

“无废城市”建设试点经验模式部分汇编

为贯彻落实《国务院办公厅关于印发“无废城市”建设试点工作方案的通知》（国办发〔2018〕128号）要求，生态环境部组织各省（区、市）推荐“无废城市”候选城市，并会同相关部门筛选确定了“11+5”试点城市和地区。我们对“11+5”试点城市和地区推动“无废城市”建设工作的部分鲜活案例和先进经验进行了汇编，供参考。

➤ 推进机制

江苏省徐州市全面落实“无废城市”建设试点 任务清单责任制

一、工作部署和推动

2019年2月，江苏省徐州市成立“无废城市”建设试点工作指挥部，市委、市政府主要领导任总指挥。2019年5月21日在全国率先举行试点启动仪式，10月19日，《实施方案》经国家评审后，市委市政府联合召开“无废城市”建设试点推进会，将试点任务纳入市重点工作目标考核、作为市委深改委重点任务、列入城建重点工程计划，市政府每月一调度、分管副市长带队每周1次赴县（市）区现场督导；各地、各部门真正作为“一把手”工程，全面落实试点任务清单责任制，真抓实干，构建起“高位推动、上下联动、部门协作、齐抓共管”的工作格局。

二、工作成效

(一)以推动绿色生产实现源头减量、过程利用 推动大宗工业固体废物源头减量，关闭退出“两断三清”56家产废强企业。壮大中联水泥、恒基伟业等建材行业代表性企业，构建区域大宗工业固体废物循环利用的产业链条。对泉山经济开发区、邳州高新技术产业开发区等13个园区绿色循环化改造，与联合国人居署共同举办“城市绿色发展国际论坛”，发布《黄淮海平原采煤沉陷区生态修复技术标准》《采石宕口生态修复技术标准》，实现了生态修复“徐州标准”国际化。贾汪区荣获全国“绿水青山就是金山银山”实践创新基地。

推进农业废弃物高值化利用，完善秸秆收储运体系建设，推广秸秆收储利用经纪人模式，秸秆离田收储运能力大幅度提高。全市已建成秸秆畜禽粪便太阳能沼气集中供气示范项目22处，全市秸秆综合利用率达95%以上。推进农村人居环境综合整治，全市建成美丽宜居村庄省级212个、市级672个，发挥了宜美宜居村庄的示范作用，着力提高群众幸福感、获得感。

强化危废安全管控，利用危废环境污染强制责任保险制度、排污许可一证式管理、工业危废信用评价等手段，建立重点企业自查核查机制，建成危险废物环境管理智慧应用平台，对全市92家重点产废企业和经营单位实现工业危废精细化管理。

（二）以推进垃圾分类形成美好生活新时尚。制定了《城市生活垃圾分类行动方案》，建立健全生活垃圾分类标准体系和生活垃圾分类责任人制度，利用大数据实现“定时定点”分类投放、分类收集、分类运输、分类利用与处理。2621个社区、机关、学校等单位和25个乡镇实现垃圾分类管理，建成投产5个生活垃圾焚烧处置基地、新建生活垃圾焚烧发电厂3座、续建餐厨废弃物处理厂2座，至年底将形成日处理能力将达到11130吨，其中焚烧能力达到8150吨/日，全面实现“全量焚烧、零填埋”。

（三）以法制化保障实现制度机制新突破。《徐州市工业固体废物管理条例（草案）》已通过市人大常委会初审和二审，待报省人大备案后实施；《徐州市生活垃圾管理条例》已通过市政府常务会议审议、市人大初审。《徐州市城市建筑垃圾管理办法》、《医疗废弃物管理实施方案》、《危险废物污染防治工作实施意见》《徐州市畜禽废弃物资源化利用考核办法》等规章、规范性文件已颁发实施。

（四）以培育市场主体促进产城融合发展。打造产业平台，依托国家级资源循环利用基地、城市矿产开发示范基地、大宗工业固废综合利用示范基地等，培育了40多家固废协同处理利用、处置的骨干型企业。建设国内领先、起步区2200余亩的循环经济产业园，日处置垃圾2000余吨的生活垃圾焚烧发电厂本月将建成运营，建筑垃圾处置、危废材料处置等总投资50余亿元的10余个项目进展顺利。完善产业链条，

构建以徐工集团为代表的再制造产业链、以新春兴公司为代表的城市矿产产业链、以振丰新型墙材公司为代表的固废综合利用产业链，以点带面形成资源循环利用产业集群，带动高端装备制造和战略新兴产业的发展。徐州被列为全国第一批战略性新兴产业集群，成为全国 7 个国家级智能制造装备产业集群之一。

（五）以“无废细胞”单元建设培育“无废文化”。坚持多方参与、多元共治、共建共享，广泛开展了“无废机关”、“无废商场（超市）”创建；印制 30 余万份倡议书，联合市教育局向全市 160 万中小学生发出倡议，开展了“小手拉大手”、共创共建“无废城市”宣教系列活动，推动形成全民共建“无废城市”的文化氛围，提高群众知晓率、参与感、满意度。

➤ 危险废物管理

绍兴市全面打造源头减量-全量收运-规范利用的链条式危险废物精细化管理模式

基本情况

染化、医药行业是绍兴市的重要产业，行业企业产生的危险废物管理一直是绍兴市一个难点。试点前，绍兴市危险废物管理主要面临以下三个问题：一是危险废物产生量较大。2019 年，绍兴市工业危险废物产生量为 42.92 万吨，位居浙江省前列。二是小微产废企业危险废物收运不及时。据环境统计，绍兴市有危险废物产生的小微企业共 2184 家，其中年

产生危险废物 10 吨以下的 1894 家，占比 86.7%。这些企业产生的危险废物，因产生量小、种类杂、管理力量薄弱等问题，其收运处置问题已逐渐演变成企业管理的“痛点”、政府监管的“难点”、经济发展的“堵点”。三是废盐、飞灰依靠无害化分区填埋处置，缺乏综合利用手段。据统计，绍兴市废盐、飞灰合计产生量 10 余万吨/年。2020 年 6 月 1 日，新《危险废物填埋污染控制标准》实施，废盐等危险废物需进入刚性填埋场填埋，加剧了我市处置压力。

针对以上问题，绍兴市以“无废城市”建设为抓手和载体，坚持问题导向，通过制度、市场、技术、监管四大手段，全面提升危险废物利用处置能力、监管能力和风险防控能力，探索形成了“源头减量—全量收运—规范利用处置”的危险废物精细化管理模式（图 1）。

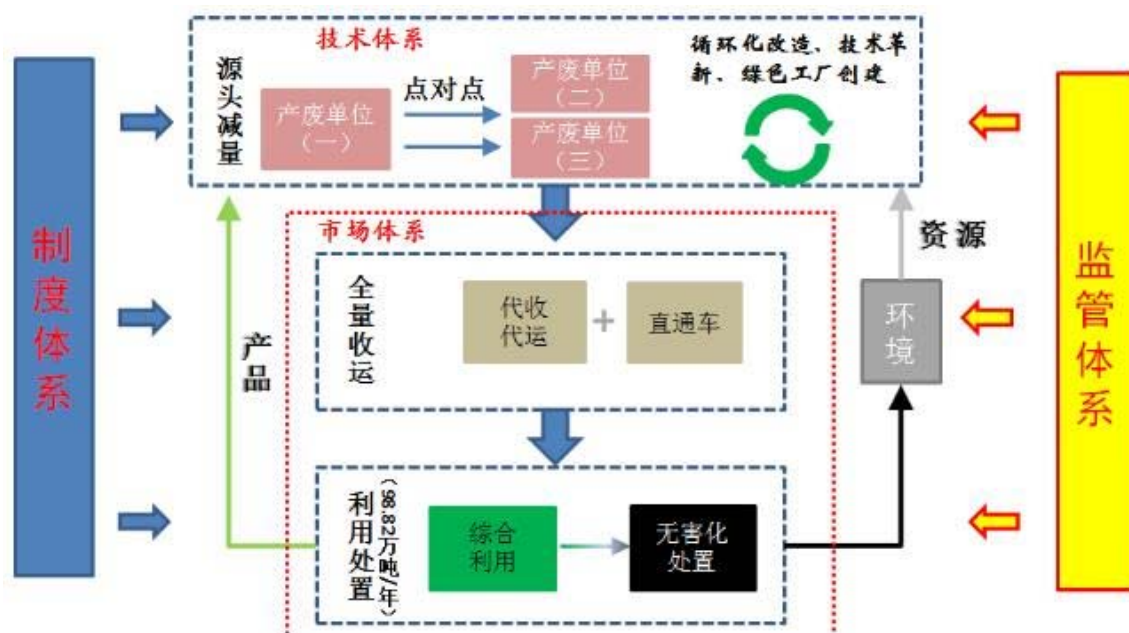


图 1 源头减量-全量收运-规范利用处置的危险废物精细化管理模式示意图

主要做法

试点建设以来，绍兴市以“无废工厂”创建引领企业技术创新，推动危险废物源头减量；提出“代收代运”和“直营车”两种模式，因地制宜实现小微产废企业危险废物收运全覆盖；率先实施危险废物“点对点”利用制度，探索提升危险废物资源化利用水平，切实防范环境风险。

（一）通过绿色工厂建设和工艺技术革新，以工业原料全量利用为目标，实现危险废物减量化和资源化

1、制度创新

出台《绍兴市绿色制造体系评价办法》，明确“产品设计生态化、用地集约化、生产洁净化、废物资源化、能源低碳化”等“五化”为主体的绿色工厂创建要求。在此基础上，提出“无废工厂”理念，制定《绍兴市“无废工厂”评价标准》，细化了危险废物资源化、无害化等要求，截至2020年12月，合计创建市级绿色工厂70家、“无废工厂”40家。

2、技术创新

（1）分散染料行业清洁生产技术改造

龙盛集团投资6.3亿元，将原来每吨染料产生90-120吨酸性废水的工艺，改造为接近“零排放”，使单位产品废水产生量下降95%，单位产品废渣产生量下降96%，减少硫酸钙废渣14.4万吨/年，回收副产硫酸铵产品7万吨/年，获得直接经济效益3亿元/年。该项目已被列入国家工信部清洁生产示范项目（图2）。

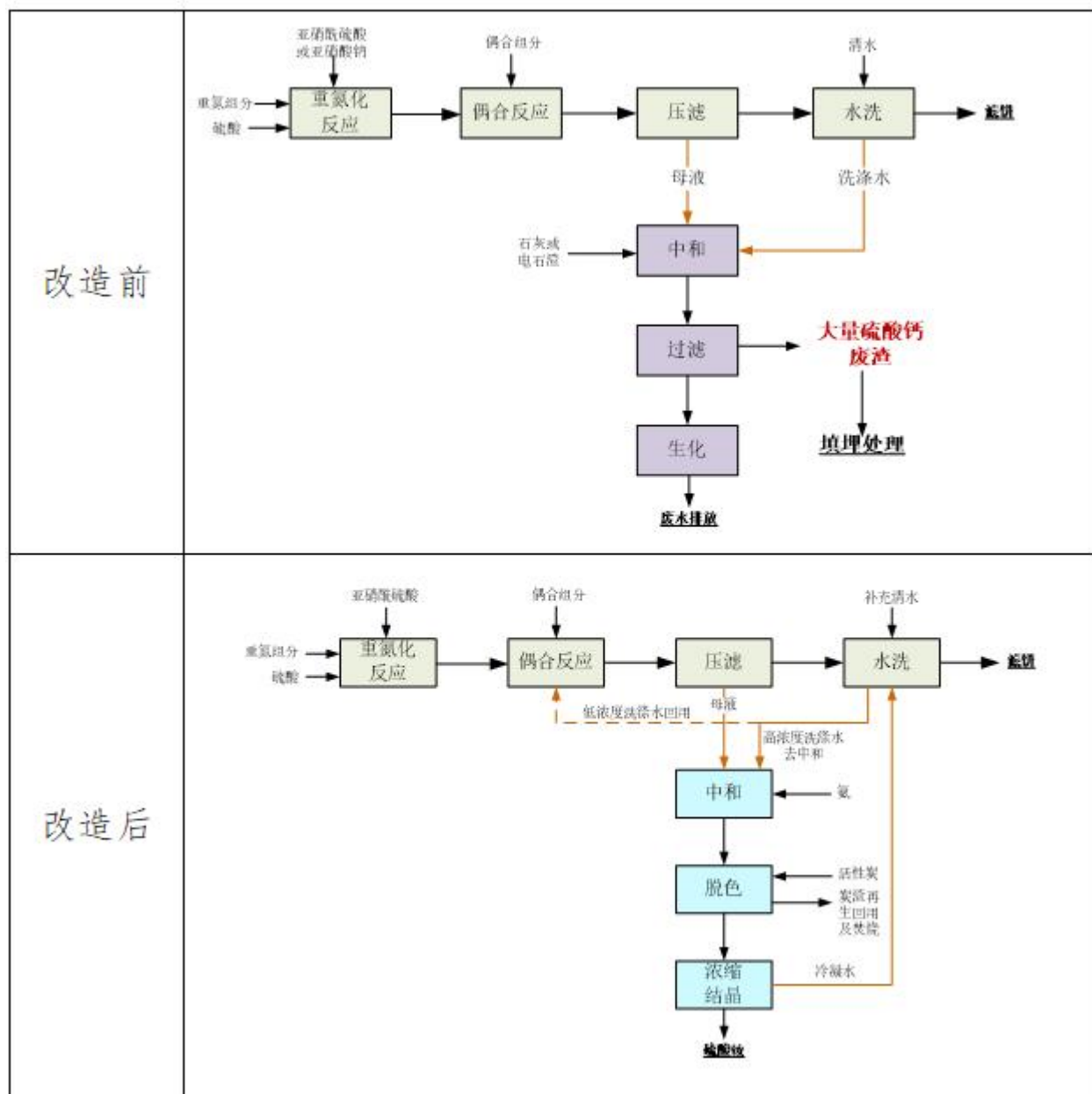


图 2 分散染料清洁生产工艺流程

(2) 混杂废盐综合治理资源化改造

针对化工行业产生的工业混杂废盐无利用价值且处理成本高的问题，龙盛集团开发出一套高盐废水综合治理技术。按照该集团目前 6000 吨/天的废水排放量，平均含盐浓度 2% 计算，每年可减少混杂废盐产生量 2 万吨，获得直接经济效益 1.6 亿元。此外，与上虞众联环保有限公司合作，投资 10

亿余元建设每年 5 万吨工业废盐和 6 万吨废硫酸的资源化利用项目（图 3），将处置成本高、经济效益差、安全风险大的氯化钠与硫酸钠的混杂盐，转化为经济价值高、市场容量大的硫酸钠和盐酸，同时因地制宜解决了工业废硫酸的处置问题，形成了一条绿色、可持续的“废盐生态链”。

