习近平生态文明思想，积极开展“无废城市”建设实践，取得了一系列成效和经验。为跟踪各地“无废城市”建设主要成效和取得的经验，在生态环境部固体废物与化学品司指导下，在各省（区、市）、各城市及地区生态环境部门的共同参与和支持下，生态环境部固体废物与化学品管理技术中心牵头编制了《“无废城市”建设进展研究报告（2023年）》。报告跟踪梳理了近年来国家战略部署相关要求、各省（区、市）及城市“无废城市”建设进展情况，围绕重点领域选编了部分地方经验做法与探索实践，为有关地方推进“无废城市”建设和实践创新提供借鉴参考。

目 录

一、国家战略部署要求 / 001

- (一) 党中央、国务院重要部署 / 001
- (二) 相关部门工作要求 / 001

二、各省（区、市）“无废城市”建设进展 / 002

三、城市“无废城市”建设进展 / 007

- (一) 强化顶层设计引领，统筹高位推进 / 007
- (二) 多措并举精准施策，减轻工业固体废物处置压力 / 008
- (三) 推行农业绿色生产，促进主要农业固体废物回收利用 / 008
- (四) 深入推进生活垃圾分类，提升资源化利用水平 / 009
- (五) 提高全过程管理水平，推进建筑垃圾综合利用 / 010
- (六) 强化环境风险防控，提升危险废物利用处置能力 / 010
- (七) 完善四大体系建设，全面提升要素保障能力 / 011
- (八) 多主体建设“无废细胞”，以点带面助力“无废城市” / 012
- (九) 多渠道开展宣传活动，共同营造“无废”氛围 / 012

四、“无废城市”建设经验做法与探索实践 / 013

- (一) 省级经验做法与探索实践 / 013
 - 1. 上海市：完善医疗废物收运处置体系经验做法 / 013
 - 2. 江苏省：“无废园区”一体化管理经验做法 / 016
 - 3. 浙江省：“无废城市”数字化改革经验做法 / 018
 - 4. 重庆市：深入推动川渝“无废城市”共建经验做法 / 021

(二) 城市经验做法与探索实践 / 023

1. 鄂尔多斯市：煤基固体废物综合利用探索实践 / 023
2. 深圳市：线路板行业固体废物循环利用经验做法 / 025
3. 衡水市：“气、电、热、肥”农业联产生态循环经验做法 / 028
4. 南阳市：规模以下畜禽粪污循环利用探索实践 / 030
5. 抚州市：点“草”成“金”农作物秸秆产业化利用经验做法 / 033
6. 杭州市：低值可回收物回收利用经验做法 / 035
7. 佛山市：多源固体废物协同利用处置经验做法 / 037
8. 温州市：小微危险废物全闭环管理经验做法 / 040
9. 无锡市、常州市、苏州市：多源有机废弃物协同处理利用经验做法 / 042

(三) “无废细胞”建设 / 045

1. 杭州市：创新开展“无废亚运”行动 / 045
2. 大连市：打造石化行业“无废企业” / 047
3. 济宁市：数字化赋能“无废园区”循环发展 / 049
4. 中国石油化工集团有限公司：率先开展“无废集团”建设试点 / 051

一、国家战略部署要求

（一）党中央、国务院重要部署

以习近平同志为核心的党中央高度重视固体废物环境管理工作，做出了一系列重大决策部署。

2023年7月17日—18日，全国生态环境保护大会在北京召开。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平出席会议并发表重要讲话。会议强调要加强固体废物综合治理，加快“无废城市”建设，全链条治理塑料污染，持续推进新污染物协同治理和环境风险管控；深化全面禁止“洋垃圾”入境工作，严防各种形式的固体废物走私和变相进口；统筹推动乡村生态振兴、农村人居环境整治，有力防治农业面源污染，建设美丽乡村。

2023年12月27日，中共中央、国务院印发《关于全面推进美丽中国建设的意见》，提出加强固体废物和新污染物治理。加快“无废城市”建设，持续推进新污染物治理行动，推动实现城乡“无废”、环境健康。加强固体废物综合治理，限制商品过度包装，全链条治理塑料污染。深化全面禁止“洋垃圾”入境工作，严防各种形式的固体废物走私和变相进口。强化危险废物监管和利用处置能力，以长江经济带、黄河流域等为重点加强尾矿库污染治理。制定有毒有害化学物质环境风险管理法规。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。

2023年10月5日，国务院印发《国务院关于推动内蒙古高质量发展奋力书写中国式现代化新篇章的意见》（国发〔2023〕16号），提出要“深入开展环境污染防治。坚决打赢蓝天碧水净土保卫战，推进重点地区清洁取暖改造。加强呼包鄂、乌海及周边地区大气污染联防联控和历史遗留废弃矿山治理。……推进‘无废城市’建设。推动农牧业面源污染治理。支持内蒙古深化排污权交易试点。加强噪声污染防治”。

（二）相关部门工作要求

2023年2月16日—17日，生态环境部在北京召开2023年全国生态环境保护工作会议。生态环境部党组书记孙金龙出席会议并讲话，生态环境部部长黄润秋出席会议并作工作报告。会议确定，2023年要抓好以下重点任务：“深入打好污染防治攻坚战。……加强固体废物和新污染物治理，深入推进‘无废城市’高质量建设，深入推进强化危险废物监管和利用处置能力改革，启动新污染物治理试点工程，深入开展重点行业重金属污染防治。”

2023年7月24日，生态环境部在杭州召开2023年“无废城市”建设工作推进会，生态环境部部长黄润秋出席会议并讲话，指出要深入学习贯彻全国生态环境保护大会精神，进一步

激发做好“无废城市”建设工作的强大动力，狠抓落实，推动高质量建设。

2023年6月26日，中央财办等部门印发《关于有力有序有效推广浙江“千万工程”经验的指导意见》的通知（中财办发〔2023〕6号），提出“推动农业农村绿色低碳发展。‘千万工程’首先是一项‘生态工程’，既保护了‘绿水青山’，又带来了‘金山银山’，让乡村成为绿色生态富民家园。……推进‘无废乡村’建设，加强农业废弃物资源化利用，依法建立畜禽粪污收运利用系统，依法禁止秸秆露天焚烧。创新培育‘美丽乡村+’农业、文化、教育、旅游、康养、文创等乡村新业态，全面打通‘两山理论’转化通道”。

2023年7月25日，国家发展改革委等部门印发《环境基础设施建设水平提升行动（2023—2025年）》（发改环资〔2023〕1046号），提出开展固体废物处理处置利用设施建设水平提升行动。积极推动固体废物处置及综合利用设施建设，全面提升设施处置及综合利用能力。优化布局建设建筑垃圾中转调配、消纳处置和资源化利用设施，积极推进垃圾分类及资源化利用，加快形成与城市发展需求相匹配的建筑垃圾处理设施体系。统筹规划建设再生资源加工利用基地，加强再生资源回收、分拣、处置设施建设，加快构建区域性再生资源回收利用体系，提高可回收物再生利用和资源化水平。支持开展“无废城市”建设的地区率先探索，形成可复制、可推广的实施模式。

2023年3月17日，生态环境部办公厅印发《2023年度“无废城市”建设工作推进计划》，重点围绕加快探索创新、加强指导帮扶、提升保障能力、做好宣传引导等四大方面提出39项任务，全面部署2023年重点工作。

2023年12月26日，生态环境部办公厅印发《关于开展2023年“无废城市”建设年度总结工作的通知》，后附“无废城市”建设工作自评指标，要求各省（区、市）生态环境部门组织相关城市和地区，从总体情况、主要做法和成效、存在的主要问题及工作建议等方面做好2023年“无废城市”建设年度总结工作。

二、各省（区、市）“无废城市”建设进展

天津、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、海南、重庆等10个省（市）推进省级全域“无废城市”建设。河北、辽宁、吉林、河南、湖北、湖南、广东、贵州、西藏、甘肃等10个省（区）制定全省“无废城市”建设梯次推进工作方案。各省（区、市）积极作为，建立有效工作机制，加大技术帮扶力度。20个省（区、市）建立技术帮扶机制，组织各领域专家建立省级“无废城市”建设专家库或技术帮扶组，加大帮扶力度，充分发挥各专业领域专家的技术指导作用。北京、河北、辽宁、吉林、浙江、福建、江西、重庆等15个省（市）将“无废城市”建设作为污染防治攻坚战、高质量发展绩效考核的重要指标。吉林、江苏、浙江、福建、广东等地因地制宜制定本省“无废城市”建设成效评估细则或评估办法。

天津市印发 20 种场景“无废细胞”评价指标体系，成立各类场景“无废细胞”志愿服务工作组，加大实地调研和技术帮扶力度，2023 年全市共建设完成 743 个“无废细胞”。加强执法力度，与北京市、河北省联合开展打击建筑垃圾偷运乱倒行为“零点行动”，对 3 地 41 处临界卡口开展为期百日的常态化联合巡查执法；开展危险废物环境安全系列专项行动，全年共检查企业 2 700 余次，发现问题 5 000 余个，所有问题全部完成整改。优化监管模式，创新采用“区域互评”模式，由市级危险废物评估专家带领各区骨干成立联合评估小组，共同开展危险废物规范化评估工作。成功获批国内唯一 GEF 项目试点申请，引进国际先进技术和管理经验，探索符合天津实际的“无废城市”路径。创建“无废天津”公众号，高质量宣传国家及天津“无废城市”建设政策方针和工作成效。

河北省在全国率先开展重金属排污权交易，首批交易的 9 个除尘灰处理项目，合计处理能力达 490 万吨/年，有效地解决了钢铁企业除尘灰等固体废物处置难题。连续 4 年将生活垃圾焚烧处理设施建设列为民生工程，全省生活垃圾焚烧能力达到 7.93 万吨/日，126 座生活垃圾填埋场全部关停。牵头联合北京市、天津市制定《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。以唐山市为试点，开展钢铁行业“固体废物全量化利用”模式探索创新，持续推进固体废物源头减量、规范化贮存、资源化利用、协同化处置、产品化销售、智慧化管理。

辽宁省 22 个部门联合印发实施《辽宁省“十四五”时期“无废城市”建设推进方案》。印发《辽宁省“无废城市细胞”建设评估指南（试行）》及第一批评估细则，指导各地推进“无废细胞”建设。定期对各市工作进展进行调度，印发 12 期工作简报。实施辽宁省 2023—2024 年重点区域“清废行动”，应用卫星遥感全面解译排查重点区域各类固体废物堆放、倾倒和填埋情况，总排查面积达 66 542 平方千米，约占全省地域面积的 44.7%，发现疑似点位 952 个。针对粉煤灰、炉渣、钢渣等利用处置压力较大的工业固体废物组织制定《一般工业固体废物用于矿山采坑回填和生态恢复治理技术规范》系列地方标准，为大宗工业固体废物综合利用拓宽渠道。

吉林省建立省、市、县、乡、村“五级”包保联动机制，开展卫星遥感监测推进秸秆离田，完成秸秆离田 5 880 万亩，离田率达 87.04%。将医疗废物处置单位专项整治纳入省政府民生实事，与省级生态环保督察、危险废物规范化环境管理评估、执法“双打”等重点工作相结合，对全省 14 家医疗废物处置单位开展全覆盖检查，发现问题 108 个并全部完成整改。印发《城镇污水处理厂污泥处理处置技术标准》，明确污泥处置技术路径。协调 12 家金融机构编制《金融支持手册》，打造“吉林金融超市”，探索通过政府帮扶与市场作用的有效互补和有机联动，打通固体废物项目“融资难”“融资贵”等难点、堵点。

上海市在全国率先开展“无废城市”地方立法，制定《上海市无废城市建设条例》，聚焦预防和源头减量、回收和循环利用等关键环节，搭建“无废城市”建设的“四梁八柱”。

与江苏省签订医疗废物跨省协同处置联合监管的合作框架协议，打通上海市崇明区与江苏省南通市启东区、海门区医疗废物跨省处置通道；在全市16个区全部建成投运小型医疗机构医疗废物定时定点收集转运体系，解决了小型医疗机构医疗废物“最后一公里”难题。推动新能源汽车企业加快建立动力电池回收服务网点，建成暂存性电池回收服务网点476个，第三方集中型存储网点8个，基本形成了覆盖全市的电池回收网络。

江苏省在资金奖励、“无废园区”“无废运河”等方面做出创新尝试，制定《江苏省“无废城市”建设综合评估细则（试行）》，对各设区市“无废城市”建设工作进行综合评价；出台《江苏省“无废城市”建设奖励办法（试行）》，对“无废城市”建设成效显著地区予以奖励；将“无废城市”建设项目纳入切块资金支持范围，截至2023年，各地申报相关建设项目20个，总投资18.5亿元；出台《江苏省“无废园区”（化工园区）建设工作方案（试行）》，并将“无废园区”建设写入《江苏省化工园区管理办法》，28家化工园区全面启动“无废园区”建设，共计实施284个项目，总投资额达208亿元；印发《江苏省“无废运河”建设工作指导方案（2024—2025年）》，指导地方全面开展“无废运河”建设工作。

浙江省率先开展全域“无废城市”建设，为全国“无废城市”建设提供了浙江经验。浙江省持续规范建设、申报、评估、星级评定等工作，评估结果与财政奖补资金挂钩。按季度测算发布“无废指数”，综合评价设区市“无废城市”建设水平和成效。研究制定《危险废物利用处置设施建设技术规范 通则》，开展经营单位“分级评价”，推动行业“提档升级”。持续开展危险废物“趋零填埋”三年攻坚行动，2023年杭州市、嘉兴市、衢州市已率先实现5%以下填埋率。持续开展“无废城市”建设数字化改革工作，迭代升级“无废城市在线”数字化综合应用，基本形成“纵向贯通、横向协同、覆盖全域”的数字治废体系。落实省级专项资金6.97亿元，支持“无废城市”建设、污染物减排等工作。开展“昆仑2023”4号行动和“剑锋-2号”行动，重点打击危险废物、工业固体废物、建筑垃圾非法倾倒等犯罪行为，侦破污染环境刑事案件143起，破获“省标”经营案件33起、部督案件19起。指导杭州市创新打造首个“无废亚运”盛会，将“无废”理念融入赛事筹办全过程、各领域，形成具有浙江辨识度和世界影响力的“无废亚运”标志性成果；落实并完善22类“无废城市细胞”建设评估管理规程、指南和评估细则，开展线上申报、评估、监督和展示，引导全社会践行“无废”理念；遴选并公布17个2022年度全域“无废城市”建设最佳实践案例和123个百优“无废城市细胞”。

安徽省18个部门联合印发《安徽省“无废城市”建设行动方案》。在磷石膏治理方面，组织召开磷石膏综合利用企业座谈会，将2个项目列入2023年绿色制造导向计划，对磷石膏产废企业涉及长江经济带警示片问题开展“回头看”，督促产废企业减少磷石膏堆存、加强磷石膏处置利用。开展粮食节约和反食品浪费、商品过度包装治理、塑料污染治理等领域专项工作，推动形成绿色生活方式。将“无废城市”建设工作纳入省级生态环境保护专项资

资金支持范围，下拨 270 万元助力各市“无废城市”建设。

福建省人大常委会修订《福建省固体废物污染环境防治条例》，将“无废城市”建设上升为法规要求，要求各级政府推动全域“无废城市”建设。制定《福建省“十四五”时期全域“无废城市”建设指标体系及评估细则》，作为实施全域建设的“行动纲领”，设置 53 个建设指标构成福建省指标体系。2023 年年底，福建省生态环境厅会同 18 个相关省直部门（单位）对全省各地年度工作完成情况进行全面总结和量化评估，评估结果纳入污染防治攻坚战和设区市党政领导生态环境保护目标责任书“双考核”。

