



厦门市低值可回收物 回收利用模式研究报告

国家发展和改革委员会经济体制与管理研究所
北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟

编委会

- 张德元 国家发改委宏观经济研究院体改所循环经济研究室主任
贾彦鹏 国家发改委宏观经济研究院体改所循环经济研究室助研
陈怀锦 国家发改委宏观经济研究院体改所产业体制研究室博士
聂紫薇 中国石油和化学工业联合会国际合作部项目经理
龙朝阳 利乐包装（中国）有限公司可持续发展总监
何 叶 北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟秘书长
郭晓玲 北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟副秘书长
崔 璇 北京交通大学经济管理学院发展规划与学科建设处研究实习员
范心雨 正略钧策集团股份有限公司咨询顾问
郝雯雯 北京交通大学经济管理学院博士研究生
王璐瑶 北京交通大学经济管理学院硕士研究生
王如月 北京交通大学经济管理学院硕士研究生

顾问

- 马 荣 国家发改委环资司原副司长
王学军 北京大学城市与环境学院教授
刘建国 清华大学环境学院教授
吴玉锋 北京工业大学循环经济研究院院长
吴伟祥 浙江大学环境与资源学院教授
刘 刚 生态环境部固管中心固体部高级工程师



目 录

摘要

一、什么是低值可回收物？	01
二、为什么要开展低值可回收物回收利用？	02
（一）是实现生活垃圾源头减量的客观要求	02
（二）显著提高生活垃圾综合处置利用效益	03
（三）可有效提升资源循环利用效率和水平	04
（四）将有助于碳达峰碳中和目标的实现	04
三、厦门低值可回收物回收利用体系建设情况	05
（一）构建“环环相扣”的一体化收运处理体系	06
（二）建立了覆盖全过程的激励与约束机制	08
（三）形成了各相关主体协同治理的发展格局	11
四、厦门低值可回收物回收利用体系运行效果	13
（一）解决了生活垃圾分类后的分类处置难题	13
（二）可回收物综合选出率达到 74%	13
（三）每年将 15 万吨“垃圾”变为资源	14
（四）终端设施投资成本降低 40% 左右	15
（五）每年可减少二氧化碳排放 43.5 万吨	16



五、“厦门模式”值得借鉴的经验和做法	17
(一) 政府高度重视并采取措施系统推进.....	17
(二) 构建与末端利用相衔接的回收体系.....	18
(三) 建设集中统一的末端分选处理中心.....	18
(四) 国企、民企发挥各自优势共同推进.....	19
(五) 持续加大居民分类投放的宣传教育.....	19
六、“厦门模式”进一步完善的具体建议	20
七、“厦门模式”的推广条件及建议	20
(一) 推广条件	20
(二) 推广的具体建议.....	21
附件 1 :	
关于印发《厦门市生活垃圾低附加值 可回收物指导目录》的通知	25
附件 2 :	
厦门市生活垃圾分类工作领导小组办公室 关于印发《厦门市生活垃圾低附加值可回 收物指导目录(第一次修订版)》的通知	27



摘要

党的二十大报告提出，要加快构建废弃物循环利用体系。近年来，我国低值可回收物的产生量不断增加，2021年全国城市及县城垃圾清运量达3.17亿吨，其中废玻璃、废塑料、废旧纺织品等低值可回收物占比高达40-50%，年产生量约1.4亿吨，大多混入生活垃圾等焚烧处置，材料化平均利用率不足30%，不仅造成了资源浪费，还会带来环境污染和碳排放增加的问题。

近年来，厦门市结合生活垃圾分类，初步探索出了“政府统筹部署支持—企业专业化运作—居民积极参与”的覆盖前、中、后端的低值可回收物回收利用模式。政府通过发布低值可回收物指导目录，加强分拣中心用地保障，委托专

业化企业开展市场化运营，在回收端推动生活垃圾分类与低值可回收物分类回收融合发展，在处置端建设低值可回收物分选中心提高可回收分选效率，并推动分选出的低值可回收物与后端再生利用基地有效衔接，构建起闭环的低值可回收物回收利用体系。政府将原用于生活垃圾收运处置补贴转移给低值可回收物回收分选，在不增加财政负担的同时实现了垃圾变废为宝。

厦门低值可回收物回收利用模式适合在具备较好生活垃圾分类基础的大中小城市普遍推广。

摘要



党的二十大报告提出，要加快构建废弃物循环利用体系。当前，低值可回收物作为废弃物的重要组成部分，因其经济价值低、产生来源分散、回收利用较难，成为废旧物资回收利用的最大短板。传统的焚烧或填埋的处理方式，既造成了资源浪费，也带来了一定的污染和碳排放问题，不能适应新时代绿色低碳循环发展的新要求，迫切需要探索新发展理念，寻找更加优化的发展路径。

根据对厦门市生活垃圾四分类中其他垃圾进行的成分调研数据分析结果，在其他垃圾中低值可回收物的占比约为 12%—43%，按照厦门市一天产生 5000 吨其他垃圾、平均 20% 低值可回收物占比计算，每天约有 1000 吨低值可回收物产生。在开展低值可回收物回收利用体系建设之前，厦门市绝大部分低值可回收物均采取焚烧处置的方式处理。

近年来，厦门市不断完善政策机制、建设回收利用体系，探索出低值可回收物回收利用的“厦门模式”，实现了低值可回收物的资源化、规模化利用，取得了良好的经济、社会和环境效益，具有重要的示范意义。

一、什么是低值可回收物？

低值可回收物是指，从物体本身来看具有可回收性，但对其回收利用需要付出较高成本，从而导致经济性较差，单纯依靠市场力量难以进行有效回收的各类废弃物。如我们日常生活中常见的一次性餐盒、一次性塑料杯、泡沫塑料、废塑料包装袋、废饮料纸基复合包装、废纸杯纸碗、废旧纺织品、废玻璃等固体废物。由此可见，低值可回收物有很多是我们生活垃圾分类中容易被当成其他垃圾的常见组成部分。