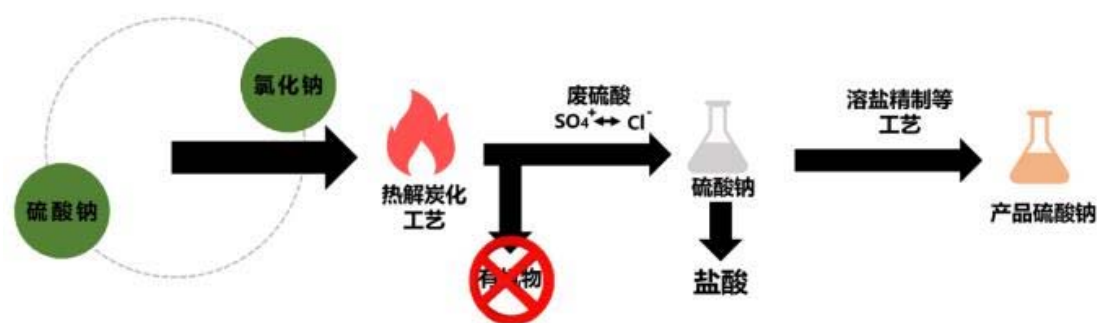


图 3 工业废盐和废硫酸资源化利用项目示意图

（3）医药化工行业提升原材料利用率改造

新和成公司在产品的研发阶段，坚持“四化”原则，即“规模化、系列化、协同化、一体化”。整个集团生产的营养品、香精香料、原料药等产品可以共用中间体。利用高真空精馏、超临界反应等先进技术，把原材料吃干榨尽。“脂溶性维生素及类胡萝卜素的绿色合成新工艺及产业化”技术荣获了国家技术发明二等奖。同时大力提升生产自动化水平，实现自动化程度 90%以上，连续化程度 80%以上，对无法连续化生产的部分工艺，也通过智能化系统实现程序控制。通过工艺和装备的提升，大幅度降低了损耗，减少了废物的产生。

（4）水煤浆气化及高温融熔协同处置技术

绍兴凤登环保有限公司开发的水煤浆气化及高温融熔

协同处置技术，以工业有机固废、废液等作为原料替代煤和水，年节约标煤约 25000 吨，节水约 31000 吨。2019 年资源化生产合格的高纯氢气（氢能源）1181.16 万 m³、氢气 9.6 万瓶、工业碳酸氢铵 5.44 万吨、工业氨水 6.16 万吨、液氨 1.86 万吨、甲醇 0.32 万吨、蒸汽 4.9 万吨等产品，充分利用了有机类废物中的碳、氢元素，实现了危险废物的高附加值资源化利用（图 4）。

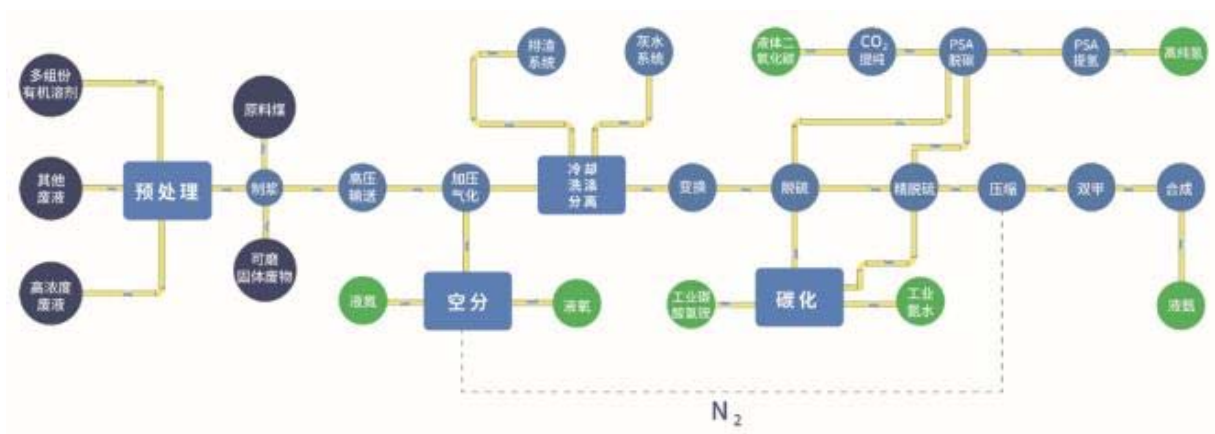


图 4 水煤浆气化及高温融熔协同处置技术示意图

（二）探索建立“代收代运”+“直营车”模式，实现小微企业危险废物收运全覆盖

1、制度创新

2020 年 7 月，绍兴市无废办和绍兴市生态环境局联合印发《绍兴市小微企业危险废物收运管理办法（试行）》，明确了产废单位、收运单位管理要求。该《办法》将危险废物年产生量不超过 10 吨、单一种类不超过 1 吨的小微产废企业、学校、科研院所及检测单位作为责任主体，依托“无废城市”信息化平台，规范小微产废企业危废管理，做到“应纳尽纳、

应收尽收”，清除监管盲区。收运单位除做好小微企业危险废物收集、运输外，还要指导产废企业在信息化平台上完成申报和全过程台账记录，帮助产废企业危险废物的收集、临时贮存达到国家相关规定和标准要求，实现“专人、专库、专账”管理，服务企业长远发展。

2. 市场模式创新（两种模式）

（1）“代收代运”

“代收代运”模式指的是以区、县（市）为主体，遵循“政府引导、市场主导、企业受益、多方共赢”的原则，由属地政府制定相关操作规程，明确收运主体、收集范围及对象、收集许可、贮存设施、转运过程、延伸服务等要求，全力推动收运经营活动的规范化。统一收运单位要根据国家或地方环境保护标准建设规范建设收集贮存设施并获得环评批复，面积应根据收集贮存量及中转周期合理设计，污染防治设施应满足所收集种类的相关污染防治要求。在开展收集工作时，收运单位应与现有危险废物经营单位合作并取得其授权（收集范围不得超过合作单位危险废物经营许可证的规定），收运处置过程严格执行转移联单制度。该方式告别了传统的“政府兜底”思维，充分利用市场，进一步挖掘固体废物再生价值，提高固体废物的综合利用水平，实现发展循环经济和防控生态环境安全风险系统耦合。该模式较适用于辖区内危险废物利用处置单位数量较少、利用处置废物类别较为单一的地区。目前，绍兴市的诸暨市、嵊州市、新昌县小

微企业危险废物收集采用了“代收代运”模式，已实现乡镇收运全覆盖，合计为企业节省危险废物处置成本 100 余万元。

（2）“直营车”模式

“直营车”模式指的是由危险废物经营单位直接集中签约，服务指导，定时、定点、定线上门收运的小微企业危险废物收运处置“直营”模式。该模式实现了小微企业危险废物收运处置一体化、服务运营网格化、监督管理信息化，提高了收运处置效率，降低了企业处置成本，避免了二次转运风险，增强了环境污染风险防控能力，较适合在工业园区集中且具备较强危险废物利用处置能力的地区推广应用。目前，绍兴市上虞区已形成了一套较为完善的“直营车”模式，该模式按照“申报+评审”“签约+指导”“平台+微信”“转移联单+GPS 监控”“抽查+考核”的“五步法”开展（图 5、图 6）。上虞区小微企业收运体系已实现乡镇全覆盖，合计清运小微企业危险废物 300 余次，处置危险废物 1800 余吨。越城区、柯桥区已全面启动“直营车”模式。

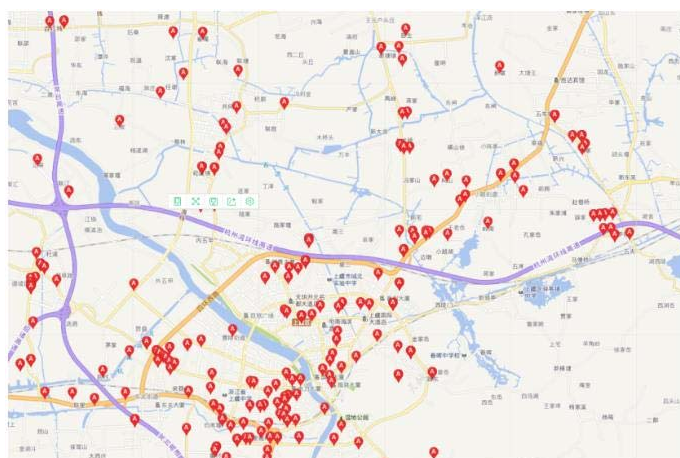


图 5 上虞区小微企业分布图

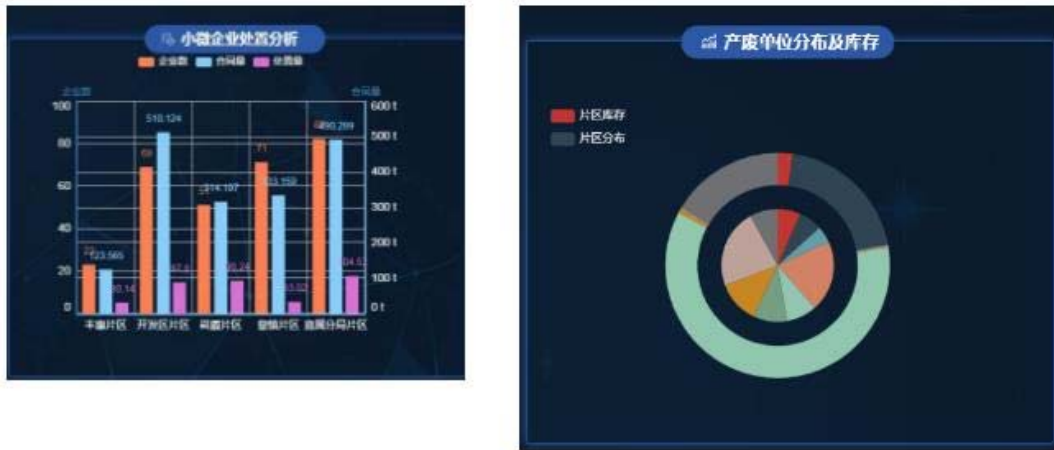


图 6 固废管理平台数据分析图

3、监管方式创新

绍兴市生态环境局持续强化涉危企业监管执法，委托第三方单位开展涉危企业现场监管核查，印发 4.2 万份《关于加强小微企业危险废物规范化管理的告知书》，通过乡镇、园区发给所有工业企业“人手一份”。每年组织乡镇、园区和重点企业人员开展固废知识培训和警示教育，深入推进涉固废案件环境损害磋商赔偿和公益诉讼工作，探索推广环境污染强制责任保险，进一步压实产生者责任制，切实防范环境风险。

（三）以特点危险废物“点对点”定向利用为抓手，全面提升生态效益和经济效益

特定类别危险废物定向“点对点”利用，即在全过程风险可控的前提下，工业园区内特定企业产生的废酸和废盐等危险废物，可直接作为另外一家企业的生产原料，减少中间环节。该模式能有效提升危险废物资源化利用水平，切实防范环境风险。

一是试点先行，提供路径借鉴。绍兴市的试点方案明确了四个“特定”：首先是特定种类，仅工业废酸、废盐等特定种类危废可进行“点对点”利用；其次是特定环节，仅在利用环节进行豁免，其它环节仍严格按照危险废物管理；再次是特定企业，仅可在试点名单范围内的危废产生单位和资源化利用单位之间定向利用，每条“点对点”通道均需通过技术和管理实施方案的专家论证，明确入场接收标准、污染防治要求、再生产品质量标准和使用范围，切实防范环境隐患，并在属地生态环境部门进行审批或备案，严格执行建设项目环境保护“三同时”制度。最后是特定用途，特定危废定向利用再生产品的使用过程应当符合国家规定的用途、标准，严禁进入食品、药品等食物链环节，鼓励制定再生产品的地方标准或行业标准。

二是多措并举，引导有益探索。纳入特定危废“点对点”定向利用试点的单位，实行危险废物经营许可证豁免政策，但需要按照危险废物经营许可证持证单位的管理要求，建立和完善各项内部管理制度。制定特定危废定向利用循环经济激励政策，对工业废酸、废盐等特定危废定向利用设施予以定向补贴，鼓励定向利用单位开展技术创新和应用，拓宽本市特定类别危险废物的利用处置途径。

三是严格管理，强化安全保障。做好工业废酸、废盐等特定危废的源头品质管理，产生单位应执行工业废酸、废盐出厂月度抽检制度，并委托拥有国家 CMA 和 CNAS 资质的第

三方检测机构出具检测报告，确保达到接收单位的再利用标准。入厂接收的工业废酸、废盐等特定危废贮存设施应符合《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)，不得采用地下或半地下式储池，设置工业废酸、废盐等特定危废定向利用过程产生的次生危废专用贮存区，对次生危废的产生、贮存、处置量及去向进行详细记录，记录数据至少保存十年。加强日常生产运营管理，按照备案的再利用方案进行综合利用。建立工业废酸、废盐等特定危废出入库及利用台帐，建立可追溯的生产记录。

为更好地实施“点对点”利用，绍兴市从制度和市场等方面入手，形成了一套较为完善的管理体系。

制度方面，配套出台了《危险废物分级管理制度》《绍兴市特定类别危险废物定向“点对点”利用试点工作制度》《绍兴市工业固体废物综合利用产品监管办法》等十余项危险废物管理制度，还利用绍兴市“无废城市”建设试点本地专家团队，联合绍兴文理学院、凤登环保、德创环保、金葵环保等单位，制定了“基于工业废盐的印染专用再生利用氯化钠”团体标准，该标准已于2020年9月印发。

市场方面，在越城区、上虞区确定了14家危废产生和利
用单位，实行每年1.8万吨废盐溶液、5万吨酯化反应残渣、
20.87万吨废酸的“点对点”定向利用（图7）。此外，上虞
众联环保2万吨/年危险废物刚性填埋场基础设施基本建成，
为我市废盐处置提供兜底保障。浙江德创环保科技股份有限

实现产生利用处置基本匹配。各区、县（市）均建立小微企业危险废物收运体系，覆盖率 100%。

推广应用条件

绍兴市危险废物管理模式对于地区经济较发达、行业集中度较高、民间资本参与积极的地区具有借鉴意义。全国其他同类城市在推广应用过程中应注意以下问题：

一是要提供立法保障。小微企业危险废物收集和危险废物“点对点利用”等制度属创新制度，是对现有法律法规的突破和细化，缺乏上位法依据，因此，要加快地方立法，填补法律空白，巩固试点成效。同时，制定相关细化的实施办法，使相关工作更具可操作性。目前《绍兴市固体废物污染防治条例》已完成立法前期调研工作，并列入 2021 年市人大立法预备项目，力争 2022 年年底前审议通过，颁布实施。

