

城市管理

科技信息简报

2023 年第 7 期

广州市城市管理技术研究中心

2023 年 7 月 26 日

本期要目

- ◆ 存量填埋场治理关键技术与实施要点
- ◆ 城市生活垃圾分类全流程成本测算分析
- ◆ 广东省城市生活垃圾组分分析及对垃圾分类的启示
- ◆ 环境监测现场采样质量控制的措施和建议
- ◆ 上海市生活垃圾产生量的影响因素研究及预测
- ◆ “无人数字化分类管理平台”项目入选国家科技成果
- ◆ 广州打造产创融合园 搭建“需求-供给”对接平台

目 录

智慧城管

- “无人数字化分类管理平台”项目入选国家科技成果 1
- 广州打造产创融合园 搭建“需求-供给”对接平台 5

技术前沿

- 存量填埋场治理关键技术与实施要点 8
- 城市生活垃圾分类全流程成本测算分析 18
- 上海市生活垃圾产生量的影响因素研究及预测 33

研究动态

- 广东省城市生活垃圾组分分析及对垃圾分类的启示 45
- 环境监测现场采样质量控制的措施和建议 53

环卫科普

- 250 米长 130 吨重的“脂肪巨兽”出现在伦敦 也在全世界下
水道生长 60

“无人数字化分类管理平台”项目入选国家科技成果

近日，国家科技成果登记平台公布 2022 年度入库名单，其中，浙江联运智慧科技有限公司（以下简称“联运”）“无人数字化分类管理平台”项目成功入选。这是联运垃圾分类数字化发展进程中的又一里程碑，同时也为国家推进垃圾分类“一网统管”提供了坚实的技术基础和全新思路。

5月23日由国家住房和城乡建设部举办召开的我国城市生活垃圾分类工作现场会上倪虹部长提出，推进垃圾分类工作要在推动科技赋能上下功夫，充分利用新一代信息技术，逐步构建生活垃圾分类管理平台，推动生活垃圾分类“一网统管”。

“一网统管”在推进城市管理数智化转型中，通过数据汇集、系统整合、功能融合，可以将垃圾分类的管理制度、实践方法、反馈机制等以数字孪生形式加以确认，为进一步提升垃圾分类效能提供支持。

“一网统管”在弥补垃圾分类短板过程中，针对法规政策具体落实协调不足，长效机制建设相对薄弱，市场拓展和产业链延伸相对滞后，用工成本居高不下等问题，能够厘清主体边界、落实行为责任、拓宽公众参与渠道、

整合因地制宜措施、减轻政府财政负担，提高多元共治协同水平。

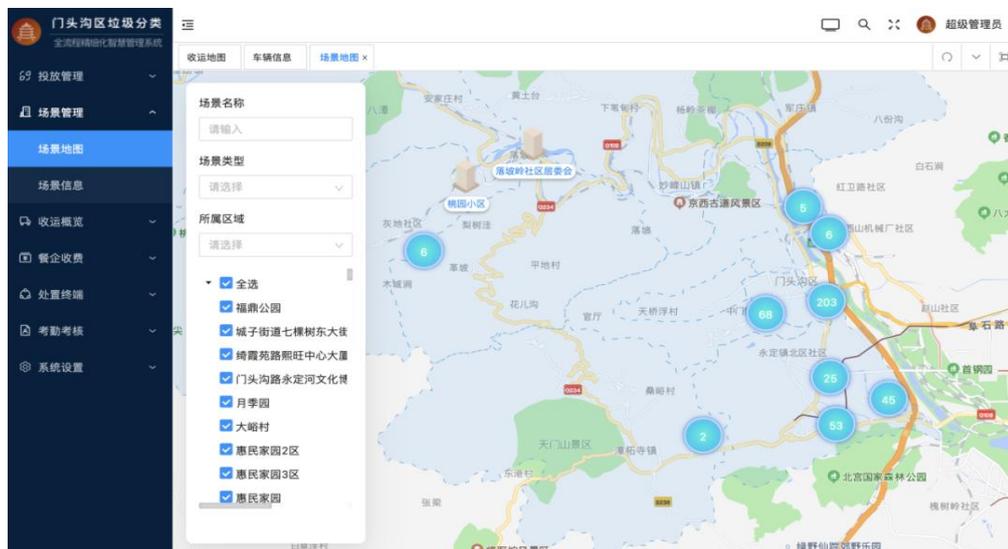
“一网统管”在推进垃圾分类精细化治理中，针对垃圾分类的信息化建设存在覆盖点位不足，前端智慧化程度有限，前后端一体化衔接不够紧密，数据库集成程度不高，数据挖掘利用较为粗放等问题，能够提供数据集成、数字底座、数据分析预测等技术服务，为垃圾分类精细化治理提供必要的基础设施和技术支持。

“无人数字化分类管理平台”管人管物管事 全面监督

作为垃圾分类“一网统管”的重要技术成果，联运“无人数字化分类管理平台”通过智能箱体、AI 监管系统、云管理服务平台等软硬件高度融合，对厨余垃圾、可回收物、其他垃圾和有害垃圾进行无人化精准投放指引、计量称重、无人化监管溯源，形成一网下融合数字管理、智能化收集、规范化储运、资源化利用、智慧化监管的全链条、全过程技术治理体系，整体分类质量提升 3-5 倍，管理效率提升 6 倍以上，有效降低成本达 72.3% 之多。基于 AI 信息化监管平台，对垃圾产生的源头进行监督监管，利用边缘计算对海量数据进行汇总、统计、分析，实现居民垃圾分类投递情况收集、智能垃圾箱满溢报警、垃圾量分析预测、垃圾回收利用预测等，实现

垃圾分类回收全过程无人化，使垃圾分类更加智能化、信息化。

目前，联运研发的“无人数字化分类管理平台”完全覆盖省、市、区（县）、街道（乡镇）四级政府，目前已经在北京、上海、江苏、浙江等省市（地）落地运营，其中省级平台 13 个，市级平台 159 个，区（县）级平台 251 个，街道（乡镇）平台 116 个。



在北京市门头沟区，“无人数字化分类管理平台”通过垃圾分类监管驾驶舱、视频监控系統、GIS 地理信息系统等配套应用支撑，整合垃圾分类管理的各类动、静态信息数据，实现数据资源一图展示、实时动态一图感知、业务考核一图管理、事件流程一图作业，消除了“信息孤岛”的弊端，打造业务应用场景，提升管理精准度，为政府全程实时监控、扁平高效管理、评估实施效果、科学应对施策提供支撑。

在湖州市德清县，“无人数字化分类管理平台”通过信息化、智慧化手段，提高垃圾分类的监管效率。平台通过设置地图数据模块，实现“窥一屏而知全县”，不仅能查看垃圾分类屋的定位，还能了解垃圾分类屋的基本信息，获取人员信息、运营时间等。AI 监控还可以实时监督垃圾分类投放点位运营情况，使街道、社区有了自己的“指挥中心”，使问题“在平台精准发现，在社区靶向解决”。

在杭州市临平区，“无人数字化分类管理平台”结合大数据分析和智能化管理，搭建智慧分类、前端减量、回收管理、场景信息、用户管理、设备管理、数据分析等功能模块。在平台上可查看辖区垃圾分类的整体情况、各分类设备的布局点位、分类设施的满溢、投放点位的实时场景、投放视频监控、各小区分类、居民投放等情况，实现“一屏观分类，一网全监控”，实时共享垃圾分类全链条“分、收、运、处”体系，为临平区创建国家级生态文明示范区提供智慧支撑。

国家在“十四五”期间对垃圾分类的高质量发展提出了明确的要求，其中以数智赋能为重要技术内容的要求更是被提升到新的高度。此次入选为国家科技成果的联运“无人数字化分类管理平台”为构建完善科学的生

活垃圾分类和处理系统提供了数智化思路，对促进生活垃圾设施体系和环卫行业高质量发展夯实了数字基础。

（来源：环卫科技网）

广州打造产创融合园 搭建“需求-供给”对接平台

7月13日，广州市工信局组织召开高校院所创新成果产业化暨链长制“创新强链”工作座谈会。来自中大、华工、广大、港科大、西安电子科大、电子一所等近30家高校院所、企业、创新平台机构围绕推进创新成果产业化展开探讨。

目前，广州创新成果产业化存在高校及研究机构创新成果分散、政府搭建的技术转移与创新成果转化平台未能深入扎根产业渗透科技创新链条以激活供需、通过科研成果孵化成立的企业推广应用速度较慢等问题。围绕这些问题，与会代表提出了几点意见建议。

首先，通过揭榜挂帅形式达成快速成果转化，在穗龙头企业发布技术需求，由科研院所有的放矢地开展技术攻关，研究成果以采购形式转移至需求企业；其次，设立成果转化基金，挖掘成果并进行转化，为成果的产业化创建基础条件支撑。最后，围绕广州市重点发展的产业方向，聚焦全市21

条重点产业链，出台更具突破性的人才政策，助力海外知名团队和国内国家级高层次人才团队集聚广州。

据工信局有关负责人介绍，该局将落实“产业第一、制造业立市”发展思路，积极发挥科教资源富集、实验室创新平台聚集、各类科研人才云集等优势，聚焦科技成果转化，问计于企、问策于企，尽快制定切实可行的政策措施，促进高校院所创新成果在穗产业化。未来，广州将从“需求-供给”两侧搭建对接平台，建设创新成果供需调度系统，建立跨部门、跨区域工作联动机制，为企业和科研机构提供精准对接“一站式”服务。

在创新资源供给侧，广州将建立创新资源“项目库”和“服务专员”，通过线上线下多种形式不定期组织分行业、分类型的项目路演，精准匹配资源加快创新成果转化；在产业需求侧，广州将开展产业关键领域关键技术共性问题和企业个性问题项目征集，运用“揭榜挂帅”“赛马争先”“悬赏激励”等多种方式，解决“堵点、卡点、难点”问题。

广州还将建立交叉协同的科研机制，联动引导高校优化科研管理和成果评价机制，鼓励科研院所、高等学校研究人员“下沉”制造业一线；坚持企业需求导向，建立“产业界出题、科技界答题”的揭榜挂帅机制，推动“领军企业+产业园区+大院大所”协同创新；组织工信系统“百名干部下沉企业点对点服务”专项活动，开展创新资源协同服务。

在载体方面，广州将打造产创融合科技园区，建设一批中试基地，鼓励重大科学装置和创新平台主动开放资源，提供试验、验证环境等公共服务平台服务；建设一批创新承载园区，用足“首台套、首批次、首版次”和中小微企业扶持政策，扶早扶小扶优。

龙头企业创新动能也将得到充分发挥。广州将支持企业通过技改加强创新基础能力建设，对其创新成果转化、新产品、新技术形成的增量予以奖补；鼓励龙头企业创建制造业创新中心，开展核心技术攻关，突破产业共性关键核心技术。

此外，为强化产业链供需对接平台，充分擦亮“广聚群链 湾区启航”活动品牌，广州将建设数字化供需对接平台，支持“链主”企业以商引商、场景招商，促进超高清与新型显示、医疗器械、节能环保、时尚产业等重点行业和应用场景开展精准匹配，推动一批产业链合作项目创新应用。

（来源：今日头条 APP）

存量填埋场治理关键技术与实施要点

6月16日，“高水平资源利用，高效率减污降碳”——上海环联主办的第十届固废资源化高峰论坛在上海召开。住建部专家委员会委员、国家环境保护专业技术领军人才、上海环联生态科技有限公司董事长张益发言主题为：存量填埋场治理关键技术与实施要点。张益从中央环保督察发现的填埋场环境问题展开，跟大家分享了开展存量垃圾填埋场环境治理的顶层设计和治理形式。

