

# 城市管理

# 科技信息简报

2022 年第 12 期

广州市城市管理技术研究中心

2022 年 12 月 26 日

## 本 期 要 目

- ◆ 广州破解“垃圾围城”为大湾区生态建设贡献城管经验
- ◆ 生活垃圾全程分类体系的碳指标建设
- ◆ 上海市湿垃圾就近就地处置模式分析及思考
- ◆ 生活垃圾焚烧烟气处理工艺对比分析
- ◆ 塑料污染治理须算绿色低碳循环账
- ◆ “黑科技”助力苏州垃圾分类
- ◆ 《广东省建筑垃圾管理条例》明年 3 月起施行

# 目 录

## 垃圾分类

广州破解“垃圾围城”为大湾区生态建设贡献城管经验1	
生活垃圾全程分类体系的碳指标建设 .....	9
“黑科技”助力苏州垃圾分类 .....	14
江门将垃圾分类纳入教学内容 .....	17

## 垃圾处理

上海市湿垃圾就近就地处置模式分析及思考 .....	22
生活垃圾焚烧烟气处理工艺对比分析 .....	33
塑料污染治理须算绿色低碳循环账 .....	42
全国首座日处理垃圾 2000 吨全地理垃圾压缩转运中心 投用 .....	51
上海将建全球规模最大的湿垃圾深度资源化利用基地 .....	55

## 政策文件

五部门：到 2025 年全国县级地区基本形成与经济 ..	58
社会发展相适应的生活垃圾分类和处理体系 .....	58
《广东省建筑垃圾管理条例》明年 3 月起施行 .....	67

## 广州破解“垃圾围城”为大湾区生态建设 贡献城管经验

作为粤港澳大湾区中心城市，有 2100 万人在广州工作和生活，每天生产超过 2 万吨的生活垃圾。过去十年，广州市城管部门在生活垃圾处理设施规划决策建设全程坚持“以人民为中心”的发展理念，秉承城市环境可持续发展愿景，在全国率先谋划建设了 7 个适应城市固废处理发展变化的开放的循环经济产业园，构建起“焚烧为主、生化为辅、循环利用”的垃圾分类处理新格局。

凭着国内生活垃圾焚烧处理能力排名第一的硬实力，广州在 2021 年 11 月创造了三个“国内第一”：国内生活垃圾焚烧处理能力排名第一的城市；国内第一个实现原生生活垃圾“零填埋”的超大型城市；国内第一个实现生活垃圾处理能力满足城市未来发展需求的城市。当前，广州焚烧设计处理能力已达 3.3 万吨/日，垃圾生化处理能力达 6100 吨/日。

### 科学规划让环境卫生可持续发展

如今生机盎然的花城广州，一度面临着“垃圾围城”的困境：2009 年，广州市日均产生生活垃圾 1.17 万吨，且每年以 5% 左右的速度增长。彼时，广州仅有一座 2005 年投产启用的生活垃圾焚烧发电厂，设计处理能力 1040 吨/日，生

## 垃圾分类

活垃圾焚烧率仅为 13%，大量的生活垃圾只能进行卫生填埋，在城市建设和人口规模高速发展下，“垃圾围城”的警报时时响起。

人民群众对美好生活的向往决不是“垃圾围城”，面对与日俱增的生活垃圾，广州要实现高质量发展，就必须提早布局。按照生态环保、循环经济、绿色发展新思路，广州市统筹规划建设 7 个循环经济产业园。这一决定将焚烧、生化、填埋等生活垃圾处理设施以组团的形式集中在一起，打造成为固废处理为主、资源共享、设施共用的绿色低碳环保园区（共包含 12 个资源热力电厂、6 个生物质处理厂、以及污水、炉渣等二次污染物处理设施和其它固废处理设施）。彻底打破“填埋”为主的垃圾处理方式，目的是最终实现原生生活垃圾“零填埋”。



### 只要市民分得出来，终端设施就能处理得掉

2010 年，广州市城管部门陆续启动第三、第四、第五、

第六、第七资源热力电厂一期项目的选址工作。2015年广州开始同步建设一期设施，创下全部项目均在两年半左右建成投产的“广州速度”。2019年底，又同步建设五个资源热力电厂和四个生物质处理项目，所有项目平稳落地，实现项目实施“零纠纷”。