二要构建市场激励机制。建议在试行小微企业危险废物收运体系时，建立服务费专项补贴制度，引导社会资本、优势企业参与其中。在试行危险废物“点对点”利用制度时，可按照国家固体废物资源综合利用产品目录，对依法综合利用固体废物、符合国家和地方环境保护优惠政策的企业，依据国家税收政策实行减免。

三是做到科技治废。建议充分利用信息化、智能化手段，按照“整体智治、高效协同”原则，破解监管覆盖范围不够、行政效率不高、裁量尺度不一、人员编制不足等难题。绍兴市建设的“无废城市”信息化平台，用数字化手段实现监控

调度、风险预警、考核展示、交易撮合、管理服务等功能。目前全市 5700 多家危险废物产生处置单位已纳入信息化平台，基本实现动态全覆盖，可实现危险废物高效率、低成本、全过程、闭环式监管。

➤ 工业固体废物管理

安徽省铜陵市依托三大资源产业链 打造“无废城市”
新模式

一、工作部署

安徽省铜陵市高度重视试点工作，成立了以市委、市政府主要领导挂帅的试点工作领导小组，召开了试点工作动员会，印发了《“无废城市”建设试点实施方案》。围绕“长江经济带、资源型城市、铜工业基地”试点城市定位，依托“铜冶炼、硫磷化工、水泥建材”三大资源循环产业链，铜陵市联动推进“无废城市”、工业资源综合利用基地、生活垃圾强制分类、餐厨垃圾资源利用和无害化处理、农作物秸秆综合利用等试点示范工作，全力打造可复制、可推广的资源型城市“无废城市”建设模式。

二、工作进展

一是多途径推进工业固体废物充分减量和资源化利用。铜阳极泥综合利用、有色二次资源回收、铜矿井下矸石综合利用项目建成投产，铜延伸加工废料循环利用，铜产业全产业链减废模式基本形成。粉煤灰、工业副产石膏、尾砂、冶炼废渣综合利用产品结构日趋多元化，形成纸面石膏板、水

泥缓凝剂、预拌砂浆、蒸压加气砼砌块（板材）、多孔砖、粉煤灰陶粒、胶凝材料等系列产品。研究制定《废弃露天采坑一般工业固废处置与生态修复技术规范》，探索钛石膏生态化利用，实施了钛石膏用于废弃露天石料采坑生态修复工程。推动重点企业能源、资源消耗在线检测和大数据分析，六国化工股份公司与阿里云合作的工业大脑项目，提高了磷肥生产磷资源回收率，每年可节约磷矿石资源 6000 吨、减少磷石膏产生量 10000 吨，入选“2019 中国国际大数据产业博览会百家大数据优秀案例”。

二是建立农业废弃物综合利用收储一体化运行模式。制定了《铜陵市农作物秸秆产业化利用奖补资金管理办法》《铜陵市加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用若干政策》《农业投入品废弃物回收处理方案》。依托龙头企业、专业合作经济组织、农民经纪人，建立了市场化、网络化秸秆收集储运体系，建成秸秆标准化收储站 21 个，堆放转运点 115 个，万华无醛生态秸秆板及绿色分布式大家居智造产业园（铜陵）项目建成投运，生物质替代燃料技术改造项目、畜禽粪污及秸秆沼气发电工程、秸秆综合利用生产木质素项目开工建设。全市畜禽粪污资源化利用率、秸秆综合利用率达到 94.33%、90.77%。试点推进农业投入品统一采购、统一配送、统一回收处理，回收农药包装废弃物 152 吨。

三是构建全链条闭环管理的垃圾分类和回收处理体系。颁布了《铜陵市生活垃圾分类管理条例》《铜陵市餐厨垃圾管理办

法》《铜陵市建筑垃圾管理办法》。新建 1038 个居民小区生活垃圾分类集中投放点，设置生活垃圾资源回收点 174 处，建立了楼栋、小区、社区、辖区分层负责的生活垃圾分类管理体系和“桶长制”工作机制。水泥窑协同处置生活垃圾工程、生活垃圾焚烧发电一期工程开工建设，餐厨垃圾无害化处理和资源化利用二期工程、建筑垃圾转运处置利用项目预计 2020 年 12 月建成投产；有害垃圾运送至集中收集点由铜陵市危险废物集中心处置，可回收物由再生资源企业回收利用。

四是实施资源循环利用智慧互联工程。充分发挥互联网在逆向物流回收体系中的平台作用，推进“互联网+”再生资源、“互联网+”环卫、“互联网+”餐厨垃圾管理模式，推动资源回收利用交易的便捷化、互动化、透明化，引导生产生活方式绿色化，再生资源回收郎系统及手机 app 客户端上线运行。启动了“互联网+”废矿油、小微企业危险废物收集环保管家式服务试点，通过无偿提供定制的智能新型危险废物收集容器，实现危险废物全过程、可追溯管理。制定了《美丽长江生态铜陵协同共治平台建设方案》，将“互联网+固体废物”管理系统纳入平台开发内容。

五是开展“无废城市”细胞工程建设。编印了中小學生地方教材《资源与环境垃圾分类篇》及幼儿园版生活垃圾分类绘本。印发了《铜陵市无废商场无废饭店无废宾馆无废商圈认定办法（试行）》，开展了无废景区、无废商场、无废校园、无废农场、无废矿山创建工作。建成铜官山铜矿及矿工民居

遗址保护的文创项目——“铜官山·1978”文化创意园。

三、下一步工作安排

坚持企业主导、市场引领、政府推动，全城发动，加快推进《铜陵市“无废城市”建设试点实施方案》，加强试点成果的凝练总结，力争在试点工作机制上形成铜陵模式，在固体废物利用上做出铜陵探索，在平台支撑上凸显铜陵特色，在标准引领上构建铜陵范式，奋力将“无废城市”打造成铜陵的一张崭新名片！

包头市：以政策驱动和科技引领推动工业固体废物 多元化综合利用

基本情况

包头市是内蒙古自治区最大的资源型重工业城市，随着经济社会的发展，各类固体废物产生量逐年增加，对生态环境的压力日益凸显，已引起全社会的普遍关注。一是固体废物产量大、堆存量高。2019年包头市一般工业固体废物产生量为4736.15万吨，位列大中城市前列。包头所在区域自我消纳一般工业固体废物资源综合利用产品的能力有限，每年超过一半的一般工业固体废物未进行资源化利用，大量贮存堆积的固体废物对周边土壤、地下水等带来污染，进而影响黄河流域生态环境。二是资源化利用途径不畅，产品附加值低。由于内蒙古自治区工业结构以电力、冶炼为主，包头市与相邻市（盟）一般工业固体废物产生类别相似、利用方式

相似，建筑材料等主要固废行业产能严重过剩，且受季节影响较大。同时，包头市综合利用企业的发展缺少统一规划，同质化竞争严重，缺少先进工艺技术支持，产品附加值低，加之缺失相应的标准，制约了各领域的应用。

为加快推进工业固体废物资源化利用，提高资源综合利用水平，包头市在“无废城市”建设试点框架下，通过统筹规划、政策支持、科技创新等多方面手段来推动工业固废综合利用。

主要做法

（一）强化顶层设计，鼓励固体废物综合利用

从包头实际情况出发，对包头市工业固体废物的产生情况、消纳能力、利用处置设施建设等全面梳理，编制了《包头市一般工业固体废物资源综合利用发展规划》和《包头市危险废物利用处置规划（2021-2025年）（征求意见稿）》，顶层设计、全局规划，为包头市工业固体废物产业技术布局、利惠措施提供重要依据。在已出台的《包头市加快推进工业固废污染防治综合利用政策措施》（包府办发〔2018〕115号）基础上，围绕用地、资金奖补等方面进一步完善和细化政策措施，完成了《包头市关于推进一般工业固体废物资源综合利用若干政策措施》（初稿），为包头市工业固体废物综合利用项目提供政策优惠。

（二）科技创新引领，加强固体废物利用技术研发

以科技创新为引领，结合本地工业固体废物资源特点，

以北京大学包头创新研究院为依托单位，成立内蒙古大宗工业固废产业技术创新战略联盟，联合国内 60 家知名高校和科研机构，通过“产、学、研”的模式开展固废利用的相关研究，研发相关技术 40 余项，获得发明专利 60 余项，实现固体废物资源利用科技成果产业化落地 10 余项。

积极探索工业固体废物相关研究，启动了国家重点研发项目“西北特殊生境有色金属污染场地土壤原位物化和生态修复技术及集成示范”第四课题“内蒙古典型金矿尾矿、土壤和地下水重金属污染治理技术”综合示范项目，2020 年国家重点研发项目“典型稀土矿产资源基地固废循环利用集成示范”，为固体废物的综合利用的相关技术提供支持。2020 年完成“典型工业固废生态利用过程环境行为及管理策略研究”“典型城市固废复配类土壤改良剂的制备及应用示范研究”“利用工业固废生产新型环保水泥提升改造项目”“工业固废粉煤灰综合利用年产 60 万立方米陶粒项目”等市级固废科研项目征集工作，推进固体废物多途径利用重点技术科技攻关。

开展工业固体废物相关科研平台建设，已建设国家及自治区固体废物研究中心 6 个，企业研发中心 5 个。2019 年 8 家资源综合利用企业成功申报国家级高新技术企业，占包头市 2019 年新认定高新技术企业总数的 9.7%，全面推进包头市工业固废综合利用技术创新与企业能力创新。

（三）制定大掺量冶炼渣利用标准、推动高值化利用技术

一是积极推广冶炼渣在道路基层、面层等的大规模使用。确定了 2020 年第 1 批地方标准制修订项目计划，以内蒙古综合交通科学研究院作为主要起草单位完成《钢渣梯级利用生产技术规范》《钢渣稳定基层材料设计与施工技术》《钢渣粉尘及重金属离子抑制技术规程》3 项地方标准立项，标准出台后将有效提升钢渣综合利用水平，加快钢铁产业转型升级，推动道路基础设施建设发展。逐步申请《钢渣沥青混凝土组成设计指南》《钢渣沥青混凝土应用技术指南》《内蒙古地区钢渣预防性养护材料与应用技术指南》《钢渣在水泥混凝土中的应用技术指南》等钢渣系列应用指南，为包头市利用冶金渣在道路基层、面层等的大规模推广使用做好技术保障。

二是探索工业固废高值化利用。针对钢渣，推动包钢与美国哥伦比亚大学合作，突破从钢渣中提纯优质碳酸钙技术，以钢渣和工业排放二氧化碳为原料，生产高纯碳酸钙、氧化铁粉等产品，项目建成后每年可处理包钢钢渣 42.4 万吨，将具备年产高纯碳酸钙 20 万吨、铁料 31 万吨的生产能力，折合减排二氧化碳约 10 万吨。针对稀土尾矿，结合包头特有的稀土尾矿特点，推动包钢集团改进了难分选的铈、萤石和钽等资源利用技术，实现了尾矿中有价金属回收的技术突破，建成一条年产 600 万吨氧化矿选矿生产线及与之匹配的年处理尾矿 380 万吨的铈选矿生产线。针对粉煤灰，北京大学包

头创新研究院与佳运通智能环保新材料有限公司合作，投资 10 亿建设智能环保新材料应用研发和产业化示范基地，该项目以粉煤灰为主要原料，添加高分子材料和稀土材料，研发可替代木材和塑料的物流托盘，预计可每年综合利用粉煤灰 100 万吨，推动粉煤灰规模化利用和高值化利用，重点解决粉煤灰综合利用区域瓶颈问题。

取得成效

建设国家及自治区工业固体废物研究中心 6 个，企业研发中心 5 个，拥有固废科研相关成果及专利技术几十项；6 家资源综合利用企业认定为国家级高新技术企业。建设完成固体废物利用相关项目 31 项，预期可综合利用工业固体废物约 1200 万吨。待冶炼渣用于道路的施工的标准发布后，可就地年利用冶炼废渣约 220 万吨。

推广应用条件

该模式对工业固体废物类别多、产生量和贮存量大的地区有借鉴意义。推广应用条件，一是本地的高校及科研机构对固体废物利用有较好的研究基础。二是政府及企业对固体废物利用关注度高，并在科研创新上有较大的投入。

践行“两山”理论 坚持标本兼治 打造工矿废弃地生态修复与多元发展模式

基本情况

徐州市作为全国老工业基地和资源型城市，长期大规模、

高强度的矿山开采，累计形成采煤塌陷地 42.33 万亩和采石宕口 400 余处，由此导致了耕地损毁、基础设施损坏、山体破损等一系列生态环境问题，严重制约着老工业基地振兴、资源型城市转型、区域中心城市建设和群众生活质量改善。为此，徐州市以资源枯竭型城市工矿废弃地生态修复为切入点，坚持因地制宜、标本兼治，着力恢复区域生态调节功能，经过多年的探索和实践，成功实现了采煤沉陷破坏土地重构和“山水林田湖草”生态保护修复，构建了以“无废”理念为中心的生态修复政策体系，建立了采煤塌陷地、采石宕口生态修复两项技术标准，形成了可复制、可推广的工矿废弃地生态修复多元发展模式。



图 1 徐州市生态修复与多元发展模式示意图

主要做法

(一) 建立健全完善的生态修复政策体系和技术标准

1. 强化顶层设计。近年来，徐州市坚定不移践行绿色发展理念，将工矿废弃地生态修复放到美丽徐州建设的核心位

置，成立生态修复领导小组，以市长任组长，市相关部门和各县（区）为成员，建立联席会议制度，形成了强大的工作合力。以“立足当前改善环境面貌，着眼长远促进发展转型”为目标，坚持统筹规划、有序实施，制订了《徐州市采煤沉陷区综合治理实施方案（2017-2020年）》《徐州市生态修复专项规划》和《徐州市生态修复三年行动计划（2019-2021年）》等规划方案，为生态修复提供了科学指引。

2. 强化制度保障。徐州市从地方立法、政策制度、规划计划等方面入手，全方位构建生态保护和治理修复的体制机制，进一步明确生态修复主体责任、客体范围和相关权利义务，使地方开展生态修复有法可依。近年来相继出台《徐州市山林资源保护条例》《徐州市采煤塌陷地复垦条例》等地方法规，为工矿废弃地实施持续、科学的生态修复提供了有力的制度保障。

3. 强化创新驱动。建立以“生态恢复力”为核心的生态修复评价体系，立足恢复生态功能、优化生态结构、推进可持续发展，细化修复工程的环节、内容和评价标准，为各地开展生态修复和成果评价提供依据。突出科技引领，充分发挥国家及区域生态修复技术创新中心的作用，围绕采煤塌陷地、工矿废弃地等重点领域开展攻关，形成一批成本更低、更便于推广应用的重大技术成果。