一、填埋场环境问题与中央环保督察

张益提出，填埋场环境问题应重点关注以下四点：一场：场区环境整洁有序；二气：填埋气利用或安全排放、臭气治理有成效；三面：控制作业面、避免暴露面、完善覆盖面；四水：雨污分流措施有效、周边水环境无明显变化、堆体与调节池液位适宜、渗滤液处理与排放达标。其中尤以渗滤液导排、积存、处理与排放问题为督察和监管重点。

据统计，在所有中央环保督察问题中，垃圾填埋场问题近10%，而填埋场问题主要是渗滤液积存和污染问题，包括北京、上海、重庆等一线城市的填埋场都存在有渗滤液处理不足、渗滤液污染突出的情况。

二、顶层设计与治理形式

对于存量垃圾填埋场环境治理的开展，张益认为进行顶层设计，根据规划和需求来因地制宜地研究确定垃圾填埋场环境治理后的基本用途是重中之重。他列出 10 种填埋场治理可能的基本用途，分别是：封场整治、污染治理、扩容改造、飞灰填埋、生态公园、固废园区、场地开发、生态恢复、飞灰腾容、协同掺烧。其中，前六种为原地治理形式，后四种为异地治理形式。

(一) 方案选择与注意事项

原地治理形式	异地治理形式
● 封场整治	● 场地开发
● 污染治理	● 生态恢复
● 扩容改造	● 飞灰腾容
● 飞灰填埋	● 协同掺烧
● 生态公园	
● 固废园区	

固废观察

对于填埋场治理的形式选择，是采用异地还是采用原地，张益认为进行异地治理形式的选择务必审慎，应充分考虑 3 个 1: 3 的因素，无特殊情况原则上不宜推荐。

- ① 堆体陈腐垃圾出路
 - ④ 污染控制难易 (1: 3)
 - ② 周边环境敏感程度
 - ⑤ 工程投资大小 (1: 3)
 - ③ 场址土地利用价值
 - ⑥ 治理工期长短 (1: 3)
- 固废观察

异地治理的启动，有如下四大必要条件：

1. 环保压力，填埋场造成的污染已严重扰民或破坏生态环境，采用其他方案难以达到治理效果；

2. 规划调整，即为在填埋场区域位置的属性或用途有重要变更；

3. 市场动力因素影响，即在填埋场周边土地价格较高，开挖筛分的成本远低于该地块开发的市场价格的情况下；

4. 企业需求：即现有垃圾焚烧厂处理能力不足，掺烧部分陈腐垃圾填补缺口。同样，采用异地处理的填埋场垃圾应符合开挖筛分的轻质筛上物（可燃物）、重质筛上物（骨料等）、筛下物（腐殖土）等都有可靠的出路，并且处理价格合理且可承受。

（二）治理方案与实施阶段

张益提出，对于存量垃圾填埋场治理而言，每个阶段都很重要，目前都有政策、法规和标准等作为开展工作的依据或支撑，相应的技术路线和实施方案也都已比较成熟，在国内和国外也有很多成功案例可供借鉴。无论是原地治理还是异地治理，都分别有八种相应技术措施，具体如下：

原地治理形式

- 整形
- 覆盖
- 治水
- 导气
- 阻隔
- 绿化
- 监测
- 监管

异地治理形式

- 开挖
- 筛分
- 中转
- 外运
- 处置
- 修复
- 平整
- 开发

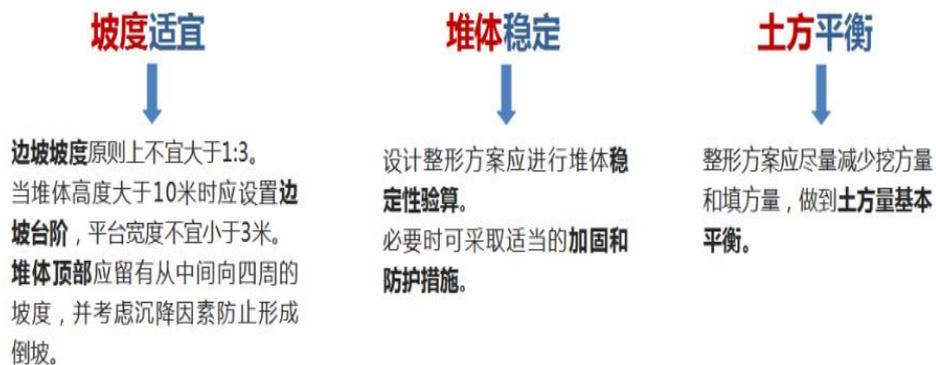


他强调，填埋场治理工作的展开是在保障填埋场全过程安全的大前提之下的，为保障填埋场治理作业安全，全过程都须采取“臭气防治”和“边坡防护”等措施，以免造成生产事故。必要时可增加“好氧稳定化”措施以加快堆体的稳定化过程。

三、原地治理

原地治理，对“八部曲”治理技术措施进行了详细的技术解读，对每一环节填埋场治理所需注意的要点都进行了强调，对于填埋场治理的渗滤液处理要点，张益强调应做到“外水拦得住、内水排得出、处理能达标”只有做到上述三个标准，填埋场渗滤液的治理才算合格。

（一）原地治理：整形要点



（二）原地治理：覆盖要点

覆盖系统：从下到上由排气层、防渗层、排水层、绿化土层组成。



（三）原地治理：治水要点

覆盖系统：从下到上由排气层、防渗层、排水层、绿化土层组成。



(四) 原地治理：导气要点

优先回收利用



应设置**填埋气体导排设施**，可根据堆体情况和特点选择采用垂直导排井、水平导排盲沟或井沟混合导排系统，具备条件时应优先考虑对**填埋气体进行利用**。

确保安全排放



对于无气体利用设施、主动导排收集的填埋气体应**经火炬燃烧后排放**。在填埋气体集中处理和利用设备停运后，应检查导排井或盲沟确认无甲烷气体产生时方可封闭。



(五) 原地治理：阻隔要点

当发现以下三种现象之一时：

- 填埋场周边存在填埋气体地下迁移现象
- 填埋区场底防渗层破损较严重
- 填埋区地下水水位接近或超过场底防渗层



应采取

垂直防渗措施

垂直防渗方案的考虑因素：

- 1 垃圾堆体周边地下不透水层深度
- 2 不透水层上部各地质构造层特性
- 3 垃圾堆体周边地面设施情况

垂直防渗方案的选择：

垃圾堆体周边10米范围内

在有建筑物，且填埋气体存在地下迁移可能的**较高风险场地**。



在建筑物与垃圾堆体之间应设置**地下连续墙**。

在无建筑物，或填埋气体没有地下迁移可能的**较低风险场地**。



可选择**搅拌桩或高压注浆**等垂直防渗方案。



(六) 原地治理：绿化要点

标准版：封场绿化



封场绿化应选择抗逆性强、适应垃圾填埋场环境条件、生长稳定的植物。

垃圾堆体上宜选浅根植物。

边坡上宜选用有护坡作用且防冲刷能力强的植物。

升级版：生态公园



生态恢复包括花灌木、绿篱植物、观叶灌木和地被植物等，必要时应结合竖向设计和景观设计方案确定。

花灌木应选择花期长、健壮、繁茂和易管护的品种。

绿篱和观叶灌木应选择萌芽力强、枝叶茂、耐修剪的品种。

地被植物应选择生长强势、覆盖率高、病虫害少、绿色期长和耐修剪的种类。

● 封场绿化和生态公园方案，应根据当地气候、经济、周围环境、植物生长特点、土地利用规划等确定。

● 用作营养土层的有机质含量、水分、通气性、盐碱性等应符合所选植物种植的土壤要求，必要时可人工配制。



(七) 原地治理：监测要点

连续监测项目： ① 渗滤液排放水质水量

定期监测项目： ② 水环境 ③ 填埋气体 ④ 填埋场水位 ⑤ 堆体沉降



垃圾填埋场封场后应对地下水、地表水、场区大气和填埋场水位进行定期监测，监测频次不宜小于每年2次，各项监测指标不宜少于2项。

对垃圾堆体沉降进行定期观测，封场后3年内，每月观测一次，封场3年后每半年观测一次，直至堆体稳定。

封场后设有渗滤液处理设施的，应对渗滤液排放主要污染物和排放水量进行连续监测。

封场后渗滤液排入城市污水管网或污水处理厂的，应对排放水量进行连续监测，对主要污染物浓度进行定期监测。

封场后填埋气体直接排入大气的，应定期监测填埋气体的成分，填埋气体抽气设备进气管上应设置含氧量监测设施。

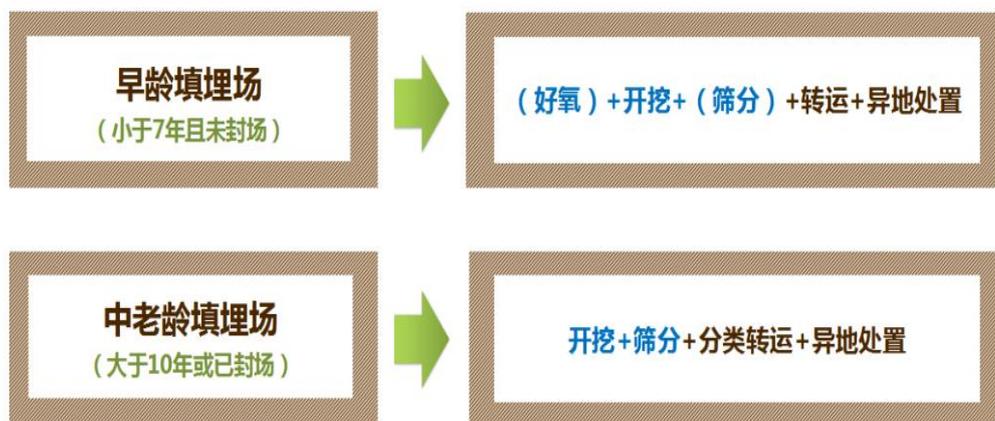
封场前垃圾堆体边界外存在地下填埋气体迁移现象的，在气体迁移的一侧应设置填埋气体迁移监测井。

垃圾堆体边界外附近建筑物室内和填埋气体处理利用车间内应设置甲烷的监测设施。

当发生裂缝、沟坎、凹坑、空洞等不均匀沉降时，应及时进行填补修复，以避免堆体上存水、漏水和漏气现象发生。

四、异地治理

异地治理方案的技术路线选择应考虑填埋场实际填埋年限，早龄填埋场应在进行开挖筛分前进行好氧稳定化处理。

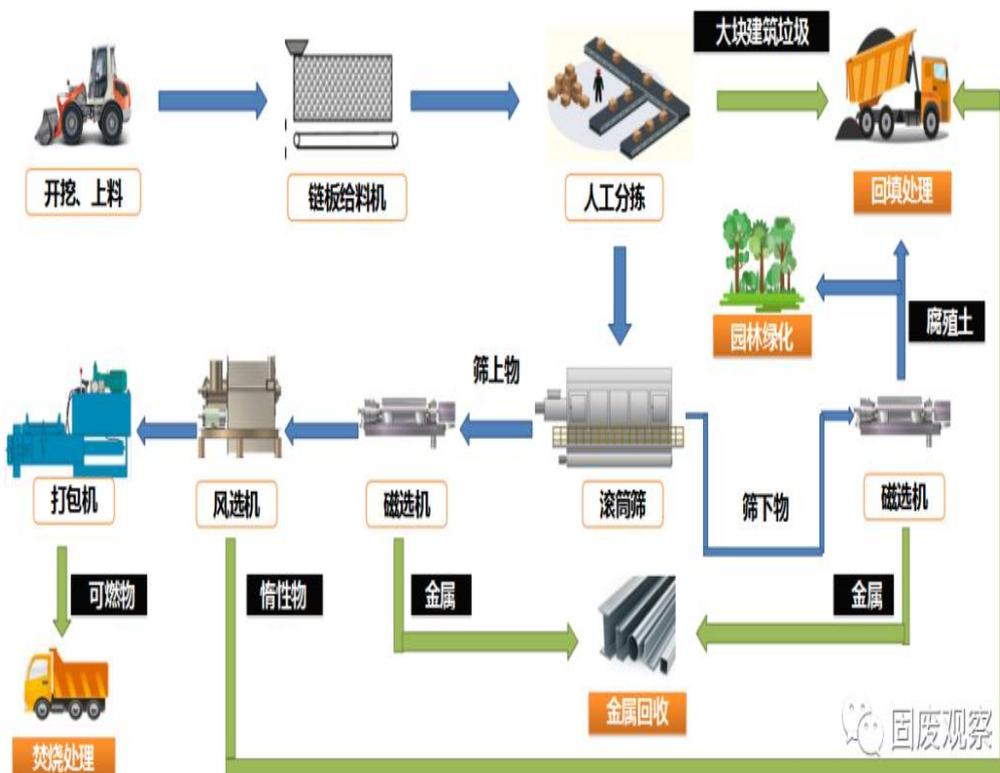


(一) 异地治理：好氧预处理工艺原理

好氧预处理基本原理：将新鲜空气强加压后，经管网注入垃圾堆体内，同时将垃圾堆体中的二氧化碳、水汽等气体抽出，并辅以菌种以激活垃圾堆体中的微生物，以加速有机物降解，抑制污染因子产生，控制甲烷产生、恶臭扩散兼顾垃圾堆体稳定，达到堆体开挖预处理的目标，保障开挖过程安全，排除开挖过程中甲烷爆炸、火灾等安全隐患。