二、为什么要开展低值可回收物回收利用？

目前，我国大部分低值可回收物混入其他生活垃圾一并进行收集运输，最终进入生活垃圾焚烧或填埋系统处理。只有一小部分会通过企业或个人的回收行为进入再生资源回收利用体系进行再生利用。但由于低值可回收物回收利用效益较差，企业技术装备水平普遍较低，成为“小散乱污”的集中“爆发点”和废弃物循环利用体系的一大“短板”。因此，全面推动建设完善的低值可回收物回收利用体系，就显得尤为重要。

（一）是实现生活垃圾源头减量的客观要求

随着经济社会的快速发展和人民消费水平的大幅提高以及电商外卖等新兴产业的高度发展，我国城市生活垃圾产生总量不断增加。根据有关研究，预计到2030年，我国城镇垃圾清运量将达到4.21-4.91亿吨/年^①。推进生活垃圾源头减量，将垃圾分类治理的制度安排和资源投入逐步从后端向前端转移，是应对“垃圾围城”的关键举措。2020年12月，住房城乡建设部等十二部门联合印发《关于进一步推进生活垃圾分类工作的若干意见》，提出要推动生活垃圾源头减量。开展低值可回收物回收利用，避免进入生活垃圾处理系统，是推进生活垃圾源头减量的客观要求。2021年5月，国家发展改革委、住房城乡建设部发布《“十四五”城镇生活垃圾分类和处理设施发展规划》，明确提出加强可回收物规范管理，提升低值可回收物单独投放比例，同时健全可回收物资源化利用设施，包括统筹规划分拣处理中心、推动可回收

^① 数据来源：中国社会科学院农村发展研究所、中国社会科学出版社联合发布《城市蓝皮书：中国城市发展报告》No.12。

物资源化利用设施建设等。2021年9月，国家发展改革委、生态环境部发布《“十四五”塑料污染治理行动方案》，提出加强塑料废弃物规范回收和清运，加大塑料废弃物再生利用。2022年7月，国家发展改革委办公厅等部门联合发布废旧物资循环利用体系建设重点城市名单，确定北京市等60个城市为废旧物资循环利用体系建设重点城市，要求到2025年重点城市率先建成基本完善的废旧物资循环利用体系，厦门市是试点城市之一。

（二）显著提高生活垃圾综合处置利用效益

当前，我国生活垃圾的处置方式以焚烧发电和填埋为主。其中，焚烧发电建设成本大约在40-73万元/吨/天，运营成本平均约为350元/吨^②，政府补贴成本平均约为400元/吨^③，且会带来一定的环境污染和二氧化碳排放，给地方财政带来持续的负担；填埋处理则需要占用大量土地资源，还会造成地下水源、土壤污染等，且其碳排放水平也非常高。有研究表明，若生活垃圾实现40%的资源化利用，就可以减少清运处理等社会综合成本1184.84元/吨，并且能够带来显著的二噁英、二氧化碳等减排效果^④，能够有效提高生活垃圾处置的经济、社会和环境综合效益。

^② 数据来源：2017年中国环境保护协会调查报告。

^③ 测算说明：垃圾焚烧处理费平均约70元/吨（2019年8-11月我国垃圾焚烧项目的垃圾处理服务费中标项目平均结果），政府对垃圾焚烧发电厂的土地补贴、建设补贴、电价补贴、渗沥液补贴、底灰补贴、飞灰补贴等合计高于300元/吨（2015年中国人民大学发布的《北京市城市生活垃圾焚烧社会成本评估报告》），政府补贴成本合计约400元/吨。

^④ 数据来源：孙月阳，宋国君，张大为等. 生活垃圾管理社会成本评估方法与应用——以北京市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(09): 1-9.

（三）可有效提升资源循环利用效率和水平

当前，大量低值可回收物混入城市其他生活垃圾被统一送往垃圾焚烧厂焚烧处理，造成了大量可再生资源的浪费。近年来，我国再生资源回收率平均达到 75%^⑤，仍存在较大提升空间。2021 年，全国城市及县城垃圾清运量达 3.17 亿吨^⑥。据测算，在这些城市生活垃圾中，低值可回收物占比达到 40-50%^⑦。按平均 45% 的比例计算，这 3 亿余吨生活垃圾包含了约 1.4 亿吨低值可回收物。如果对这 1.4 亿吨低值可回收物实现资源化利用，将极大地提高我国再生资源的平均回收利用水平。

（四）将有助于碳达峰碳中和目标的实现

国务院印发的《2030 年前碳达峰行动方案》，将循环经济助力降碳行动作为十大重点任务之一。根据测算，与混入生活垃圾进行填埋或焚烧发电处置相比，低值可回收物回收利用处置方式的碳减排效果十分明显。回收 1 吨废塑料将减少 1.5-2.2 吨碳排放，相当于 700-750 升无铅汽油或柴油燃烧碳排放量^⑧。当前，我国各类低值可回收物的回收利用率偏低，其中废旧纺织品、废玻璃（不含平板玻璃及制品废玻璃）、废塑料回收利用率分别约为 20%、30% 和 30%，提高其材料化回收利用率可有效降低处置利用过程中的碳排放量。

⑤ 数据来源：潘永刚，唐艳菊，成宇涛. 再生资源回收利用行业“十四五”发展规划思考 [J]. 资源再生, 2020, No. 215(06): 16-23.

⑥ 数据来源：《2021 年城乡建设统计年鉴》，中华人民共和国住房和城乡建设部。

⑦ 数据来源：王涵，李欢，殷铭等. 深圳市生活垃圾源头排放规律与资源化路径分析 [J]. 环境卫生工程, 2020, 28(03): 21-27.