江西省研究制定《江西省“无废城市”建设工作方案》，设定好全域“无废城市”建设的时间表、路线图和主战场。加快固体废物源头减量、资源化利用技术推广应用，印发《固体废物环境管理指南 锂盐生产（试行）》，规范锂渣等固体废物利用处置，有效防范生态环境风险；发布《废旧轮胎橡胶沥青路面施工技术规范》《工业固废胶结大粒径碎石路面基层技术规范》2 项地方标准，采用废旧轮胎以及高炉矿渣粉、粉煤灰（100%）等固体废物用于路面施工。

山东省印发《山东省“无废城市”建设评估方案》，推进各项重点工作落地落实，全省已初步构建党委政府负责、部门齐抓共管的“无废城市”建设工作格局和推进体系。组织开展全域“无废城市”建设专题调研，深入了解各市建设成效和突出问题。组织开展全省危险废物拉网式、起底式排查整治“百日攻坚”行动，发现并消除隐患问题 12 503 个。开展宣传引导，在山东广播电视台开辟《无废城市 绿色齐鲁》专栏，形成全社会共抓共促局面。启动“无废城市”信息平台项目建设，被列为“数字山东”建设重点任务。

河南省印发《河南省“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》，全省梯次推进“无废城市”建设。省环委会办公室印发《河南省“无废城市”建设工作联席会议成员单位职责分工》，全面厘清 26 个成员单位工作职责。河南省在再生资源回收利用方面做出创新尝试，建立再生资源回收行业重点企业联系制度，共有重点联系企业 144 家，龙头企业 23 家，发挥示范带动作用；支持再生资源利用企业集聚发展，新增培育国家级再生资源综合利用规范条件企业 19 家；培育循环再生工业园 9 家，建设重点项目 47 个，总投资约 485 亿元；推动建设再生金属回收利用基地。

湖北省生态环境厅等 17 个部门联合印发实施《湖北省“无废城市”建设三年行动方案》，省环委会办公室组织开展省级“无废城市”建设申报，并发布第一批省级名单。在磷石膏治理方面，在全国首次颁布《湖北省磷石膏污染防治条例》，构建了磷石膏全链条治理、综合性防治制度框架，明确了磷矿开采、磷化工、磷石膏贮存处置各环节监管重点；制定印发《关于加强磷石膏库建设管理工作的实施方案》，严格执行磷石膏库用地选址与审批；每年统筹安排 1 亿元专项资金支持磷石膏综合治理和磷化工高质量发展；落实磷石膏资源综合利用即征即退优惠政策，2023 年共退还增值税额 125.87 万元，鼓励磷石膏综合利用产业发展。

湖南省建立省级固体废物与化学品环境管理厅际协调机制，统筹部署全省固体废物管理和“无废城市”建设工作。探索省域特色“无废集团”示范典型，将产废量大、种类多的大型国有企业湖南钢铁集团、湖南有色集团等纳入试点，通过打通集团内部固体废物物质流，增强固体废物深度“三化”水平，提升危险废物转移、利用效率，健全固体废物环境管理体系。

广东省发挥政协协商议政职能，省政协将“无废城市”建设纳入协商议题；全面开展省级“无废城市”建设试点成效评估，省无废办印发《广东省“无废城市”建设试点成效评估工作方案》。推动粤港澳固体废物跨区域协同处置，多次组织召开粤港合作处理生活垃圾工作座谈会，推动解决香港生活垃圾臭气扰民和跨区域协同处理问题，与澳门特别行政区环境保护局交流固体废物跨区域资源化利用，逐步完善“无废湾区”建设工作机制。实施《广东省建筑垃圾管理条例》，上线试运行全省建筑垃圾跨区域平衡处置协作监管平台；推进塑料污染全链条治理，组织开展江河湖海清漂专项行动，农贸市场、旅游住宿业塑料污染治理专项行动；持续培育无废文化，省生态环境厅在“广东生态环境”微信公众号开辟《无废之窗》专栏，向全社会征集广东全域“无废城市”及“无废湾区”主题 logo 及 IP 形象，阅读量超 5 000 万次。

海南省在塑料污染治理方面做出创新尝试，大力发展全生物降解塑料产业，8 家生物降解新材料基材和制品生产企业顺利投产运行；可降解塑料制品替代率达 80.2%，重点行业场所抽评达标率达 88.9%；全省建成绿色分拨中心 5 个，绿色网点 60 个，主要品牌企业快递绿色包装应用覆盖率超 99%；出台《海南省推进落实绿色生态会展的指导意见》，将绿色办会办展纳入项目评估指标；《海南省海上环卫作业标准》启动实施，全省海上环卫工作实现全覆盖。

重庆市高度重视“无废城市”建设，市人大将“无废城市”建设纳入主题教育专题调研课题和年度工作要点，市第六次党代会将深化“无废城市”建设纳入工作重点，全域“无废城市”建设全国领先列入市委六届二次全会重点任务。重庆市各区（县）已全部启动“无废城市”建设，印发实施方案，明确 3 476 项任务清单、659 个项目工程。特色成果更加丰富，公开征集 80 余项典型经验做法，发布 17 项典型案例经验和 10 个精品“无废城市细胞”。截至目前，一般固体废物综合利用率达 80%，远超全国 57% 的平均水平，中心城区保持原生生活垃圾“零填埋”，餐厨垃圾资源化水平保持全国前列，污泥无害化处置率达 98.3%，提前 3 年达到国家 95% 的目标要求。成渝地区双城经济圈共建“无废城市”，25 个部门联合出台全国首个跨省域“无废城市细胞”建设管理规程、评估指南和评估细则，涉及“无废工厂”“无废小区”等 15 大类、18 小类。

贵州省生态环境厅联合 21 个部门印发《贵州省“十四五”时期“无废城市”建设推进方案》，形成贵阳市、安顺市率先突破，其他城市梯次推进的“无废城市”集群。集中力量解决磷石膏突出问题，积极培育综合利用骨干企业，形成建材利用、充填、生态修复、制酸联产水泥

四大主要消纳途径，安排 1.3 亿元资金支持磷石膏综合利用项目建设，2023 年全省磷石膏综合利用量超 1 100 万吨，综合利用率达 91.83%，基本实现产消平衡。持续开展废铅蓄电池集中收集和跨区域转运制度试点，建立“主导单位—集中贮存点—收集网点”三级“金字塔”式收集转运体系和在线交易平台。因地制宜发展现代山地特色绿色循环农业，集成推广“稻鱼鸭”等种养结合循环农业模式，构建畜牧业循环经济，推进畜禽粪污资源化利用。

甘肃省 25 个省直相关部门联合印发《甘肃省“无废城市”建设工作方案》，提出六大建设任务和 4 项保障措施。持续动态更新调整建设项目库，甘肃省兰州市、天水市、金昌市和兰州新区 4 个市（区）围绕“无废城市”共安排工程项目 194 余个，涉及资金约 434.27 亿元。推进信息化建设，不断优化和完善固体废物监管系统功能。

西藏自治区印发《西藏自治区“无废城市”建设全域梯次推进工作方案（2024—2030 年）》，形成拉萨市、日喀则市、山南市率先建成自治区 4A 级或以上“无废城市”，其他城市梯次推进的建设目标。推动完善废弃物循环利用体系，推进“无废高原”建设模式。2023 年，安排各类资金 3.48 余亿元支持“无废城市”建设相关工作。规范农牧区生活垃圾收运处置工作，健全农牧区生活垃圾收运处置体系，推进城乡基础设施共建共治共享，行政村生活垃圾收运处置体系覆盖率达 93.5%。开展过度包装治理专项检查及一次性塑料制品销售企业摸底调查，落实一次性塑料使用报告制，75.9% 的代表企业完成系统注册数据填报和一次性塑料制品使用、回收报告工作。

三、城市“无废城市”建设进展

（一）强化顶层设计引领，统筹高位推进

各地建立健全工作机制，推动“无废城市”纳入重要考核，构建“无废城市”综合评价体系，强化顶层引领，保障“无废城市”建设稳步推进。在建立健全工作机制方面，长春市牵头会同沈阳市、哈尔滨市、大连市签署东北四市“无废城市”共建战略合作协议。深圳市将“无废城市”建设纳入生态环境保护委员会重要议事协调范围，推动建立更高规格协调机制。唐山市将“无废城市”建设纳入 2023 年度重点推进的 60 件大事要事之一，市委、市政府督查室每月进行督办。在推动纳入重要考核方面，兰州市将“无废城市”建设纳入市委强省会“两先”竞赛黄河流域生态保护亮牌考核，按季度进行亮牌考核，并与干部选拔任用、职级晋升挂钩。天津市河东区将“无废城市”建设纳入区内各单位、各街道政绩考核。佛山市把“无废城市”建设纳入市绩效考核体系以及生态环境保护“党政同责、一岗双责”责任制考核。普洱市将“无废城市”建设纳入“普洱市县（区）高质量发展综合绩效评价”和“生态环境保护工作考评”。在构建评价体系方面，雄安新区印发《雄安新区“无废城市”

建设成效评估工作方案》，形成“单位自查自评—部门专项评估—考核组综合评估”考核模式。许昌市制定《许昌市“无废城市”建设工作成效考评办法》，组织考评组对各成员单位年度工作进行绩效目标考评。宁波市在全国率先印发《宁波市“无废指数”工作方案（试行）》，按季度测算各区（县、市）“无废指数”结果并公布排名。上海市奉贤区印发《奉贤区“无废指数”评估指标体系（试行）》，完成辖区内2022年度各园区和街镇的“无废指数”测算。

（二）多措并举精准施策，减轻工业固体废物处置压力

建立长效工作机制，提高规范化管理水平。中山市出台广东省地级市首部《中山市工业固体废物污染环境防治条例》，强化工业固体废物管理法治保障。合肥市印发《合肥市一般工业固废收集转运利用处置工作方案》，规范一般工业固体废物环境管理与依法利用处置。昆明市出台行动方案并提出二十条措施，推动磷石膏综合利用率大幅提升；发布实施3项改性磷石膏综合利用矿山生态修复系列地方标准，填补磷石膏资源化利用环境管理标准空白。神木市编制《神木市大宗工业固体废物综合利用管理办法（试行）》，助力综合利用产业发展。唐山市印发《唐山市钢铁行业“固废不出厂”实施方案》《唐山市打造资源循环利用产业链的实施方案》，明确推进固体废物源头减量化、提升固体废物利用处置能力、强化固体废物环境管理能力3个方面重点任务，对钢铁行业固体废物综合利用工作提出明确要求。

完善产业发展链条，推进固体废物规模利用。赣州市将园区不同企业进行共生组合，使产业链上游产生的钨废碎料、磁性边磨料、粉煤灰等成为下游原料，大宗工业固体废物综合利用率显著提升。黄石市以铜产业循环、稀贵金属回收利用、冶金废物综合利用为重点，形成“厂内+厂外”双循环、钢铁行业“自产自消”、铬盐生产行业“干法解毒”等循环经济模式。包头市累计回填工业固体废物1100万吨，修复废弃沙坑、矿坑面积达20平方千米，实现工业固体废物大规模消纳；引导公路工程项目利用固体废物材料作为路基填料或用于面层铺筑，2023年累计使用钢渣78万吨。鄂尔多斯市将煤矸石作为露天煤矿复垦充填材料，形成一套“矿山固体废物处置+矿区生态修复+现代农牧业协同发展”绿色无废模式，2023年矿坑回填工业固体废物8672万吨。铜陵市完成铜尾砂作道路材料工程验证应用，施工面积达7000平方米。

（三）推行农业绿色生产，促进主要农业固体废物回收利用

推动生态循环农业绿色发展。湖州市完善“主体小循环、园区中循环、县域大循环”的多层级生态循环体系，总结推广“稻鱼共生”“稻虾轮作”、池塘循环水“跑道”养鱼等一批生态循环模式和新型农作制度。赣州市赣南信丰县脐橙产业通过“五化一区”绿色协同发展模式（生产管理绿色化、果园废物资源化、农药投入减量化、包装回收规范化、建园标准生态化、建设生态示范区），推进全域“无废果园”建设，果园有机肥施用比例达95%以上。

促进农业固体废物回收利用。衡水市安平县打造“气、电、热、肥”联产生态循环模式，促进畜禽粪污、秸秆、果树枝等农业固体废物资源化利用。抚州市乐安县探索点“草”成“金”秸秆产业化利用新路径，秸秆综合利用率达95%，带动周边8000余人就业。唐山市实施“秸秆利用企业+秸秆收储企业+秸秆合作社+农民秸秆经纪人”模式，年秸秆收储运能力达360万吨以上。自贡市出台《自贡市畜禽养殖污染防治条例》，深入推进畜禽养殖污染治理，全市规模养殖场畜禽粪污综合利用率达92.34%。南阳市内乡县制定《规模以下养殖场（户）粪污全量收集设施建设规范》，统一购置GPS粪污运输车辆，每月制订转运计划，并规范养殖户和收储中心台账管理，全县小散养殖户实现粪污收集全覆盖。西安市建立农膜回收网点30个，新型地膜试验示范点10个，全市农膜回收率达85.9%。济南市建立废旧农膜“村级临时回收点、镇级固定回收站、县级回收中心”回收体系，明确农膜回收专员4776人，农膜回收率超90%。马鞍山市建立农药包装废弃物数字化回收处理体系，实现回收网点标准化、整体流程数字化、闭环管理集成化。

（四）深入推进生活垃圾分类，提升资源化利用水平

提高生活垃圾减量化、资源化、无害化水平。在垃圾分类方面，天津市中新生态城建立垃圾分类云平台，安装智能物联感应设备，实现居民、商户垃圾投放类别、数量、分类质量溯源管理，依此在小区形成信息公开机制，建立“红黑榜”，激励各方监督。湖州市探索生活垃圾“计重收费”模式，居民用户及非居民单位分类施策，印发配套政策及工作方案，选取小区试点实施垃圾分类收费制度。在生活垃圾收运方面，淮安市创新小微型餐厨单位收运方式，增加小型收运电动车、公交式点收、错时补收、应急抢收等手段，有效实现对后街背巷等小微型单位的餐厨垃圾收运。重庆市北碚区建设有害垃圾“闭环管理链”，设立“周三有害垃圾集中投放日”，建设规范场地并免费开放。铜陵市完善农村生活垃圾收集、转运和处置体系，实施“月通报、季考核、年评比”检查制度，将政府服务便民热线平台反映的垃圾分类问题作为工作绩效考核重要依据。淄博市实施“网格化”管理，配置便携式垃圾分类桶和上门收运车，通过“模块化、公交式”收集模式，提升农村生活垃圾收运效率。在城镇污水污泥处理方面，咸阳市建立城镇污水污泥“源头深度脱水+建材化利用+窑炉掺烧处置+近零填埋”利用模式，污泥含水率降至30%，干化后污泥进行资源化利用或掺烧（焚烧）处置，实现近零填埋。

推进再生资源循环利用，强化塑料污染治理。在再生资源回收利用方面，兰州市推动建设“城市矿产”示范基地，完善再生资源回收、拆解、综合利用体系，建设再生资源循环经济加工产业园，构建废纸、废塑料、报废汽车等环保产业链。泰州市开展“两网融合”试点，出台废品回收网络体系考核、低值可回收物回收网络运营等办法，建立全链条回收利用体系，实现可回收物收运网点全覆盖，建成以再生市场为龙头的生态服务体系。嘉兴市发布《嘉兴