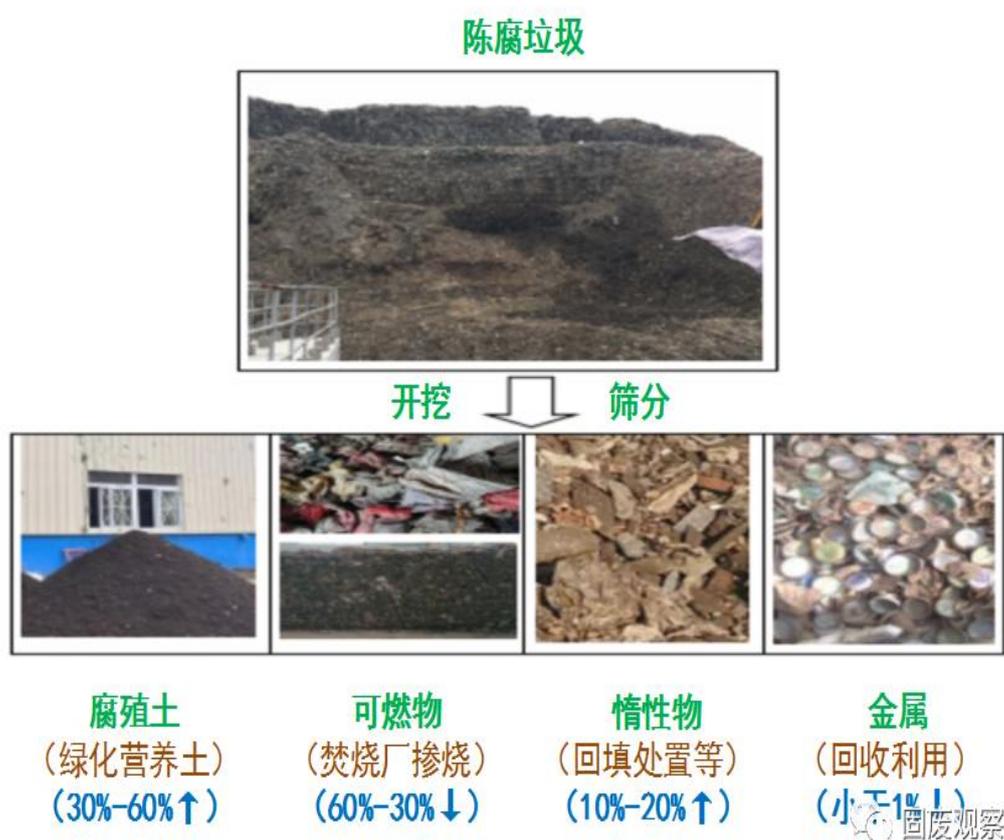
对于好氧预处理结果，应做到监测井中甲烷浓度小于3%-5%，或堆体表面甲烷浓度小于1.25%。

(二) 异地治理：筛分系统流程图



(三) 异地治理：筛分系统末端产品

垃圾筛分后的利用，应综合考虑出路可能性、技术可行性、成本合理性、污染可控性等因素，因地制宜采取能源利用、资源利用、循环利用，变废为宝，实现可持续发展。如垃圾中混有炉渣、飞灰、建筑垃圾、工业垃圾、危险废物等，应分出后分别另行处理。



五、场地开发利用基本要求

填埋场治理的最终目的是实现场地的开发利用，预计达到何种利用程度，决定了填埋场治理的技术手段要求。

利用阶段	低度利用	中度利用	高度利用	场地开发
治理方案	原地治理			异地治理
利用范围	草地、林地、光伏	绿地、农地、生态公园	仓储、厂房、主题公园	经政府批准的开发方案
封场年限	3年以上	5年以上	10年以上	陈腐垃圾开挖外运
有机质或土壤指标	有机质含量 < 20%	有机质含量 < 15%	有机质含量 < 10%	修复后符合建设用地要求
地表水水质	满足《地表水环境质量标准》GB3838相关要求			
堆体中甲烷浓度	不大于5%	小于5%	小于1%	无检出
空气质量	—	满足《环境空气质量标准》GB3095三级标准		根据环评要求
恶臭指标	—	满足《恶臭污染物排放标准》GB14554三级标准		根据环评要求
堆体沉降	较大, 大于30cm/a	不均匀, 10-30cm/a	很小, 小于5cm/a	场地稳定
植被要求	恢复初期 以草本植物为主	恢复中期 草本+乔灌木植物	恢复后期 可包含多样化植物	固废观察 根据开发和景观要求

(来源: 固废观察)

城市生活垃圾分类全流程成本测算分析

本文根据南方某大城市 L 市生活垃圾清运量、分类收运和处理情况, 依据国家、L 市及其所在省发布的生活垃圾分类配套政策文件、环境卫生劳动定额标准, 结合生活垃圾分类处理过程实际发生的费用, 参照国内其他城市生

活垃圾分类资金支配情况，采用全费用单价计价法，分别对低值可回收物、厨余垃圾、有害垃圾、其他垃圾、大件垃圾的收运和处理费用，包括人员成本、机械成本、耗材成本、管理费、利润、税金等进行分类归集、核算，测算出每类生活垃圾的收运、处理成本，为后续生活垃圾收费制度制定提供决策依据，为环卫财政支出及资金筹措提供方向引导。

2019年4月住房城乡建设部、国家发展和改革委员会等9个部门联合发出通知，明确到2020年46个重点城市基本建成生活垃圾分类处理系统；到2025年，全国地级及以上城市基本建成生活垃圾分类处理系统。目前，全国已有237个地级及以上城市启动垃圾分类。自2021年第4季度起，住房城乡建设部在对全国地级及以上城市生活垃圾分类工作实行分类评估，即按照国家城市划分规定将全国地级及以上城市划分为小城市、中等城市、大城市、超大和特大城市4类，将同类型同体量的城市划为一类进行评估。

随着生活垃圾分类工作的全面铺开，生活垃圾的投放、收集、运输、处理方式及相关资金投入随之发生较大变化。开展垃圾分类需要长期稳定的资金和资金筹措机制，现阶段财政投入是资金的主要来源，各地市各级财政将面临如何在不断拓宽生活垃圾分类资金筹措渠道的基础上，结合自身财力和垃圾分类体系构建情况合理控制成本问题。为此，需要

开展生活垃圾分类各环节成本测算，为后续生活垃圾收费制度制定提供决策依据、为环卫财政支出及资金筹措提供方向引导。

本文在核算南方某大城市 L 市生活垃圾收运和处理资金投入资料的基础上，通过深入分析，客观评价生活垃圾收运处理成本投入的预期效益现值，结合城市经济发展水平、经济政策、人口状况、文化背景，提出与公共财政支出规模相适应的垃圾分类专项投入，提高公共财政支出效益。

一. 测算参数取值分析

（一）测算内容

根据 L 市生活垃圾收运和处理实际状况，结合生活垃圾分类处理中所发生的费用和国内其他城市垃圾分类资金支配情况，分别对其他垃圾、厨余垃圾、有害垃圾、低值可回收物、大件垃圾、餐厨垃圾的投放、收集、运输、处理环节的资金成本进行分类归集、汇总、核算，计算出费用发生总额及每类垃圾的收运、处置成本。

（二）生活垃圾分流分类处理状况

L 市城市生活垃圾包括厨余垃圾、可回收物、有害垃圾、其他垃圾四小类。本研究仅对厨余垃圾、可回收物、有害垃圾、其他垃圾等 4 类城市生活垃圾的投放、收集、运输、处理全流程（图 1）成本费用进行分析。

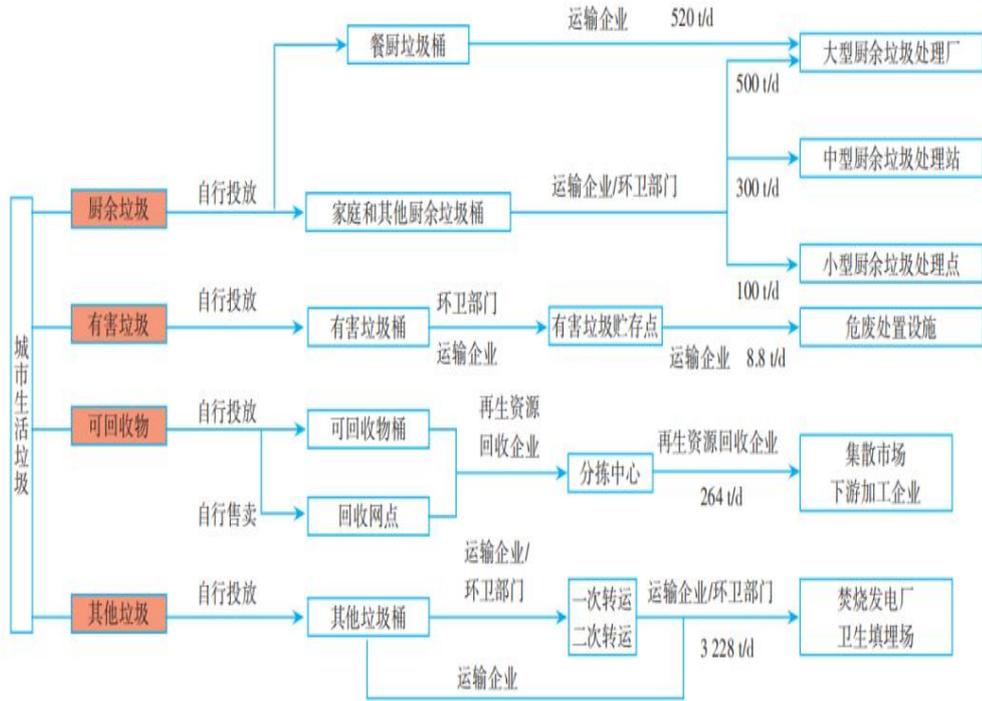


图 1 生活垃圾分类处理体系流程

（三）测算依据

L 市生活垃圾分类成本主要依据 L 市摸排统计基础资料、L 市发布的《城镇市容环境卫生劳动定额》《L 市生活垃圾分类收运处理专项规划》《L 市有害垃圾收运和处置方案》《L 市大件垃圾收运和处置实施方案》《L 市生活垃圾分类制度实施方案》以及 L 市水电油价格及车辆设备等的市场询价，L 市所在省发布的省级城镇环境卫生作业定额标准，住房和城乡建设部办公厅印发的《城市生活垃圾分类工作考核暂行办法的通知》进行测算。