（二）打造工矿废弃地生态修复与多元化发展模式

1. “生态修复+土地复垦利用”模式。耕地是我国最为宝

贵的资源。徐州市以增加耕地、还耕种粮为目标，对沉陷较浅、可以复垦的土地，采取“分层剥离、交错回填、土壤重构”等技术手段进行土地复垦和土壤改良，按照高标准农田进行集中成片治理，打造“田成方、路成网、林成行、渠相连”的格局，不仅产生大量新增耕地，而且提高了粮食产量和农民收入。多年来，徐州市共实施采煤沉陷区土地复垦项目面积 16.3 万亩。



图 2 采煤塌陷地土地复垦示范区

2. “生态修复+建设用地改造”模式。将生态修复与产业转型有机结合，对已稳沉但复垦难度较大的采煤沉陷区，经勘测论证后进行土地平整，同步完善配套基础设施，利用城乡建设用地增加挂钩政策予以土地置换后，用于产业园区建设和产业项目建设，既实现了土地二次开发利用，又为产业转型升级增添了新的动力。徐州市经济技术开发区、徐州市工业园和泉山经济开发区充分利用采煤沉陷区进行园区规

划，目前已治理沉陷区近4万亩，治理后全部用于产业项目建设，实现了沉陷地的高效益、综合化利用。规划面积20.6平方公里的徐州潘安湖科教创新区原本也是大面积采煤沉陷区，经生态修复后面貌一新，吸引了江苏师范大学科文学院、徐州幼儿师范学院等综合院校和科技园区集中入驻，一个集教学、科研、文化、生活服务为一体的科教创新区正在加快崛起。



图3 修复后土地二次开发利用

3. “生态修复+园林景观建设”模式。对位于或者靠近城区的连片积水采煤沉陷区，有序进行挖湖引水、土地塑形、景观再造，逐步把积水区改造成为各具特色的湿地公园和风景湖泊，不仅唤醒了沉睡的土地资源，而且为山水城市建设拓展了空间。对采石宕口，采用整修复绿、岩壁造景、遗存保护等手法，因地制宜实施改造升级，实现了消除地质灾害、

生态环境修复、特色景观打造一举多得。潘安湖曾是徐州市面积最大、塌陷最严重的沉陷区，总面积 1.74 万亩，平均塌陷深度 4 米，未治理前坑塘遍布、村庄塌陷、生态环境恶劣，经生态修复后已蝶变为风景优美、游人如织的国家湿地公园和国家生态旅游示范区。



图 4 东珠山岩口遗址公园改造前后



图 5 潘安湖国家湿地公园修复前后

“生态修复+整体搬迁开发”模式。对压煤村庄或因采煤

塌陷村庄进行整体搬迁，选址规划建设布局合理、功能配套的现代化集中居住区，引导矿区居民向新的居住区集中，确保安置居民“搬得出、住的好、能致富”，有效加速了乡村振兴和新型城镇化进程。同步打造新工业园区、新景区和新农业示范区，有序推动塌陷区居民向新镇区搬迁转移。全市已完成村庄搬迁约 110 个，安置居民约 4.8 万户，不仅大大改善了群众生产生活条件，而且有效加速了乡村振兴和新型城镇化进程。



图 6 矿区棚改人民群众居住环境前后对比

“生态修复+文化旅游开发”模式。对具有传承区域优秀历史文化的独特价值的工矿废弃地，以生态经济理论为指导，通过生态修复修石理水、植树造林等手段，构建出具有独特场地特征的地质景观和植物景观。对体现工矿工艺和文化的功能性工程构筑物、建筑物和裸岩、矿井、矿坑等特色遗迹景观，进行科学保护、合理利用，进一步挖掘内涵，实现生态、景观和历史文化的协调统一，形成了一大批集生态保育、

生态休闲、文化科教、旅游观光的新型城市公园和生态风景旅游区，不仅有效改善了生态环境质量，而且丰富了人民群众的精神文化生活。贾汪区通过潘安湖、南湖、大洞山等生态修复，打造“全域旅游”，目前全区已有国家 4A 级景区 4 家、3A 级景区 1 家，四星级乡村旅游示范点 10 家、三星级乡村旅游示范点 15 家，年全区接待游客近 650 万人次，年旅游综合收入超 22 亿元。



图 7 贾汪区打造“全域旅游”

（三）拓展生态修复资金渠道

为保障资金来源，徐州市在市、区（县、市）二级政府的财政支出中拿出部分资金和一定比例的土地出让金收益专项用于生态修复，同时大力拓展多层次、多元化、互补型融资渠道，增强修复区自身经济造血机能。

1. 积极申请专项资金。根据财政部、国土资源部、环境保护部三部门联合印发《〈重点生态保护修复治理专项资金管理办法〉的通知》等政策性文件，积极申请对口资金补贴，严格按照《重点生态保护修复治理资金管理办法》等专项资

金的使用规定，实行专项管理、分账核算、专款专用。

2. 鼓励信贷资金投入。制定积极政策，鼓励银行信贷资金参与生态修复工程建设，为废弃地生态修复提供长期资金支持，并且在还款方式、利率制定以及还款期限等方面争取优惠。

3. 积极吸引社会资本。落实自然资源部《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规〔2019〕6号），引导国有平台公司及社会资本参与矿山生态修复项目。同时，在生态修复工程建设中，采取EPC、PPP等融资手段，通过制定相关激励政策来引导社会资本以及私人投资。

取得成效

徐州市按照全局观念和系统思路开展山水林田湖一体化生态修复，有序推进工矿废弃地生态修复与多元化发展，全面恢复了山水城市的绿色本底。

1. 技术标准日趋完善。徐州市在国内地级市中第一个颁布实施采煤沉陷区复垦条例、第一个因采煤沉陷区治理获得国家科技进步奖、第一个制定生态修复专项规划和具体行动计划。完成了《黄淮海平原采煤沉陷区生态修复技术标准》《采石宕口生态修复技术标准》2项生态修复标准，将生态修复的“徐州经验”向国内外发布，树立了可供全国同类城市可复制、可学习的范例。

2. 生态修复治理成效显著。全市累计完成25.13万亩塌陷地，累计实施治理采石宕口140余处，实现了消除地质灾

害、生态环境修复、特色景观打造一举多得。在生态修复治理过程中，实现了场地固废“全利用”和“零新增”，并消纳利用煤矸石、废石渣等固废 1100 万吨、城市建筑垃圾 270 万方。

3. 市场化运作良性循环。通过市场化运作方式实施治理修复，对报废的工业建构筑物进行改造利用或拆除重建，开发出新的地产产品进入市场，实现存量土地资源的盘活。通过工矿废弃地生态修复，改善区域生态环境，带动周边土地增值，激活生态转型发展一盘棋，推动经济生态化、生态经济化进入城市发展良性循环，带来源源不断的财富和产业聚集效应，为区域经济发展注入新活力。

4. 人居环境质量持续提升。通过工矿废弃地生态修复，使废弃地化身为嵌入城市的“绿肺”，有效增加了建成区的绿地供应，使城市建成区绿化覆盖率上升到 43.81%，市区人均公园绿地面积达到 15.7m²；300 亩以上大型公园增加到 21 个，100 亩以上公园增加到 49 个，这些公园与 177 个 500m² 以上的街头绿地一起，共同形成“十分钟绿地圈”。得益与此，徐州市先后获评国家环保模范城市、国家森林城市、国家生态园林城市等称号，成功摘得“联合国人居奖”殊荣。

推广应用条件

徐州市实现了从“一城煤灰半城土”到“一城青山半城湖”的巨大转变，走出了一条生态修复、绿色转型之路。徐州工矿废弃地生态修复与多元发展模式对全国同类城市绿

色转型发展、践行“两山”发展理念具有重要的示范引领作用。其他城市在推广应用过程中，应注意以下几点：一是强化顶层设计，开展系统规划，分类编制生态保护与修复规划和实施方案，项目化推进生态修复工程实施。二是建立多元化投资机制，强化政府引导性投入，大力发展绿色金融，建立市场化生态修复机制，鼓励属地政府将财政资金集中用于生态修复工程的地勘评估、基础设施建设等先期工程，充分提升修复工程的生态服务价值，主动创造市场，提高社会资本参与积极性。三是因地制宜、开拓创新，探索科学可行的生态修复模式，提升生态修复成效，最大化实现变生态包袱为发展资源。

北京经济技术开发区：服务工业固体废物全生命周期的 数字管理模式

基本情况

北京经济技术开发区（以下简称：北京经开区）是北京实体经济主阵地，是先进制造业的聚集区。现有工业企业 500 余家，每年约产生 20 万吨一般工业固体废物。根据国家现行的《一般工业固体废物名录》及统计途径和分类方法，北京经开区依托每年的环境统计工作，对企业产生的工业固体废物进行统计分析，主要包括污泥和其他两大类，一般工业固体废物的细化分类无法体现；北京经开区一般工业固体废物综合利用率一直处于高位，一定程度上说明了工业固体废物

中的高值废物占比较大；企业根据市场规律自主选择工业固体废物的交易方式和交易价格，不利于区内工业固体废物交易市场的健康发展。

“精确统计工业固体废物种类、实时掌握工业固体废物流向、精准掌握固体废物的用途”是“无废城市”试点建设对工业固体废物管理提出的更高要求。为进一步改善营商环境，满足新《固体废物法》对一般工业固体废物的管理要求，同时解决企业存在的相关问题，北京经开区建立起了服务于固体废物资源交易、便于固体废物管理的综合性管理平台，同时开展区域的物质流向分析，逐渐探索服务于工业固体废物全生命周期的数字化管理模式。

主要做法

“服务工业固体废物全生命周期的数字管理模式”，即以动态更新一般工业固体废物名录、建设固体废物信息管理平台为抓手，依托管理平台，构建起“一规完善分类、一网数据尽统、一单全程跟踪、一键资源匹配、一表分级评价”的服务于工业固体废物全生命周期的数字化管理模式。从而最大限度地把控一般工业固体废物流向，促进源头减量、提升循环利用效率，并不断为北京经开区产业布局规划、政策决断提升参考价值和判断依据。



图 1 服务工业固废全生命周期的数字管理模式

（一）一规完善分类

北京经开区根据辖区产业特点，选取一般工业固体废物产生量较大和行业特点鲜明的 70 余家企业开展调研，深入摸底企业一般工业固体废物产生的种类以及处理情况。从便于企业自身统计管理和符合再生资源市场交易习惯的角度出发，制定了符合北京经开区产业特点的一般工业固体废物分类名录，并根据产业发展和企业需求按年度进行动态调整。通过细化分类标准、统一固体废物计量标准等一系列措施，不断提升一般工业固体废物数据统计的精准度和科学性。

在制定分类标准时，北京经开区以工业固体废物再利用和再交易为原则，优先考虑行业特性，其次考虑通用属性，最后考虑物质分类。在充分听取企业意见的基础上制定出了涉及 14 大类、81 小类的《北京经济技术开发区一般工业固体废物分类名录》。同时，结合工业固体废物的国标分类原则，制定了一般工业固体废物的 6 位分类代码：ISW-××-××-××，其中 ISW 为一般工业固体废物的类别，第 1-2 位为环统中的一般工业固体废物种类代码；第 3-4 位为一般工业固

体废物小类；第 5-6 位为一般工业固体废物小类别内编号。通过规范一般工业固体废物的分类，形成统一名称、统一单位、统一计量的统计口径，为北京经开区全面把控固体废物管理、服务企业交易奠定了良好基础。

（二）一网数据尽统

在动态更新一般工业固体废物名录的基础上，北京经开区在政务云上部署建设工业固体废物信息管理平台，同步搭建了手机 APP 和网页云服务两种应用场景，并根据需要配置了数据统计和分析的日常管理端以及动态填报和数据下载的企业服务端。平台共有 30 余项主功能和 120 余项子功能，在实现统一工业固体废物和危废数据统计的同时，同步收集企业的原材料、能源、水等资源消耗数据，并可提供多年数据累计统计和对比分析服务。



图 2 平台功能介绍

企业可根据自身数据，通过工艺改进、精细管理和减量工程实施工业固体废物的源头减量。行政主管部门可以根据

用评价等需求，系统将产废单位、运输单位、综合利用单位以及最终处置单位全部纳入统计平台。产废企业可根据自身生产周期，随时发起工业固体废物转运联单，在说明产废种类、重量等信息后，即可通过平台向运输单位提出转运要求。运输企业可根据平台信息调度安排车辆运输，并将固体废物信息向下游传递，最终由资源利用单位或处置单位接收工业固体废物后关闭联单。一般工业固体废物的电子联单制管理，实现了运用信息技术手段对工业固体废物从产生、运输、再利用到最终处置的全过程记录，满足了企业的台账式管理和信息公开需求，同时还可帮助行政主管部门分析区域高值工业固体废物的利用途径和低值废物的处置方式，特别是可以动态清晰地掌握一般工业固体废物的流向和用途，对关注重点、强化过程监督发挥了积极作用。2020年下半年北京经开区通过电子联单转移工业固体废物近5万吨，占全区年转移量的1/4，企业反馈工业固体废物积压、无处可转等问题得到了一定程度缓解，平台试运行状况良好。目前，利用联单制实现对一般工业固体废物全生命周期管理的目的已初步实现。

（四）一键资源匹配

为促进固体废物资源的区内流转，实现最优化配置，在工业固体废物信息管理平台上搭建了工业固体废物资源交易信息对接渠道。产废企业和回收企业可以根据固体废物产生情况和市场需求在平台上发布供求信息，通过平台的交易

匹配功能，实现固体废物资源的一键匹配。

对于企业而言，这不仅为高值工业固体废物的再生交易匹配最优处置资源，为低值工业固体废物集中收集转运提供议价空间，也打破了行业信息壁垒，实现了固体废物资源交易的市场化、透明化和公平化。对于行政主管部门而言，可以通过大数据掌握全区工业固体废物的处置需求、处置周期、处置数量、物质流向、资源化利用水平等重要数据，配套构建产业共生网络，为区内产业链招商、新项目招商提供决策支持。

（五）一表分级评价

为确保辖区企业规范使用工业固体废物信息管理平台，并以平台各项功能、数据为依据，提升自身固体废物管理水平，实现固体废物源头减量和资源化利用。工业固体废物信息管理平台系统引入了“一表分级评价”机制，通过对产废企业和回收利用企业进行线上数据填报和线下固体废物管理的双重评价，对企业的相关信用予以评级。评价结果在系统内进行公示，有效期两年。线上数据填报评价主要以周、月、季度、年为基准，主要对数据的完整度和真实度进行评价；线下固体废物管理评价则主要针对产废企业的固体废物管理制度、减量化措施、存贮场所管理、转移与处置管理等内容，以及回收利用企业的固体废物管理情况、运输情况、贮存场所管理等内容进行综合评价。“一表分级评价”机制的运行，不仅最大程度地确保了企业对平台系统的规范使用，