市本级再生资源回收体系建设三年行动方案（2023—2025年）》，大力新建改建示范网点及分拣中心，建设集生活垃圾、废旧商品、园林垃圾等收运于一体的“多网融合”综合体。在塑料污染治理方面，湖州市探索替代产品多元推广路径，成功召开国际“以竹代塑”创新大会并建设全国“以竹代塑”应用推广基地。台州市构建“蓝色循环”海洋塑料废弃物治理模式，荣获2023年联合国“地球卫士奖”。北京市密云区建设塑料污染治理规范化示范区，明确30项重点任务推进全链条治理，守护密云水库和绿水青山。宜昌市着力实施水域清漂治塑，开发应用“净小宜”系统，全面清理塑料垃圾，实现三峡坝前待闸船舶生活垃圾接转处置率99%以上。

（五）提高全过程管理水平，推进建筑垃圾综合利用

徐州市实施《徐州市建筑垃圾管理条例》，福州市、济宁市、兰州新区、神木市制定、修订建筑垃圾管理办法，东营市、聊城市、郑州市印发建筑垃圾全过程管理工作方案或实施意见。合肥市编制建筑垃圾消纳场所专项规划，推动全域建筑垃圾处理设施选址布局。东营市加强建筑垃圾运输车辆密闭管理，全市建筑垃圾运输车辆1050余辆，均加装密闭设施，安装GPS定位系统。广州市建设建筑废弃物运输监管平台，建立视频卡口抓拍执法模式，实现非现场、非接触式过程执法监管。东莞市结合各类审批数据，实现对泥头车工地源头、运输途中、终端消纳3个维度全流程智能化管控。衡水市采取“线上监管、线下执法”方式，逐步建立建筑垃圾全链条闭合式管理机制。长春市采取“设卡+定岗+巡查”“三位一体”执法方式和“定点、定线、定时、定车、定责”“五定”运输管理办法，加强对建筑垃圾全过程管理、全流程管控。襄阳市探索实施建筑垃圾资源化利用产品强制使用制度，明确产品质量要求、使用范围和比例，定期发布建筑垃圾再生产品指导价，将建筑垃圾再生产品推广应用情况作为工程竣工验收备案资料之一。洛阳市明确政府投资项目建筑垃圾资源化利用再生产品应用比例低于30%的项目，不予办理施工许可。

（六）强化环境风险防控，提升危险废物利用处置能力

加强危险废物规范化管理。三亚市印发《三亚市危险废物管理办法（试行）》，加强危险废物监督管理。郑州市编制重点实验室废物管理指引，建立产废机构与危险废物收集单位或处置企业的长期合作、定向处置机制，2023年，全市重点实验室危险废物收集覆盖率达100%。上海市崇明区与南通市签订医疗废物跨省协同处置联合监管框架协议，打通启隆镇、海永镇2块飞地医疗废物跨省协调处置通道，破解医疗废物跨省处置难题。重庆市九龙坡区在19家重点监管单位安装48套智能监控和称量设备，自主研发危险废物管理微信小程序，实现对重点产废单位全过程监管监控，同时上线“危险废物监管”和“无废城市”专题板块，实现“报警—线索—立案—处罚—整改”闭环管理模式。中山市将1.4万家危险废物产生企

业纳入固体废物在线监控管理平台，利用视频监控、蓝牙电子秤、蓝牙打印机、卫星定位设备等实现全过程监管。金华市构建“全链条收运处置—全产量交易撮合—全过程闭环监管”危险废物智管工作体系。济南市、青岛市、淄博市、东营市、济宁市、泰安市、威海市、聊城市、滨州市组织实施危险废物拉网起底“百日攻坚”行动，全面排查整治危险废物产生、贮存、转移、利用、处置各环节环境隐患。

创新收运处置体系，拓宽特定类别危险废物利用处置模式。惠州市创新小微企业危险废物智能化收运体系，建立小微企业危险废物“集中收集网络平台—经营许可收集—中转站贮存转运—专业公司处置利用”模式，实现小微企业危险废物全过程信息化管理可追溯、可查询。长春市建设小微汽修行业危险废物处置试点，积极组织当地企业成功申报，目前已与50家汽修企业签订合同，集中解决小汽修企业危险废物收集、贮运及处置难题。重庆市南岸区废脱硝催化剂定向资源化利用项目获批并投运，项目实施可减少危险废物产生量约2100吨/年，节约处置费用约400万元/年。哈尔滨市拓展“点对点”由“一对一”向“一对多”发展，建设全省首家定向利用豁免管理试点，实现7000余吨铝灰100%利用。宁波市印发《宁波市生活垃圾焚烧飞灰资源化利用全生命周期构建工作方案》，推进飞灰处置方式转变，持续推动飞灰、二次铝灰等补短板的危险废物资源化利用项目建设。衢州市构建废盐资源化利用产业链，打造废盐制离子膜烧碱、水洗+水泥窑协同处置、焚烧+副产酸提取+余热利用、一物一单元可回取填埋等四大模式。

（七）完善四大体系建设，全面提升要素保障能力

各地积极建立健全于法有据、依规治理的制度体系，统一开放、竞争有序的市场体系，国际先进、可靠适宜的技术体系，全程覆盖、精细高效的监管体系，保障“无废城市”建设稳步推进。在制度体系方面，许昌市、雄安新区等地形成“1+N”方案体系，全域推进“无废城市”建设，基本形成导向强、落点准、成效好的“一张网”工作格局。在市场体系方面，温州市印发《温州市全域“无废细胞”建设工作奖励办法》《温州市市级“无废细胞”创建奖励专项资金管理办法》，并将“无废细胞”建设奖励纳入产业政策奖补资金兑现管理办法，全市已奖励经费4383万元。苏州市指导金融机构发放“无废城市”项目贷款1.81亿元；落实绿色环保税收优惠政策，保障143户有机废弃物利用企业增值税即征即退1.7亿元。三门峡市对“无废城市”建设涉及的税收优惠政策进行梳理更新，形成2023年“无废城市”建设税收优惠政策汇编，指导基层单位精准识别、精细服务。在技术体系方面，无锡市建设“无废产业联盟基地”，2023年年初发布“无废城市”产业联盟成员招募令，已有20余家具有先进技术的企业响应。鄂尔多斯市牵头制定《压裂返排液集中处理技术规范》《油气田水基钻井岩屑微生物集中处理技术规范》两项地方标准，规范天然气开采行业固体废物管理。神木市发布地方标准《公路路面煤矸石基层施工技术规范》，实施煤基固体废物处置协同生

态修复示范项目。在监管体系方面，绍兴市迭代优化“无废城市”信息化平台，完成省级“无废城市在线”特色场景开发，部分功能实现全省共享。青岛市建设“无废城市”智慧监管平台，横向集成各类固体废物管理流程，纵向打通国家—省—市相关业务系统数据。天津市河西区开发“区块链+无废河西”小程序，整合全区各类固体废物全过程数据，建立“无废河西”基础数据库。

（八）多主体建设“无废细胞”，以点带面助力“无废城市”

“无废细胞”建设是推动形成绿色生产方式和生活方式的重要途径。在工业领域，广州市印发《广州市“无废园区”建设实施方案（试行）》，推动省级工业园区开展“无废园区”建设。大庆市以大庆油田为主体建设“无废绿色油田”，2023年，油田一般工业固体废物综合利用率达95%，废弃泥浆处理合格后全部用于油田铺路、垫井场。中石化等通过开展“无废集团”建设，危险废物产生强度同比降低28%，直接经济效益超1.6亿元。在生活领域，舟山市建设“无废海岛”，统筹开展“海上环卫”、船舶污染物治理、“美丽海湾”建设工作，全面治理海漂垃圾、岛际生活垃圾、养殖渔业、海岛危险废物等污染物。重庆市渝中区打造“无废医院”，通过二维码、医疗废物信息监管平台，实现医疗废物全过程闭环监管，医疗废物安全转移处置率达100%，回收医疗废物7.6吨，处置费年均减少50万元。雄安新区将“无废城市”教育理念读本作为教材纳入教学范围，教材共分为幼儿园、小学低年级、小学高年级、初中、高中五册，贯穿15年基础教育。杭州市以滨江区为示范样板，召开全市“无废学校”建设现场推进会，创新发布“无废课程”。嘉兴市串联景区、工厂、公园、乡村等多类型“无废细胞”点位，高品质打造全省首条“精品无废路线”，打造长三角一体化示范区生态共富新样板。许昌市制定2023年“无废乡村”建设活动方案，以“一线三轴”（旅游线、产业发展轴、农村休闲体验轴、生态农业参观轴）为整体规划，建成一批江南特色“无废乡村”示范村线路。

（九）多渠道开展宣传活动，共同营造“无废”氛围

各地创新宣传手段，将“无废理念”融入管理部门学习培训、公共场所、公共活动。天津市南开区将节能降碳、“无废城市”等科普教育课程列入区委党校培训班和全区经济工作专题培训班。天津市河北区开展所有街道和部门处级以上领导干部“无废城市”建设大培训。雄安新区设置“无废雄安”宣传月，定期召开总结表彰会，对宣传月期间先进单位、个人进行表彰。天津市滨海新区建立“无废城市”科普体验馆，打造主题橱窗区、无废理念区、顶层设计区、固体废物科普区、垃圾分类科普区、互动体验区、未来寄语区以及大数据展示区。重庆市北碚区在区自然博物馆打造“无废城市”宣传主题厅，全方位介绍“无废城市”建设理念。衡水市举办“无废马拉松”，办赛期间固体废物能减尽减、办会物资可用尽用，

把“无废理念”融入赛事筹备和赛事服务全过程。广州市召开“2023 广州‘无废城市’暨垃圾分类高质量发展论坛”，在 2023 年第六届广州科普嘉年华布设“无废城市”建设主题宣传展。江门市、山南市、大连市、兰州市等地编制或公开征集“无废城市”宣传口号、标语、形象标识和倡议书，线上、线下、阵地建设 3 个渠道协同发力宣传。惠州市在《中国环境报》《南方日报》等刊发 30 余篇相关报道。

四、“无废城市”建设经验做法与探索实践

（一）省级经验做法与探索实践

1. 上海市：完善医疗废物收运处置体系经验做法

（1）基本情况

医疗废物妥善处理、处置事关人民群众身体健康和环境安全。上海市医疗资源丰富，医疗机构数量众多，常规医疗废物产生量居全国大中城市首位，如何统筹平衡医疗废物安全收运处置效率、企业经营经济成本以及助推上海市全域“无废城市”建设是完善本市医疗废物收运体系发展面临的重要挑战。

相较于大中型医疗机构，床位总数在 19 张以下（含 19 张）的小型医疗机构数量多、产生量小，大中型医疗机构与小型医疗机构的数量比为 1:3，但其产生的医疗废物比例为 6:1，如何确保对小型医疗机构至少每 48 小时清运一次是上海市乃至全国难题。

上海市畅通小型医疗机构医疗废物收运处置“最后一公里”，持续完善小型医疗机构医疗废物定时、定点收集转运体系，推动各区基本实现小型医疗机构医疗废物 48 小时内安全收运处置，有效解决小型医疗机构数量多、分布广、废物量少、商业区不便利等收集难问题。

（2）主要做法

一是加速建成现代化的处置能力。加快补齐医疗废物收运处理短板，出台《上海市医疗废物处置设施发展规划》（2017—2040 年），先后在崇明岛、老港基地建成投运医疗废物处置设施，目前全市医疗废物处置能力达到 404 吨/天，总体上可满足中长期常规医疗废物处置需求（图 1）。同时，上海市在生活垃圾焚烧设施建设时，统筹考虑了医疗废物与生活垃圾进料分离的协同应急处置。



图1 上海市固体废物处置中心一期采用AGV自动投料装置的医废焚烧处置项目

二是持续完善常规医疗废物收运体系。2019年，上海市探索建立符合区域实际的医疗废物收集长效工作机制，试点开展了小型医疗机构医疗废物定时、定点收集，按照定时、定点的要求与医疗废物集中收运处置单位及时对接转运处置。2020年，上海市总结工作经验，出台了《小型医疗机构医疗废物定时定点收运工作要求》，以“车车对接、医疗废物不落地”的集中收集转运方式，切实解决小型医疗机构“急难愁盼”的医疗废物及时收运问题（图2）。

三是全流程监管实现管理数字化。首先是医疗废物收运环节。2024年，上海市为进一步提升本市医疗废物管理水平，组织开发建设了上海市危险废物管理信息系统医疗废物管理模块，国内首创医疗废物行业电子联单，通过医疗废物申报登记和医疗废物转移电子联单等信息化系统应用，自5月1日起实现了医疗卫生机构医疗废物的产生、转移、处置等基础数据全流程监管。其次是医疗废物处置环节。2019年，上海市改造完成医疗废物自动化立体仓库，提升了医疗废物临时贮存能力，并通过自动控制系统实现医疗废物暂存环节的信息化管控，确保医疗废物先进先出、及时处置。同时，全国首创采用“AGV无人叉车+机械臂”的医疗废物进料系统，实现了医疗废物的智能化上料，降低了医疗废物在进料和焚烧环节的感染风险，确保了医疗废物处置的安全。



图2 “车车对接，医疗废物不落地”

（3）取得成效

一是实现医疗废物100%持续安全处置。2022年年初，全市医疗废物收运量从400~600吨/天迅速增长至4月24日的峰值1419吨（是平时的6倍，是3月1日的4.1倍），连续37天医疗废物收运量在1000吨/天以上，极限状态下始终确保医疗废物日产日清。

二是总结经验支持国内外疫情防控。上海市生态环境局充分总结上海利用生活垃圾焚烧设施（炉排炉）应急处置医疗废物的丰富经验，协助生态环境部编制《新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物应急处置管理与技术指南（试行）》和《生活垃圾焚烧设施应急处置肺炎疫情医疗废物工作相关问题及解答》。同时总结编制疫情期间上海医疗废物管理经验，并在联合国工业发展组织（UNIDO）网站刊发，向世界提供医疗废物处置的“上海经验”和“上海模式”。

三是实现医疗废物焚烧灰渣资源化利用。上海市目前已建成国内首套电阻式高温熔融处理线，解决了炉渣含水率较高导致的系统故障、炉膛内耐火材料异常侵蚀等问题，将医疗废物灰渣熔融玻璃化并达到《固体废物玻璃化处理产物技术要求》中规定的要求，助推上海市全域高标准推进“无废城市”建设。

2. 江苏省：“无废园区”一体化管理经验做法

(1) 基本情况

化工是江苏经济的重要基础产业和支柱产业，化工产业规模位居全国前列。一直以来，化工行业固体危险废物管理是环境监管工作的重点难点领域，28家化工园区危险废物产生量约占全省总量的1/4。抓住化工园区固体危险废物治理这个“牛鼻子”，既能为全省化工行业高质量发展赋能增效，也能为固体危险废物治理释负减压。因此，江苏以化工园区为突破口，着眼固体危险废物产生量大、利用处置能力存在结构性短板、无序转入转出等短板问题，通过试行开展“无废园区”建设，推动固体废物在企业内、企业间和区域内高效循环，促进固体废物源头减量、最大化利用、就地就近处置。

(2) 主要做法

制度化推进。省级层面统筹谋划，省生态环境厅印发《江苏省“无废园区”（化工园区）建设工作方案（试行）》，该项工作列入2023年度省委和省政府年度重点工作任务，并将其写入《江苏省化工园区管理办法》作为化工园区工作要求之一。

目标化引领。聚焦工业固体废物最大限度不出园区1个核心目标，围绕优先源头减量、充分资源化、全过程无害化3个关键环节，部署源头减量替代、完善收储运体系、拓宽资源化利用途径、优化利用处置设施、强化监管能力建设五大重点任务。