在推进生活垃圾处理设施建设过程中，广州市城管部门始终坚持认真组织开展项目环境影响评价和社会稳定性风险评估，接受工程建设监管，不仅探索出了“政府主导、国企承担、信息公开、共治共享”化解邻避的“广州经验”，还探索出了以循环经济产业园组团布局，“统一规划、同步建设、协同处置”的固废处理设施建设“广州模式”，最大程度实现资源协同、循环利用、环境和谐。



数据显示，2019年-2020年，广州无害化处理垃圾总量从668万吨增长至734万吨，其中，焚烧处理由312万吨增

## 垃圾分类

---

长至 512 万吨，焚烧占比由 47%增长至 70%；填埋处理由 339 万吨下降至 209 万吨，填埋占比由 51%下降至 28%。

2021 年 9 月 23 日，广州市资源热力电厂二期项目点火试烧垃圾。“根据测算数据，将完全满足十四五期间以及未来一段时期广州市生活垃圾日产生量的处理需求。”广州市城市管理和综合执法局有关负责人表示，“在以后的生活垃圾分类工作中，只要市民群众分得出来，我们的终端设施就能够处理得掉。”

如今广州市建成的垃圾焚烧处理能力不仅着眼于现有生活垃圾及时处理，还统筹考虑旧垃圾填埋场存量垃圾的处置，必将为国内推进“双碳”目标做出典范。

### **环保科普游让大众了解垃圾分类和处理**

“在垃圾卸料大厅，我们可以真实感受到每天运来的垃圾是一个怎样的数量。也请大家猜猜一抓斗下去能抓取多少垃圾？”在广州第三资源热力电厂环保科教中心，获得“我是生态环境讲解员”大赛全国一等奖的讲解员孙辉为观众讲解着垃圾进入资源热力电厂后的处理流程。观众们目睹垃圾储坑的震撼场景，都对超大城市垃圾处理的压力感同身受。

“没想到垃圾焚烧厂的观景平台就设在烟囱上，更没想到这里附近是青山环绕，景色优美。”广州第三资源热力电厂位于黄埔区的福山循环经济产业园，在一片青山的怀抱之中。在 2020 年被评为国家 AAA 级旅游景区、入选广州市“第一批广州网红打卡地名单”及广州市内游精品旅游线路后，



2021年6月又进入新出炉的广州公园名录。每到开放日，报名前往进行环保参观的市民络绎不绝。大家既会被垃圾处理的过程所震撼，更会被绿色环保的垃圾处理设施刷新认知。

2021年8月12日，27名外国驻穗总领事馆官员也来这里参观，他们刚踏入园区，就不禁发出阵阵赞叹：“这里完全闻不到垃圾的臭味，没想到，生活垃圾焚烧电厂也可以打造成这样环境优美、鸟语花香的旅游景区。中国人民对城市环境治理的重视和不断钻研创新的精神，都值得我们去认真学习。”



依托七大循环经济产业园，广州建设了6个生态环境科普教育基地，通过设计开发垃圾分类互动游戏、卡通环保宣教片、互动投影墙、全息系统等科普展示项目，向社会公众普及生态环境保护、垃圾分类及垃圾焚烧发电工艺知识，自

开放以来，线上、线下已累计接待社会公众超 650 万人次。开设的环保科普研学组建了高水平研学导师队伍，根据不同年龄段学生的特点，设计 5 个高质量研学主题课程，与广州市知名学校合作，成为广州市幼儿园、中小学生的校外环保科普实践基地。

### **厨余垃圾变废为宝助力实现“双碳”目标**

“厨余垃圾经过处理后能变成什么？”“如何保证处理后的制品不会重新流进餐桌？”2021 年，位于广州市黄埔区的福山循环经济产业园内，广州福山生物质综合处理厂生物柴油制备车间正式投产。当年 11 月，《广州市餐厨垃圾管理办法》正式印发，广州市城管部门邀请媒体进入该厂了解废弃食用油脂变成生物柴油的过程。

在这座目前广州市建设标准最高的废弃油脂处理设施，每天都有绿色的环卫作业车把餐厨垃圾运进厂区。餐厨垃圾、废弃食用油脂（各大餐饮店收运回来的地沟油、反复煎炸的老火油）、动物固废处理产生的废弃油脂都是该厂的生产原料。在这个车间，餐厨垃圾通过反应催化、减压蒸馏等多道工序，可转化为生物柴油、甘油和植物沥青等产品。这些产品物料无论色泽、气味都与食用油天差地别，完全不能也不会回流餐桌，确保广州市食品安全。这些高品质生物柴油，各项常规化数值指标达到国标柴油和欧盟生物柴油出口标准，在保障环境安全、食品安全及助力实现“双碳”目标等方面意义重大。