也将平台系统对于企业的服务功能发挥到实处，特别是对信誉好、管理水平高的固体废物运输企业和回收利用处置企业，从市场导向上促成固体废物交易，促进区内资源综合利用行业规范化运行。

取得成效

北京经开区通过“目录+平台+联单”的管理模式，不断以大数据为基础，构建服务工业固体废物全生命周期的数字化管理模式。一是实现了区域工业固体废物在统一标准下的的全口径统计。2020年工业固体废物信息管理平台累计统计产废企业312家，年产一般工业固体废物20万余吨。与历年平均数据基本持平。二是初步搭建了工业固体废物资源交易信息对接渠道，最大程度上实现资源优化配置。2020年下半年，功能投入使用后已有应用一般工业固体废物电子联单产废企业102家，物资回收或资源综合利用企业41家，共发起电子联单2247单，联单关闭1353单，转移量约5万吨。三是利用平台的大数据分析与应用，逐步构建产业共生网络，分析物质流向，核算区内工业固体废物的资源化利用水平，已经为2020年引进的部分产业项目提供了同行业的数据分析，初步实现为区内产业链招商、新项目招商提供决策支持。

推广应用条件

北京经开区基于数字化支撑的“固体废物全过程管理模式”以为城市管理提供决策依据为导向，以信息化手段为支撑，在开展“无废城市”试点建设中起到重要作用，对其他

城市和地区具有较强的借鉴意义。其他城市或园区在开展固体废物管理工作时需注意几个条件：

1. 需深入调研制定精准的一般工业固体废物分类名录，为固体废物的精细化管理打下良好的基础。

2. 建立突出实用性和科学性的工业固体废物管理系统，对生产全过程的数据进行有效分析汇总，为园区的大数据分析及决策提供数据化支撑。

3. 强化数据整合功用，尽量打通各类数据的获取途径，促使综合评价应用更为广泛。

4. 平台的建设应同时兼顾企业需求和监管需要，让企业在日常工作中切实应用平台的各项功能，从而产生的数据更加真实有效。切莫生硬要求企业按时填报，这会对分析和对接功能产生较大的不利影响。

➤ 生活领域固体废物管理

绍兴市生活垃圾分类模式

一、基本情况

绍兴市下辖 6 个行政区，总面积 8273.3 平方公里，常住人口 505.7 万。“无废城市”建设试点前，绍兴市生活垃圾分类主要问题为，前端分类模式单一，分类精准化、科学化程度不高；餐厨、焚烧处置设施能力存在一定短板，不能满足分类处置需要；处置手段传统，填埋方式占垃圾处置的相当大比重。“无废城市”建设试点以来，绍兴市积极贯彻“应减尽减、应分尽分、应收尽收、应用尽用、应建必建、应管

严管、应纳尽纳”的管理理念，积极践行绿色发展生活方式，通过源头减量、多元治理、后端提升、资源利用等措施和途径，实现了生活垃圾治理社会协同化、资源集约化、分类精准化、前端社会化、城市“无废化”、环境生态化、管理精细化，有力推进“无废城市”建设试点工作（图1）。

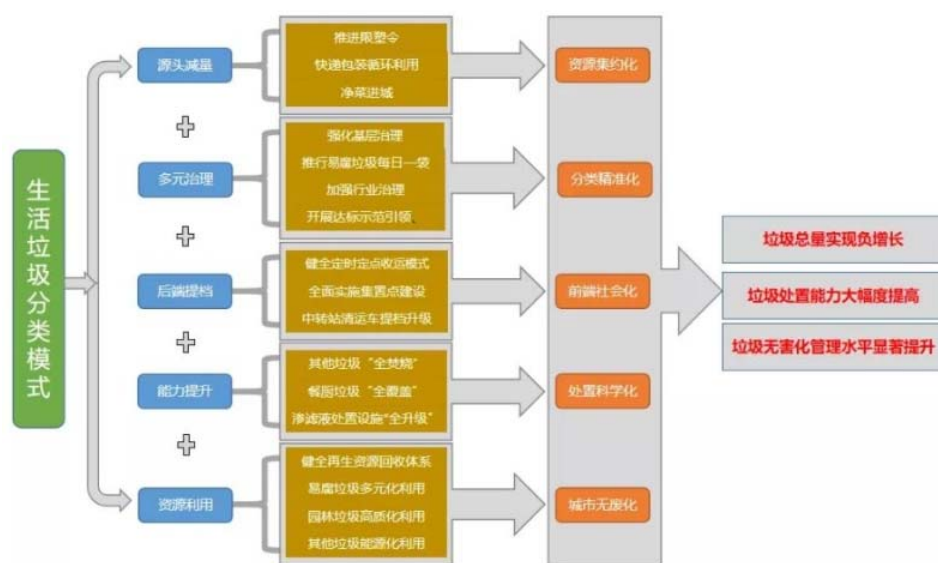


图1 生活垃圾分类模式

二、主要做法

（一）源头减量推动资源集约化

通过推进“限塑令”、过度包装专项整治、开展“光盘行动”等八大源头减量专项行动，有效控制垃圾产生量，推动资源化。一是持续推行“限塑令”。出台《关于限制一次性消费用品的通知》，在星级宾馆全面推行限制一次性消费用品工作，从源头减少塑料制品使用量。印发《关于鼓励使用生物可降解垃圾袋的通知》，鼓励党政机关事业单位国有企业、市场、小区等使用生物可降解垃圾袋，现已向市区发放生物

可降解垃圾袋 11.4 万只；在全市 120 家超市门店（农贸市场）推广使用环保可重复使用的袋子或篮子（图 2），如柯桥区“美丽市场”之一的裕民农贸市场目前已向市民发放 2.5 万个布艺购物袋。二是深入推进快递包装循环利用。从快递包装、配送、回收等环节减少快递包装用品，构建快递包装共享循环利用机制。目前绍兴市快递客户电子运单使用率达到 99%，电商快件无二次包装率约 60%，快递分拨中心循环中转袋使用率约 80%，并投放 417 个符合国家标准的快递网点包装废弃物回收装置。三是大力开展净菜进城行动。目前全市已在 60 家农贸市场开展果蔬菜皮就地处理、净菜进城试点（图 3）。通过建立涵盖生产、流通、消费等领域的生活垃圾源头减量工作机制，提前实现了生活垃圾负增长，实现了资源集约化。



图 2 限塑宣传

图 3 净菜进城行动

（二）多元治理推动分类精准化

通过推行“枫桥经验”的契约治理、易腐垃圾“每日一袋”、“头雁”工程、分类示范小区和片区建设等多元化措施，助推生活垃圾精准分类。一是切实强化基层治理。积极探索

推行垃圾分类“契约化”共治模式，以借鉴“枫桥经验”的基层治理模式为依托，推进基层治理。具体由街道（社区）制定相关的契约目标和内容，通过党员包户、与居民、物业、收运单位多方签约、将星级评比等正向激励与量化考核等反向约束相结合，形成多方有约束、基层共治的“枫桥式”工作机制（图4），目前在越城区书圣故里社区、云东社区开展试点取得良好成效。二是大力推行易腐垃圾“每日一袋”。牢牢抓住易腐垃圾这一“牛鼻子”，开展社区牵头、物业配合、全民参与的易腐垃圾“一日一袋”行动，通过积分兑换、荣誉榜等方式，激发了人民群众垃圾分类的主动性、积极性，从而在心态上发生由“要我分类”到“我要分类”的转变。三是不断加强行业治理。积极打造垃圾分类“头雁”工程，树立典型。印发“头雁”工程认定标准，在全市党政机关、企事业单位以及公共场所、主要道路、社区（小区）等区域，选树一批垃圾分类行业示范，以点促面、以点扩面，让垃圾分类工作在各个领域、各行各业协调、协同发展。四是开展达标、示范引领。充分发挥街道（乡镇）一线作战功能，深入开展垃圾分类达标街道（乡镇）创建活动，不断完善街镇分类体系，持续提升分类质量，2020年计划创建比例达到20%以上。同时，开展省级高标准垃圾分类示范小区和片区建设，2020年全市计划创建垃圾分类示范片区12个、垃圾分类高标准小区60个，累计将共创建垃圾分类示范片区17个、垃圾分类高标准小区131个。

居民小区生活垃圾分类红榜名单					行政村、居生活垃圾分类红榜名单			
榜单\项目	镇街	小区	排名	物业公司	榜单\项目	镇街	行政村	排名
红榜	华舍街道	万家人利	1	绍兴市乐源物业管理有限公司	红榜	华舍街道	蜀阜村	1
	杨汛桥街道	江海绿园	2	浙江宝业物业服务有限公司		杨汛桥街道	麻埭村	2
	柯桥街道	金桥花园	3	浙江仁本物业管理有限公司		漓渚镇	六峰村	3
	柯桥街道	世纪星城	4	西嘉新城悦物业服务有限公司		马鞍街道	寺桥村	4
	湖塘街道	金沙花苑	5	绍兴市用为物业管理有限公司		齐贤街道	齐贤村	5
居民小区生活垃圾分类黑榜名单					行政村、居生活垃圾分类黑榜名单			
榜单\项目	镇街	小区	排名	物业公司	榜单\项目	镇街	行政村	排名
黑榜	马鞍街道	春江名都	1	浙江星城物业发展有限公司	黑榜	福尔镇	岩村	1
	柯桥街道	梅泽嘉园	2	无物业(浙江鼎盛环保科技有限公司临时代管)		钱清街道	凤仪村	2
	钱清街道	清华名家	3	杭州德亿物业服务有限公司		钱清街道	三西村	3
	齐贤街道	慈溪家园	4	绍兴市清风物业管理有限公司		兰亭街道	山下村	4
	福尔镇	胡柏祥老小区	5	无物业		柯岩街道	河埭村	5

图 4 垃圾分类红黑榜

（三）后端提档推动前端社会化

通过不断补齐短板，持续推进垃圾分类后端专业化建设，努力提高垃圾分类全链条专业化水平，畅通垃圾分类“最后一公里”，从而以后端提档升级反向推动前端分类投放社会化。一是不断健全定时定点收运模式。全面开展“定时定点”收运，对实施市场化收运的区块，提高收运企业准入门槛，实现收运标准化。目前全市 17 条省级商业街创建目标均已完成。15 个省级小区创建目标也已全部完成。二是全面实施集置点建设，按照因地制宜、科学合理的原则推进垃圾分类集置点建设，有效促动分类收集效率，2020 年全市计划建设 674 个，已超额完成 681 个（图 5）。三是开展中转站和清运车辆提档升级。按照标志清晰、标识准确的原则，进一步提升分类清运车辆配置，目前已完成 707 辆，超额完成率 128%；按照功能匹配、环境协调的原则，进一步推进中转站升级，计划新（改、扩）建中转站 47 座，已全部完成（图 6）。



图 5 生活垃圾集置点建设

图 6 垃圾中转站提档升级

（四）能力提升推进处置科学化

通过合理补缺、科学布局，实现生活垃圾处置能力“多级连跳”。一是实现其他垃圾“全焚烧”。针对焚烧处置能力问题，按照“补齐缺口、留有富余、全面焚烧、全国领先”的要求，2020年市区循环生态产业园（二期）、诸暨、嵊州、新昌等4个焚烧项目先后建成投入运行，新增焚烧处置能力2650吨/日，全市城镇生活垃圾焚烧能力达到6700吨/日，实现其他垃圾“全焚烧”（图7）。二是实现餐厨垃圾（易腐垃圾）“全覆盖”。针对餐厨垃圾处置能力短板，建设循环生态产业园（一期）、新昌、嵊州、诸暨4个餐厨垃圾综合利用项目，新增处置能力800吨/日，全市餐厨垃圾设计处置能力达到1000吨/日，实现全市城区餐厨垃圾全收集、处置设施全覆盖（图8）。三是实现渗滤液处置设施全升级。针对渗滤液处置设施缺陷，2018年以来全面完成全市6座垃圾填埋场渗滤液处置设施提升工程，新增渗滤液处置能力1200吨/日。



图 7 生态循环产业园

图 8 新昌县餐厨垃圾处置中心

（五）资源利用推动城市“无废化”

以“无废城市”建设为契机，一体谋划终端处置设施建设，不断优化处理技术，提升处置能力，实现资源利用效率最大化。一是健全再生资源回收体系。可回收物回收实现由分散点状向集中联网转变，按照“点、站、中心”全覆盖的要求，推进回收点、中转站、中转贮存中心建设，通过“互联网+”回收模式，实现线上交投、线下回收。累计培育再生资源回收利用企业 16 家，再生资源分拣（加工交易）中心数量 9 家，城镇再生资源回收站（点）452 个，农村再生资源回收站点 112 个（图 9）。二是实现易腐垃圾多元化利用。由以前简单粗放式破碎堆肥拓展到厌氧产沼、毛油回收、生物养殖（新昌黑水虻养殖）等精细化处理模式，其中新昌采用“分选预处理+污水生化处理+黑水虻生物处理+油脂回收利用”先进工艺手段，实现餐厨垃圾 100%无害化处置，每 50 吨餐厨垃圾可提炼 1 吨毛油、培育 4 吨成虫、生产 20 余吨肥料（图 10）。三是推动园林垃圾高质化利用。引进园林垃圾碳化处理技术，使园林废弃物在全封闭缺氧条件下热解，碳

化制汽，全程无污染源产生。目前绍兴市首个园林废弃物碳化处置项目已建成投产，该项目年处置园林废弃物 3 万吨，大约 2/3 转化为生物炭，1/3 转化为蒸汽，预计可年节约标煤 1.5 万吨、减排 4 万吨二氧化碳、110 吨氮氧化物、130 吨二氧化硫（图 11）。四是实现其他垃圾能源化利用。目前全市现有运行的生活垃圾焚烧厂 6 座，焚烧占焚烧、填埋、餐厨三种处置方式比重从 2017 年的 30.5% 提高到 2020 年的 73%。



图 9 再生资源回收站点



图 10 黑水虻生物养殖



图 11 园林垃圾碳化处理

三、取得成效

一是“无废城市”建设试点中各项生活源指标均已全面完成。2020年绍兴市城镇生活垃圾分类覆盖率达到93.71%，全市生活垃圾回收利用率47.42%，生活垃圾资源化利用率90.93%。二是垃圾总量实现负增长。2019年绍兴城市生活垃圾总量增幅为-1.57%，2020年在此基础上，生活垃圾总量增幅进一步削减，增长率-5.17%。三是垃圾处置能力大幅度提高。全市焚烧和餐厨处置能力达到7700吨/日，另有农村生活垃圾资源化处置能力915吨/日，实现全市生活垃圾“零填埋”和焚烧、餐厨垃圾处置设施全覆盖。四是垃圾无害化管理水平显著提升。绍兴成为2019年国家生活垃圾焚烧厂、填埋场新标准执行后全省首批达到AAA级无害化等级的地市。2020年在国家生态环境部每日生活垃圾焚烧发电厂烟气排放通报中，绍兴成为全省11个地市中达标排放工作成绩最好的城市。