标准化评估。制定评估细则，统一评估尺度，设定园区工业固体废物产生强度，园区一般工业固体废物收运体系覆盖率、收集率，危险废物在园区内综合利用率，一般工业固体废物在设区市内综合利用率，危险废物在园区及设区市内处置消纳率，飞灰、化工废盐综合利用率，“无废园区”建设保障措施，固体废物管理信息化监管情况8项建设指标。

一体化管理。明确园区管理机构是“无废园区”建设的责任主体，按照一体化管理模式，负责对园区内企业开展日常管理，全生命周期监控系统开发园区管理模块，各级生态环境部门以园区为单元进行监督管理。

创新化探索。在环境风险可控的前提下，支持园区管理机构开展运输豁免试点、“点对点”定向利用、利用设施共享豁免等机制创新。对在指标完成、模式建设、能力提升等方面取得明显成效的园区给予通报表扬或资金奖励，并对园区示范项目审批、扩区等方面给予优先支持，协调金融机构给予绿色金融支持等。

(3) 取得成效

截至目前，28家化工园区共排定284个项目，总投资额为208亿元。各园区根据自身产业定位及特色，以问题为导向，结合“无废园区”建设指标评估要求，分类施策，一园一策，园区危险废物管理工作取得明显成效。其中，一般工业固体废物产生强度下降近5%，园区内危险废物综合利用率增长48.6%，危险废物填埋率降低29.6%，危险废物省外转移率降低24.6%。

在源头减量方面，连云港徐圩新区等园区积极引进延链、补链项目优化产业布局，以清洁生产为抓手倒逼企业攻关低废、减废工艺；南京江北新材料科技园建立企业高质量考核评价体系实施差别化公用工程价格实现正向激励。

在资源化能力提升方面，如东县洋口化学工业园等园区为解决大量高值危险废物焚烧填埋问题，推动煤气化渣、飞灰、废盐资源化等新技术应用；宿迁生态化工科技产业园等园区充分挖掘企业间固体废物梯次利用和设施共享潜能，构建“循环产业链”；泰兴经济开发区针对退役化工企业较多问题，建立专业化设备拆卸和分拣中心；宜兴市新材料产业园等园区围绕“气固联治”，建设废活性炭、废催化剂等能力短板项目，最大限度地做到危险废物不出园区。

在一般工业固体废物管理方面，江苏扬子江国际化学工业园等园区制定出台园区一般工业固体废物相关管理办法，配套建设智能化、能力匹配的集中收贮中心，同时对大宗固体废物以资源化方式实施“重点固体废物减量工程”，实现园区一般工业固体废物全过程管理“一张网”（图3、图4）。

在信息化监管方面，园区将工业固体废物全面纳入园区大数据综合监管平台，建设水、气、固体废物一体化集成安全环保监控、应急救援指挥等功能于一体的“智慧大脑”，实现风险隐患“一表清、一网控、一体防”。2024年，江苏省“无废园区”建设“园区固体废物一体化管理模式”入选江苏省委深改委改革试点经验复制推广清单。新华网、《中国环境报》《新华日报》、中江网等央省媒针对江苏“无废园区”建设成果发稿10余篇。



图3 江苏扬子江国际化学工业园智慧园区管理中心



图4 江苏扬子江国际化学工业园

3. 浙江省：“无废城市”数字化改革经验做法

（1）基本情况

近年来，浙江省作为全国“无废城市”建设数字化改革试点省份，认真学习贯彻习近平生态文明思想和习近平总书记考察浙江重要讲话精神，坚决贯彻落实生态环境部决策部署，突出数字赋能、变革重塑，扎实推动“无废城市”建设数字化改革，创新开发“无废城市在线”数字化应用，建成“1+7+N”的多跨协同、多级贯通、多元共治的“无废城市”数字化治理体系。

（2）主要做法

一是强化组织统筹。省委、省政府高度重视固体废物污染防治，在全国率先做出全域“无废城市”建设决策部署，将“无废城市在线”纳入全省重大改革清单“一本账”和“数字政府”重大应用体系，省生态环境厅将“无废城市”作为数字化改革率先突破口，聚焦五大类固体废物协同治理、全程监管，以“无废城市在线”为纽带，建立健全与建设、商务、农业农村、卫生健康、公安、交通运输等部门涉固体废物治理监管数字化改革试点联动推进机制，形成齐抓共建格局（图5）。



图5 浙江省“无废城市在线”驾驶舱

二是健全整体架构。聚焦固体废物监管难点、企业需求痛点、公众参与堵点，系统运用数字化思维，在梳理明晰重大需求、重大改革和重大应用场景3张清单基础上，谋划建构“无废城市在线”应用“1+7+N”体系，实现五大类固体废物监管全覆盖、全闭环。“1”是统一的“无废城市”数字化综合门户，实现“一屏统管”；“7”是包括针对危险废物、一般工业固体废物、生活垃圾、建筑垃圾、农业废弃物五大类固体废物闭环管理体系的5个核心功能模块，以及“无废城市”综合评价体系和“社会共建”应用2个模块，共七大场景应用集成；“N”是围绕重点任务进行重点突破，分批、动态形成小切口多跨应用场景，进一步拓宽数字化改革实践。

三是多点实战突破。聚焦固体废物闭环管理和优化服务，迭代“危险废物在线”，全面推广“浙固码”，监控危险废物和工业固体废物转运处置84.1万批次、2834.58万吨；上线“小微收运”，建成全省小微产废单位收运“一张网”，推动小微产废单位危险废物处置成本下降20%、处置周期缩短50%；上线“危险废物交易监管”，为产处企业智能匹配，开通在线签署危险废物处置合同功能。聚焦“无废城市”决策支持能力现代化建设需求，率先探索发布“无废指数”，累计发布11期，引导各地补短板、扬优势，深化“无废城市”建设；率先开发“天眼清废”应用，利用卫星遥感技术开展固体废物非法露天堆放问题排查整改的闭环管理机制，2023年推动整改2400余个点位（图6）；率先开发“无废亚运”等场景，实现“无废赛事”固体废物管理、风险排查、信息发布、宣传报道等一屏统揽；率先开发“无废城市细胞”应用，引导各地在线申报“无废城市细胞”建设。



图6 浙江省“天眼清废一张图”

（3）取得成效

构建了全过程闭环的监管体系。“无废城市在线”数字化综合应用，实现了五大类固体废物全覆盖、全贯通、全闭环，推动“无废城市”建设“数治破题”，在管理方式上，由“事后管理”为主转向“全过程管理”、由“粗放式”管理转向“精准化”管理、由“分散式”管理转向“联动闭环”管理，获得第二批数字政府最佳应用、浙江省改革突破奖。固化“无废城市”数字化改革成果，新修订的《浙江省固体废物污染环境防治条例》将“数字赋能”作为重要立法理念，以5条法规的篇幅明确政府、部门和企业（单位）固体废物污染防治数字化改革措施的监管责任和主体责任，将电子转移联单制度推广用于工业固体废物、建筑垃圾监管。

形成了争先创优的激励机制。数字化改革应用全方位提升了执行率和效果，既推动了工作取得扎实成效，又精准施策建立正向激励机制。通过开展“无废城市”建设评估、发布“无废指数”、评选最佳实践案例，实现“无废城市”建设精准画像，动态反映各地“无废城市”建设水平，引导各地积极推进减量化、资源化、无害化建设。截至2023年年底，全省危险废物填埋比下降至11.5%，秸秆综合利用率稳定在96%以上，城镇生活垃圾回收利用率达66%，全省共有7个设区市和41个县（市、区）通过全域“无废城市”建设评估。

营造了共建共享的浓厚氛围。探索打造“无废亚运”等大型“无废”体育赛事，开发线上地图、新闻播报栏、“无废”学院等，积极引导全民参与“无废城市”建设。开设“无废之窗”，通过精心策划与采编，持续总结发布各地“无废城市”建设经验做法，推动社会厚植“无废”文化，推动“无废”走入生产生活各个领域。截至目前，已累计发布各地高质量稿件200余篇，涵盖资源循环、科技创新、数字治理、细胞建设等多个关键领域。

4. 重庆市：深入推动川渝“无废城市”共建经验做法

（1）基本情况

近年来，重庆市在高质量推进全域“无废城市”建设基础上，聚焦成渝地区双城经济圈发展战略，与四川省协同开展“无废城市”共建，创新完善固体废物跨区域协作管理机制和城市生态环境治理体系，扎实筑牢长江上游重要生态屏障，推动美丽重庆建设取得新进展。

（2）主要做法

一是统一共建规范标准。将“无废城市”建设纳入《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》，川渝共同印发“无废城市”共建指导意见，组建跨省域、跨领域 112 位专家技术指导组。发布《成渝地区双城经济圈生态环境标准编制规范》，联合制定废弃包装容器环境管理等文件，统一两地环境标准和管理制度。

二是强化资源设施共享。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（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。在川渝高竹新区探索固体废物跨省转移实行省市内审批试点，印发实施《川渝地区危险废物“点对点”定向利用豁免管理实施方案》。四川省泸州市、重庆市荣昌区垃圾焚烧及飞灰处置成为川渝固体废物处置设施资源共享的正面典型案例。

三是构建联建联治格局。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。组织指导毗邻地区开展涉固体废物等方面联合执法检查 and 隐患联合排查整治，危险废物跨省联合执法形成全国示范。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。川渝多地开启跨区域合作“结对子”“找朋友”，长寿区与广安市、荣昌区与内江市等结合实际推进“无废城市”共建，携手共筑长江上游重要生态屏障。

四是倡导绿色生活方式。出台《成渝地区双城经济圈碳达峰碳中和联合行动方案》，共同推动区域能源绿色低碳转型等 10 项重点任务。健全生活垃圾跨省市收运处置体系，重庆、成都等纳入国家废旧物资循环利用体系建设重点城市名单。开展垃圾分类先锋创建“百千万”行动，2019 年至今，在住房和城乡建设部对城市生活垃圾分类工作考核中，重庆市排名连续保持西部第一。

五是共同营造宣传氛围。川渝 25 个部门联合印发全国首个跨区域的“无废城市细胞”评估标准，共涉及 15 个细胞类型，覆盖衣、食、住、行各领域。截至目前，重庆市已累计建设 2 500 余个“无废城市细胞”。联合征集并发布“无废城市”共建宣传标语 4 338 个、logo 237 个，定期召开“无废城市”共建新闻发布会，轮流印发 14 期“无废城市”共建工作简报。“无废城市”建设被作为典型案例入选成渝地区双城经济圈“一号工程”案例汇编。

六是严格落实考核督办。重庆市在全国第一个发布“无废城市”建设成效评估指南，

第二个发布“无废指数”，实现对各区（县）“无废城市”建设成效进行量化评估。选取七大类15项指标构建“无废指数”指标体系，自2024年7月起，市委将“无废指数”纳入“885”机制中的“生态报表”调度推动，并在市委书记组织的区（县）委书记及部门“一把手”例会上进行展示发布。

（3）取得成效

川渝首创的危险废物跨省转移“白名单”制度被纳入国务院办公厅印发的《强化危险废物监管和利用处置能力改革实施方案》，入选国家发展改革委发布的成渝地区双城经济圈跨区域协作18条经验做法在全国推广。2020年以来，重庆市多次在全国“无废城市”建设试点工作会等大会上作经验交流发言。

通过川渝“无废城市”共建，重庆市人均生活垃圾日产生量由2021年的1.05千克降至2023年的0.89千克。2023年全市一般工业固体废物综合利用率达76.77%（全国平均值为57%），工业固体废物产生强度降至0.33吨/万元（全国平均水平为1.02吨/万元），巴山蜀水美丽画卷正在川渝大地徐徐展开（图7、图8）。

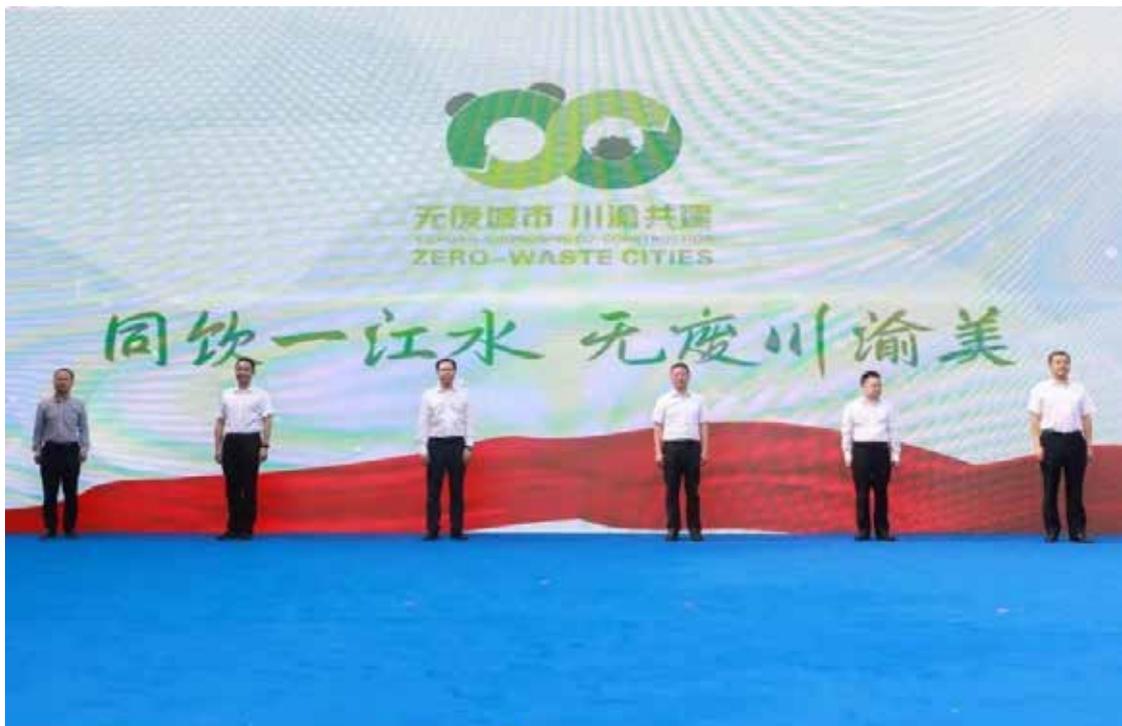


图7 川渝共建“无废城市”发布会



图8 川渝共建“无废城市”宣传图

（二）城市经验做法与探索实践

1. 鄂尔多斯市：煤基固体废物综合利用探索实践

（1）基本情况

煤电行业是关系国家经济命脉和能源安全的重要基础产业，鄂尔多斯市煤炭资源产量约占全国的1/6，是我国重要的能源基地。原煤生产、煤化工、电力等产生的煤矸石、粉煤灰、气化渣等煤基固体废物产生量大、积存量高，已成为煤电行业高质量发挥作用的制约因素，也是工业固体废物治理的“卡脖子”问题。亟须规范工业固体废物综合利用过程，打通固体废物综合利用产品下游市场，提升工业固体废物综合利用效率。鄂尔多斯市以政策引领、奖补优惠、技术扶持等为抓手，形成了一套落点精准、科学谋划的有效模式。

（2）主要做法

一是“以策引用”。为推进工业废物的综合利用，落实《鄂尔多斯市推进一般工业固体废物资源综合利用办法（试行）》。出台《鄂尔多斯市天然气开发生态环境保护条例》，印发《鄂尔多斯市工业和信息化局 财政局关于开展一般工业固体废物资源综合利用分级补贴资金申报工作的通知》。目前正在开展《利用煤矸石实施水土流失沟壑生态治理环境管理技术规范》编制。