⑧ 数据来源：戴铁军，再生资源回收利用与碳减排的定量分析研究，资源再生，2021.003.15。

三、厦门低值可回收物回收利用体系建设情况

厦门市低值可回收物回收利用模式为“政府+企业+居民”通力合作模式，同时构建了覆盖前、中、后端的一体化运行体系。首先，厦门市构建了“环环相扣”的一体化收运处理体系，全面覆盖了链条的前、中、后端，并实现了上下游有效衔接与垃圾收运与再生利用的有效协同；其次，建立激励与约束机制充分调动全过程相关主体的参与积极性，在分类环节中建立常态化监督机制约束居民行为，运用社会广泛宣传引导居民分类意识的提高，在收运环节为垃圾收运提供车辆支持与资金补贴，在分选利用环节给予分选中心用地支持和运营补贴；最后，厦门形成了各相关主体协同治理的发展格局，形成“政府总体部署、政策支持——企业专业化运作——居民积极参与”的顺畅运行体系。

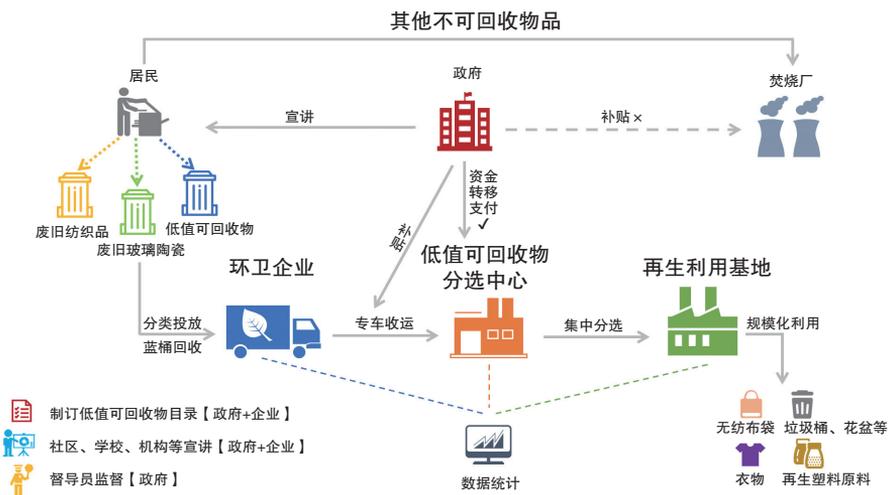


图 1 厦门低值可回收物回收利用模式

（一）构建“环环相扣”的一体化收运处理体系

低值可回收物来源于日常生产生活的方方面面，覆盖品种多、物理形态多样、化学性能各异。如何构建一个上下游有效链接、垃圾分类、运输与资源化利用有效协同的运行体系，就成为低值可回收物回收利用的关键。厦门市正是抓住了这个关键，开展全链条治理和优化，构建起覆盖前、中、后端的一体化运行体系，保证了体系的顺畅运行。



图2 厦门市低值可回收物目录及分类投放要求

前端——引导居民做好分类投放：2020年7月，厦门市生活垃圾分类工作领导小组办公室发布了《全市生活垃圾低附加值可回收物指导目录》，明确将废玻璃、陶瓷类、废塑料、废纸、废纺织衣物等纳入目录（详见附件1-2）。根据目录，厦门市采取由政府主导、统一宣教、街道实施的方式，广泛开展居民端宣传教育的行动，市级层面通过报纸、广

播、电视、抖音、移动电视、电梯屏幕、抖音短视频、微信公众推文、现场活动等途径宣传推广低值可回收物，以直接或间接的方式影响了超过 500 万人；其中陆海环保运营的低值可回收物分拣中心累计接待约 80 批次调研参观团队，约 2000 人^⑨。在推行初期，为保证实施效果，厦门市设置了专门的“督导员”督导居民投放行为，并按照区级 10 名以上（含 10 名）、街（镇）5 名、居（村）3 名的要求配备。在社区垃圾投放点增加可回收物垃圾桶（即蓝桶），引导居民将废纸、废塑料等低值可回收物投到可回收物桶（蓝桶），将废玻璃、废陶瓷等投放到玻璃陶瓷专用桶（即绿桶），将废纺织衣物投放到废旧纺织品回收桶（即黄桶）。

中端——环卫企业开展分类运输：针对生活垃圾“先分后混、混装混运”现象，厦门市充分发挥环卫企业的规模优势和组织优势，加大力度整治，由政府指定的环卫企业进行专车^⑩运输，低值可回收物收运车由其他垃圾收运车转换而来，采用“定点收集、桶车对接、公交化运输”的错峰直运模式（即社区收集后直接运输至分选中心集中处理），推行早晚 2 次错峰直运，结合直运 APP，合理规划 47 条直运线路，投入直运车辆 39 辆，涉及 1399 个转运点^⑪，对各生活垃圾投放点的低值可回收物进行统一收集，分类转运至低值可回收物分拣中心后，根据运行数据不断总结各类低值可回收物产生的特点与规律，在此基础上借助现代信息技术手段不断的进行路线优化和改进，从而不断降低运输成本，提高运输效率。另外，运输至分拣中心的低值可回收物会实时进行重量、类别、来源（街道、社区）等数据统计，构建覆盖全流程的物质流数据，为参与主体、主管部门等提供系统数据支撑。

^⑨ 数据来源：由厦门市园林局提供。

^⑩ 注：不同垃圾桶收集的废弃物由对应颜色的车辆进行运输，如蓝色车辆专门运输蓝桶废弃物。

^⑪ 数据来源：由厦门市园林局提供。

末端——专业企业进行集中分选利用：厦门低值可回收物分选中心由陆海环保进行运营和管理，主要针对除玻璃、陶瓷类之外的品种繁多、易受污染的低值可回收物，利用光谱识别和 AI 技术，将外卖餐盒、奶茶杯、牛奶盒、泡沫箱、快递包装等种类繁多的低值可回收物进行智能化和自动化分选，最终分选成 15 个品类，并分类压缩打包后形成可再生资源。分拣后的不可再生利用的其他垃圾由环卫企业转运至垃圾焚烧厂。低值可回收物分选中心分类打包后的可再生资源，运送至下游规范的协同加工利用企业（如位于漳州市的国家资源循环利用基地等）进行循环利用，生产再生塑料颗粒、再生纸浆等再生原料，无纺布袋、塑料用具、椅子等再生制品，废旧玻璃陶瓷加工成建筑材料，废旧织物经处理后捐赠或破碎再生利用。

（二）建立了覆盖全过程的激励与约束机制

为充分调动各环节相关主体的参与积极性，厦门市在低值可回收物的分类、收运、分选、再生处置各环节均建设了较为完善的运行机制，包括源头监督机制、用地及补贴政策等。



图 3 厦门市低值可回收物回收利用体系运行机制

分类环节——日常监督 + 广泛动员：厦门市将低值可回收物源头分类投放纳入生活垃圾分类体系，进行系统推进。建立了常态化监督机制和社会动员机制，前者是利用政府和企业的力量对居民分类投放行为进行强力约束，后者是通过组织居民参观分选中心、对居民开展宣传教育，来引导居民分类意识的提高。