四、推广应用条件

一是土地紧张、经济较为发达的地区。2019年绍兴市GDP为5780.74亿元，在浙江11市中排名第4位；居民人均可支配收入53839元，位居浙江省第3位。

二是政府管理效能较高。鉴于生活垃圾分类涉及多个部门和环节，需注重政府各部门间的密切配合，形成合力。

深圳市生活垃圾“分类收集减量+分流收运利用+全量焚烧 处置”模式

基本情况

为破解垃圾分类难题，深圳坚持社会化和专业化相结合的双轨战略，明确以“源头充分减量，前端分流分类，末端综合利用”为战略思路，通过着力建设垃圾分类“四个体系”（分流分类体系、宣传督导体系、责任落实体系和技术标准规范体系），积极做好“两篇文章”（算好减量账、算好参与账），推动生活垃圾从源头到末端的全过程治理。

目前，深圳生活垃圾产量 32292 吨/日，全市生活垃圾分流分类回收量达到 9636 吨/日，其他垃圾量 15356 吨/日，市场化再生资源量达到 7300 吨/日，生活垃圾回收利用率 41%，在住建部组织的 46 个重点城市垃圾分类考核中名列前茅；全市共建成 5 大生活垃圾能源生态园，焚烧处理能力 1.8 万吨/天，实际处理能力可达 2 万吨/天，基本实现原生垃圾全量焚烧、趋零填埋。

主要做法

（一）多措并举促进生活垃圾源头减量，引导市民践行绿色生活方式

深圳加快构建绿色行动体系，广泛推广绿色简约适度、绿色低碳、文明健康的生活理念，形成崇尚绿色的社会氛围。广泛开展绿色机关、绿色学校、绿色酒店、绿色商场、绿色家庭等“无废城市细胞”创建行动，编制印发 5 个标准和

5 个考评细则，为各类“无废城市细胞”创建提供明确的评价指标体系。深圳在全国率先上线投用生态文明碳币服务平台，注册用户分类投放生活垃圾、回收利用废塑料等绿色低碳行为，以及参与垃圾分类志愿督导活动和“无废城市”相关知识竞答均可获得碳币奖励，使用碳币兑换生活、体育、文化用品及运动场馆、手机话费等电子优惠券，正面引导、广泛激励公众积极参与“无废城市”建设。



图 1 深圳市生态文明碳币服务平台

开展塑料污染治理升级行动，印发《深圳市关于进一步加强塑料污染治理的实施方案》，严格限制禁止类塑料产业立项审批，开展淘汰类塑料制品生产企业产能摸排调查，全面推进产业转型升级、技术改造，淘汰落后低端塑料生产企业。设立循环经济与节能减排专项资金，扶持可降解塑料企业申请绿色制造体系。举办“2020 深圳塑料替代品之全生物降解塑料相关技术论坛”，推动企业发掘可降解塑料市场潜力。通过开展倡议活动，举办 2020 年塑料购物袋替代品现场推广会等形式在商场超市、集贸市场、餐饮行业等重点领域

禁止、限制销售、使用塑料制品。举办“无塑城市”建设高峰论坛，从政策、技术、产业、公共意识四个角度探索推进塑料减量、替代、循环、回收、处置全产业链综合治理。



图 2 2020 深圳塑料替代品之全生物降解塑料相关技术论坛

加快推进同城快递绿色包装和循环利用。印发同城快递绿色包装管理指南和循环包装操作指引，为深圳快递包装减量化、绿色化、可循环化提供标准规范。研发丰·box 循环包装箱、“快递宝”共享包装箱、青流箱、循环中转袋，大力推广使用电子运单，建立快递包装回收服务网络。通过地方电视台、报纸等多媒体宣传绿色快递，多家快递企业发起“绿色快递”倡议，提升公众意识。



图 3 丰·BOX 循环包装箱

全民倡导“光盘行动”，倡导勤俭节约、文明就餐的良好

风气。制作宣传海报和倡议书 30 余万份，在全市 5000 多家餐厅播放“光盘行动”系列视频，形成宣传效应。所有星级酒店设置“光盘行动”标识牌呼吁适量点餐，打造 11 月 8 日“垃圾减量日”，开展“光盘行动 拒绝舌尖上的浪费”“光盘行动·每天快乐进行时”等大型公益活动。

（二）建立垃圾分类投放宣传督導體系，提高源头分类效率

深圳牢固树立“做垃圾分类，就是做城市文明”的理念，以行为引导为重点，加大宣传策划力度，夯实学校基础教育，创新公众教育，全力构建市区联动的宣传督導體系，营造了社会参与的良好氛围。始终把市民的教育引导放在突出位置，初步构建了涵盖公众教育、社会宣传、学校教育、家庭指引、现场督导等于一体宣传督導體系。

宣传引导：制作发布一系列垃圾分类公益广告，聘请社会知名人士担任垃圾分类“推广大使”，成立全国首个垃圾分类公益服务机构联盟，推动社会各界携手共建，扩大社会影响力。邀请社会著名人士为垃圾分类形象大使，提高生活垃圾分类知晓度。聘请王石、朗朗、易建联、周笔畅等社会知名人士作为深圳垃圾分类代言人，加大公益宣传。在公交车车身、车内、地铁两侧广告牌等地方印发王石、朗朗等人为深圳生活垃圾分类代言海报。

公众教育：创新实施“蒲公英”计划，组建了近百名志愿讲师团队，建立市级科普教育基地和区级体验馆，开展

“垃圾分类大讲堂”和“垃圾分类微课堂”上千场，实现公众教育的规模化和常态化。实施蒲公英公众教育计划，建成17个垃圾分类科普教育馆，组建830余名志愿讲师队伍，开展了1.1万余场垃圾分类大讲堂、微课堂等活动。全国首创“志愿督导、科普教育馆、志愿讲师”三大小程序预约管理平台，提高市民参与度。

学校教育：联合教育部门推进学校垃圾分类教育实践，编制中学、小学、幼儿园等垃圾分类知识读本，将垃圾分类纳入学校德育课程，组织学生开展垃圾分类教育实践。开展知识竞赛、变废为宝创意大赛等丰富的活动。

社会协同：邀请社会各界人士及卡通形象“熊大熊二”担任推广大使。成立志愿者服务队，组建公益服务联盟，携手“美丽深圳”志愿者推进垃圾分类；建立人大代表、政协委员常态联系工作机制。

现场督导：建立住宅区“集中分类投放+定时定点督导”垃圾分类模式。2018年开始，在住宅区设置集中分类投放点，大力实施小区楼层撤桶，组织发动党员干部、志愿者、热心居民、物业管理人员每晚7-9点开展现场督导，引导居民参与分类、正确分类。

出台全国最严生活垃圾行政处罚措施，个人违反生活垃圾分类投放规定最高处罚200元，单位违反生活垃圾分类投放规定最高处罚50万元。出台“以工代罚”措施，违规个人参加垃圾分类培训和住宅区定时定点垃圾分类督导等活动

可以抵免罚款。出台生活垃圾分类工作激励措施，采取通报表扬为主、资金补助为辅的方式，评选“生活垃圾分类绿色单位”“生活垃圾分类绿色小区”“生活垃圾分类好家庭”“生活垃圾分类积极个人”，

（三）建立分类治理体系，提升回收利用能力

深圳严格按照“分类投放、分类收集、分类运输、分类处理”的要求，努力推动生活垃圾全过程分类治理。在前端分类上，遵循国家标准，以“可回收物、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾”四分类为基础，按照“大分流细分类”的具体推进策略，对产生量大且相对集中的餐厨垃圾、果蔬垃圾、绿化垃圾实行大分流；对居民产生的家庭厨余垃圾、玻金塑纸、废旧家具、废旧织物、年花年桔和有害垃圾进行细分类。在收运处理上，对不同类别的垃圾，委托不同的收运处理企业，做到专车专运、分别处理，防止“前端分，末端混”现象。深圳垃圾分类收集运输和处理方式如下图所示。

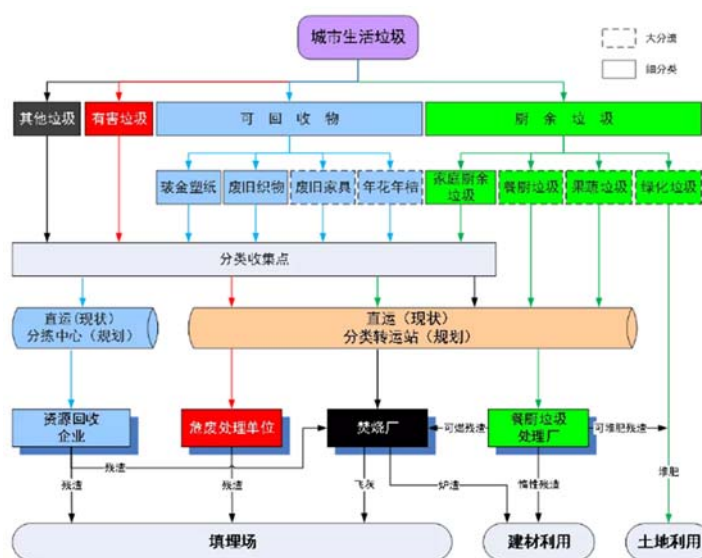


图 4 深圳垃圾分类收集运输和处理方式

（四）建设兜底处置设施，实现趋零填埋

建成投产宝安、龙岗、南山、平湖、盐田 5 个能源生态园，生活垃圾焚烧能力达到 1.8-2.0 万吨/日，原生生活垃圾实现全量焚烧和零填埋，生活垃圾 100%无害化处置。出台全球最严生活垃圾焚烧污染控制标准，主要污染物排放限值，优于欧盟标准。生活垃圾焚烧发电厂实施去工业化建设，按照星级酒店外观进行景观功能设计，生活垃圾焚烧炉、烟气净化系统采用当前最先进技术和设备。创新生活垃圾焚烧发电项目企业社区共建模式，按照焚烧处置量给予项目所在社区 57 元/吨生态补偿费，采用热电联供为社区提供低价能源，投资建设登山道、游泳馆和科普展厅回馈社区居民，促进企业与社区居民和谐相处，有效化解邻避问题。出台生活垃圾跨区处置经济补偿制度，产废行政区委托其他行政区协同处置生活垃圾，需向处置行政区缴纳高额处置费，作为处置行政区的生态补偿费。

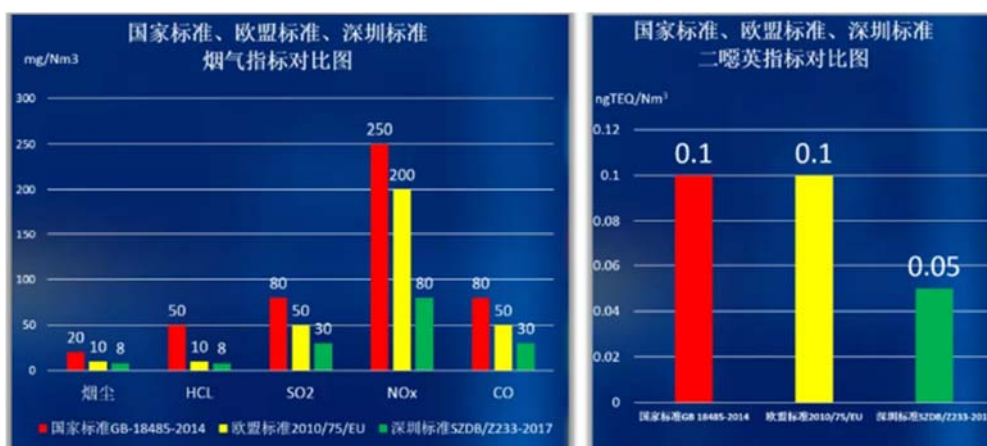


图 5 《深圳市生活垃圾处理设施运营规范》（SZDB/Z 233-2017）排气标准



图 6 盐田能源生态园

（五）建立全过程监管体系

建立健全“全覆盖、全过程、分层次”生活垃圾清运处理监管体系，全面强化垃圾清运处理监管。一是明确市、区城管部门职责划分，层层落实监管责任，市一级专门成立垃圾处理监管中心，指导、督促各区加强监管；各区城管部门落实日常监管工作，采取派驻监管小组、委托第三方专业机构等方式，确保环卫设施全部纳管。二是建成智慧城管平台，利用物联网、大数据等技术，对垃圾产生、转运、处理进行全过程监管，发现问题及时处理，确保生活垃圾清运处理工作规范有序。

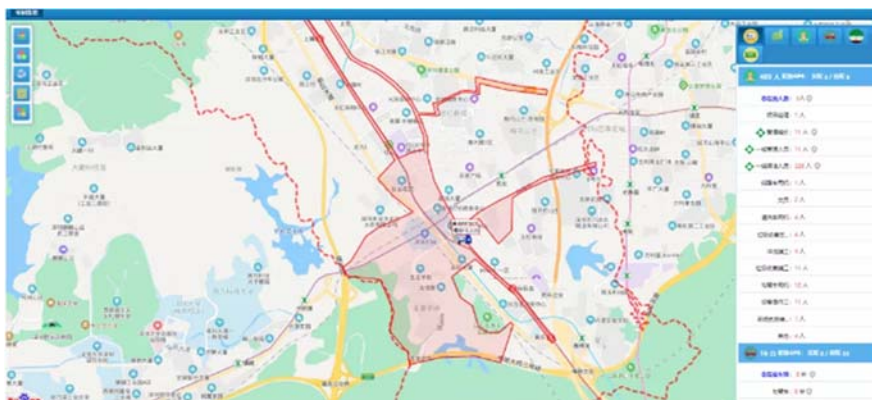


图 7 智慧城管平台

取得的成效

目前，生活垃圾“集中分类投放+定时定点督导”模式已在全市所有 3815 个小区和 1690 个城中村推广，共有 20499 名督导员常态化进行现场督导，居民参与率不断提升。生活垃圾分流分类回收量达 9636 吨/日，市场化再生资源回收 7300 吨/日，回收利用率达到 41%，达到国际先进水平。