二是“以奖促用”。开展分级补贴申报工作。全市共有 25 户企业申报，预计处理固体废物总量为 591.63 万吨。经第三方机构集中评审、现场复核，2022 年度一般工业固体废物资源综合利用分级补贴资金项目共计 20 家企业通过两轮评审，共认定综合利用量 553.6 万吨，认定项目补贴金额 3 812.43 万元。

三是“以技带用”。全力加强固体废物资源化技术研发和创新，将“煤化工大宗固体废物回收利用处置关键技术创新研究”等 10 个科研项目列入 2023 年全市重点科技研发计划。目前鄂尔多斯市蒙泰集团、准能集团和汇能集团针对高铝粉煤灰均开展了高值化利用研究，利用粉煤灰制备铝硅合金中试装置并实现稳定运行。

四是“以智强用”。已经建成“鄂尔多斯市固体废物智慧化管理平台”，实现全市 1 090 家产废企业全过程闭环管理，实现危险废物和工业固体废物全过程流向“一张图”管理。正在开展全国首个“工业固体废物属性特征数据库”建设，覆盖全市 110 家重点产废企业固体废物的物理、化学、污染组分、有价值组分等数据，为后续产废—利废企业桥梁搭建、实现固体废物的精细化对口利用提供基础信息（图 9）。



图 9 鄂尔多斯市固体废物属性特征数据库

五是“以用筑基”。打造利用固体废物生产绿色建材基地。坚持科技创新、绿色发展，立足呼包鄂榆经济发展带核心区域优势，鼓励企业引进国内先进的生产设备，积极开展自主技术创新，以炉渣、粉煤灰、煤矸石及陶瓷废砖等工业固体废物研发制造新型节能发泡陶瓷墙板、透水砖、生态仿石砖、硅酸钙板、建筑陶瓷、耐火材料、铸造砂等高档系列建筑材料，利用气化渣生产橡塑填料、建材骨料，达拉特经济开发区、准格尔经济开发区沙圪堵产业园已形成我国北方地区规模最大的绿色建筑陶瓷生产基地（图 10）。



图 10 以炉渣、粉煤灰、煤矸石等工业固体废物研发制造莫来石

（3）取得成效

自鄂尔多斯市“无废城市”建设实施方案印发以来，工业固体废物综合利用率由 2020 年的 37.45% 跃升至 2023 年的 71.21%，重点种类工业固体废物如煤矸石、粉煤灰、气化渣和电石渣等综合利用率显著提升。

2. 深圳市：线路板行业固体废物循环利用经验做法

（1）基本情况

深圳市印制线路板产业是国内电子工业的核心，也是高耗能和高污染的行业。2022 年，深圳有超过 150 家涉危险废物排放的印制线路板企业，年产生危险废物 HW22 含铜废物、HW17 表面处理废物（废蚀铜液、废滤芯、废膜渣等）总量约 34 万吨，其中废蚀铜液年产生量近 8 万吨。废蚀刻液属于高盐重金属废水，其总铜量达到 39 ~ 172 克/升，回收价值显著，但处理难度大，废水处理产生的含铜污泥同属危险废物。深圳废蚀刻液本地处置能力有限，大多数产废单位缺乏污水处理和资源回收能力，倾向于委外处理，但委外处理存在清运处置成本高、处置技术水平参差、不规范收集和储运风险高等问题。

（2）主要做法

一是提供政策保障，构建规范化清洁生产审核体系。发布《深圳市印制线路板企业清洁生产实施指引（试行）》，为该行业提出了本地化的清洁生产指标和规范化审核指引，建

立行业清洁生产专项规范基础。实施《深圳市清洁生产审核实施细则》，明确了线路板行业的强制性清洁生产审核要求，并通过 34 条具体措施加强审核规范性。明确强制清洁生产审核工作目标，发布《深圳市强制性清洁生产审核行动方案（2022—2025 年）》，推动重点行业和污染源全过程治污。

二是提供解决方案，正反向激励机制并行。自 2021 年起，每年征集普适高效的清洁生产案例，编制《深圳市重点行业清洁生产技术汇编》，降低企业技术抉择门槛，多路径破解企业“不会做”的难题。在生态环境专项资金中设立“强制性清洁生产奖励扶持项目”，对通过审核且减排成效显著的企业给予 10 万元补贴；对不积极实施清洁生产的企业采取行政处罚和环境信用管理等措施，解决企业“不肯做”的难题。

三是立足行业现状，科学规划减量及回收技术路线。建立废弃资源管理体系，鼓励企业建立废物分类收集与贮存体系，做到产废底数清晰、去向可追溯的全过程管理。通过技术攻关，形成了以铜系污染物资源提取和微蚀废液再生循环为核心的在线资源提取循环利用模式。通过微蚀废液循环电解回收技术实现微蚀液的厂内再生循环与减量（图 11）。采用末端电解技术提取低含铜废液中的铜质，在充分回收有价资源的同时，实现了危险废物源头减量。

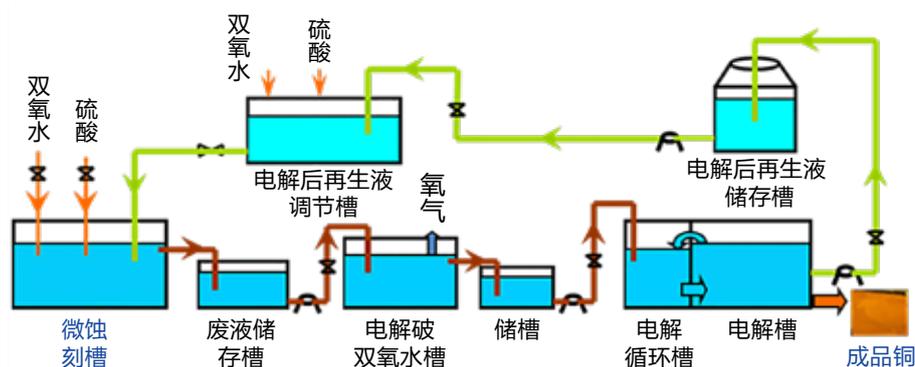


图 11 深圳市微蚀废液循环电解回收技术路线应用示例

四是强化固体废物减量，降低委外成本。针对线路板行业产生的重金属污泥、剥膜污泥及废滤芯，采用烘干或板框压滤等技术手段，实现出厂污泥含水率不高于 40%，废膜渣、废滤芯减重率达 70% 以上，实现固体废物原位减容减重，有效降低委外清运成本（图 12）。

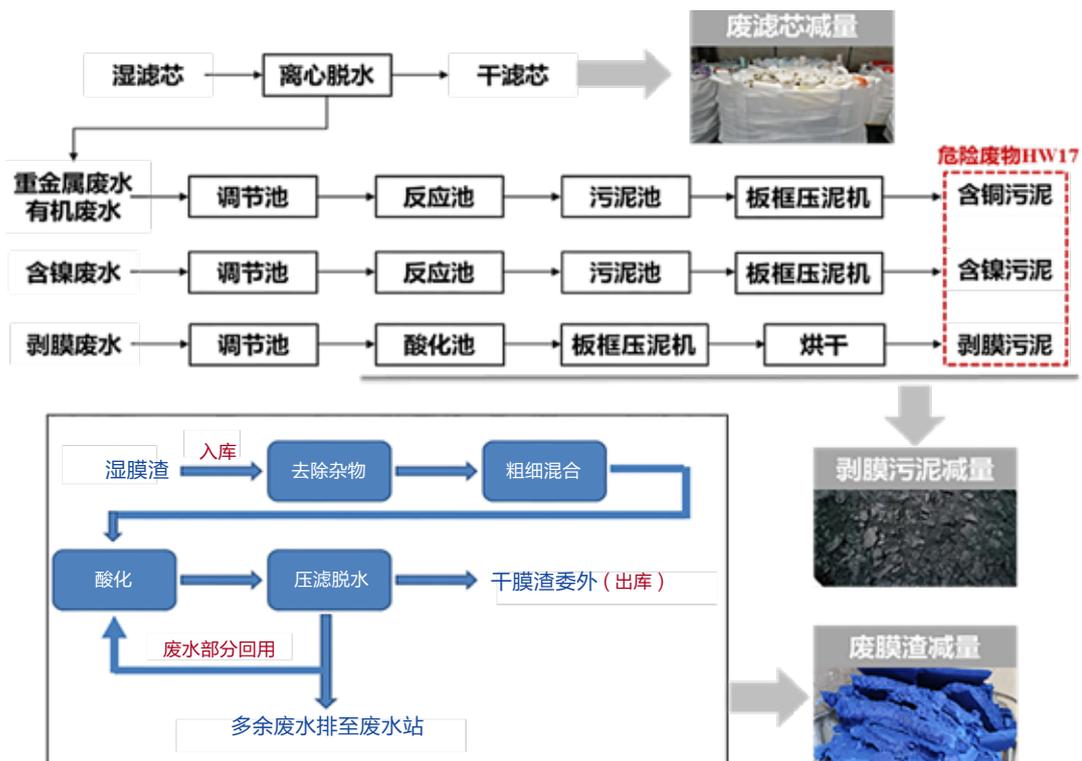


图 12 深圳线路板行业剥膜污泥、废膜渣、废滤芯原位减容减量技术路线

(3) 取得成效

2023 年，深圳推动 45 家线路板生产企业实施清洁生产，行业清洁生产水平全面提高，形成了以鹏鼎控股、深南电路、华星光电等行业骨干为引领的清洁生产典范。

在减量化与资源化方面，形成了危险废物源头减量与资源提取的环保与经济协同增效创收模式。深南电路通过危险废液循环再生实现了单位面积废液产生量连续下降 3 年。华星光电通过回收废液铜，实现铜回收率高达 95% 以上，排放废水含铜量低于 1 毫克/升，出厂污泥含水率低至 30%，减排重金属铜约 45 吨/年，减少危险废物 2.63 万吨/年。鹏鼎控股微蚀废液源头减量效益达 1 200 吨/年，铜产品经济效益达 164 万元/年，低含铜废液末端电解回收路线实现危险废物减量 1.8 万吨/年，为企业增收 327 万元/年。此外，通过脱水减容剥膜污泥、废滤芯、废膜渣，实现危险废物减量 1 726 吨/年，减少了 717 万元/年的委外费用，园区危险废物密集度同比下降 3.4 千克/万元产值，固体废物资源化利用率达 93%。

在碳减排方面，一方面通过固体废物减容减量，固体废物利用处置的碳排放量直接减少；另一方面，通过废蚀刻液资源提取与再生循环，企业负碳效益增加，是该模式下最主要的碳减量路径。相较于铜精矿冶炼生产铜箔工艺，线路板行业每回收 1 吨铜质可减少碳排放量约 1 033 千克 CO₂-eq，华星光电、鹏鼎控股每年可通过回收铜质实现碳减排约 320 吨 CO₂-eq，碳减排效益显著，为行业生态化发展奠定了坚实的技术基础。

3. 衡水市：“气、电、热、肥”农业联产生态循环经验做法

(1) 基本情况

衡水市安平县是国家级畜牧大县，年产生养殖废弃物 102 万吨，粪污综合利用率为 65%。年产生各类农作物秸秆约 40 万吨，秸秆综合利用率达 95%，存在大量畜禽粪便不经任何处理直接露天存放、农作物秸秆随处堆放或就地焚烧等问题，严重破坏了农村和城镇居民的生活环境。为进一步推动秸秆焚烧和畜禽养殖废弃物资源化利用，以当地就近农业能源和农用有机肥为主要使用方向，大力推进农业废弃物的全量化利用配合化肥减量化行动，推广生物有机肥，有效地解决了农牧业废弃物治理难题。

(2) 主要做法

以先进的废弃物资源化利用技术为依托，通过利用畜禽粪便和农作物秸秆发酵制沼气，沼气发电、生物天然气提纯、生物质热电联产、生物有机肥等项目的实施形成了全产业链的可再生资源利用产业。对区域内的农牧业废弃物进行资源化利用，形成了完整的“气、电、热、肥”联产的生态循环“京安模式”，将养殖、沼气、生物天然气等技术进行优化结合，做到资源多级利用，物质良性循环，打造出可持续发展的循环农业生态系统（图 13）。

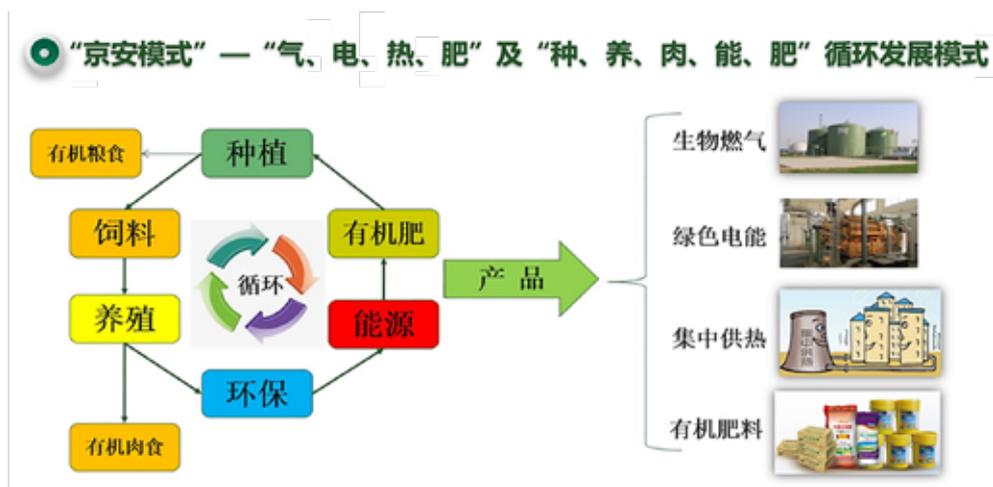


图 13 京安模式

一是聚焦畜禽粪污和秸秆，探索多元化利用途径。通过将畜禽粪污和秸秆进行混合厌氧发酵，年利用粪污 10 万吨、秸秆 7 万吨，生产沼气后提纯成生物天然气。年提纯生物天然气 636 万立方米，可供周边居民炊用取暖和工商业用气。结合安平县政府 2017 年开始实施的“煤改气”工程，完成建设中压天然气管道 29.6 千米，低压支管线 152.6 千米，入户管网 360 千米，建立起生物燃气入户通道，已为区域内的 10 700 多户居民及部分工商业用户供应生物天然气。

二是推动京安公司与中电系统合作，共建生物质热电联产（图 14）。以安平县产生的废弃秸秆、废弃果树枝等为原料，年可发电并网 2.4 亿千瓦时，发电机余热用于县城居民集

中供暖，供应面积为 260 万平方米。该举措可年耗秸秆约 28 万吨，年替代标准煤 10 万吨，全年可减少二氧化碳排放量约 26 万吨。此外，直燃发电产生的草木灰被应用于有机肥厂生产生物有机肥。



图 14 生物质热电联产项目

三是响应“双碳”号召，推动开展碳资产开发。安平县 2017 年开展了温室气体自愿减排项目，并且已通过子项目审定，年核定减排二氧化碳当量 10.8 万吨。

（3）取得成效

在经济方面，实施农村人居环境整治，厕污处理每吨收费 80 元、秸秆成本为 150 元/吨，沼气发电上网电价为 0.75 元/千瓦时、生物天然气平均售价为 3.78 元/立方米、沼渣沼液制有机肥 800 ~ 6 000 元/吨不等、碳减排指标交易每年可达 500 万元，年综合收入达 2.5 亿元。