（四）测算数据取值

1. 人工成本测算参数取值

人工费用系数主要考虑工作人员倒休及人员工资、福利和五险一金缴纳比例等。其中，考虑城市环境卫生工作的特殊性，全年大部分环卫工作岗位不能间断，环卫作业人员工资的计算过程岗位轮休系数按 1.4 计。人员工资、福利和五险一金缴纳比例根据 L 市所在省人力资源和社会保障厅发布的关于 2019 年度职工基本养老保险缴费和计算待遇基数有关问题的通知进行取值（表 1）。

表 1 人员工资、福利和五险一金缴纳比例

项目	取值
社会保险缴纳基数/元	3 346.5
基本养老保险单位费率/%	19
失业保险单位及职工个人缴费比例/%	0.5
工伤保险单位缴费比例/%	0.2
生育保险单位缴费比例/%	1.3
医疗保险单位缴费比例/%	8
住房公积金单位缴纳比例/%	8

2. 车辆成本测算参数取值

车辆成本主要包括车辆的折旧费、维修费、规费以及电价、油价、水价等耗材成本（表 2）。其中，环卫车辆折旧年限、残值率、维修费用等参考我国其他省市如北京市、上海市、山东省、湖北省、福建省等的环境卫生作业或道路清扫保洁作业相关定额规定进行取值。车辆价格、电价、油价、水价等物料价格均为税后价。车辆规费包括车辆年检费用和车辆车船税，年检费按 175 元/辆计，车船税按 L 市所在省的车船税实施办法中规定的车船税年基准税额计（表 3）。

表 2 车辆成本测算参数

项目	一般取值范围	本测算取值
折旧年限/a	6 ~ 8	7
残值率/%	3 ~ 5	5
^a 维修费占比/%		11.3
年检费/(元/辆)		175
保险费/(元/a)		6 000 ~ 10 000
车辆价格、电价、油价占比/%		13
水价占比/%		3

注：a 指维修费中车辆的年维修费用即常规费用和大修费用分别按车辆原值的 11%、15%计；机械台班经常修理费系数 K 参照建筑工程定额中的规定取 4.29。

表 3 车船税年基准税额

税目	子税目	计税单位	年基准税额/元
商用车	货车	整备质量每吨	60
	挂车	整备质量每吨	30
其他车辆	专用作业车	整备质量每吨	60
	轮式专用机械车	整备质量每吨	

注：商用车包括半挂牵引车、三轮汽车和低速载货汽车等；其他车辆不包括拖拉机。

3. 管理费、投资收益、税费取值

管理费是指环卫企业组织生产和经营管理所需的费用，包括管理员工资、办公费、差旅交通费、固定资产使用费、工具用具使用费、劳动保险和职工福利费、工会经费、职工教育经费、财产保险费、财务费、税金、其他等 13 项内容。投资收益是指环卫企业完成所承包的环卫作业所获取的合

理盈利；按国家税务法规定计入环卫经费内的税金即增值税。相关费用取值见表 4。

表 4 管理费、投资收益、税费取值

项目	取值
管理费	人员成本、机械成本、耗材成本等总和的 10%
投资收益率	人员成本、机械成本、耗材成本、管理等总和的 7%
增值费	人员成本、机械成本、耗材成本、管理费、利润等总和的 6%

二、测算过程分析

生活垃圾分类全流程成本测算分为 3 种模式。

模式 1，通过分析 L 市生活垃圾分类收集、分类运输、分类处理等各环节实际发生的人工成本、机械投入、耗材采购成本、管理费、投资收益、税费等费用，每部分费用均采用全费用综合单价计价法进行测算（表 5）；

模式 2，部分类别生活垃圾的收运和处理通过公开招投标方式，由社会资本采用建设运营或建设运营移交模式负责，政府按照中标价及垃圾处理量支付补贴费，这部分生活垃圾的收运处理成本直接按中标单价测算生活垃圾分类收运处理成本（文中标注*号的数据）；

模式 3，参考国内其他城市的经验做法，再结合 L 市实际情况例如参照项目可行性研究报告进行测算（文中标注#号的数据）。

表 5 测算费用组成

费用名称	计算方法
总成本	$(\text{人员成本} + \text{机械成本} + \text{耗材成本}) \times \text{作业量}$
管理费	$\text{总成本} \times \text{管理费费率}$
投资收益	$(\text{总成本} + \text{管理费}) \times \text{投资收益率}$
税金	$(\text{总成本} + \text{管理费} + \text{投资收益}) \times \text{税率}$
环卫作业费用合计	$\text{总成本} + \text{管理费} + \text{投资收益} + \text{税金}$

三、测算结果

(一) 可回收物处置体系成本

可回收物包括高值可回收物和低值可回收物两大类。高值可回收物通常由市民自主售卖进入再生资源回收市场体系，在垃圾分类中，政府主要对低值可回收物进行体系搭建及回收再利用，因此本文仅对低值可回收物处置成本进行测算。

L市低值可回收物回收量约 264t/d，可回收物投入收集容器后，由环卫部门或可回收物收运企业通过专用收集车辆收运至分拣中心进行分类打包，再流向再生资源回收利用终端设施。其中，收运成本涉及测算环卫部门或收运企业从收集桶收集运输至分拣中心，以及在分拣中心进行分拣后再由社会企业自行运输至再生资源交易市场。

低值可回收物处理成本因其价值随市场波动无法进行准确预估，经调研，广州、南京等城市低值可回收物回收补贴单价执行生活垃圾收运处理成本单价。由于各地补贴价格

考虑了社会化企业收集、运输及处置成本，L市低值可回收物收运处理成本按照L市生活垃圾中其他垃圾的收运和焚烧处理成本计算，即249元/t#。

受可回收物的潜在分类规模、运输距离、处置渠道、下游市场需求、不同品类可回收物回收市场价格等因素影响，各地市低值可回收物收运处理成本不尽相同，需结合当地实际情况做详细测算。

（二）厨余垃圾处置体系成本

结合L市生活垃圾分流分类情况，家庭和其他厨余垃圾处理路径相同，因此，将此两类产生量合并进行成本测算。

1. 家庭和其他厨余垃圾收运处理成本

L市家庭厨余垃圾和其他厨余垃圾日均产生量为900t，均通过直运方式进入厨余垃圾处理设施，其中，500t进入大型厨余垃圾处理厂，收运成本为178元/t。处理费用按L市大型厨余垃圾处理厂处理补贴中标单价247元/t*计；300t进入中型厨余垃圾处理站，收运成本为149元/t，处理费用根据L市中型厨余垃圾处理站可行性研究报告进行测算，处理补贴单价为260元/t#；100t进入小型厨余垃圾处理点进行就地处理，收运和处理成本按L市已投入使用的处理能力为10t/d的小型厨余垃圾处理设施收运和处理一体化综合补贴中标单价373元/t*计。经折算，家庭和其他厨余垃圾综合收运成本为152元/t，处理成本为262元/t。

因小型厨余垃圾处理点服务范围仅为该处理点所在城区，收运范围相对较小且收运路线较单一；中型厨余垃圾处理站服务范围辐射该站所在城区及邻近 2 个城区；大型厨余垃圾处理厂服务范围辐射 L 市所有城区，收运单价随着收运范围及收运路线复杂性的增大而增加。厨余垃圾处理成本随着处理规模增大而减小。为实现厨余垃圾收运处理环境效益和经济效益的最大化，建议厨余垃圾通过大型处理设施进行资源化利用和无害化处理，发挥规模效益，降低处理成本。同时，可通过优化厨余垃圾收运路线、提高收运机械化及智能化水平等方式降低收运成本。厨余垃圾收运处理成本测算参数及结果见表 6。

表 6 厨余垃圾收运处理成本测算参数及结果

处理设施类型	处理量/(t/d)	运输车载质量/t	运输车数量/辆	每班次运输频次/(次/d)	每天工作班次	司机数量/人	辅助工作人员数量/人	运输距离/km	单价/(元/t)	
									收运	处理
小型	100								31	342
中型	300	5	31	11	2	72	72	28~98	149	260
大型	500	5	47	1	2	112	112	96~160	178	247

2. 餐厨垃圾收运处理成本

L 市餐厨垃圾由处理能力为 520t/d 的餐厨垃圾处理厂进行处理，餐厨垃圾收运处理综合补贴中标单价 309 元/t*，其中，收运补贴中标单价为 114 元/t*、处理补贴中标单价为 195 元/t*。

(三) 有害垃圾处置体系成本

L市每个居民住宅区、党政机关单位、相关企业等至少设置1个有害垃圾收集点，每个收集点根据有害垃圾主要种类、数量，设置数量、规格相适应的有害垃圾分类收集容器。每个城区至少设置1个符合GB 18597-2001危险废物贮存污染控制标准的有害垃圾贮存点。

生活源分出的有害垃圾约8.8t/d，定时由环卫部门或收运企业运输至有害垃圾贮存点暂存。储存至一定数量后由具有资质的危废运输企业使用专用车辆（符合豁免条件除外）运输至终端处置设施。考虑到有害垃圾运输至终端处置设施由具有资质的企业承担，本研究仅对有害垃圾从居民投放点至贮存点的成本进行测算。

有害垃圾由20辆载重2t的专用电动车收集运输至贮存点，每日收运5次，共需27班次，单程运距取6km，每班次运距60km。收运成本为294元/t。有害垃圾由载重5t的专用车辆从贮存点转运至终端处置设施，按照L市市场行情，5t车辆转运一次费用3000元，转运成本 $= (8.8 \times 365 \div 5) \times 3000 = 1929000$ 元/a，经折算，有害垃圾转运单价为600元/t。L市有害垃圾实际处置费为4000元/t#。经折算，有害垃圾收运、转运、处置综合单价为4894元/t。

有害垃圾的收运处置成本与收运方式、路线、频次以及有害垃圾的成分及其处置工艺等直接相关。为降低成本，收运方面可考虑将有害垃圾与其他垃圾采用“同车异桶”的方

式进行收集运输；处置方面，应综合考虑有害垃圾的成分及其含量，按类别区分进入具备相应资质的终端设施进行处置，以区分洽商处置价格。

（四）其他垃圾处置体系成本

L市其他垃圾平均每天清运量 3228t。其中，2085t 从前端收集后经小型转运站（或车辆流动收集）进入大型转运站二次转运至生活处理设施进行处置，日均二次转运量分别为 165、870、1050t；748t 从前端流动收集至大型转运站转运至生活处理设施；395t 从前端收集后经小型转运站依次转运至生活垃圾处理设施。

L市二次转运成本按已投入使用的转运能力为 2000t/d 的大型转运站运营成本 52.9 元/t 计。L市其他垃圾由已投入使用的设计处理能力 1135t/d 的生活垃圾卫生填埋场、设计处理能力 2000t/d 的生活垃圾焚烧发电厂进行处理，生活垃圾填埋、焚烧实际成本分别为 150.3、74.3 元/t（含飞灰固化物填埋处置费用）。

L市生活垃圾焚烧发电厂采用 BOT 模式，政府无偿提供土地，服务年限为 30a（含建设期），政府按“中标单价×生活垃圾焚烧量”支付补贴费；生活垃圾卫生填埋场采用 BO 模式，服务年限为 15a，政府每年核算填埋场年度运营成本（包括土地摊销、设备折旧、管理费等），按“总成本+利润+年度增值税费”支付生活垃圾填埋费用。因服务年限、