一是常态化监督机制。厦门市将垃圾分类纳入基层社会治理工作，形成了市、区、街（镇）、居（村）四级联动机制，落实生活垃圾分类管理责任人机制，建立垃圾分类督导员督导机制，开展源头监督。政府给予督导员 / 管理员一定的经济补贴以及荣誉称号等非经济激励。建立行业考评长效机制，持续开展无禁区、无死角考评，由行业主管单位在市垃分办指导下，对下属单位及本行业体系开展垃圾分类考评，按季度向市垃分办通报成绩和排名。同时，将物业服务企业纳入考核范围，制定物业服务企业信用积分制度，并与其选聘挂钩。

二是社会动员机制。厦门市充分利用各类媒体宣传、开展国民教育、组织专业培训、开展“小手拉大手”活动、组织典型示范创建、发挥党建引领作用、纳入各类文明创建等多种方式，鼓励和引导居民参与低值可回收物分类投放等相关主题实践活动，提高环保意识，增加分类专业知识的掌握。厦门市以人民为中心，结合党建与社区治理，推动全市 9300 多个党组织、32000 多名党员志愿者、220 个单位及团体组织开展生活垃圾分类相关主题实践活动。

收运环节——配置车辆 + 收运补贴：在收运环节，厦门市指定环卫企业作为低值可回收物的收运单位，实现了生活垃圾分类系统与低值可回收物收运系统的有机衔接。

一是配备专用运输车辆。厦门市由政府支持，将部分原用于收运其他垃圾的黄色压缩运输车改为蓝色可回收物专用运输车辆，将居民

分类投放进可回收物蓝桶中的一次性餐盒、一次性塑料杯、牛奶盒、快递包装膜、泡沫塑料、旧衣物等可回收物定时、定点、定线运输至低值可回收物分拣中心，以降低低值可回收物综合运输成本。

二是接收运量进行补贴。厦门市针对低值可回收物收运给予相应补贴，在其他垃圾总量不变的情况下，低值可回收物的增加意味着其他垃圾运输量的减少，因此原则上可以将原有生活垃圾收运补贴给到低值可回收物收运补贴，不会增加地方财政负担。但考虑到相较于其他垃圾，低值可回收物具有体积大、重量轻的特点，运输费用相对较高，企业缺乏回收运输动力，厦门市在实际操作中各区按距离等综合因素给予适当提高，补贴标准在 180-270 元/吨不等^⑫，略高于生活垃圾收运补贴标准。

分选利用环节——用地保障 + 运行补贴：在分选利用环节，厦门市政府出台用地支持政策，将分选中心纳入城市环卫设施用地规划，同时给予不高于焚烧处理费的处置补贴以支持项目运营。

一是对项目建设给予用地和工艺、技术、运营保障。厦门市将低值可回收物分拣中心纳入城市环卫设施用地规划，由市政府召开专门会议，协调解决分拣中心用地问题，将海沧区龙门岭环卫停车用地划拨给海沧城建集团，由城建集团与陆海环保公司合作，充分利用国企资金组织优势和民企技术工艺及运行经验，共同投资在海沧区建设低值可回收物分拣中心。

二是对分拣中心进行运营补贴。厦门市按照每吨低值可回收物的处理成本不高于垃圾焚烧处置成本的原则对低值可回收物分选加工环节给予补贴。目前，按照厦门市 125 元/吨的补贴标准，低值可回收物分选加工环节的补贴与生活垃圾焚烧补贴持平。具体操作流程是由市

^⑫ 数据来源：课题组调研所得。

环卫中心固废管理科对分拣中心进行集中监管，开展分选作业量核算，并向市财政局出具报告，作为核算处置费补贴金额的依据，由市财政局统一支付给分拣中心运营企业。

（三）形成了各相关主体协同治理的发展格局

厦门市低值可回收物回收利用模式为“政府+企业+居民”通力合作模式，政府、企业、居民均积极参与到低值可回收物回收利用体系建设中。在宏观推动上，政府制订低值可回收物目录，与企业协同开展居民宣教活动；在具体运行上，环卫企业与回收企业合作承担低值可回收物的回收运输和分选加工。

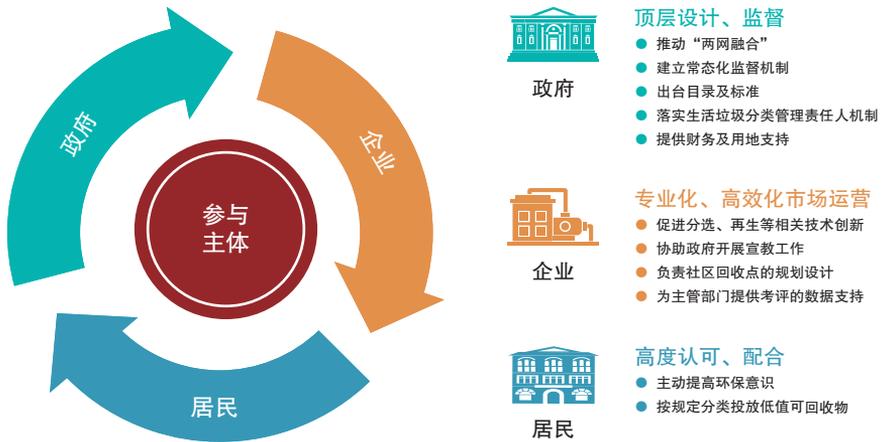


图4 厦门模式低值可回收物回收利用体系参与主体责任

政府——顶层设计、政策支持：厦门市将低值可回收物回收利用体系建设纳入绿色低碳循环发展体系建设，进行总体部署。2020年，厦门市生活垃圾分类工作领导小组办公室发布《全市生活垃圾低附加值可回收物指导目录》，并适时调整目录、标准等，推动废玻璃、陶瓷