在社会方面，项目实施后，粪污、秸秆等农牧业废弃物得到有效治理，农村环境卫生得到改善。直接为社会提供就业岗位 500 个，通过粪污、秸秆收储运体系带动专业合作社及农户 6 000 多户参与。为农业增产、增收提供高品质并含氮、磷、钾的有机沼液肥。沼液肥用于水果，可防虫；用于蔬菜，可关闭植物生长细胞、提高抗旱能力，同时有效改善土壤的颗粒结构，增加土壤的肥力及农作物的产量，提高了农作物的产品质量。

在生态环境方面，开展农业废弃物资源化利用后每年生产沼气 1 800 万立方米，其中 1 512 万千瓦时用于发电并网，636 万立方米被提纯为生物天然气，供附近 10 700 户居民用于炊事和取暖，有效地缓解了能源供需矛盾。此外，通过利用沼渣和沼液年产有机肥 25 万吨，支持有机耕种，减少化肥施用量，从而使种植、养殖与能源利用进入一个良性的能源、

生态和环境保护循环，进一步推动农村循环经济的可持续发展。

通过对安平县废弃物资源化利用，可使养殖场每年减少粪便排放量 40 万吨，粪污综合利用率由 65% 上升至 92%，利用秸秆 35 万吨，秸秆综合利用率由 95% 上升至 99%，二氧化碳减排 36.8 万吨，COD 减排 8.48 万吨，减少氨氮排放 0.53 万吨，节约标准煤约 10.5 万吨。通过将养殖业和生态环境保护有机结合，可达到农业废弃物减量化、资源化、无害化的目标。

4. 南阳市：规模以下畜禽粪污循环利用探索实践

（1）基本情况

南阳市是南水北调的汇水区，也是国家级生猪调出大县。由于规模以下畜禽养殖小、乱、散且点多，导致农村环境污染严重，邻里矛盾突出。2018 年，养殖场设施配套率为 85%，规模以下养殖户粪污治理设施配套率仅为 3%，粪污综合利用率为 80%。面对畜禽养殖污染防治和保障“一渠清水永续北送”的双重压力，南阳市内乡县对规模以下畜禽养殖进行综合治理，探索出了一条畜禽粪污治理与资源化利用的“内乡模式”。打通农牧循环的难点、堵点，走出一条规模以下畜禽养殖粪污“产量清、去向明、全利用”的新路径，促进中州粮仓“无废农业”持续发展。为南阳市农牧业高质量发展探索新模式，助推南阳农牧业高质量发展。

（2）主要做法

在畜禽养殖污染防治工作上，坚持发展与治理并重，综合运用行政、经济、法律、科技手段破解养殖场户群体大、易污染、难监管等突出问题。

一是高位谋划运行体系，提高监管质效，高水平推动养殖污染循环利用工作。县委、县政府高规格成立县畜禽污染防治综合整治指挥部。把畜禽粪污资源化利用工作列入全县重点工作，由主要领导挂帅，四大家领导齐上，强力推动，抓好落实。严格落实属地管理制度。明确乡镇、党政“一把手”为本辖区畜禽粪污资源化利用工作第一责任人，不折不扣强力推进。发挥基层组织战斗堡垒作用。动员村支两委和基层防疫员全员参战，分包到人，集中整治。

二是科学化、标准化推进治污设施建设和常态化规范管理。内乡县依据《河南省规模以下养殖户畜禽粪污处理设施建设的指导意见（试行）》精神，分畜种确定和推行玻璃钢罐（猪）、储粪棚（牛）和厌氧发酵池标准化建设方案。依据《河南省畜禽粪污资源化利用设施建设指南》《河南省关于加强畜禽粪污资源化利用计划和台账管理的通知》的相关要求，强化全县 27 个粪污集中收储点粪污消纳档案建设。建立《乡镇畜禽粪污运行台账》《乡镇收储中心粪污资源化利用台账》。为全县粪污运输车辆安装北斗定位装置，做到一户一围栏、一中心一围栏、一车一区域，确保“产量清、去向明”。实施信息化“双平台”管理，生态环境部门建立畜禽养殖污染执法监管平台，划分 6 个执法监管片区，在主要河流沿岸、桥梁、路口等重点部位安装高清摄像监控探头 158 个，配置无人机 6 架，进行人技联防常态化监管（图 15）。



图 15 生态环境部门建立畜禽养殖污染执法监管平台

三是运用经济手段奖补激励，加强法治化管理。出台《内乡县畜禽养殖污染整治实施方案》等文件，强化绩效考核，由县财政对考核排名前三的乡镇分别给予 2 万元、1 万元、5 000 元奖励。出台《内乡县畜禽养殖污染专项整治补贴标准》，对安装粪污收集玻璃钢发酵罐的小散养殖户补贴 30%，对购买粪污运输车辆的经营户补贴 50%，对购置玻璃钢罐的 15 个乡镇粪污收储中心进行全额补贴。目前，累计投入财政奖补资金 1 000 余万元，撬动社会畜禽养殖污染防治资金 7 000 余万元。制定规模以上养殖户粪污处置地方标准，对养殖场（户）自耕、合作消纳、施用有机肥合作社等土地类型开展现状调查，逐户、逐社登记造册，制定分区归类种养结合方案。依法开展专项整治，对只养殖、不治污、造成污染的养殖户，由乡镇移交生态环境部门依法处理。畜禽粪污资源化利用用地纳入畜禽养殖用地规划。利用玻璃钢罐，深埋地下，有效解决畜禽粪污设施建设占用耕地问题（图 16）。积极协调收储中心用地建设，会同国土资源部门、林业部门对收储中心土地进行规划调整。



图 16 玻璃钢发酵罐深埋地下解决畜禽粪污设施建设占用耕地问题

（3）取得成效

在经济效益方面，全县化肥施用量由 2018 年的 3.72 万吨降至 2023 年的 2.706 万吨，全县减少化肥施用量近 1 万吨，减少化肥投入 2 400 万元；实施数字化施肥管理农田 6 万余亩，小麦、玉米施液态肥后每亩单产分别增加 4%、5%，年均亩产增收约 260 元，年增收 1 560 万元。

在社会效益方面，环保理念深入养殖场（户）内心。自开展规模以下养殖污染循环利用监管新模式探索以来，畜禽粪污乱排、乱放等违法案件实现逐年递减，养殖场（户）由过去的“被动防”转变为现在的“主动治”。和谐社会、和睦乡邻稳步推进。2023 年收到涉畜禽养殖污染举报案件 2 起，相比 2019 年治理前的 63 起，下降了 96.82%，在对畜禽养殖粪污资源化利用上，群众的满意度不断提升。

在生态效益方面，全县规模以上养殖场设施配套率达 100%，规模以下养殖户粪污治理设施配套率达 95% 以上，粪污综合利用率达 99.41%，昔日全县因畜禽养殖引起的粪污直排、出境水水质断面超标等突出环境问题得到彻底改观，农村人居环境焕然一新，县域 5 条主要河流断面水质监测常年保持在Ⅲ类水质以上。

5. 抚州市：点“草”成“金”农作物秸秆产业化利用经验做法

（1）基本情况

抚州市乐安县是江西省的重点粮食生产基地之一，每年高达 34.6 万吨的农作物秸秆一直是“老大难”问题。秸秆回收量仅 22.4 万吨，秸秆综合利用率仅为 86.9%，PM_{2.5} 年均浓度为 27 毫克/立方米。为使“生态包袱”变“绿色财富”，乐安县以“无废城市”建设为重要抓手，建立“公司主动收、农户自己送”双向收储机制和“一点对多源”分级储运体系，打造出农作物秸秆“收—储—运—用”一体资源化综合利用的模式，探索出一条点“草”成“金”适合“三农”的农作物秸秆产业利用新路径，“小秸秆”成为农民致富的“黄金杆”“绿色杆”，带动周边群众 8 000 余人就业，实现群众增收 2 040 万元，有力助推“无废城市”建设发展。

（2）主要做法

一是构建“三化同步”产业发展路径。乐安县因地制宜推动现代农业产业发展，主抓农作物秸秆基料化、饲料化、肥料化利用，双孢菇种植、小黄牛养殖等特色农牧产业发展“硕果累累”。在秸秆基料化方面，将秸秆作为食用菌（如双孢菇）栽培的优质基料，大力发展食用菌产业（图 17）。目前，全县已建成双孢菇大棚 2 010 个，年消耗秸秆 1.6 万吨，显著降低了食用菌生产成本，提升了市场竞争力，加快形成“土地→秸秆→双孢菇→废弃物→土地”的秸秆食用菌产业链条，有效地提升了农作物秸秆的综合利用能力。在秸秆饲料化方面，补贴饲料制作及黄（青）贮窖建造，最大限度地调动企业和农户的积极性，扩大秸秆饲料化推广范围。2023 年，乐安县在用秸秆收储中心有 11 个，年收储量达 2 万吨以上。同时，依托稳定秸秆收储资源稳步推进秸秆饲料化利用，大力发展小黄牛养殖产业，每头牛可节省成



图 17 农作物秸秆基料化种植双孢菇

本3000元左右。2023年，全县养牛、羊3万头以上，年消耗秸秆0.3万吨以上，有效地提高了秸秆综合利用率。在秸秆肥料化方面，通过秸秆粉碎深翻腐化，提高土壤有机质或与畜禽粪便混合堆沤成有机肥，增加土壤肥力，形成“土地→秸秆→秸秆还田→土地”的农业绿色循环链条。

二是实施“奖补共进”政策保障。为确保秸秆综合利用项目的顺利推进，乐安县出台了一系列奖补政策，明确奖补范畴和标准，设立专项资金池，采用“先建后补”和“以奖代补”的方式，对秸秆还田、设备购置、收储利用等环节给予实质性支持。同时，加强项目监管，确保政策落到实处，避免资源浪费和资金使用不当。

三是建立“多方共享”利益联结机制。乐安县积极探索秸秆利用企业、村集体与农户之间的利益联结模式，通过技术培训、土地入股、分红激励等措施，充分调动各方积极性，形成多方共赢的良好局面。建设年收储能力超千吨的秸秆集中收储点，构建覆盖全县的收储网络，实现了秸秆资源的规模化、标准化利用。

（3）取得成效

一是有效实现秸秆资源综合利用。通过农作物秸秆基料化、饲料化、肥料化等利用方式，实现农作物秸秆资源的综合利用（图18）。2023年，乐安县全县粮食种植面积为72万亩，油菜种植面积为7万亩，蔬菜种植面积为11.2万亩，烟叶种植面积为1万亩，秸秆产生量为34.492万吨，可收集量由22.4061万吨提升至24.342万吨，已利用量为23.167万吨，秸秆利用率由86.9%提升至95.17%。

二是减少大气污染排放。农作物秸秆综合利用以来，乐安县农忙季节的空气质量得到有效提升，PM_{2.5}连续5年下降。2023年，乐安县PM_{2.5}浓度为19微克/立方米，同比变好9.5%。

三是减少化肥施用量。通过农作物秸秆还田培肥土壤地力，减少化肥施用量，增加了土壤有机质含量，并使用专用联合整地机械进行碎混作业，打破土地犁底层，疏松深层土壤，使土壤养分上下贯通，提高保水保肥能力，秸秆粉碎后翻入土壤。通过自然腐化转为有机质提高土壤肥力，或肥料生产厂家将秸秆与鸡粪、鸭粪等混合堆沤变成有机肥，形成“土地→秸秆→秸秆还田→土地”的循环链条。经测算，秸秆还田土壤有机质年增长0.03%以上，土壤每公顷少施化肥200千克左右，粮食增产10%以上，等效减少碳排放0.25吨，实现土地保护与增产增收的双向收益。



图 18 秸秆基料化利用，激发产业活力

6. 杭州市：低值可回收物回收利用经验做法

（1）基本情况

与废金属、废纸张等废弃物相比，低值废弃物由于价值低、回收成本高、资源化利用技术门槛高，导致市场回收利用率低，绝大部分混入其他垃圾进行焚烧处置，不仅造成资源浪费，还导致垃圾量持续增长。杭州市每年可回收物回收量为 100 万吨左右，低价值可回收物占比总量接近 30%，有效回收利用低值废弃物不仅能实现生活垃圾减量，也是提高资源化利用率的关键。为促进低值废弃物的回收利用，杭州市富阳区以“无废城市”建设为契机，按照《杭州市低附加值可回收物指导目录》，积极培育低值废弃物回收利用产业，通过采用先进技术、健全回收网络、普及回收理念等手段，打造低值废弃物回收利用模式，成功实现变废为宝。

（2）主要做法

一是技术为先，打造低值利用“新高地”。在低值废弃物产业培育过程中，坚持技术为先，依托富阳区原有的造纸产业发展优势，以杭州富伦生态科技有限公司（以下简称富伦生态）为核心，聚力攻坚低值废弃物再生利用新技术。经过长期探索，基本形成以低值废弃物纸塑分离、铝塑分离再生技术以及低值废弃物分拣再利用技术为核心的再生利用技术体系（图 19）。其中，富伦生态作为核心企业，拥有专利 12 项和实用新型技术 38 项，建成 20 万吨入场量的废弃物 AI 自动化分拣产能中心、20 万吨低值废弃物的再生利用产能中心及 20 万吨废弃纸塑铝复合包装资源化利用项目，获得国家发展改革委循环经济专项资金扶持，先后被授予循环利用经典案例、“十一五”科技部示范工程、工信部再生利用第一批目录、杭州市循环经济示范企业等。



图 19 以低值废弃物纸塑分离、铝塑分离再生技术以及低值废弃物分拣再利用技术为核心的再生利用技术体系

二是因地制宜，探索资源回收“新路径”。充分依托现有再生资源回收和市政垃圾回收网络，聚焦低值废弃物产生集中的领域、区域，组建低值废弃物专业回收车队 9 组，打造六大线下回收模式，形成覆盖富阳区、辐射杭州市的回收网络。例如，在校园内开展垃圾分类回收循环第二课堂，建立废旧牛奶盒回收体系；在乡村社区开展进社区回收行动，定时、定点对当地居民生活垃圾中的低值废塑料进行回收，并对垃圾分类协管员进行培训指导，助力垃圾分类、垃圾减量；在商超、景点和交通枢纽等人流密集区，分析各类区域低值废弃物产生种类及特性，采用开通收运专线、分拣团队入驻、布设专业分拣设备等方式，对相应区域的低值废弃物进行分拣、回收。目前“鲸灵回收循环巴士”循环回收专线已扩展至 376 个收运点位，进一步减少了人流密集区生活垃圾产生量。

三是服务社会，培育“无废”建设新理念（图 20）。充分放大低值废弃物资源回收利用的社会效益，依托富伦生态在全市 230 多所学校建立校园牛奶盒回收处置网络，从小培育学生资源循环利用意识，开发“资源银行”校园系统，校园餐盒、牛奶盒称重后自动计入系统并赋予能量值。学生可以用能量值兑换再生纸摩托车、再生纸笔记本等 43 类再生资源文创产品。同时，积极参加“无废亚运”，承接亚运村等场馆的餐盘、包装废弃物、牛奶盒、塑料袋等，将低值废弃包装物进行资源化利用，还原成“纸、塑、铝”，重新处理后生产出再生牛皮纸，加工成手提纸袋、扇子，让其再次回到运动员的手中，有效地推进了固体废物源头减量和资源化利用，亚运期间累计回收低值废弃物 150 吨，相关案例获得中央电视台专题报道。



图 20 2024 年浙江省“国际无废日”主题活动中宣传低值废弃物资源回收利用

（3）取得成效

一是实现经济效益和生态效益双赢。目前，富阳区低值废弃物回收利用体系的核心企业（富伦生态）每年实际回收利用城市低值废弃物 4 万吨，可避免其混入其他垃圾焚烧处置，可降低生活垃圾处置成本约 900 万元。同时，通过资源回收利用可实现碳减排约 9.4 万吨 CO₂-eq。