全市配置 3641 台分类收运车辆，建成分类处理设施设备 122 处。分类后的垃圾处理方式和处理量如下：

绿化垃圾。收集粉碎后沤肥或运至生物质电厂发电，较大的树干去除枝叶后直接资源化利用，日均收运处理量 1307 吨。

厨余垃圾。其中，餐厨垃圾由全市 8 家特许经营企业进行资源化利用，已建成 4 座集中处理设施，主要采用厌氧发酵工艺产沼发电。家庭厨余垃圾的处理方式是与餐厨垃圾协同处理或者通过分散式小型处理设施处理，全市共有 64 处厨余垃圾（餐厨垃圾、家庭厨余垃圾、果蔬垃圾）处理设施。厨余垃圾日均收运处理量 6268 吨。

废旧家具。在全国率先开展专项收运处理，建立预约回收制度，实行定点投放、预约清运。在全市建成拆解处理设施 16 处，日均收运处理量 1148 吨，资源化率达 85%。

废旧织物。引进专业企业，在全市设置 6706 个回收箱，回收后制成再生包装材料等产品，日均收运处理量 24 吨。

年花年桔。每年春节后组织回收，2020 年全市回收处理

198 万盆，回收利用花盆 130 万个，回收支架 253 万个，移植栽培 1.2 万株。

有害垃圾。主要是电池、灯管和家用化学品，居民分类投放后委托专业公司进行无害化处理，日均收运处理量 0.6 吨。

可回收物。主要是玻、金、塑、纸。居民在小区分类投放后由市场化回收企业回收利用，日均收运处理量 10667 吨（玻金塑纸回收量+市场化再生资源量）。深圳着力推进生活垃圾分类体系与再生资源回收体系“两网融合”，在收集、转运、分拣、处理等环节全面加强对接，促进可回收物的深度回收。

推广应用条件

深圳市生活垃圾“分类收集减量+分流收运利用+全量焚烧处置”模式，通过倡导绿色生活理念促进垃圾源头减量，通过“大分流细分类”推动生活垃圾分类收运处理，通过高标准的焚烧设施对分类后剩下的其他垃圾进行无害化处理，这一模式对市民素质、城市经济实力和管理水平有一定要求，适合在经济相对发达，土地资源紧缺，城市治理体系较完善的大中型城市推广应用。

深圳利用“志愿者之城”的城市积淀，开展蒲公英公众教育计划，培养了一大批生活垃圾分类志愿教师，建立了一系列生活垃圾分类科普教育基地，通过编制垃圾分类教育读本、开设专题课程等方式将生活垃圾分类纳入学校德育体系，

通过“一个学生带动一个家庭、影响一个群体”，实现垃圾分类理念深入人心，为提升垃圾分类参与度奠定良好的公众基础，这种公众教育模式适合在全国各类城市推广应用。

绍兴市建筑业现代化发展（装配式建筑）模式

一、基本情况

建筑业是绍兴市举足轻重的重要支柱产业，全市建筑业的产值规模一直稳居浙江省第一、全国前列，无论是产值贡献度，还是特级企业数量，都占全省总量的四分之一以上，在全省建筑业领域长期保持着领头羊的地位。“无废城市”建设试点前，绍兴市建筑业主要问题突出表现，建造过程不连续、生产方式农业化、企业核心能力弱、技术集成水平低、工程管理碎片化、工人技能素质低。“无废城市”建设试点以来，绍兴市通过大规模的推行装配式建筑，从根本上改变了施工现场“脏、乱、差”局面，有效降低建造过程中的大气污染和建筑垃圾，最大程度减少扬尘和噪声等环境污染，助力城市环境改善和生态文明建设。据研究数据表明，与传统方式相比，通过装配式混凝土建设项目可减少建筑垃圾 70%，节约木材 60%，节约水泥砂浆 55%，减少水资源消耗 25%等，不仅从源头上大量减少建筑垃圾的产生量，遏制建筑垃圾“围城”现象的产生，还能催生新的产业和相关服务业，实现建筑现代化高质量发展。

所谓装配式建筑是指用新型工业化的建造方式建造的

建筑，发展装配式建筑是建造方式的重大变革，是从传统建造方式向新型工业化建造方式转变。装配式建筑将促成建筑业五大变革：一是从传统手工向机械生产的变革、二是场地上从工地向工厂的变革、三是从现场施工向工地总装的变革、四是工人从农民工向产业工的变革、五是从技术工人向操作工人的变革。相比于传统建造方式，装配式建筑有着节水、节能、节材、节地、节时、绿色低碳、品质优的优点，可有效减少垃圾排放、改善人居环境，与“无废城市”建设的初衷和理念不谋而合。

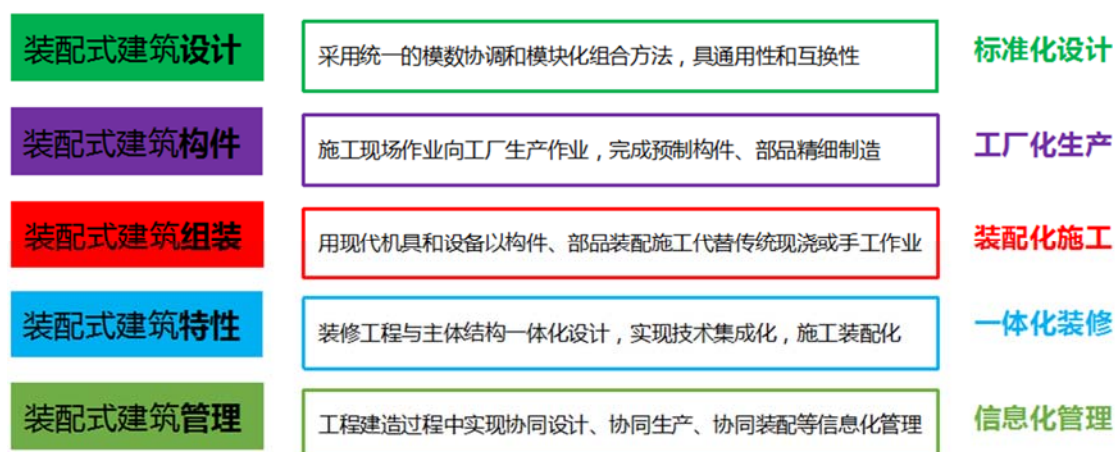


图 1 装配式建筑基本特征: 五化一体 (EPC)

二、主要做法

(一) 规范政策体系，约束激励机制逐步完善

1. 制度模式创新

自被列为全国地市级唯一的“双试点”城市（国家住宅产业现代化综合试点城市、全国建筑产业现代化试点地区）以来，绍兴市成立了由市长任组长、分管副市长任副组长，各区、县（市）及相关职能部门主要领导为成员的“绍兴市

推进建筑产业现代化“双试点”工作领导小组”，并设立绍兴市建筑产业现代化促进中心，作为常设办事机构负责建筑产业现代化推进工作的日常协调；近年来共出台的政策文件达 21 项（市级 6 项，局级 15 项），全力助推建筑产业现代化发展，逐步形成发展目标明确、实施范围清晰、扶持政策完善的政策体系。“无废城市”建设试点以来，绍兴市进一步细化装配式建筑相关制度，出台的《绍兴市绿色建筑专项规划》把全市的建设规划用地划分为 8 个目标分区，40 个政策单元，对每一个地块的装配式建筑、住宅全装修以及绿色建筑等级等控制性指标进行了明确，标志着绍兴市装配式建筑及住宅全装修步入依法依规实施阶段。同时，率先全省出台了《关于推进钢结构装配式住宅发展的实施意见》，为钢结构装配式住宅在绍兴的大力推广应用提供了强有力的保障。



图 2 绍兴市绿色建筑专项规划部分分区和控制要求

2. 实施效果

截止 2020 年底，绍兴市累计新开工装配式建筑面积达 3136 万平方米，2020 年新开工装配式建筑面积 937.45 万 m²

(民用 840.41 万 m², 工业 97.04 万 m²), 钢结构装配式住宅 41.55 万 m², 新开工建筑面积 3004.6 万 m², 装配式建筑占比为 31.2%, 从源头上减少建筑垃圾的产生量。

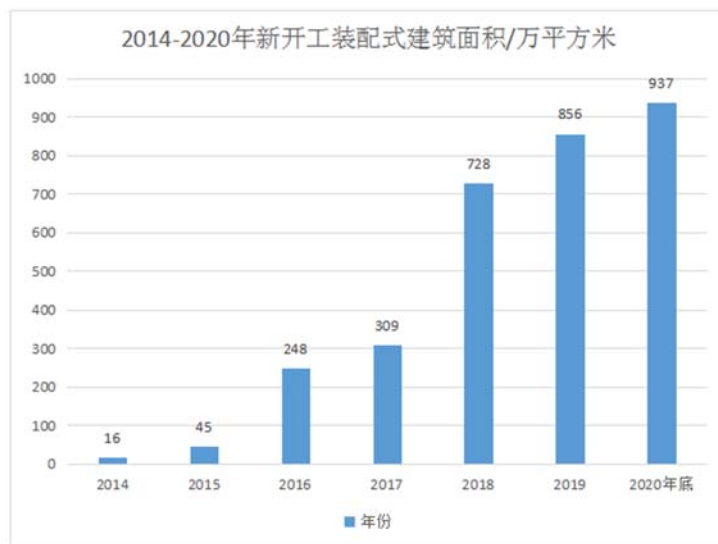


图 3 2014-2020 年绍兴市新开工装配式建筑面积

(二) 强化全产业链建设, 产业集群效益日益凸显

1. 市场模式创新

通过企业走访、组织参加住博会、承办各类论坛展会、推出试点项目等多种途径, 绍兴市积极引导装配建筑部品部件制造、设计、施工、全过程咨询、装饰装修、机器设备制造、物流运输等相关企业的快速发展, 带动了一大批本地企业积极参与到装配式建筑项目的建造实施过程中, 基本实现了科学发展、集约布局。

根据本地建筑业企业大多为民营企业, 活力强、灵活度高, 但同国企、央企竞争时实力不足的实际情况, 绍兴市积极支持本地建筑业企业利用自身优势, 相互联合组建或与国内外实力雄厚、经验丰富的央企、国企共同投建生产基地,

利用各自的资金、技术、市场优势，实现强强联合。

2. 实施效果

目前绍兴市已培育建筑产业现代化实施企业近百余家，成功培育宝业集团、精工钢构、亚厦股份、华汇设计、建业幕墙及浙江勤业 6 家全国首批国家级装配式建筑产业基地，入选数占全省总数 1/4；绿筑、展诚等 6 家浙江省首批建筑工业化示范企业，耀华、永坚等 4 家入选浙江省首批建筑工业化示范基地。全市已投产各类型产业化基地 35 家，涵盖了部品部件生产、设计、施工、监理、装饰装修等多个领域，逐步形成以龙头企业为引领，多产业协同发展的全产业链产业集群。

目前，宝业同德国西伟德及日本大和、中清大同清华大学建筑设计研究院、精工钢构同中国标准院、远大勤业同浙江省建科院等相继实现战略合作。同时，积极发挥初期试点项目的“磨刀石”作用，通过本地试点项目的实施参与，逐步积累相关经验，为“走出绍兴”打下坚实基础。截至目前，绍兴市宝业集团通过资金、技术、管理输出等形式，已经在浙江、上海、安徽、湖北等地布局建设了 20 余个装配式建筑智能制造基地，承建了大量装配式建筑项目；精工钢构在宁夏、雄安、辽宁等地成功布局多个装配式建筑产业基地，承建了中国当代十大建筑中的三个；亚厦作为全国装饰行业的佼佼者，先后承接了杭州国际博览中心工程（G20 主会场）、上海世博中心、上海迪斯尼乐园等国家级重点项目主会场；

宝业建设、展诚、越峰、普天、圣鑫等诸多建筑企业相继走向上海、合肥、宁波、金华、杭州、南非、澳大利亚等国内外。



图 4 浙江省“推进建筑产业现代化”试点项目——诸暨市
湮浦镇马郛村新农村

（三）推进规范标准制定，技术交流平台日渐壮大

1. 技术模式创新

规范标准的编制、新型结构体系的创新对于引导行业健康发展、规范行业竞争、确立行业战略地位具有至关重要的作用。为更好地推进建筑产业现代化发展和提供坚实的技术支撑，绍兴市抓住“无废城市”建设试点契机，组织企业技术力量，加快建立和完善适应于绍兴建筑产业现代化发展的标准体系，鼓励企业积极参与各类装配式建筑和全装修相关标准的编制工作。

2. 技术模式创新

为破解建筑产业现代化发展过程中的问题和瓶颈，先后

推动创建了一个国家级研究中心（建筑工程与住宅产业化研究院）、一个市长为组长的领导小组、一个技术团队（绍兴市建筑产业现代化专家委员会）、一个涵盖全产业链的发展联盟（绍兴建筑产业现代化发展联盟）、一个信息化网络平台（现代建筑产业网）、一个装配式建筑产业工人培训基地等等。同时，为加快企业转型升级、促进企业间交流合作，多次开展企业交流学习活动，如绍兴市装配式建筑技术研讨会、专家服务绍兴市传统产业改造提升行动、装配式建筑技术经验交流会、钢结构住宅设计培训会等。一系列平台的创建和交流活动的开展，增加了政府、企业之间的交流合作，打通了建筑业的上下游产业链，整合了装配式建筑实施企业资源，实现资源共享，为绍兴市建筑业转型升级和建筑产业现代化市场健康有序发展提供了有力保障。



图 5 现代建筑产业网

3. 制度保障

组织开展了“新时期适合装配式建筑发展的产业工人队伍培育模式研究”的探索性课题研究，在全国率先建立了“分

散培训、统一考核”装配式建筑产业工人技能培训考核评鉴模式，并首创轻质材料 1:1 装配式建筑实体教学模型、公开出版 5 套装配式建筑产业工人培训教材，填补国内该类型培训教程空白。“无废城市”建设试点期间，绍兴市持续依托绍兴职业技术学院创建了全省首个装配式产业工人教育培训基地，从浙江省每年下拨的建筑工业化以奖代补资金中划拨 20%，用于全市装配式建筑产业工人的专项培训，积极统筹建设、人社、农业农村等各类专项资金向建筑产业工人培训倾斜，免除学员一切费用，实现全额补贴。截至目前，已累计补贴 80 余万元，输送产业工人 700 余人次。2019 年在全省率先增加装配式建筑设计、施工、生产中级职称系列。

4. 实施效果

截至目前，绍兴市企业作为主编或参编单位先后编制了《装配式混凝土建筑技术标准》、《装配式建筑评价标准》等建筑产业现代化相关的国标、行标、地标和图集等各类标准规范 84 项（国标 6 项，行标 15 项，地标 21 项）。“无废城市”建设试点开展以来，绍兴市持续推进装配式建筑等相关产品的标准制定，绍兴建筑产业现代化发展联盟联合浙江宝业现代建筑工业化制造有限公司编制绍兴市首部预制构件团体标准《预制混凝土构件产品标准》（已于 2020 年 7 月 1 日起实施），为装配式建筑预制混凝土构件质量提供了标准保障。精工钢构参与完成的“高层钢-混凝土混合结构的理论、技术与工程应用项目”荣获国家科学技术进步一等奖，为绍