类、废塑料、废纸、废纺织衣物等低值可回收物回收利用体系建设。2022年，厦门市人民政府印发的《关于印发加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系工作方案的通知》中明确提出，要完善垃圾分类处理制度体系，推进“两网融合”，出台低值可回收物收运、处理补贴办法，加快低值可回收物分拣中心建设。市有关部门建立常态化监督机制，开展源头分类监督；出台低值可回收物收运、分选补贴政策，给予不高于焚烧处置费的处置费补贴；提供用地支持，确保低值可回收物回收利用体系有效运转，采取划拨方式解决项目用地，由国企投资建设分选中心。

企业——专业经营、高效运作：在收运环节，由环卫公司依托生活垃圾分类收运系统对低值可回收物进行统一收运，降低单位运行成本，提高综合运行效率。在分选加工环节，陆海环保采用“AI智能+光学精分选”技术，通过“机械智能分选+人工干预+归类自动打包”的智能化生产线，将混合的各类低值可回收物精细化分拣为普通纸、纸塑复合、利乐包、纺织品、塑料包装物等15个品类，并自动进入立体料仓、分别打包压缩。其精准分类识别率超过95%，分出的各类低值可回收物最终会成为环保再生纸、环卫垃圾桶、仿真绿植、塑料课桌椅的生产原料，减少了原生资源的消耗，提高了产品附加值。

居民——高度认可、积极参与：通过政府和企业开展的广泛宣传和教育活动，居民以志愿者、践行者、监督员等角色参与到低值可回收物分类行动中，认识到每个居民都是环境的塑造者，也应该是资源循环利用的参与者和责任人。居民积极配合垃圾分类要求，响应低值可回收物回收倡议，对垃圾分类习惯做出简单的改变，将所有废塑料、废纸等废弃包装物投到低值可回收物（蓝桶），从而挽救更多的“放错地方的资源”，助力政府和企业实现垃圾的“物尽其用”。

四、厦门低值可回收物回收利用体系运行效果

通过持续不断的推进，厦门市低值可回收物回收利用体系建设取得了良好的经济、环境和社会效益。

（一）解决了生活垃圾分类后的分类处置难题

目前，我国大力推行垃圾分类，并普遍采用四分类的方案。可回收物在居民端被分类后，在运输和处理过程中普遍被混合到一起进入生活垃圾焚烧厂或填埋场。这种“先分后混”的运作模式，使垃圾分类饱受诟病。厦门通过建设低值可回收物分选中心，对可回收物进行集中分选和资源化利用，打通了源头分类与末端利用的“堵点”，畅通了生活垃圾分类投放、分类收集、分类运输、分类处置利用的一体化运行体系。

（二）可回收物综合选出率达到 74%

目前，厦门市海沧低值可回收物分选中心已投入运营，日分选处理能力达到 50 吨^⑬。由于居民在前端垃圾分类投放时，仍存在将厨余垃圾、其他垃圾等混投或误投放到蓝桶的现象，运输至分选中心的并不是 100% 可回收物。根据运行数据测算，厦门市低值可回收物综合选出率^⑭由 2020 年的 72.72% 提高到 2022 年的 74.31%^⑮，居民投放准确率在不断提高，低值可回收物回收利用体系运行效率在不断提高。

^⑬ 数据来源：课题组调研所得。

^⑭ 注：综合选出率 = 可回收物重量 / 回收物总重量。

^⑮ 数据来源：根据陆海环保公司运行数据测算所得。

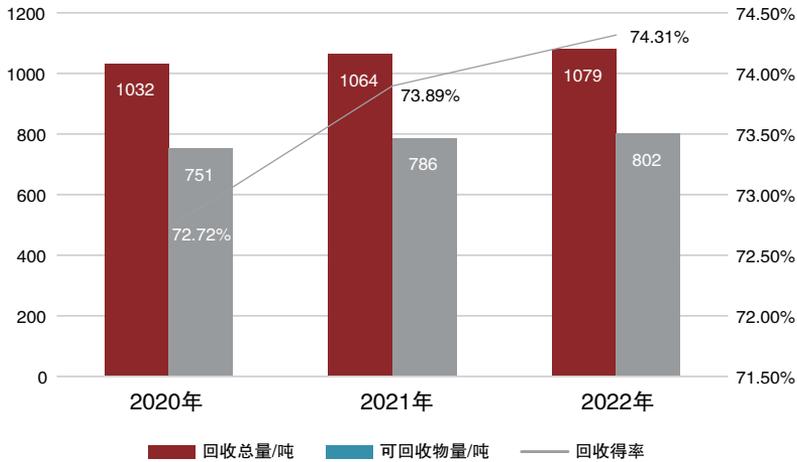


图 5 2020-2022 年厦门市低值可回收物回收处理情况

（三）每年将 15 万吨“垃圾”变为资源

根据厦门市低值可回收物分选中心统计数据：从品种来看，低值可回收物中分选出最多的是塑料类，占 62%；其次是纸类，占 10%；还有少量金属类、织物、玻璃和误投的厨余及其他垃圾等。从试运行结果看，2020-2022 年分选项目累计回收低值可回收物总量为 3176 吨，其中可回收物量为 2339 吨，按照平均 900 元/吨的价格计算，总经济价值达到 210 万元。

目前，厦门市每天产生约 1000 吨低值可回收物，每年约 36.5 万吨，拟扩建的集中分选中心的低值可回收物年处理量为 20 万吨，项目达产后年可回收物回收利用率将达到 15 万吨。在资源化利用基地，这些分类分选出的可回收物最终会生产成再生塑料、再生纸浆等资源化产品，经济价值超过 1.35 亿元^⑩。由于厦门市废玻璃、废陶瓷和废旧纺织品有专业企业回收分选加工利用，目前不进入海沧低值可回收物分选中心。