二是促进“无废理念”深入传播。自低值废弃物回收利用模式建立以来，富阳区开展了“牛奶盒回收进校园”、富阳区“无废研学”等“无废”专题活动，全市 20 余万名师生参与分类回收，间接带动 40 余万个家庭进行垃圾分类，进一步促进了“无废生活”宣传矩阵的逐步构建。

7. 佛山市：多源固体废物协同利用处置经验做法

（1）基本情况

佛山市南海区（以下简称南海区）位于广东省中南部，地处珠江三角洲腹地，是改革开放的先行区，是全国重要的制造业基地。2020 年，一般工业固体废物的产生量超过 447 万吨，较 2016 年增长了 27%，但工业固体废物综合利用途径单一且产品低端，主要以末端无害化处置为主。另外，佛山市生活垃圾产生量较大，2020 年在全国排名第十，达到 389 万吨。然而，由于传统环卫呈碎片式管理，导致生活垃圾分类体系不完善，全过程管理链条未打通，未形成配套细化的垃圾分类终端处理设施，仍有约 34% 的生活垃圾需要进行填埋。南海区紧抓“无废城市”建设契机，积极探索以生活垃圾利用处置为核心的多源固体

废物协同利用处置产业园模式，打破固体废物传统单一分散的处置模式，形成“南海经验—瀚蓝模式”。

(2) 主要做法

顶层规划上“超前一步”。南海区将城市规划与园区规划相融合，政府辟出近 500 亩土地，集中规划建设南海瀚蓝固体废物处理环保产业园（以下简称产业园），把生活垃圾、工业固体废物、建筑垃圾等各类固体废物统一规划在园区内，构建南海“大市政”管理全链条体系，以“大市政”管家式服务，从源头到终端全流程打通，创造城市固体废物治理前中后端一体化协同新模式，打破原来的业务种类和区域边界，解决城市环卫碎片化管理难题，提升整个产业链条的运营管理效率和水平（图 21）。

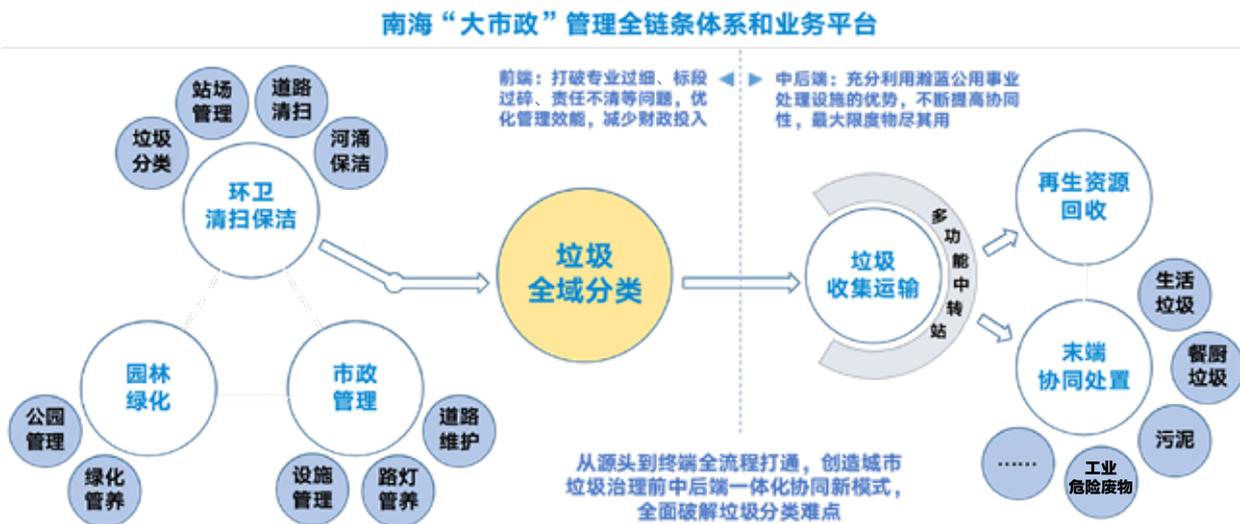


图 21 南海“大市政”管理全链条体系

经营模式上“创新一步”。为保证固体废物收运及处置链条完整顺畅，南海区采用公私合营的 PPP 模式，将产业园委托给瀚蓝环境投资、建设和运营。目前，产业园内共运营 8 个项目，在项目设计和布局安排上，突出全链条“无废”协同理念，改变传统的末端治理，向全链条绿色升级，以生活垃圾焚烧发电为主体、垃圾分类资源化为目标，充分考虑园区建设项目的技术协同性和规模匹配性，突破传统项目空间布局分散、项目独立建设运营、处置技术单一协同不足的固有缺陷，实现了生活垃圾、市政污泥、一般工业固体废物和危险废物等多源固体废物的协同利用处置，提升产业园运行效率（图 22）。

瀚蓝模式1.0



图 22 南海固体废物处理环保产业园多源固体废物协同处置模式

智慧监管上“强化一步”。规划构建“无废城市大脑”，对城市固体废物进行全周期、智能化、闭环式数字化管理。“无废城市大脑”能有效监控“无废城市”建设过程中的可见、可减、可用、可消“四可”原则落实情况，实现垃圾资源化、焚烧工艺稳定、污染排放明显减少、人工成本和设备故障率大幅下降等生产目标，有效促进经济社会效益“双提升”，提升环境精细化管理水平。

（3）取得成效

佛山市南海区通过精心打造的固体废物处理环保产业园，构建了多源固体废物协同利用处置园区模式，实现了从前端至末端的多源固体废物全过程治理，经济—社会—环境效益显著，成功化“邻避”为“邻利”。

一是经济效益和社会效益突出。通过产业园整合项目，减少约 60% 的管理及职能人员数量，20% 的一线作业人员数量，约 50% 的运营站市场需求。另外，通过开展多源固体废物协同处理，使得园区内废水 100% 回用，每年回收利用蒸汽余热近 12 万吨。据测算，每年节约运营成本近 5 000 万元。此外，产业园还为当地创造了大量就业岗位，直接吸纳

25 000 多名员工。

二是减废降碳协同效应明显。产业园内各项目不仅解决了南海区 400 万名居民每日所产生的生活垃圾，解决了 24 座城市生活污水处理厂每日所产生的污泥，也满足了 60 万户居民日常生活用电的需求。园区年利用处置生活垃圾、工业固体废物、危险废物等多源固体废物共计 197.8 万吨，产生炉渣、飞灰等二次固体废物仅 50.5 万吨，固体废物减量达到 74.6%，碳减排量达到 71.7 万吨 CO₂-eq，减废降碳效果显著。

三是成功化“邻避”为“邻利”。这种将多源固体废物“齐聚一堂”并委托给专业企业运营的产业园模式，避免了因固体废物处置设施分散而增加选址难度和占用土地需求的问题，降低了南海区政府环评、稳评和监管的难度。

8. 温州市：小微危险废物全闭环管理经验做法

（1）基本情况

温州市民营经济发达，第二次全国污染普查调查涉危险废物产废企业达 9 504 家，其中危险废物年产生量在 10 吨以下的小微产废企业众多，长期以来具有“点多、面广、难管理”等特点，危险废物违法倾倒、非法处置的现象时有发生，规范化管理工作落实存在较大难度。温州市是全省首个着手解决小微产废单位危险废物收贮运处置问题，并改革建立小微产废单位危险废物收贮运体系的试点城市。早在 2018 年，温州市就率先探索构建小微危险废物环保管家云平台。自 2021 年以来，温州市以小微危险废物收运体系建设为抓手，应用信息化监管，全面推进危险废物规范化管理，努力形成源头产生—分类贮存—转移运输—安全处置的全过程闭环管理，被中央电视台正面报道，被评为浙江省“无废城市”建设最佳实践案例。

（2）主要做法

一是加强顶层设计，健全规章制度。全市通盘考虑，研究出台《温州市小微产废企业危险废物统一收运体系建设试点管理导则（试行）》，实现准入条件、工作要求、工作流程、服务标准和监督考核“5 方面统一”，配套制定统一收运单位“积分制”规范化评估表，实施“一季一评估”，评估结果作为统一收运单位规范化年度考核的重要依据。同时着手制定温州市小微危险废物收贮运服务规范地方标准，并成为浙江省首批生态环境标准化试点项目，也是全国首个小微收运体系地方标准。

二是压紧压实责任，落实落细措施。压实危险废物产、处企业污染防治主体责任，共发放告知书 18 120 份，明确产废企业责任与义务，督促责任主体把危险废物污染防治资金投足、措施做足、管理跟足，严格落实各项危险废物治理措施。压实地方政府属地责任，属地政府制定工作方案，以公开、公正的方式择优选定小微收运单位，按照辖区企业签约纳网率和危险废物转运处置率两个 100% 的目标推进体系建设，切实提升工业危险固体废物治理水平。压实主管部门监管责任，市、县两级生态环境部门深化危险废物规范化管理，多次组织召开市生态环境系统主要负责人专题会，统一思想认识，厘清工作定位，作为“一把手”

工程加强危险废物闭环监管治理体系建设。

三是筹建成立协会，强化行业自律。精心谋划，指导成立温州市危险废物服务技术协会，发挥桥梁纽带的作用，加强处置单位与收运单位的沟通联系，促进双方分工合作，共同配合产废单位做好危险废物收处和管理工作。自 2022 年成立以来，起草自律公约并与会员签约，组织开展技术培训和现场互学互比 6 次，收运工作协调会 21 次，危险废物仓库建设安全化指导 26 次，应急处置 109 次，处置量共 402 吨，促进危险废物行业规范运作，提高管理水平，形成专业化危险废物收集、贮存、转运、处置的技术团队。

（3）取得成效

一是危险废物规范化管理水平持续提升。将广大小微产废企业纳入监管范围，形成生态环境部门监管危险废物经营单位和重点产废企业，小微收运单位协助指导小微产废企业的模式，促进危险废物规范化管理提质扩面。同时，广大小微产废企业借助收运单位的帮扶指导，实现从无到有的巨大改观，设置危险废物仓库、规范标签标识、填写台账记录等基本要求得到落实，逐步实现危险废物规范化管理。

二是数字智治闭环监管能力不断加强。建成投用温州市小微危险废物统一收运云平台，设置基本转运、智能预警、服务留痕、资金监管、评估考核等十大数字模块，落实“产废端规范贮存、收运端及时转运、处置端安全有效、全过程闭环溯源”要求，实现产废企业—收运单位—处置单位的全过程数字化闭环管理。

三是小微危险废物收运体系建设卓有成效。温州市始终坚持底数彻查、真正应纳尽纳，大力推进小微危险废物收运体系建设，建成覆盖全市的小微危险废物收运体系网络，建成投用 15 个小微收运单位（图 23）。2023 年签约纳网 17 612 家小微产废企业，转运处置危险废物 12 933 吨，对比体系建设前的 2020 年（签约纳网 2 285 家，转运处置危险废物 363 吨）成效显著（图 24）。



图 23 小微危险废物收运体系车辆



图 24 小微产废单位危险废物标准化管理示意图

9. 无锡市、常州市、苏州市：多源有机废弃物协同处理利用经验做法

(1) 基本情况

为深入贯彻习近平总书记“要推进环太湖地区城乡有机废弃物处理利用，形成系列配套保障措施，为长三角地区生态环境共保联治提供借鉴，为全国有机废弃物处理利用做出示范”重要指示精神，无锡、常州、苏州环太湖3市党委政府积极落实联席会议工作机制要求，打破各管一块的部门壁垒，强化各种类和要素的区域协同，通过不断整合优化有机废弃物利用产业，构建完善收储运体系和处理利用体系，较好地形成了规范化收集、资源化利用、产业化发展、市场化运作的新路径、新模式。

(2) 主要做法

系统构建政策体系。按照“一年试点、三年成型、五年成熟”的工作部署，环太湖3市扎实开展本辖区有机废弃物处理利用情况摸底调查，结合省级规划要求和地方产业特点，制定出台示范区建设实施方案和五年规划，做到有计划、有步骤、有突破地推进。针对项目建设选址难、落地难等问题，3市坚持法治引领，陆续出台《无锡市城市绿化管理条例》《苏

州市生活垃圾分类管理条例》《常州市水生态环境保护条例》等 10 余部地方性法规和标准，使有机废弃物管理有“法”可依、有“规”可循。

紧抓项目能力建设。以“应收尽收、能用尽用”为原则，着力形成“资源循环、产业协同”绿色发展模式。一是围绕有机废弃物的季节性和物理性等特点，从协同利用入手，充分挖掘多源有机废弃物收运体系效能，苏州吴中区建设临湖、东山、金庭 3 个示范中心，强化餐厨垃圾、园林废弃物等 4 类有机废弃物资源利用。二是综合考虑各地生产生活模式、人口结构、处理半径等，科学合理布局，建设了一批以宜兴城市污水资源概念厂为代表的高标准处理利用设施。三是打通多种有机废弃物处理设施间的耦合协同，苏州工业园区静脉产业园以物料和能源最大限度循环利用为导向，统筹厨余垃圾、园林废弃物、城镇污泥等各类废弃物处理设施互联互通，每年实现经济效益 3 300 余万元，削减碳排放 1.7 万吨。

打造产学研一体化。无锡市聚焦藻泥、淤泥和秸秆资源化利用三大难点问题，以“揭榜挂帅”方式集智攻关“热水碳化”、协同制备有机肥等藻泥高值化利用技术。常州市开发餐厨废弃物强化物化高质分离与高效生化处理关键技术，相关课题获得 2021 年度江苏省科学技术奖一等奖，成套工艺装备实现了规模化工程应用。苏州市与中国农业大学共建有机循环研究院和环太湖首家有机废弃物处理利用示范中心研发高效微生物菌剂和藻毒素去除技术，不断促进有机废弃物高值利用。

强化产业市场路径。针对有机肥项目建设难、肥料登记难问题，在江苏省生态环境厅的指导下，无锡、苏州 2 市联合生态环境、市场监管、农业农村等部门，从优化环评审批、经营范围许可、开展有机肥料生产评估类原料安全性评价等方面，推动神力生态、中农新科 2 家企业顺利申领有机肥登记证，打通有机废弃物商品有机肥市场化消纳堵点。同时，3 市依托投资引导、税收优惠、产品补贴等财税政策，推动形成较为合理的有机废弃物价格形成机制，有效地提升了相关产品的市场竞争力。截至目前，无锡市财政累计投入资金超 50 亿元；常州市给予 142 家企业增值税优惠政策；苏州市按实际投资额的 30% 予以补助，相关企业已享受即征即退优惠政策 3.2 亿元。

（3）取得成效

示范区建设 3 年来，环太湖 3 市共计实施重点工程项目 103 项，有机废弃物收集处理能力大幅提升。垃圾分类收集与处理设施覆盖率在原有基础上提升到 95% 以上，生活垃圾及其焚烧飞灰、城市生活污水处理厂（图 25）污泥无害化处理率均达到 100%，园林废弃物、秸秆、蓝藻综合利用率分别达 95%、95%、90% 以上，有机肥替代化肥比例达到 25% 左右。同时，3 市形成了一批可复制、可推广的有机废弃物处理利用典型模式。无锡市宜兴市针对种植田块集中度不高、大型收集机械作业难度大等问题，按照“3+2+1+X”的模式，建设收集点、转运站、处理点三级收集网络，形成了苏南地区分散式农田秸秆“全量收储利用”示范。常州市推进“七大工程+一大体系”建设，统筹建设含餐厨废弃物、淤泥、园林废弃物、