土地费用的承担主体、生活垃圾处理规模等因素不同，因此生活垃圾焚烧处理单价低于填埋处置单价。如生活垃圾运输量较大且运距较远，建议经小型转运站统一接驳压缩后再经大型转运站二次转运至处理设施。

（五）大件垃圾处置体系成本

L市大件垃圾清运量约88t/d，居民可将大件垃圾投放至集中投放点，由生活垃圾管理责任人预约大件垃圾收运服务单位提供收运服务，也可自行预约大件垃圾收运服务单位上门收运，收运费用由居民承担。大件垃圾由15辆载重3t的专用车辆运输至大件垃圾处置中心进行资源化利用，配备司机和辅助工作人员各21人。大件垃圾收运车辆每日作业里程1118km。经测算，大件垃圾收运成本为134元/t。大件垃圾破碎处置费为70元/t。L市大件垃圾中可回收利用的磁性金属占比约5%，破碎后余下的不可回收废弃物需进入生活垃圾大型转运站转运至生活垃圾焚烧发电厂进行处置，不可回收废弃物转运和处置单价按生活垃圾二次转运单价52.9元/t、焚烧补贴单价74.3元/t，则二次转运处置单价为120.8元/t。经折算，大件垃圾收运处置综合单价为324.8元/t。

受体积较大且外形不规则影响，收运车辆单次收运大件垃圾数量有限，导致收运成本较高，为降低收运成本，可考虑采用分散布局建设大件垃圾处置设施的方式，根据城市人口分布情况，在人口密集区域单独设置处置设施，以缩短收

运距离。此外，拆解及拆解产物的资源化利用和无害化处置方式对大件垃圾的处置成本影响较大，应提升拆解能力，提高拆解产物的再生和资源化利用水平，减少焚烧和填埋量。

（六）各类生活垃圾收运处理成本测算结果

经测算，L市264t/d的低值可回收物处理单价约249元/t；900t/d的家庭和其他厨余垃圾收运单价为152元/t、处理单价为262元/t；520t/d的餐厨垃圾收运为114元/t、处理单价为195元/t；3228t/d的其他垃圾在不同的收运模式下收运单价为84.5~120.5元/t、大型转运站二次转运单价52.9元/t、生活垃圾卫生填埋和焚烧发电单价分别为150.3元/t和74.3元/t（含飞灰固化物填埋处置费用）；8.8t/d的有害垃圾收集、转运、处置综合单价为4894元/t；88t/d的大件垃圾收运、处理单价为324.8元/t。

经测算，L市除低值可回收物（政府主要对其进行体系搭建及回收再利用）仅测算其处置成本（249元/t）外，家庭和其他厨余垃圾、餐厨垃圾、有害垃圾、大件垃圾收运处理综合成本分别为：414、309、4894、324.8元/t；其他垃圾收运和卫生填埋的综合单价为287.7~323.7元/t，其他垃圾收运和焚烧发电的综合单价为211.7~247.7元/t。按此结果及L市各类生活垃圾收运处理量计算，全面实施垃圾分类后，L市年度生活垃圾收运处理总成本约52273.88~56515.47万元。

表 7 各类生活垃圾收运处理综合单价及年成本

生活垃圾类型	收运处理量		收运处理综合单价/(元/t)	年度收运处理成本/(万元/a)
	日均值/(t/d)	年度总量/t		
低值可回收物	264	96 360	249	2 399.36
家庭和其他厨余垃圾	900	328 500	414	13 599.90
餐厨垃圾	520	189 800	309	5 864.82
有害垃圾	8.8	3 212	4 894	1 571.95
大件垃圾	88	32 120	324.8	1 043.26
其他垃圾 (收运和卫生填埋)	1 028	375 220	287.7 ~ 323.7	10 795.08 ~ 12 145.87
其他垃圾 (收运和焚烧发电)	2 200	803 000	211.7 ~ 247.7	16 999.51 ~ 19 890.31
合计				52 273.88 ~ 56 515.47

注：L市其他垃圾收运处理量为 3228t/d，其中卫生填埋量为 1028t/d，焚烧发电量为 2200t/d。

四、结论

经测算分析，随着生活垃圾分类的逐步实施至全面铺开，在生活垃圾分类工作开展的初期，因改造提升或更换分类投放收集容器，新增生活垃圾分类收运车辆，新建贮存点、接驳点、分拣中心、宣教基地，新增生活垃圾分类考核评估、桶边督导、主题宣传、入户宣传、专题培训、第三方媒体全方位报道等配套保障措施，需增加大量资金投入，生活垃圾分类收运处理成本在推广阶段将逐年增加。

实施生活垃圾分类过程中，可从深化生活垃圾分类体系建设、优化生活垃圾分类处理收费模式、鼓励社会资本参与生活垃圾分类等 3 个方面，合理控制成本，实现生活垃圾分类收运处理社会、环境、经济效益最大化。深化生活垃圾分类

类体系建设方面，需优化分类流程和收运路线、提升处理水平和规模，充分发挥集约化、规模化效应，降低收运处理成本。

优化生活垃圾分类处理收费模式方面，按照“谁污染、谁付费，多产生、多付费”原则，鼓励分步实施非居民厨余垃圾处理费收费机制，建立健全生活垃圾处理费分类计价、计量收取机制。通过此方式，促进生活垃圾源头减量，一定程度上减轻生活垃圾处理财政负担。

鼓励社会资本参与生活垃圾分类方面，生活垃圾交由具备资质的专业机构进行收运处理，提升生活垃圾处理的规模化、专业化、社会化水平，有效减少各级财政的一次性支出，缓解财政资金压力。

（来源：环境卫生工程）

上海市生活垃圾产生量的影响因素研究及预测

随着经济的快速发展以及人们生活水平的提高，城市生活垃圾产生量也不断增长。根据上海市统计局发布的《2021年统计年鉴》及《2021年上海市国民经济和社会发展统计公

报》可知，上海市生活垃圾产生量从 2011 年的 7.04×10^6 t 增加至 2021 年的 9.32×10^6 t，年均增长率 2.85%。生活垃圾的不断增长导致“垃圾围城”环境问题日益凸显，垃圾如果得不到有效处理将对人居环境产生严重影响。

为实现生活垃圾减量化、资源化、无害化，2019 年 7 月《上海市生活垃圾管理条例》颁布实施。垃圾分类能够推动绿色发展，助力生态文明建设，同时垃圾分类对“碳达峰、碳中和”目标实现具有积极影响。本文通过对上海市生活垃圾产生量数据进行分析，研究相关因素对上海市生活垃圾产生量的影响，同时对上海市生活垃圾产生量进行预测，为上海市生活垃圾减量及总量控制提供科学指导。

一、材料与方法

（一）上海市生活垃圾产生量影响因素研究方法

1. 指标相关研究

影响生活垃圾产生量的因素很多，中国环境科学出版社出版的《城市生活垃圾处理知识问答》中表明，生活垃圾的产生主要与城市人口、城市经济发展水平、居民收入与消费结构、燃料结构、管理水平、地理位置等因素有关。在相关的研究中，所选取的影响因素也不同。

有的认为影响生活垃圾产生的因素有常住人口、旅游人数、地区生产总值、社会消费品零售额、人均消费性支出、集中供热面积；有的认为影响生活垃圾产生的因素有

城镇人口、GDP、人均可支配收入、人均消费性支出、城市建成区面积；有的认为影响生活垃圾产生的因素有GDP、人均可支配收入、城镇化率、建成区面积、常住人口、生活能源消费总量、生活用电量；还有的认为影响垃圾产生量的因素有内在因素（人口数量、居民生活水平等）、社会因素（社会道德规范、法律规章制度等）、个体因素（生活方式、受教育程度等）。

2. 指标选择

内在因素：人口因素主要选择人口数量、外省市来沪旅游人数，人口数量直接影响垃圾产生量；经济发展水平主要选择生产总值、人均生产总值、第三产业增加值，经济发展水平越高，人们生活水平越好，产生的垃圾量也会相应增加；居民消费水平主要选择人均可支配收入、人均消费支出，居民收入水平不断提升，购买力也会增加，导致垃圾产生量增加；城市建设情况主要选择生活垃圾收集点个数、市政建设投资额，城市建设水平提高，生活垃圾收运设施完善，对垃圾产生量也会有一定影响。

社会因素：自2019年7月起上海市施行垃圾强制分类政策，经过近3年的努力，已取得明显成效。垃圾分类是通过建立生活垃圾分类投放、分类收集、分类运输、分类处置的全程分类体系。对于我们个人，参与垃圾分类，能够有效地将垃圾从源头分出，从而提高资源利用效率，减

少垃圾产生量。垃圾分类能够推进生活垃圾源头减量和资源循环利用，实现生活垃圾减量化、资源化、无害化目标。

3. 内在影响因素研究方法选择

在垃圾产生量影响因素分析中常用的研究方法主要有回归分析、灰色关联度分析、模糊聚类分析、路径分析等。其中灰色关联度分析是对反映各因素变化特征的数据序列所进行的集合比较，用于度量因素之间的关联程度，其能通过少量的数据，较为准确地分析出两个系统间的关联度，计算出研究对象与待识别对象各影响因素之间贴近程度的关联度，通过比较各关联度的大小来判断待识别对象对研究对象的影响程度。根据实际情况，笔者选择灰色关联度分析作为本研究的研究方法。

（二）上海市生活垃圾产生量预测方法选择

通过查找相关文献，目前比较成熟的垃圾产生量预测方法主要有：多元回归分析法、灰色预测法、时间序列分析法、比率推算法等。由于对生活垃圾产生量的影响，既有已知信息，也有未知信息，且生活垃圾产生量变化率不均匀，这符合灰色预测法的建模条件。因此，本研究选择灰色预测法模型作为上海市生活垃圾产生量的预测方法，并采用最广泛的GM(1, 1)模型。

二、结果与讨论

（一）上海市生活垃圾产生量及其影响因素

1. 关联度分析

人口数量、外省市来沪旅游人数、生产总值、人均生产总值、第三产业增加值、人均可支配收入、人均消费支出、生活垃圾收集点个数、市政建设投资额 9 个因变量数据及生活垃圾产生量均取自 2012—2021 年中国统计出版社出版的《上海统计年鉴》，具体情况如表 1 所示。通过运用 SPSSAU 软件计算得出灰色关联系数值（表 2）。

表 1 2011—2020 年上海市生活垃圾产生量及各影响因素数据

年份	生活垃圾产生量/10 ⁴ t	人口数量/万人	外省市来沪旅游人数/万人次	生产总值/亿元	人均生产总值/万元	第三产业增加值/亿元	人均可支配收入/(元/人)	人均消费支出/(元/人)	市政建设投资额/亿元	生活垃圾收集点/个
2011	704	2 355.5	10 877	20 009.7	8.6	11 713.9	36 230	25 102	315.8	30 648
2012	716	2 398.5	11 496	21 305.6	9.0	13 002.1	40 188	26 253	301.7	31 625
2013	735	2 448.4	11 369	23 204.1	9.6	14 786.0	43 851	28 155	335.0	32 018
2014	743	2 467.1	13 041	25 269.8	10.3	16 504.5	47 710	30 520	379.8	32 122
2015	790	2 457.6	13 924	26 887.0	10.9	18 352.8	49 867	34 784	374.1	32 209
2016	880	2 467.4	14 680	29 887.0	12.1	21 202.4	54 305	37 458	345.8	32 257
2017	900	2 466.3	15 523	32 925.0	13.4	23 288.3	58 988	39 792	473.6	32 247
2018	984	2 475.4	16 209	36 011.8	14.6	25 546.3	64 183	43 351	457.0	31 319