^⑩ 数据来源：本部分所涉及数据由陆海环保公司提供，由课题组测算。

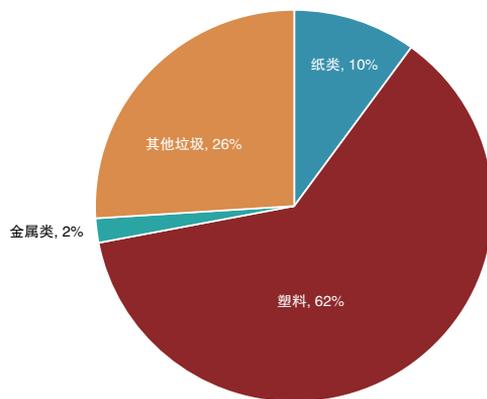


图 6 厦门市低值可回收物各类品种分布

（四）终端设施投资成本降低 40% 左右

目前，焚烧是除厨余垃圾、高值可回收物之外的其他生活垃圾的主流处置方式，其吨投资成本约 55-65 万元，同时政府按照约 125 元/吨的标准对焚烧进行补贴^⑰。厦门市低值可回收物回收利用的吨投资成本约 25-35 万元/吨^⑱。在公众投放准确率达到 80% 或以上且达到日处理 100 吨时，回收利用企业具有自我造血功能，可通过低值可回收物的高值化利用产生一定经济利润，并且可以不需要政府给予额外的补贴。即使在不考虑政府补贴的情况下，仅比较投资成本，对低值可回收物再生利用相较于生活垃圾焚烧，其投资成本就可降低 40% 左右，详见表 1。

⑰ 数据来源：相关政策文件的补贴均值。

⑱ 数据来源：根据陆海环保公司运行数据测算所得。

表 1 低值可回收物回收利用与焚烧发电成本比较

维度	低值可回收物分拣中心	垃圾焚烧发电厂
设施投资成本	25-35 万元 / 吨（据处理规模变动）	50-65 万元 / 吨
垃圾处置费	可参照现行“其他垃圾”处理费的试行 5 年，随着低值物回收数量和质量的逐步增长，处置服务费标准逐年降低	100 元 / 吨
产品销售补贴	无需补贴（零）	0.25 元 / 度，每吨垃圾发电 500 度，如果按吨垃圾上网电量 280 度来计算，即补贴 70 元 / 吨
产生价值	再生资源销售 800-1000 元 / 吨	每吨垃圾焚烧发电 500 度、0.65 元 / 度电，325 元 / 吨
税收	再生资源销售按增值税 3% / 吨纳税	上网售电 100% 退税

（五）每年可减少二氧化碳排放 43.5 万吨

将低值可回收物加工利用成再生材料，可代替原生资源；同时，相较于利用原生资源，可减少二氧化碳排放。以塑料为例，1 吨混合废塑料（碳含量约 85%，杂质约 12%）直接焚烧的碳排放约 2.74 吨，而生产 1 吨塑料会带来约 2.3 吨的碳排放；如果废塑料得以回收利用，总体将减少约 2.9 吨的碳排放，按照 15 万吨 / 年的回收利用率计算，厦门市低值可回收物回收利用仅废塑料部分每年就可以减少约 43.5 万吨二氧化碳排放^{①9}。

^{①9} 数据来源：中国循环经济协会，《循环经济助力碳达峰研究报告》，2021 年 9 月。

五、“厦门模式”值得借鉴的经验和做法

厦门模式成功的核心在于“有为政府+有效市场”的紧密结合。“有为政府”主要是政府开展顶层设计，发布低值可回收物指导目录；推进“两网融合”，出台低值可回收物收运、处理补贴办法；完善规划用地、投资建设等各项支持政策，确保体系有效运转。“有效市场”是指国企、民企共同发力，采取市场化运营模式，建设高效运行的低值可回收物回收体系，实现低值可回收物的资源化利用。



图7 厦门模式的成功经验

（一）政府高度重视并采取措施系统推进

首先，厦门市政府将低值可回收物纳入相关规划，于2020年规划低值可回收物的体系建设，不断完善低值可回收物政策支持体系。2020年7月，厦门市垃圾分类办印发《厦门市生活垃圾低附加值可回收物指导目录》，将废玻璃、废塑料、废纸、废纺织衣物、废弃陶瓷类产品等纳入目录，并推动社区建设垃圾投放点（垃圾屋），设置专门的可回收物垃圾桶，从源头进行分类投放。此外，厦门市政府积极给予政策支持，通过召开全市垃分会议的形式，明确用地形式、投资方

式、运营管理模式等内容，采取划拨土地的方式支持厦门低值可回收物分拣中心建设；在处置费补贴机制上，按照每吨低值可回收物的处理成本不得高于垃圾焚烧处置成本的原则，对低值可回收物收集运输和分选加工进行补贴，构建了完善的政策支持体系。

（二）构建与末端利用相衔接的回收体系

早在 2017 年，厦门市在做好垃圾大分流的前提下，对生活垃圾进行分类管理，出台了《厦门经济特区生活垃圾分类管理办法》。2020 年，厦门开始推动低值可回收物从其它垃圾中独立分类。居民依据相关规定，将废塑料、废纸类等低值可回收物投入“可回收物蓝桶”，废玻璃和陶瓷类须投入“玻璃陶瓷专用绿桶”，废纺织衣物类低值可回收物须投入“废旧纺织衣物回收黄桶”，从产生源头就建立起与末端处置利用相适应的前端回收体系。其次，指定专业公司按照定时、定点、定线相结合的方式开展分类运输，避免“混装混运”。

（三）建设集中统一的末端分选处理中心

一次性餐具、快递包装袋、牛奶盒、泡沫塑料等低值可回收物，由于单体价值低、产生高度分散，因此按品类单独收集运输加工成本很高，经济性较差，企业回收积极性不高，往往被当成其他垃圾直接焚烧处置。建设区域集中统一的分选中心是“厦门模式”的制胜法宝。末端分选环节由厦门市拥有低值可回收物智能精细化分选关键技术的市场化公司来完成，实现材料类型和形态复杂的低值可回收物在线高效识别和自动分选，并对低值可回收物进行集中资源化再生利用。通过分选中心，厦门实现了低值可回收物的高效分类分选，促进垃圾减量的同时实现了资源化利用。

（四）国企、民企发挥各自优势共同推进

目前，国内废弃物回收利用普遍存在项目落地难、用地难的问题，特别是在发达城市这个问题尤其突出。厦门市利用国有企业平台优势，采取将土地划拨给国有企业的方式，解决项目用地难题。同时，在源头分类和收运环节，低值可回收物实际是体系建设前的“其他垃圾”，因此与生活垃圾分类体系密不可分。厦门市依托生活垃圾分类企业的网络和运输优势，指定环卫公司负责低值可回收物收运，避免了重复建设和运输工具的低效使用。此外，在末端加工利用环节，厦门市实现了低值可回收物回收与后端高值再生资源加工利用紧密相连，发挥专业企业优势，由专门的再生资源回收利用企业从事低值可回收物分选加工利用，各取所长、各尽其能。