藻泥处理处置，以及有机肥生产和农牧结合利用基地等项目，全种类、全产业链完善有机废弃物收运处体系，入选 2024 年度长三角区域生态环境保护协作案例。苏州太仓东林村构建“优质稻麦种植、秸秆饲料生产、肉羊生态养殖、羊粪制肥还田”的循环链，成为全国农业绿色发展典型案例和农牧废弃物多级增值利用的生态循环样板（图 26）。



图 25 宜兴城市污水资源概念厂



图 26 苏州太仓东林村“无废乡村”

（三）“无废细胞”建设

1. 杭州市：创新开展“无废亚运”行动

（1）基本情况

2023年，杭州市以举办第19届亚运会为契机，将“无废理念”全面融入赛事筹办，创新开展“无废亚运”行动，全领域推进源头减量、全过程推动循环利用、全方位弘扬“无废理念”、全流程防控污染风险，成功打造亚运史上首届“无废”赛事。

（2）主要做法

一是整体谋划、系统推进。与亚组委办公室联合印发《“无废亚运”提升行动方案》，出台场馆建设、赛事保障、公众参与等领域14条“无废”措施，做到各项工作有章可循、有规可依。发布《“无废亚运”实施指南（试行）》，细化量化赛前、赛时、赛后“无废”举措，设置生活垃圾回收利用率、电子门票使用率等23项评价指标，实现建设成效可评。

二是精细管理、源头减量。亚运场馆坚持能改不建，特许商品注重简化包装，亚运村食堂按需供应食物，通过一系列精细化的“无废”措施，全方位推动固体废物源头减量。推出“云上亚运村”低碳账户，鼓励村民通过“光盘行动”、垃圾分类等“无废行为”获取积分、兑换奖品，参与人次超过70万。

三是节俭办赛、物尽其用。坚持器材设备能租不买、能借不租，废旧物资尽可能再生利用、变废为宝。在亚运村开展“空瓶回收”行动，回收矿泉水瓶40多万个，再生利用后制作成塑料长椅重回亚运村；做好纸质餐具等低值废弃物回收利用，累计收到150余吨，制成原生纸90吨，一部分做成独具杭州韵味的折扇，成为“无废亚运”的纪念品。

四是全民行动、广泛参与。倒计时1周年时举办“无废亚运”推进活动，倒计时60天时举办“无废亚运”主题活动，推出“无废亚运”动漫形象“绿芽儿”，拍摄“无废亚运”系列动漫片，发布“无废亚运”公众10条举措，央视《新闻调查》播出《无废城市，无废亚运》纪实片，央视外语频道推出“无废亚运”专题报道，推动“无废理念”走进千家万户（图27、图28）。

（3）取得成效

一是“无废理念”深入人心。“无废理念”实现进党政机关、进学校医院、进社区乡村、进电视台、进公交地铁、进户外广告，覆盖面不断扩大，影响力持续提升，资源节约、废物利用、垃圾分类、“光盘行动”等成为市民自觉习惯。开（闭）幕式后，观众随身带走垃圾，场馆干净整洁，体现公众“无废”素养。

二是“无废”办赛成果显著。56个亚运场馆实现100%绿电供应，新改建工程建筑垃圾资源化利用率超过95%；杭州亚运村二星级以上绿色建筑比例达100%，达到三星级标准的超过50%，生活垃圾回收率达74.8%，易腐垃圾资源化利用率和医疗废物无害化处置率均为100%。

三是“无废”产业随赛发展。通过“无废亚运”示范引领，有力推动建筑施工、再生

资源回收利用和制造业等相关产业的转型升级。吉利控股集团通过“无废亚运工厂”建设，实现了减废增效的双赢，进而全面推开“无废集团”建设，推行“全面循环包装”，带动上下游“无废”产业链建设，实现能耗减少 20%，挥发性有机物减少 20%，废弃物减少 25%。

四是“无废”故事广为传播。“无废亚运”出圈引发媒体高度关注和广泛报道，亚运场馆旧地板重获新生，“观众离席、不留一片垃圾”“无废亚运”加油鸭一“鸭”难求，外国运动员为获取“无废”奖品而“蹲守”矿泉水瓶，“无废亚运”故事得到国际奥委会主席巴赫点赞。



图 27 “无废亚运”推进活动



图 28 央视《新闻调查》栏目“无废亚运”专题报道

2. 大连市：打造石化行业“无废企业”

（1）基本情况

大连市是国家重要的石油炼化基地，全市原油加工能力达到 5 270 万吨 / 年，居国内城市前列。根据 2023 年数据统计，全市原油加工制造企业产生各类危险废物 6.9 万吨，占比为 17.72%。大连市依托“无废城市”建设，探索提升大型石化企业固体废物治理体系和治理能力路径，实现企业内、企业间物料闭路循环、资源化利用，推动石化行业绿色高质量发展。以大连恒力石化为例，企业持续加大固体废物源头减量和资源化利用措施，走出生态优先、绿色高质量发展模式，与 2020 年相比，每年可减少固体废物产生约 2.3 万吨，资源化利用各类固体废物 6.6 万余吨，无害化处置危险废物 2 万余吨。

（2）主要做法

大连市以长兴岛石化基地为依托，打造“无废石化基地”，推动石化行业绿色高质量发展。恒力石化作为长兴岛石化基地核心企业，集炼化、石化、化工、新材料于一体，从“一滴油到一匹布”全产业链战略发展模式，探索建设“无废企业”。

一是践行“无废理念”，实现固体废物“三化”目标。恒力石化践行“无废城市”建设理念，不断优化能源结构，提升资源利用效率，持续加大技术升级与设施改造力度，大幅降低单位产出能源资源消耗和固体废物产生强度，提升固体废物资源循环利用与末端处置无害化水平，全面提高能源、原料等利用效率，大力推进绿色低碳发展。

二是对标“无废”标准，探索特色高质量发展模式。对标大连市“无废企业”建设标准，恒力石化从原料采购、生产运输、固体废物处置到工艺技术变更，努力打造厂房集约化、原料无害化、生产洁净化、固体废物资源化、能源低碳化的“无废企业”，积极探索具有恒力特色的“无废”高质量发展模式。

三是争创世界一流，秉承生态优先发展路线。恒力石化始终秉持建设“最安全、最环保、内在优、外在美”的世界一流石化企业目标，将生态优先作为企业发展的第一准则。在提高生产效率的同时，以源头减量、内部循环、无害化处置为原则，利用技术升级和设备更新，最大限度地实现固体废物回收再利用，为公司创造出“无废价值”。

（3）取得成效

一是优化工艺装置，实现固体废物减量化。恒力石化产生的生化污泥，采用苏伊士水务先进工艺，通过锅炉排放的部分烟气与污泥直接接触热交换，将含水率为 85% 的污泥处理至含水率为 10% 以下，每年可减少各类污泥产生约 1.1 万吨。企业攻克 PTA 残渣回收处理世界难题，建设 PTA 行业首套残渣回收系统——R2R 装置，每年可回收苯甲酸近 6 000 吨、醋酸钴约 1.5 吨、催化剂约 3 000 吨。芳烃联合等装置在设计上进行创新优化，通过工艺技术革新大大延长二甲苯、制苯等装置白土使用寿命，白土使用寿命由传统工艺的 3 ~ 6 个月延长到 2 年以上，每年可减少产生废白土类危险废物 3 048 吨，实现固体废物源头减量。

二是资源节约利用，实现危险废物资源化。恒力石化污水处理环节产生大量废活性炭，企业自建多膛耙式炉将废活性炭在炉内与高温烟气换热，并与再生蒸汽接触发生传质和化学反应去除杂质，同时保持活性炭原有的完整性，每天实现 20 余吨废弃活性炭再生使用。企业乙烯装置去除裂解气中硫化氢、二氧化碳过程中产生大量废碱液，因含有的硫化钠等对水生生物产生毒性影响，容易造成环境污染，企业自建废碱液氧化装置，将废碱液中的硫化钠氧化后，废碱变废为宝，进入园区污水处理系统调节 pH，每年提供污水处理碱性中和剂 6 万余吨，真正实现“以废治废”（图 29）。



图 29 危险废物资源化——废碱液氧化装置

三是技术革新，实现固体废物无害化。恒力石化建设世界 PTA 行业中首套 PTA 残渣回收系统，回收氧化残渣浆料中的苯甲酸、钴、锰催化剂金属等可利用组分。回收的钴、锰催化剂进入主装置循环利用，苯甲酸作为副产品抽出，过滤后的滤液排至污水处理厂无害化处理。企业产生的苯系物、焦油、二聚物、多乙二醇等有机废液通过管道输送至 TO 炉焚烧，焚烧后产生的热量通过余热锅炉回收利用，烟气经 SNCR+SCR 双级脱硝、长袋低压脉冲布袋除尘器处理后达标排放，每年无害化处置各类危险废物 2 万余吨（图 30）。



图 30 危险废物无害化——TO 焚烧装置

3. 济宁市：数字化赋能“无废园区”循环发展

(1) 基本情况

济宁市高新区成立于 1992 年，2010 年晋升为国家级高新区，位于山东省南部，面积为 255 平方千米，辖 5 个街道，常住人口为 33.71 万（图 31）。先后被评为国家科技创新服务体系、创新型产业集群、战略性新兴产业知识产权集群管理试点、科技创业孵化链条试点高新区、国家级绿色工业园区等。获批全国第 5 家、山东省唯一一家国家级版权示范园区荣誉称号，成为全国第 21 家、山东省第 4 家高新技术产业标准化示范区。2023 年，全区地区生产总值达 579 亿元，同比增长 7.1%；全年人均生产总值（GDP）完成 171 897 元，同比增长 6.7%；一般公共预算收入完成 441 321 万元，同比增长 2.4%。在全省 160 个开发区中排名第 16，列全省国家级高新区前 5 强，在全国高新区综合排名中列第 67 位，以 4 年进位 40 个位次的成绩挺进全国高新区第一方阵。济宁市高新区的工业固体废物主要来自能源类企业、高端装备制造企业及生物医药企业，产生的固体废物绝大部分为炉渣、粉煤灰、脱硫石膏、煤矸石等大宗固体废物，具有种类简单、危害性小、便于利用等特点。在建设“无废园区”之前，全区每年固体废物利用量约为 45 万吨。

(2) 主要做法

一是强化资源能源协同利用。通过优化园区固体废物管理体制，指导企业提高固体废物管理水平，重视源头减废，提升固体废物利用能力，同时推进企业间沟通协作，实现园区

内优势互补，资源能源高效循环利用，重点行业资源产出率持续提升（图 32）。

二是促进园区产业循环发展。制定了《济宁高新区“十四五”时期“无废城市”建设实施方案》，建设了生态园区、整体清洁生产审核创新示范区，提高园区内企业清洁生产关联度，关注企业间水多级循环使用、副产品加工、废料循环利用、生产供应链、循环产业链、蒸汽—热水多级利用等方面产业结构的内循环设计。

三是加快数字转型赋能提升。积极探索企业数字化转型新路径，通过打造工业互联网园区+平台的服务体系，加快推动完善涵盖能源、资源、碳排放、污染物排放等数据信息，在装备制造等领域探索废弃物综合利用管理等方面集成应用新模式。

（3）取得成效

通过以上措施，济宁市高新区 2023 年度主要再生资源回收利用量达到 110 万吨。通过建设“产业大脑”，实现工程机械行业固体废物全产业链协同利用，纺织新材料行业固体废物全生产周期可回收利用，生物医药行业废弃物料提炼加工成为符合国家标准的其他产业原辅材料，热电行业大宗固体废物加工成为基础设施建设及其他用途原材料，资源综合利用率达 97.5%。增强了产业链的强度和韧性，打通了产业链之间、上下游供应链之间的“无废”内循环。



图 31 济宁市高新区远景



图 32 建宁新材料将济宁华源热电有限公司发电产生的粉煤灰利用加工成新型墙体材料

4. 中国石油化工集团有限公司：率先开展“无废集团”建设试点

（1）基本情况

中国石油化工集团有限公司（以下简称中国石化）是国有重要骨干企业，是中国最大的成品油和石化产品供应商、第二大油气生产商，是世界第一大炼油公司、第二大化工公司，加油站总数位居世界第二。产生危险废物的种类涉及《国家危险废物名录》中的 22 个大类、124 个小类，产生量约占全国总量的 3%，是国内最大的危险废物产生单位之一。2022 年 4 月以来，中国石化把推进“无废集团”建设试点工作作为重大政治责任和历史使命，积极开展试点企业先行先试、支持性政策实施、区域危险废物处置中心建设、危险废物信息化监管平台开发以及废旧高分子材料循环利用技术研发等工作，取得了一定的经验成效。

（2）主要做法

一是优化固体废物环境管理体系。中国石化把“严禁违规处置危险废物”写入公司生态环境保护五大禁令；固体废物处罚、通报事件作为“无废企业”评估的否决项；修订了《中国石化生态环境事件管理办法》和《中国石化环境事件领导干部责任追究管理办法》，量化分级危险废物违法行为，加大责任追究力度。

二是构建国内首套“无废集团”建设指标体系。建立以“五化”（规范化、减量化、资源化、无害化、信息化）为核心的中国石化“无废集团”建设指标和油田、炼化、销售板块 3 套“无废企业”建设评估指标，明确源头减量、资源化利用、最终处置、保障能力、企业文化 5 个

建设方向。

三是建立建设及评估标准化工序。形成“一企一案一表一清单”的建设工作方法，每家企业调研形成《固体废物基本情况表》，分析每一类固体废物产生、处置、利用情况后明确挖潜方向，编制工作方案并提出任务清单。形成“企业自评+集团复核”的双评估工作模式，确保建设取得实效。

四是打通危险废物适用性政策实施“最后一公里”。完成“白名单”简化跨省审批、“点对点”利用和“集团内部设施共享”豁免资质、小微企业危险废物收集试点 15 项，形成企业技术（风险）分析评估、政府论证核准、政企协同监督的工作模式，有效地解决企业收集处置利用难题。

五是持续提升固体废物治理和监管能力。加强制度控废、技术减废和利用、上下游企业协同利用；建成 7 座区域危险废物处置中心，4 座取得危险废物资质；建设炼化企业建筑垃圾示范项目。建设危险废物应急救援技术支持与培训教育基地（图 33）。



图 33 资源化技术——中国石化集团重庆川维化工有限公司废硫酸再生利用装置

六是开发“无废集团”信息化平台，实现危险废物全过程管理和风险预警；在重庆、河北等 5 个省（市）基本实现“企业—国家—省市”平台的数据互联互通，支撑政府、总部、企业管理（图 34）。



图 34 中国石化“无废集团”信息化平台实现危险废物一码溯源和信息化监管

(3) 取得成效

一是经济效益方面。自 2022 年启动“无废集团”建设试点工作至 2023 年年底，中国石化固体废物减量化工作累计节约委外处置费用 3.18 亿元，资源化实现创效 2.09 亿元；危险废物适用性政策实施实现经济效益 0.2 亿元。

二是社会效益方面。中国石化“无废集团”建设试点工作已形成 59 项可复制、可推广的“无废企业”典型案例，建设 28 家“无废企业”，多家企业入选地方“无废细胞”，被人民网、新华网、《中国环境报》等主流媒体报道。

三是生态效益方面。中国石化 2023 年单位营收危险废物产生量同比下降 6.5%；工业固体废物综合利用率达 90.2%，提前达到“无废集团”2025 年建设目标。



**Zero-waste Cities Construction Progress
Annual Report (2023)**