兴首次摘得此项殊荣。浙江绿筑参建的官渡三号地块钢结构装配式住宅项目，被住建部列为全国首批钢结构装配式住宅试点项目（全国仅有 2 项），成为浙江省唯一入选的试点项目。

目前装配式产业工人教育培训基地已编制装配式建筑预制构件吊装、预制构件套筒灌浆、预制混凝土构件制作等 5 项专项职业能力考核规范及鉴定标准，培训装配式建筑各类人才近 3000 人。开展了第一、第二届绍兴市装配式建筑职业技能竞赛，并在浙江省、全国开展装配式建筑职业技能竞赛获国赛二等奖 1 个，省赛一等奖 2 个，省级技术能手 7 个。



图 6 绍兴市代表队荣获第三届全国装配式建筑职业技能竞赛“生产环节模具组装”组团体赛冠军

三、取得成效

通过“无废城市”建设试点的开展，绍兴市装配式建筑占新建建筑的比例已达到 31.2%，较 2019 年年初提升 6 个百分点，位居浙江省前列。装配式建造、住宅全装修在项目的

大规模应用，建筑实施企业转型升级的快速推进，产业工人队伍的逐渐壮大，使绍兴市建筑产业现代化发展的红利逐步释放。

下阶段，绍兴市将继续紧跟国家发展需要，顺应建筑业发展趋势，在新型建筑工业化推进、绿色建材推广应用、智能建造与建筑工业化协同发展等多方面，推动建筑垃圾减量化、资源化水平，促进经济社会与资源环境协调发展，全面提升建筑产业发展水平，把绍兴市打造成为长三角地区一流、全国知名的建筑强市，浙江省绿色建筑示范城市，全国建筑产业现代化示范城市为目标，为“无废城市”建设贡献一份绍兴“新型”建设力量。

四、推广应用条件

绍兴市建筑产业现代化发展（装配式建筑）模式对于我国现代化城市建设具有重要意义，在经济较为发达、建筑产业链齐全、建筑业条件良好的城市可进行推广。

本模式建议以保障性住房、政策投资或以政府投资为主的公建项目为试点范围，实现全市公建项目的全面装配式建造。在试点示范过程中，应加强基础性研究，加快完善建筑产业现代化（装配式建筑）有关标准规范，构建建筑产业现代化技术支撑体系。通过推动建筑产业现代化示范基地和项目建设，带动全市建筑产业现代化稳步有序发展，向建筑垃圾领域“无废城市”建设迈出坚实步伐。

➤ 融资模式

破解无废产业建设资金难题 创新“三统筹”融资模式

一、基本情况

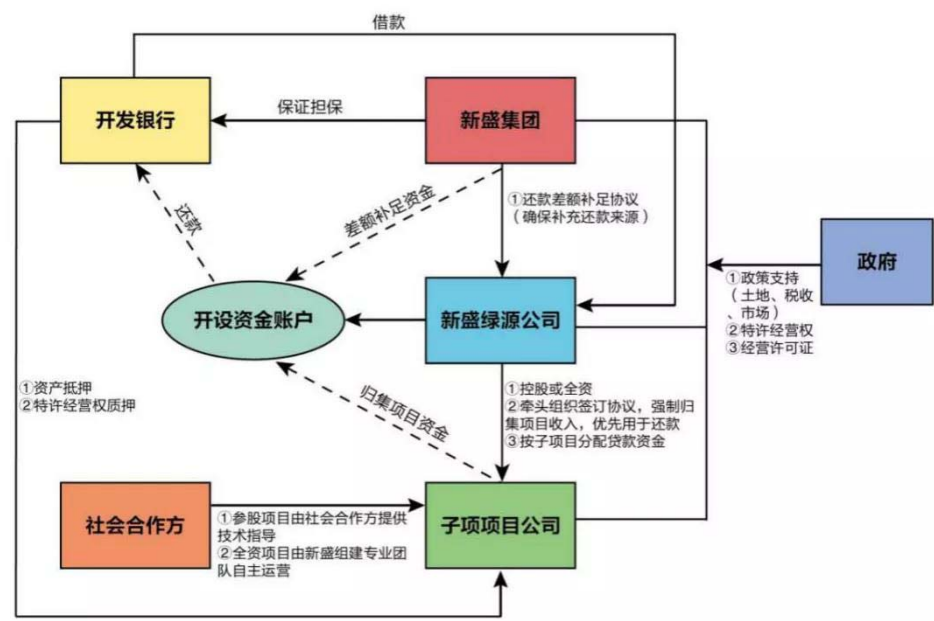
徐州是全国典型的老工业基地和资源型城市，随着城市工业的快速发展，危险废物、建筑垃圾、大件及园林垃圾、污水污泥急剧产生，对徐州地区的地表水、地下水、大气等环境产生严重威胁，徐州市面临着巨大的环境保护压力。为解决生态环境问题，提高资源循环利用效率，2018年徐州市开始谋划建设循环经济产业园。该产业园位于铜山区大彭镇，规划总面积约8295亩，规划建设固废处理、资源再生利用、环保装备制造、科研宣教、新能源等五个功能板块。其中起步区2365亩，总投资约60亿元，规划建设生活垃圾焚烧发电、餐厨垃圾处理、污水处理、危险废物处置、饱和废活性炭再生利用、建筑垃圾处置等11个环保项目，“徐州无废城市”展示馆、“中国循环经济产业”博览馆、国家级工程技术研发中心等3个科研宣教类项目，以及基础设施建设和影响区村庄搬迁安置等配套工程。

针对产业园中各项目“小而散、选址难、公益性强”导致融资难的问题，徐州市站在全局高度，突破机制体制、融资困局及产业规划布局等方面的局限，发挥新盛集团国资平台融资优势，加强与国开行对接，利用“无废城市”试点、长江大保护、江苏省全域生态提升等国家和地区重大战略，创新性提出统筹建设内容、统筹还款来源、统筹增信方式的

“三统筹”融资模式，解决了产业园起步区建设资金需求，有力推进了徐州市“无废城市”建设。

二、主要做法

按照“项目系统规划、资源充分整合、园区分步建设、收益整体平衡”的原则，通过构建“环保产业+公共服务配套”的方式，推动项目一体化实施。循环经济产业园项目由新盛绿源公司负责统筹融资、建设、运营、还款；每个环保子项由入园企业进行专业化经营；建立扎实有效的资金归集机制，通过现金流控制，将项目收益统一归集至新盛集团子公司新盛绿源公司，保障项目还款，新盛集团作为股东承担部分差额补足偿债义务。



循环经济产业园融资模式流程图

（一）突破“融资困局”，创新融资模式。徐州市循环经济产业园起步区涉及环保项目、宣教基地、基础设施建设以及影响区村庄搬迁安置等工程，整体投资较大，但配套基础

设施建设自身收益水平较低，居民搬迁安置无收益，若以基础设施建设或影响区村庄搬迁安置项目单独申请贷款，均不满足金融机构融资评审要求；而环保项目收益能力相对较强，均可单独融资，但必须完成起步区基础配套设施及影响区村庄搬迁安置，才能为环保项目建设运营创造前提。因此，新盛绿源公司与国家开发银行研究对接，创新性提出了统筹建设内容、统筹还款来源、统筹增信方式的“三统筹”融资模式，解决了徐州市循环经济产业园起步区建设资金需求。一是统筹建设内容。突破传统贷款项目不得与不相关其他项目建设内容捆绑申请的限制，即污水处理、建筑垃圾处理等环保项目、园区基础设施建设项目与影响区居民搬迁安置项目之间，无直接关联性，项目互相独立，在融资方案设计中，将上述互相独立的板块、项目以起步区建设的名义打包作为一个整体，推进贷款评审工作。二是统筹还款来源。综合材料处置、污水处理、建筑垃圾处置等环保项目自身具有较好收入现金流，符合银行贷款评审政策，但园区基础设施建设项目及影响区居民搬迁安置项目现金流较弱，难以满足银行贷款评审政策。因此，将上述项目以起步区建设的名义整体打包后，各子板块的现金流汇总成为起步区建设项目的整体收入，并作为贷款的第一还款来源，同时以母公司新盛集团的综合现金流作为有效补充，突破传统贷款中项目自身收入必须覆盖贷款本息的限制，使得打包后的项目在收入能力上符合贷款评审要求。三是统筹增信方式。本次纳入贷款范畴

的环保项目建设、园区基础设施建设及影响区居民搬迁安置三个板块实施内容中，仅环保产业项目具有可抵押的土地或房产，符合贷款评审合规性要求，基础设施建设具有少量可供抵押的土地及房产，影响区居民搬迁安置项目无可供抵押的土地或房产资源，均不满足贷款评审合规性要求，在贷款方案设计中，将三个板块涉及的所有土地、房产、机器设备统一作为抵押物向国开行提供贷款抵押，并增加母公司新盛集团担保，使得项目整体具有自我抵押增信的能力，同时增加了新盛集团 AAA 级信用评级的担保增信，满足贷款评审增信要求，突破项目自身资产评估抵押价值必须覆盖贷款本息的限制。

（二）创新“体制机制”，强化顶层设计。徐州市在设立产业园之初，打破传统园区设立“管委会”的模式，实施“政企职责明确、企业管理为主”的市场化运作模式，引入与国家战略高度契合的项目，突出绿色循环，强调“物质循环”“项目协同”“产业联动”，依据功能划分，分期分步实施。一是高起点规划。按照建设“国内领先、世界一流”循环经济示范区和环保生态园定位，委托清华大学环境学院，以大宗工业固体废物、主要农业废弃物、生活垃圾和建筑垃圾、危险废物为重点，编制《徐州“无废城市”建设试点实施方案》。二是高标准建设。按照《国家发改委关于推进资源循环利用基地建设的指导意见》，循环经济产业园立足徐州市安全、集中、高效处置城市废弃物的重要功能区定位，围绕已

建成的餐厨垃圾处理厂和生活垃圾焚烧发电厂，将新建的危废处理等污染较重的子项规划在中心，新建的大件及园林垃圾处理等污染较小的子项规划在周边，结合现场高压走廊对地块的切割，在高压走廊下规划景观绿化作为环境缓冲，外围建设科研教育基地，打造工业旅游、生态景观园区，破解“邻避效应”。三是高水平打造。项目充分考虑系统性、长远性和操作性等因素，通过整体规划各建设项目集约化至徐州市循环经济产业园区，解决环保项目规模小、实施散等问题，同时，达到产业聚集、资源循环利用的目标。

（三）突出“绿色循环”，延伸产业链条。一是科学调整城市产业布局。结合循环经济产业园的规划建设，着力构建环保设计中心、国际化技术转移和研发中心、环保新材料和环保设备制造业等，延伸产业链，围绕徐州市循环经济产业园，科学调整大彭镇及周边地区的工业布局，加快形成特色鲜明、结构优良、竞争力强的产业体系，在技术流、资金流上实现产业的“模式化、效益化”循环，努力抢占循环经济发展的制高点。二是夯实起步区固废板块。产业园起步区固体废物板块，以市政处置类、危废处置类等城市托底项目为主，配套建设科研宣教类设施项目，作为城市的“绿色出口”，实现废弃物之间的“无害化、减量化”循环。三是强化产业项目协同。统筹考虑产业园各板块、各产业项目间的协同共生关系，细分产业项目的产废种类，以单个产业项目为单元，充分利用各单元间互为彼此的共生基质、共生能量，形成互

补资源，在项目物质流、能量流上实现“资源化、协同化”循环，形成项目共生的“循环体系”。

三、取得的成效

经国家开发银行总行授信批准，循环经济产业园项目最终获授信贷款约 45.5 亿元，期限 20 年，有效解决了产业园融资难题，成为国开行系统内资源循环利用产业园类项目“首例”获批的贷款项目。

目前，360 万吨/年餐厨垃圾处置项目 2018 年已投产运营，3750 万吨/年生活垃圾焚烧发电一期项目 2020 年 7 月份投产运营，8 万吨/年危险废弃物处置一期项目、2 万吨/年废活性炭再生利用项目、1 万吨/年医用废塑再生利用项目等正在建设，将于 2021 年上半年运营。同时，循环经济产业园二期已启动规划，重点引入资源再生类、环保装备制造类、环保新材料类项目，积极培育优势产业链，构建循环经济“生态圈”，打造“国内领先、世界一流”的循环经济产业园。

四、推广应用条件

该模式普遍适用于大中城市资源循环利用产业园类项目建设。其他城市在推广应用中应注意以下几个问题：

一是必须坚持市场化运作，培育建设运营主体。徐州市循环经济产业园作为环保类产业园，既是一项民生工程，也是一项生态环保工程，承担着重要的社会责任。由地方国企承担产业园整体建设，符合转变政府职能和推进城投公司市场化转型的要求，有利于支撑地方国企做强做优。其商业模

式实施思路：一是不增加政府债务，确保项目市场化方式合规建设运营；二是分工明确，政府统筹规划布局，提供有力制度保障，确保市场健康稳定，实施成效符合城市总体规划和战略布局，企业发挥专业建设运营能力，确保项目建成运营平稳，实现风险利益分摊；三是强化监管，以产业聚集方式优选先进运营企业，统一排放标准，提升资源利用，避免二次污染，由新盛绿源统筹对园区实施建设管理，使入园企业难以逐利推责，增强项目运营效率和社会责任。

二是必须集约整合资源，发挥“银政企”合作优势。新盛集团作为循环经济产业园的投资建设方，主动承担地方国企责任，加快产业园的项目建设。同时，紧密对接国家开发银行，发挥国开行融资融智作用，使其积极参与徐州整体“无废城市”的方案设计，将融资方案与项目整体规划相结合，统筹平衡。政府充分发挥行政优势为项目政策法规、财政资金、土地规划等支持。企业充分发挥管理运营优势，构建合理经营架构，为项目运作打好坚实基础。

三是必须坚持依法合规，给予优惠政策及保障措施。在项目前期，徐州市明确新盛绿源作为投资建设、运营管理主体，出台《关于印发支持徐州市循环经济产业园建设发展优惠政策的通知》（徐政办〔2019〕70号），从特许经营权、建设用地、税收优惠、市场准入、行政审批等方面给予借款人和项目的全面扶持政策，为项目建设运营提供保障。在项目融资推进过程中，出具《影响区居民搬迁安置补偿方案》，明

确拆迁范围、面积和补偿安排，确保符合国家对垃圾处理项目的邻避要求及有关规定。指导新盛公司制定《循环经济产业园项目资金监督管理办法》，从公司治理制度上明确了对各环保子项收益的监管、归集。