（五）持续加大居民分类投放的宣传教育

有效的居民宣传教育培训是厦门模式的重要保障。一方面，政府进行垃圾分类社会动员，不断强化群众分类意识，及时总结各区、各开发区、各部门的好经验好模式，通过各类新闻媒体宣传先进典型，为绿色低碳循环发展营造良好氛围。另一方面，企业积极走进街道社区，开展社区宣传教育活动，讲解易发生分类混乱的包装物和产品，展示低值可回收物循环再生过程，让居民知道“垃圾去哪儿了”，实现从“要我分”到“我要分”的思想转变。如某企业针对社区餐盒定点回收督导员开展培训，累计组织 110 场线下教育活动，覆盖厦门 4 个辖区，8 个街道，54 个社区，超 50000 户居民，取得良好宣传效果。

六、厦门模式进一步完善的具体建议

尽管厦门市低值可回收物运营取得了良好效果，但仍需在几个方面进一步完善提升：一是继续加强生活垃圾分类环节的宣传教育，在商场、高校、机关单位等集中场所广泛开展宣传，提高低值可回收物的分类准确率；二是研究进一步扩大低值可回收物品种覆盖范围，如考虑将大件垃圾等纳入低值可回收物范围；三是进一步加强资源化利用技术创新，开展混杂低值废塑料化学循环等先进技术研发，开发智能化机器分选等先进技术和产业化应用；四是继续推动生活垃圾分类回收体系与低值可回收物收运体系的有效衔接，将资源化利用作为优先政策选项，把焚烧作为兜底保障措施，加快构建完善的废弃物回收利用体系，提高废弃物资源化综合利用率。

七、“厦门模式”的推广条件及建议

（一）推广条件

厦门模式低值可回收物回收利用模式适合在具有较好生活垃圾分类基础、较完善的末端利用设施承接的大多数发达地区城市进行推广：

一是政府部门重视发展循环经济，充分肯定和支持低值可回收物回收利用，能够意识到低值可回收物资源化利用相比生活垃圾焚烧具有更好的经济、资源和环境效益；

二是政府部门重视生活垃圾分类，并且城市已有一定的垃圾分类基础，能够基本实现生活垃圾四分类；有一定的宣教基础和设施投入，居民有较好的分类意识，同时利用低值可回收物分选中心和厨余处置设施，可以实现低值可回收物和厨余垃圾同步督导分类，促进其他垃圾的减量；

三是具备建设集中的区域低值可回收物分选中心的条件，能够确保分类收集运输的低值可回收物得到有效处置；

四是周边具备承接处理低值可回收物的企业，具备整合与打通再生资源产业链的能力，能够对分选的可再生资源进行资源化加工和循环利用。

（二）推广的具体建议

1. 建议国家层面全面推动

（1）将低值可回收物纳入《循环经济促进法》以及国家相关规划或实施方案等相关法规和文件。在相关法规文件中明确低值可回收物的范围、回收标准和责任主体等内容，规定相关管理制度和监管机制，制定相应的奖惩措施，确保低值可回收物能够得到有效的回收和再利用。

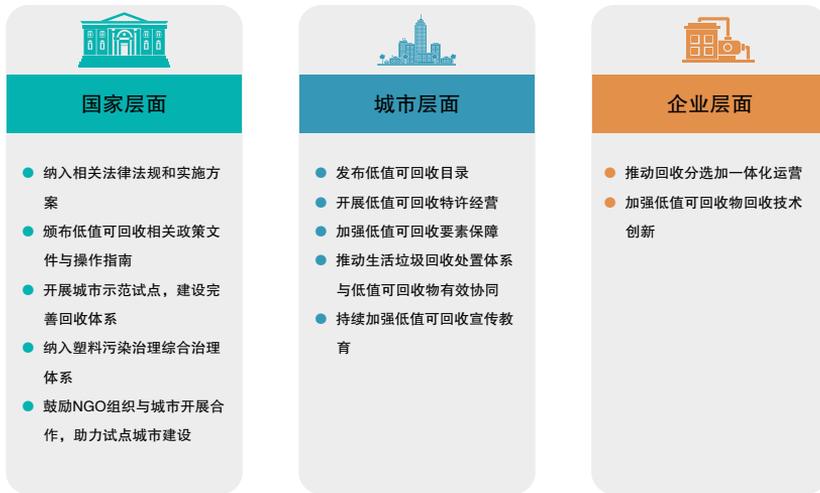


图 8 厦门模式的三层面推广建议

(2) 颁布低值可回收物回收利用目录和指南。制定国家统一的低值可回收物目录，确定低值可回收物回收利用的执行范围或地方确定原则。制定低值可回收物回收利用指南，细化低值可回收物的分类标准、分类原则、运输方法、分选方式、利用模式等，指导地方更好的开展低值可回收物回收利用。

(3) 以城市为单位开展低值可回收物回收利用体系建设示范试点。将低值可回收物分拣中心建设项目纳入中央预算内投资补贴支持范围，加大支持力度，鼓励地方政府采取特许经营等方式，引导企业加大投入力度，建设完善的回收网络和分选利用设施，探索行之有效的管理方式和制度体系。

(4) 将低值可回收物纳入塑料污染治理综合治理体系。低值可回收中塑料包装、快递外卖包装、废弃餐盒等都是塑料污染治理的重点和难点，建议将低值可回收物回收利用体系建设，纳入塑料污染治理

政策措施范围，加强政策统筹协调，加大政策支持和推进力度，激励市场主体投入低值可回收物回收利用。

（5）鼓励 NGO 组织与城市开展合作，针对低值可回收物回收利用建立稳定合作机制，包括制定合作计划、明确责任分工、建立长效机制等，促进可回收物回收体系建设和再利用。鼓励世行、亚行等开发性金融机构为低值可回收物回收利用提供资金支持，支持试点城市建设。