续表 1 2011—2020 年上海市生活垃圾产生量及各影响因素数据

年份	生活垃圾产生量/10 ⁴ t	人口数量/万人	外省市来沪旅游人数/万人次	生产总值/亿元	人均生产总值/万元	第三产业增加值/亿元	人均可支配收入/(元/人)	人均消费支出/(元/人)	市政建设投资额/亿元	生活垃圾收集点/个
2019	1 038	2 481.3	17 187	37 987.6	15.3	27 686.9	69 442	45 605	566.3	29 811
2020	868	2 488.4	11 835	38 700.6	15.6	28 307.5	72 232	42 536	758.2	28 104

表 2 2011—2020 年上海市生活垃圾产生量

与各影响因素灰色关联系数值

年份	人口数量/万人	外省市来沪旅游人数/ 万人次	生产总值/ 亿元	人均生产总值/ 万元	第三产业 增加值/亿元	人均可支配 收入/(元/人)	人均消费 支出/(元/人)	市政建设 投资额/亿元	生活垃圾 收集点位/个
2011	0.753	0.894	0.697	0.748	0.584	0.684	0.733	0.769	0.723
2012	0.748	0.969	0.740	0.775	0.635	0.770	0.761	0.699	0.699
2013	0.752	0.892	0.810	0.825	0.719	0.853	0.814	0.781	0.713
2014	0.755	0.841	0.939	0.931	0.848	1.000	0.935	0.982	0.722
2015	0.863	0.824	0.937	0.925	0.926	0.957	0.905	0.826	0.809
2016	0.888	0.936	0.925	0.912	0.987	0.898	0.983	0.592	0.948
2017	0.838	0.852	0.879	0.897	0.810	0.945	0.882	0.942	0.892
2018	0.684	0.966	0.869	0.891	0.788	0.954	0.882	0.757	0.675
2019	0.612	0.948	0.862	0.895	0.722	0.877	0.884	0.833	0.557
2020	0.941	0.682	0.559	0.575	0.492	0.541	0.688	0.334	0.723

对表 2 中各影响因素关联系数值求平均得到相应的关联度并排序，结果见表 3。

表 3 上海市生活垃圾产生量与各影响因素灰色关联度及排序

评价项	关联度	排名
外省市来沪旅游人数	0.880	1
人均可支配收入	0.848	2
人均消费支出	0.847	3
人均生产总值	0.837	4
生产总值	0.822	5
人口数量	0.784	6
市政建设投资额	0.751	7
第三产业增加值	0.751	8
生活垃圾收集点位	0.746	9

根据灰色关联度理论，关联度值越大代表其与“参考值”之间的相关性越强、评价越高。从表 3 可以看出：针对本次 9 个评价项，外省市来沪旅游人数的综合评价最高，其次是

人均可支配收入和人均消费支出，生产总值排在第5位。这表明经济的发展在一定程度上影响着生活垃圾产生量，但因其增长幅度有限，发展到一定时期增长速度逐渐放慢，因此影响程度相对不大。但外省市来沪旅游人数是不确定因素，其数据变化的大小对生活垃圾产生量有很大影响，同时随着人们收入增加，消费能力也在不断提升，从而增加生活垃圾产生量。

2. 社会因素影响

选择垃圾分类政策作为影响生活垃圾产生量的社会因素，因为垃圾分类为法律法规政策，其由政府主导、社会协同、群众参与，是一个综合性的实施过程。垃圾分类是一项重要的公共服务，是一项关系民生的基础性公益事业，是经济与社会高度发展的产物，也是社会进步和生态文明的标志。不断提升生活垃圾管理水平，是推进节能减排、发展低碳经济的重要途径，是一个城市实现经济、社会科学发展的基本保障，也是改善人民群众生活环境的基本要求。

《上海市生活垃圾管理条例》实施以后，相关部门利用新闻媒体、微信公众号等宣传方式加强宣传，将垃圾分类的意识深入人心，营造良好氛围，并持续面向学校、社区、单位开展生活垃圾分类教育培训、创意发明、宣传推广活动。同时，不断改善垃圾分类投放环境，提高分类实

效，通过采取“定时定点”和“限时投放”等落实一小区一方案，真正将“引导大家分、方便大家分”落到实处。除此之外，不断完善全程分类体系，实现从源头分类到末端处置的闭环管理，不断推动垃圾分类源头减量和资源化利用，促进垃圾减量。

（二）上海市生活垃圾产生量

运用 GM (1, 1) 模型，根据 2011—2020 年上海市生活垃圾产生量数据进行计算，运用 SPSSAU 软件计算得出预测结果见表 4，以及 GM (1, 1) 检验见表 5。

表 4 上海市生活垃圾产生量预测结果

年份	原始值/10 ⁴ t	预测值/10 ⁴ t
2011	704	704
2012	716	720.129
2013	735	749.730
2014	743	780.548
2015	790	812.632
2016	880	846.035
2017	900	880.812
2018	984	917.018
2019	1 038	954.712
2020	868	993.956
2021		1 034.812
2022		1 077.348
2023		1 121.633

表 5 GM (1, 1) 检验

年份	原始值/10 ⁴ t	预测值/10 ⁴ t	残差/10 ⁴ t	相对误差/%	级比偏差
2011	704	704	0	0	
2012	716	720.129	-4.129	0.577	-0.024
2013	735	749.730	-14.730	2.004	-0.014
2014	743	780.548	-37.548	5.054	-0.030
2015	790	812.632	-22.632	2.865	0.021
2016	880	846.035	33.965	3.860	0.065
2017	900	880.812	19.188	2.132	-0.018
2018	984	917.018	66.982	6.807	0.048
2019	1 038	954.712	83.288	8.024	0.013
2020	868	993.956	-125.956	14.511	-0.245

由于《上海市生活垃圾管理条例》自 2019 年 7 月实施，2018 年、2019 年和 2020 年的预测值与实际值会有不同程度的误差，由表 5 可以看出，2018 年、2019 年和 2020 年的相对误差值分别为 0.06807、0.08024 和 0.14511，都大于 2011—2017 年的相对误差值，这也表明垃圾分类的实施对生活垃圾产生量具有很大的影响。同时由表 5 可以看出，从 2011—2017 年的 GM (1, 1) 灰色预测法残差检验中相对误差最大值为 0.05054，该值小于 0.1，意味着模型拟合效果达到较高要求；级比偏差最大值为 0.065，该值小于 0.1，意味着模型拟合效果达到较高要求。因此，该模型达到了较高要求。

由于 2018 年垃圾分类刚开始实施,如果用其数据进行测算会增加误差,因此选取 2019 年和 2020 年预测值与实际值的相对误差率进行求平方根分析,得出相对误差率为 0.108。

由于上海市统计年鉴无 2021 年上海市生活垃圾产生量数据,根据最新公布的《2021 年上海市国民经济和社会发展统计公报》查出 2021 年上海市生活垃圾产生量为 9.3157×10^6 t,而 2021 年上海市生活垃圾产生量预测值为 1.0348×10^7 t(表 4),相对误差率为 0.111,其与分析得出的相对误差率(0.108)大致相等,可以说明垃圾分类实施以后,生活垃圾产生量的预测值与实际值相对误差率约为 0.108,根据表 4 所知在不考虑垃圾分类政策的情况下 2022 年和 2023 年上海市生活垃圾产生量预测值分别为 1.0773×10^7 t 和 1.1216×10^7 t,若考虑垃圾分类政策则计算得出 2022 年和 2023 年上海市生活垃圾产生量预测值分别为 9.723×10^6 t 和 1.012×10^7 t。

三、结论与建议

(一) 结论

运用灰色关联度分析和灰色预测法模型对上海市生活垃圾产生量的影响因素进行分析并预测,得出以下结论:

1. 外省市来沪旅游人数、人均可支配收入及人均消费支出是上海市生活垃圾产生量的主要影响因素。外省市来

沪旅游人数越多，上海市生活垃圾产生量就越高，同时随着人们收入增加，消费能力不断提升，生活垃圾产生量也不断增加。

2. 垃圾分类政策对上海市生活垃圾减量也有很大程度的影响。垃圾分类能够从源头控制垃圾产生，通过包装物减量、湿垃圾就近处置等推动源头减量，同时通过分类将可回收物分出，从而减少生活垃圾产生量。

3. 运用 GM (1, 1) 模型对上海市生活垃圾产生量进行预测，在残差检验中预测值与实际值的相对误差值和级比偏差值都小于 0.1，说明模型拟合效果达到较高要求。

4. 在考虑垃圾分类政策的情况下对 2022 年和 2023 年上海市生活垃圾产生量进行预测，得到 2022 年和 2023 年上海市生活垃圾产生量分别为 $9.723 \times 10^6\text{t}$ 和 $1.012 \times 10^7\text{t}$ ，为上海市生活垃圾减量及总量控制提供科学指导。

(二) 建议

1. 做好流动人员垃圾分类宣传工作。外省市来沪旅游人数对生活垃圾产生量影响很大，因此要加强公共场所、流动人员等重点场所和重点人群的垃圾分类宣传引导，同时结合“双碳”战略部署和“无废城市”建设，开展相关减碳减量活动，进一步营造低碳生活新时尚良好社会风尚。

2. 持续推动生活垃圾源头减量。相关部门引导外卖、快递、商品等包装物企业使用绿色包装产品，减少一次性

包装物使用，并加强相关包装物回收，促进其循环利用，同时也可借鉴发达国家的先进经验，研究制定生活垃圾处理收费制度，从源头减少生活垃圾产生量。

3. 提升末端设施运营水平。根据上海市生活垃圾产生量的预测结果，并结合目前生活垃圾末端设施处置能力，应加快焚烧和湿垃圾处置设施建设，填补设施能力缺口，从而确保垃圾分类的有效性。同时也可开展相关资源化利用设施建设，提高生活垃圾资源化利用水平，保障生活垃圾处置及利用。

（来源：CE 碳科技）

广东省城市生活垃圾组分分析及对垃圾分类的启示

一、引言

广东省生活垃圾产生量随着生活水平提高而不断增加，2018年广东省城市(县城)生活垃圾清运量为3035.38万吨，2019年清运量为3347.32万吨，年增长率达10.28%，“垃圾围城”成为城市热点问题之一。随着广东省全面深入铺开生活垃圾分类工作，全省的生活垃圾分类进程与北京、上海等一线城市相比，仍相对滞后，尤其是欠发达的粤东西北城市进程较慢。因此，本文依据广东省广州、深圳、肇庆、清远、汕头、湛江、潮州、云浮共8个城市的生活垃圾组分、含水率和低位热值数据，分析8个城市的生活垃圾组分区别和共性，探讨对其生活垃圾分类工作的启示。

二、材料与方法

通过从大量文献资料中甄选，本文从中国知网、百度学术、香港环保署官网搜集、筛选出广东省广州、深圳、肇庆、清远、汕头、湛江、潮州、云浮共8个城市和香港、澳门、东京相关的文献资料，并进行分析整理。文献资料中的生活垃圾组分等数据为湿基数据，采样点为居民区、转运站或终端处理设施。广东省城市生活垃圾组分、含水率以及低位热值如表1所示。

表 1 广东省城市生活垃圾组分、含水率以及低位热值

城市		组分组成百分比 (%ww)											含水率 (%ww)	全组分低 位热值 (kJ/kg)
		混 合 类/其 他类	瓦 陶 瓷	灰土	电 池	木竹	玻 璃	金 属	纸 类	橡 塑	织 物	厨 余 类		
珠 三 角	广 州	1.79	1.79	0.04	0.03	3.09	1.83	0.62	10.53	21.3	7.85	51.12	53.62	5861
	深 圳	0	0.63	0	0	2.89	2.66	0.43	16.31	16.28	2.8	42.37	57.26	6230.87
	肇 庆	0	4.22	0	0	1.3	2.92	0.81	18.18	17.37	6.17	49.03	54.09	5160
粤 北	清 远	0	0	0	0	0.95	1.69	0.53	13.94	15.40	5.88	61.61	54.01	6963
	汕 头	3.49	1.73	1.74	0	1.08	2.4	1.10	10.05	18.41	2.57	57.43	9.90	4525.73
	湛 江	14.97	2.6	0	0.06	1.2	0.77	0.16	4.41	17.15	6.4	52.28	45.22	4719
	潮 州	0	0	6.56	0	6.04	3.26	1.02	18.08	18.69	2.77	43.57	54.62	5016.08
	云 浮	0	3	10	0	0	10	10	4	22	6	35	——	——

三、结果与分析

(一) 含水率

由表1可见,广东省的生活垃圾含水率较高,可能与广东省地处亚热带地区、海岸线长、气候潮湿多雨以及饮食习惯有关。除云浮市无含水率数据以及湛江市的生活垃圾含水率略低于50%以外,其他城市的原生垃圾含水率均超过50%。湛江市的含水率比较低,可能是因为取样时间是1月,冬季降雨量较小。生活垃圾含水率较高会影响生活垃圾全组分低位热值,影响焚烧效果。

(二) 低位热值

8个城市的原生垃圾全组分低位热值在4525.73-6963kJ/kg之间,除云浮市无低位热值以外,其余城市全组分低位热值的均值为5496.53kJ/kg。除汕头市和湛江市的低位热值低于5000kJ/kg以外,其他城市均未超过5000kJ/kg。根据《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》(建成[2000]120号)的要求,为确保生活垃圾的彻底燃烧和控制二噁英的产生,焚烧进炉垃圾平均低热值需高于5000kJ/kg。低位热值一般小于3300kJ/kg的生活垃圾不易采用焚烧处理,介于3300~5000kJ/kg的生活垃圾可以采用焚烧处理,低位热值大于5000kJ/kg的垃圾适宜焚烧处理。因为广东省原生垃圾含水率较高,所以,广东省生活垃圾焚烧处理厂在焚烧前都要将生活垃圾堆放5-7天,主要作用是脱水、提高低位热值,使焚烧更稳定和充分。

(三) 厨余垃圾

8个城市厨余垃圾的占比最大，均值为49.05%。除云浮市以外，其余城市的厨余垃圾组成百分比均超过40%，广州、清远、汕头、湛江的厨余垃圾组成百分比均超过50%。8个城市的厨余垃圾组成百分比的均值超过欧洲和美国等典型发达国家，普遍超过如香港、澳门和东京的亚洲发达城市。

表2 香港、澳门、东京生活垃圾组分、含水率以及低位热值

城市	组分组成百分比 (%ww)										含水率 (%ww)	全组分 低位热 值 (kJ/kg)
	不可分 类垃圾	其他	有害 垃圾	木竹	玻璃	金属	纸类	橡胶	织物	厨余 类		
香港	—	9.00	1.30	1.00	2.60	2.00	21.70	18.50	3.70	40.20	—	—
澳门	46.20	—	—	2.77	3.81	1.21	3.63	24.38	13.67	4.33	51.37	9189.05
东京	—	5.20	—	3.10	0.90	2.00	32.20	10.40	6.40	39.80	—	—

(四) 可回收物

8个城市的可回收物组成百分比均仅次于厨余类，平均值为42.41%。其中，除清远、汕头、湛江均低于40%以外，其他城市均高于40%。欧洲和美国等发达国家的可回收物组成百分比大概在50%-65%左右，8个城市的可回收物组成百分比与欧洲和美国等典型发达国家相比相对较低，略低于香港、澳门的41%、49.47%，远低于新加坡的67.7%。8个城市

可回收物组分均值由高到低为橡塑类 > 纸类 > 织物类 > 玻璃类 > 木竹类 > 金属类。

四、对垃圾分类工作的启示

综合上述分析，随着垃圾分类工作的全面深入推进，为高质量推进生活垃圾分类工作，促进垃圾处理减量提质增效，广东省还应做好以下方面的工作：

（一）加快推进厨余垃圾处理设施建设

厨余垃圾处理能力不足是各地垃圾分类的短板，加快补齐生活垃圾分类系统短板就必须加快推进厨余垃圾处理设施建设，以设施“倒逼”分类。截止至 2019 年年底广东省厨余垃圾处理能力约 5300 吨/日，而且大部分集中在广州和深圳，广州和深圳的厨余垃圾处理能力在全省处理能力中占比超过 70%。广州、深圳的厨余垃圾产生量大，家庭厨余垃圾还未实现完全收集，随着垃圾分类的深入推进，应加快提高厨余垃圾处理能力。尤其是粤东西北等厨余垃圾处理能力不足的城市，处理能力难以满足垃圾分类示范片区建设的近期要求，更难以满足 2025 年地级以上市基本建成垃圾分类处理体系的目标。广东各地应根据厨余垃圾产生量、处理技术优缺点和财政承担能力选择可行的、经济实用的技术，加快推进厨余垃圾处理设施建设，尤其是推动粤东西北城市厨余垃圾处理能力均衡发展。

（二）促进塑料源头减量

橡塑类在可回收物中占比最大，源头减量是控制废塑料污染的关键。据广州市城市管理技术研究中心的调查研究，一次性外卖餐盒主要材料是 PP、PE，大部分是耐热的优质材料。倡导市民清除外卖餐盒残留物、洗净晾干后投放至可回收物收集容器，能促进优质塑料的回收利用。鼓励外卖平台或餐饮服务单位减少不可降解一次性塑料餐具的使用量，逐步使用可循环使用、可降解的外卖餐盒，鼓励平台为勾选无需餐具的市民提供一定金额的减免。2019 年以来广州已有近百万用户选择了“不需要餐具”，从源头促进塑料减量。逐步推进宾馆旅游业减少“六小件”一次性用品供应，或通过有偿使用的方式鼓励游客减少使用一次性用品，同时倡导销售可循环使用的“六小件”等旅行套装用品。推进快递行业绿色发展，鼓励企业研发生产可循环使用、可降解和易于回收的绿色包装材料，胶带的主要材质为 PVC，对环境污染较大、回收困难。政府应严控商品过度包装，鼓励尽量减少胶带、塑料袋、填充泡沫和编织袋的消耗量，鼓励科研院所研发绿色环保、易于回收的胶带。严格遏制商场、超市、农贸市场“白色污染”，引导消费者使用环保袋，通过限量使用等方式减少超市保鲜袋的使用量，减少净菜净肉塑料包装物的使用量。

（三）可回收物精细分类

建立“可回收物回收站（点）—中转站—分拣中心”的可回收物回收利用网络，街镇统筹设置回收站（点），区县

统筹建设中转站和分拣中心，开展可回收物专项回收，细化玻璃瓶、纸类等可回收物的分类要求。学习日本经验，将不同颜色的玻璃瓶细分为无色、茶色和其他颜色，根据颜色分类设置精细分类容器，提高废玻璃的品质。废纸回收品种主要包括废纸皮、废报纸书刊等，大部分城市并未将牛奶盒等饮料纸基复合包装列为可回收物。饮料纸基复合包装是优质可回收物，可再造成牛皮纸、再生塑料粒子和铝粉。目前，由于国家对进口废纸的严厉限制，境内废纸供给受限，导致原料紧缺，废纸收购价格持续上涨，一度升至 2500 元/吨。各地应尽快将牛奶盒等饮料纸基复合包装列入低值可回收物并制定补贴政策，解决废纸原料紧缺的问题。在商场、超市、牛奶店设置专门回收箱，在小区布点精细化智能回收箱。目前，饮料纸基复合包装大部分都没有规范的循环标志和标注包装盒的主要材料信息，应及时制定相关循环标志标准规范，指导生产商标注包装盒的主要材料信息，引导市民根据“洗、剪、干”的原则处理饮料纸基复合包装，提高回收利用品质。

（四）促进废电器电子产品和家用电器回收利用

细化和完善废电器电子产品和家用电器回收利用的法律法规，明确制造商回收和再利用的义务。目前，部分废电器电子产品和家用电器缺乏细化到品种的回收利用国家标准或行业标准，尤其是小型家用电器，应尽快研究制定相关标准规范体系，填补行业空白。截止至 2019 年 12 月，广东

省内具有废弃电器电子产品集中处理资格的企业仅有 6 家。政府应鼓励格力、美的、华为和小米等国内大型的家电、电子生产企业建立专业回收处理系统或交付回收利用处理费，通过政府提供场地或引入市场等方式，建立“可回收物回收点回收——中转站转运——分拣中心集散——企业利用”的环保循环发展全流程模式。

（五）加快推进有害垃圾处理设施

广东省内具有有害垃圾处理许可证的企业少，处理能力严重不足。例如，全省范围内获得废铅蓄电池、氧化汞电池和镉镍电池收集、贮存、利用或处理许可证的企业很多，但是，处理非工业源的废弃铅蓄电池、废弃氧化汞电池和废弃镉镍电池的企业却很少，大部分是处理工业源的；全省仅有深圳一家企业取得废日光灯管、高压汞灯和节能灯管等含汞废灯管的处理许可证，处理能力仅为 200 万支/年。由于全省有害垃圾处理能力不足，大部分区级有害垃圾临时收集点已满仓，可能造成水体、空气等环境污染和火灾隐患，必须及时的得到安全有效的无害化处理。加快有害垃圾处理设施建设是全面推进垃圾分类工作的重要一环，必须尽快制定有害垃圾集中收集、运输、处置的支持政策，加快建设有害垃圾处理设施，鼓励现有的危险废物处置设施通过扩建或技术改造，提高处理能力，协同处置有害垃圾，补齐处理“短板”，确保分类后的有害垃圾得到安全、规范、及时处置。完善有害垃圾收集、运输、处理的全流程监管体系，并加强有害垃

圾临时收集点的监管，配备足量灭火器，加强安全巡查。

五、结论

(一)广东省8个城市生活垃圾含水率平均值超过50%，全组分低位热值平均值为5496.53kJ/kg，组分平均值由高到低为厨余类>橡塑类>纸类>织物类>玻璃类>混合类/其他类>灰土类>木竹类>金属类>砖瓦陶瓷类。

(二)高质量全面推进垃圾分类工作还有很长的路要走。广东省各地区的生活垃圾组分既有共性，也有特性，经济发展水平的差异大，应因地制宜做好顶层设计，完善垃圾分类收运处理体系，从源头推进减量和后端设施建设“倒逼”分类，确保垃圾分类后各类垃圾均有设施处理，以免出现分类后仍混收混运的情况，打击分类积极性。

(来源：广州市城市管理技术研究中心供稿)

环境监测现场采样质量控制的措施和建议

现场采样是环境监测的一个重要环节，它的效率以及质量将会直接影响到后续监测结果的有效性以及准确性。因此，在实际开展环境监测时，必然要对现场采样过程进行严格地控制，从而充分保证最终采集到的数据信息的代表性、完整性以及有效性。本文阐述了当前容易影响现场采样工作的几

个主要方面，详细地介绍了关于对监测环境开展现场采样时的质量控制建议和措施，这对于有效控制现场采样的质量和效率具有重要的指导意义。

引言

对监测环境进行现场采样时，最终采样质量的高低会受到内部因素以及外部因素的共同影响。如果想要确保现场采样最终的高质量，以及保证采样结果的代表性、真实性和有效性，就必须在现场采样时采取一些必要的措施来有效控制最终采样的质量。若采集的样品本身代表性较低，那么就算是利用了非常先进和高超的分析技术，最终分析出的样品结果也会和实际结果之间出现非常大的差异，从而造成对采集样品的检测变得毫无意义。因此，要想确保采集样品本身的完整性，以及最终检测结果的真实性与代表性，就必须对环境监测中的现场采样环节采取必要的质量控制措施。