2. 建议地方城市大力推行

（1）根据国家低值可回收物目录制定本地区的低值可回收物目录，明确低值可回收物定义与分类，规定低值可回收物的回收利用体系建设目标和具体实施方案。

（2）针对低值可回收物的回收利用开展特许经营，严格企业和项目准入，避免低水平重复建设和恶性竞争。同时，将低值可回收物回收分选作为住建、商务等部门监管重点，对特许经营的企业进行常态化监管和评估，确保低值可回收物回收利用体系运行规范有序。

（3）加强低值可回收物回收利用的要素保障。把低值可回收物回收利用体系设施建设作为城市环卫基础设施建设规划，确保用地需求，同时为低值可回收物回收利用企业提供一定的财政补贴、税收优惠等政策支持，引导企业积极参与低值可回收物回收利用。

（4）推动生活垃圾回收处置体系与低值可回收物有效协同，明确低值可回收体系建设主体责任单位，依托城市生活垃圾分类体系建设，因地制宜，完善低值可回收物分类投放、分类收集、分类运输、分类利用的一体化体系建设，降低财政综合成本，提高全社会综合环境效益和资源效益。

（5）加强低值可回收物回收利用的宣传教育。充分利用各类社交媒体渠道，组织各种形式的宣讲活动，如公益讲座、展览等方式，向

公众普及低值可回收物的回收利用知识，鼓励和引导公众积极参与，提高公众的环保意识。

3. 建议企业不断加强创新

（1）企业应针对低值可回收物的回收和加工处理，打造完整的产业链条，不断提高技术装备水平和资源化利用效率，实施从回收、分选到加工一体化的信息化管理，推动回收分选加工一体化运营，打通各环节堵点。

（2）引进自动化设备和创新智能分选技术，提高低值可回收物的分类和分选效率。加强废物加工技术的研发，探索先进低值可回收物回收、处理技术，推广高效节能、环保的处理设备和工艺，提高可回收物利用率和资源利用效率。

附件 1 :

厦门市生活垃圾分类工作领导小组办公室

关于印发《厦门市生活垃圾低附加值可回收物 指导目录》的通知

各区垃分办：

为做好生活垃圾源头减量工作，推动低值可回收物资源化利用，根据市政府常务会第 85 次会议纪要、市委专题会议纪要 [2020]9 号精神，经市垃分办会议研究，现将《厦门市生活垃圾低附加值可回收物指导目录》印发给你们，请认真学习贯彻，切实抓好落实。该文件试行一年，每年根据生活垃圾低值可回收物回收和处理情况进行调整并公布。

专此通知。

附件：厦门市生活垃圾低附加值可回收物指导目录

厦门市生活垃圾分类工作领导小组办公室

2020 年 7 月 16 日

(联系人：王虹艳 联系电话：2205390)



附件：

厦门市生活垃圾低附加值可回收物指导目录

序号	品类
1	废玻璃：玻璃瓶、碎玻璃等
2	陶瓷类：破花瓶、陶瓷瓶、碎餐具、破旧卫浴用品等
3	废塑料：一次性塑料餐盒、一次性塑料杯（如咖啡杯、奶茶杯）、不可降解购物袋、塑料包装盒、塑料玩具、泡沫塑料、塑料鞋、吸塑片（如鸡蛋托、饼干托）、快递塑料包装袋等
4	废纸：纸塑铝复合包装物（如牛奶盒、饮料盒、果汁盒）、纸塑复合包装容器（如一次性纸杯、一次性纸桶、购物袋、包装盒）等
5	废纺织衣物：废旧衣物、纺织品、床上用品、书包、鞋、袜子等

说明：第一、二品类低值可回收物须投入“玻璃陶瓷”专用桶；第三、四品类低值可回收物须投入蓝色“可回收物”桶；第五品类低值可回收物投入“废旧纺织衣物”回收桶。

附件 2 :

厦门市生活垃圾分类工作领导小组办公室文件

厦垃圾分类办〔2023〕2号

厦门市生活垃圾分类工作领导小组办公室 关于印发《厦门市生活垃圾低附加值可回收物指导目录（第一次修订版）》的通知

各区垃分办：

为做好生活垃圾源头减量工作，进一步推动低值可回收物资源化利用，经市垃分办研究，现将修订后的《厦门市生活垃圾低附加值可回收物指导目录（第一次修订版）》印发

给你们，请认真学习贯彻，切实抓好落实。

专此通知。

厦门市生活垃圾分类工作领导小组办公室

2023年1月12日

3 办 公 室 12

厦门市生活垃圾分类工作领导小组办公室

2023年1月12日印发

厦门市生活垃圾低附加值可回收物指导目录（第一次修订版）

序号	品类	备注
1	废玻璃：玻璃瓶、碎玻璃等	已清空液体、残渣
2	陶瓷类：酒瓶、花瓶等陶瓷瓶；陶瓷餐具	已清空液体、残渣
3	废塑料（除可降解塑料外）： 各种膜袋类（如包装膜、超市塑料袋、购物袋、外卖包装袋、快递塑料包装等）；外卖包装盒、一次性塑料餐盒、一次性塑料杯（如咖啡杯、奶茶杯、水杯），吸塑片（如水果 & 净菜包装盒、鸡蛋塑料托、饼干托），塑料包装盒、塑料玩具、泡沫塑料、塑料鞋、无纺布袋等	清空食物残渣、残液；去除塑料黏胶胶带
4	废纸（除可降解纸塑复合杯外）： 纸塑复合包装容器（一次性纸桶如方便面桶、洋快餐如麦当劳、肯德基纸桶、中餐纸餐盒、一次性纸杯），废纸塑铝复合包装物（如牛奶盒、果汁盒）等，纸购物袋、快递包装箱或袋、其它杂纸（如各类复印纸、硬卡纸、小纸盒）等	清空食物残渣残液；不含卫生纸、标签纸
5	废纺织品： 衣物、裤子、床上用品（凉席除外）等	未被残渣、残液污染；不可投入可回收物桶，应投入废旧纺织物回收箱

说明：第一、二品类低值可回收物须投入“玻璃陶瓷”专用桶；第三、四品类低值可回收物须投入蓝色“可回收物”桶；第五品类低值可回收物投入“废旧纺织衣物”回收桶。