一、当前现场采样容易被影响的主要方面

（一）缺乏充足的准备工作

在对监测地环境开展现场采样工作时，必须提前了解监测现场的实际情况，进而制定出科学合理的采样流程以及采样方案，并且还要严格遵守相关的采样规范，进行正确的现场采样操作。在开展现场采样工作前必须进行充分的准备，选取恰当的采样器械，制定出好的采样方案，从而有效提高最终现场采样的准确度。

（二）缺少强有力的监督

我国当前在监管环境监测方面力度还不够强，无法及时有效地发挥出强有力的监管水平。同时还缺乏较为严谨的现场采样的质量管理，由于现场监督人员缺乏专业性，很难去对采样的过程进行有效的评估，从而无法及时地意识到现场采样过程中遇到的问题。另外，参与监督和管理的工作人员比较少，监督与管理之间缺乏明确的界限，造成一人多岗问题的出现。再加上工作人员的专业能力不足，这使得采样质量管理水平被大幅度降低，即便采样过程存在问题和错误也很难被发现，从而无法有效发挥现场采样的意义。

（三）不合理地设置监测点

现场采样的效率以及质量会受到设置的监测点的影响，因此检测工作人员必须对监测点位置进行合理有效的设置。现场监测人员在提高采样效率的同时，还必须要确保最终采样的质量。检测工作人员在实际进行监测时，监测点会因为周边环境的变化而出现变动，因此会给最终的监测结果引入一些误差。

（四）检测工作人员缺乏专业素养

现场采样的质量水平除了受以上因素的影响之外，还会受到检测工作人员的专业水平的影响。在实际开展现场采样的环境中会碰到许多无法提前预料的问题，检测工作人员需要能够根据面临的突发状况，立刻去制定周密详细的应对方

案，这对于检测工作人员的专业水平要求极高。除此之外，现场采样的检测工作人员还必须具备较强的责任意识，从而时刻认真地开展现场采样工作。

二、关于对监测环境开展现场采样时的质量控制建议和措施

（一）做好监测计划

在对监测环境进行现场采样时，要想确保采样时得到的信息和数据真实可靠，就必须在开展现场采样之前制定出科学合理的监测和采样计划。在进行现场采样的时候，还需要勘探周边环境条件，根据采样区域的环境条件来制定现场采样的最终方式，从而保证现场采样实施顺序正确合理。对于环境监测来说，要把待监测的任务按照地点和来源进行细分，从而有效预估出要想完成该待监测任务所需要的时间以及可能达到的监测效果等。此外，如果想要确保待监测任务可以有序的推进，就需要监测工作的总负责人对整个环境监测过程进行全方位的把控。首先应该对需要监测的内容进行明确，然后把待监测环境的任务拆分成多个小任务，技术人员可以参照规范有序地推进和开展这些小任务，从而对环境监测的最终现场采样的效果和质量进行有效的控制。对于具体环境监测的标准和内容，需要安排专业的技术人员来制定，并且现场采样时用到的设备以及仪器，也需要让专业的技术人员进行保管。

（二）落实准备工作

如果在环境监测现场开展采样工作之前，采样工作人员能够提前做好准备工作，便能够促进整个现场采样工作的有序开展和推进。提前做好现场采样的准备工作，不仅能够提升监测工作的效率，还能够促进现场采样工作的流程化以及合理化。在实施现场采样工作之前，要明确每个工作环节的责任人，同时还要提前明确本次采样工作开展的要求和目的。采样人员根据开展采样的地点定好采样的标准之后，还需要对待实施的监测方案的可实施性以及合理性进行有效的评估，确保现场采样和监测工作能够万无一失。在采样现场对相关仪器的使用顺序进行安排和分配的时候，还需要考察采样现场的采样点位和数量。现场采样方法的选择要充分考虑采样现场的周边环境条件，并且在现场采样工作结束之后，还需要特别注重样本的保存和运输环节，可以根据待检测样品的物理化学特征以及相关检测参数来确定合适的保存环境，进而能够保证样品的真实性。

（三）规范采样流程

现场采样的过程将直接对后续待监测环境成分的分析以及监测数据信息产生重要的影响，因此除了需要定期维护和保养相关设备仪器之外，还需要开展抽样检测并对检测前后得到的数据信息进行校对，从而保证采样现场用到的所有设备仪器工作参数正确，进而能够确保后续可以得到真实的

监测数据信息。在必要的时候必须更换老旧的设备和仪器，避免因设备仪器问题造成最终检测结果出现较大误差，从而降低环境监测的质量水平。由于现场采样结果的真实与否与现场所使用的监测设备及仪器有着非常大的关系，所以现场采样的工作人员必须严格按照设备及仪器的正确使用规范来进行采样操作，避免因操作不当而给环境监测引入误差。

（四）加强人员培训

在对待监测的环境开展现场采样工作时，采样工作人员的操作能力和专业素养都会直接影响最终采样结果的有效性。此外，采样工作人员的职业道德水平也会对现场采样过程产生重要的影响，因此，为了避免因采样工作人员给现场采样工作带来不必要的风险，就必须加强对采样工作人员的教育和培训。在开展教育和培训工作时，需要将理论知识和动手实践相结合，从而让采样工作人员能够有效地掌握现场采样的注意事项以及工作要领。教育和培训工作完毕之后，还要增加一些测评和考试的环节，从而对采样工作人员的培训效果进行有效的评估。同时，通过测评和考试环节可以筛选出一批优秀的采样工作人员，他们可以优先地加入实际的现场采样工作当中，并在实际的动手操作中不断完善自己的技术本领。通过这一培训教育环节，不光可以提高采样工作人员的学习积极性，还能让他们在实际工作中增加信心，进而不断地对自己的专业知识水平和实际操作技能进行提升。

现场采样工作对于环境监测来说是开展整个监测工作的第一步，也是整个环境监测工作的重中之重。如果现场采样工作出现了问题，那么后续开展的一切监测工作都等于白费，现场采样工作直接决定了整个环境监测工作的成功与否。因此，开展现场采样工作时，必须采取一些必要的措施，来有效控制现场采样的质量，进而不断促进我国环境监测事业的发展。

(来源：广州市城市管理技术研究中心供稿)

250 米长 130 吨重的“脂肪巨兽”出现在伦敦 也在全世界下水道生长

2017 年，伦敦东区的白教堂路的小水道突然被堵塞，下水变得缓慢，经过排查，工作人员在下水道发现了一个庞然巨物。



这个庞然巨物由各种冲入下水道的生活垃圾组成，它在下水道足足延伸了 250 米，几乎堵塞了整个下水道系统，好在它还没有引起污水倒流的问题。清理这个庞然巨物并不是一件容易的事，当时工作人员足足用了两个月时间，才把它完全清理出来，总重量达到惊人的 130 吨，而伦敦方面为此支付了 200 万英镑。

其实，伦敦白教堂路下水道的这个庞然巨物并不是人们第一次接触这种东西，它普遍存在于世界各地的下水道，由

于这东西清理起来异常麻烦，所以人们给它取过很多外号，比如“脂肪巨兽”“胖怪物”等等。



白教堂路的脂肪巨兽

但是，白教堂路的这个是截止当时发现最大的一个，惊呆了所有人，许多人都好奇这种下水道的垃圾是怎么凝结成如此巨大的一块呢？

下水道的麻烦

这种在下水道凝结的垃圾现在有一个专门的名词，被称作 fatberg（脂肪块），这个词语在 2015 年的时候才添加到牛津词典中。它是一个新词，是在 2013 年的时候，人们在伦敦泰晤士河畔金斯敦下水道中清除了一个 15 吨重的，然后发明了这个词语。



被油脂堵塞的水管和下水道

从词语中就不难发现，它和脂肪有关系，其实生活垃圾能在下水道凝结的原因正是因为我们生活中的油脂也进入了下水道，包括动物油、植物油这些。下水道经常会因为各种垃圾造成轻微的堵塞，这会造成一些阻力阻挡水流速度，当遇到碱性环境的时候，油脂就会有足够的时间发生皂化反应，将那些本不容易固化的油转化为固体或肥皂状物质。

这种阻塞可以发生在下水道转弯的地方，也可以是一些卡着树枝的地方，甚至是那些本身就会固化的油脂在下水道固化也会阻挡水流，而只要能稍微阻挡水流就很容易发生皂化反应。皂化反应会让越来越多的油脂，以及那些不可降解的生活垃圾——比如湿纸巾，以及女性卫生用品、棉垫、卫生纸等等凝结起来，不停堆积。这是一个恶性循环，随着时间推移体积就会越来越大，而如果这个时候有更多的钙参与

其中的话，那么形成的脂肪块可以坚硬到难以想象，甚至比混凝土还要坚硬。



2019年2月，同样是在伦敦的下水道，出现了一个400吨重的脂肪块，这个是有史以来报道的最重的下水道脂肪块，不过它的长度只有250米。当时最棘手的问题就是根本找不到快速清理的方法，因为它实在太坚硬了，最后只能用水枪一小块一小块地切割和清除，整个脂肪块一直持续到2021年的5月才全部去除。

有没有办法避免脂肪块？

造成下水道脂肪块的两个主要因素是不可降解的垃圾和厨房的食用油，所以避免它的唯一办法就是让受众了解这些东西不能随便冲入下水道。这方面伦敦做了很多，比如给

这种脂肪块发明一个专有名词（fatberg），其实就是为了更好地宣传。

另外，伦敦白教堂路下水道的那个脂肪块被切下了一小块，放在伦敦博物馆里做收藏，并在一次次展览中进行展出，当地还专门为战胜这个脂肪块制作了一个窰井盖。这些做法其实也都是一种宣传和教育，人们通过这个展品和窰井盖就能知道脂肪块的故事，以此来提醒人们“一次性时代”带来的环境破坏，告诫人们哪些东西不能冲进马桶或倒入水槽。

不过，这里有一项有趣的调查，可能出乎大部分人的意料。在我们的常规印象中，不可降解的垃圾应该很少有人会冲进下水道，因为它真的很容易直接堵塞水管并制造麻烦，而油估计很少有人会想到它也不能冲进下水道。

根据 2019 年英国的一项调查，往下水道冲不可降解垃圾的情况要高于倒油。大约只有 48% 的人表示自己曾经往下水道倒过油，他们中有少部分是知道有一定危害并且去做了，而那些没有倒过油的人基本都比较清楚油在下水道的潜在风险。另一方面，大约 55% 的人表示自己曾经在马桶里冲过不可降解的垃圾，但是他们大多都知道这样做有风险，却依然这样去做了。而且比较有意思的是，这两个数据和 2017 年、2018 年相比，每年还增加了 1% 左右（2018 年只有大约 47% 的受访者表示自己往下水道倒过油），这意味着随着宣传力度的加大而逐年增加了，而不是减少。

结束语

在我国国内很少听说过夸张的下水道脂肪块的相关报道，所以很多人没有意识到这个问题，但其实脂肪块是全世界下水道普遍存在的问题。只是就现阶段而言，发达国家确实相对会更加严重一点，这个和他们下水道的使用年限有关系，以及以前的人对冲水基本不会有太多讲究，什么都喜欢往下水道冲，最终导致了脂肪块增长到夸张的地步。

不过，这种脂肪块也有一些正面的东西，比如伦敦白教堂路下水道的那个脂肪块清除出来后，人们利用那些油脂提炼了大约 10000 升生物燃料——足以为伦敦 350 辆双层巴士提供一天的动力。

(来源：今日头条 APP)

报：陶镇广、张颖、谭斌、何正清、徐书同、尹自永、
谭礼和

发：局机关各处室、直属各单位

广州市城市管理技术研究中心

2023年7月26日

编审：李湛江 朱云

编辑：罗志红 电话：81073291