除了废弃油脂可以“变废为宝”外，其他厨余垃圾也有用处——厨余垃圾经初步检查确定入厂纯度合格后，会被倾倒入福山生物质综合处理厂的储坑内，经过脱水、破碎、筛渣等工序，藏在厨余中的杂质将被筛出，厨余垃圾本身则会被送进发酵系统进行联合厌氧消化，发酵产生的沼气在提纯后可用于发电。除了福山生物质综合处理厂自用部分，其余电力将输送进电网，供千家万户使用。

### “六位一体” 高效监管垃圾处理终端

“资源热力电厂如何实现有效监管？”“排放的烟气数据如何实时监控？”2021年11月23日上午，三位广州市人大代表曾德雄、陈晶和徐宏换上了监管员的工装，体验监管员的工作。

在实时传输数据的智慧环卫监管平台，人大代表们抛出

## 垃圾分类

---

了一系列的问题。市城管部门有关负责人介绍，智慧环卫监管平台是全流程、全区域、全链条监管的重要依托，通过平台可以实时查看进厂垃圾量、厂区视频、设备运行工况、环保指标等各类数据。通过现场随机调取进入资源热力电厂的一辆垃圾车数据，可以获悉装车情况、垃圾来源、垃圾最终去处。“如果超出标准，系统会自动弹出警报”。

当前，广州市城管部门对生活垃圾处理设施采取“六位一体”监管模式。该模式是从实践中摸索总结出来的高效管理经验，包含了驻厂监管、村民监管、远程监控、环境监测、考核评分和信息公开六个方面，充分整合社会力量，实现了政府监管、群众监督、第三方监测全方位管理。

其中，派员驻场监管保证了监管办法、运营合同的真正落地，通过巡场、例会等监管制度，使得环保排放、安全生产得到切实保障；远程监控依托网络监管平台，以在线监控、实时数据为基础，统筹计量、环保和工况监管，极大提高了中心监管效能；考核评分通过行政力量对运营企业的合同执行情况进行考评，对可能出现的环保和安全隐患执行严格扣分，扣分情况直接与生产运营费用挂钩，倒逼垃圾处理设施运营规范化和标准化；村民监管、环境监测、信息公开是城管部门整合社会力量，构建全方位监管体系的关键环节，每季度邀请第三方对各设施开展环境监测，通过引入社会资源提高监管效力，实行对地下水、环境空气、固体废弃物等指标的排放检测。

与此同时，市城管部门还邀请村民参与监管，并在广东省环保厅“环境信息公开平台”、厂区门口公开屏上实时公布环保数据，通过村民例会、信访接待、上门走访等形式，切实听取群众意见建议，广泛接受社会各界监督。

(来源：广州城管 APP)

## 生活垃圾全程分类体系的碳指标建设

本文对上海垃圾分类的特点前端投放采用“破袋投放”进行思考，分析上海的垃圾分类模式在分类质量、减碳效果和新污染物控制等方面的作用，得出垃圾分类是生活垃圾处理系统低碳转型重要契机的结论。

2019年1月31日，《上海市生活垃圾管理条例》由上海市人大通过，自2019年7月1日起施行，是全国首个强制要求开展垃圾分类的地方性法规，被认为是“史上最严”生活垃圾管理条例，由此，上海市也成为了全国第一个强制实行垃圾分类的城市。到2020年，上海市生活垃圾全程分类体系已基本建成。2020年9月1日，随着《中华人民共

和《中华人民共和国固体废物污染防治法（2020 修订）》的正式施行，全国各地其它省市也相继开始实施垃圾分类。

### **湿垃圾“破袋投放”减碳效果显著**

与其它城市相比，上海市垃圾分类最显著的特点是前端投放采用的是“破袋投放”，而不是“袋装化投放”。也就是说，在投放湿垃圾的时候，需要居民打开垃圾袋，只将湿垃圾投放进湿垃圾收集桶，包装用的塑料袋则须投放到干垃圾收集桶。而“袋装化投放”则需在末端的湿垃圾资源化工厂通过破碎分选等机械预处理方式后破袋，释放出袋内的湿垃圾，再进入后续的生物处理单元。“破袋投放”需要在投放环节居民更多的配合和相应的更精细化的管理措施。因此，湿垃圾的“破袋投放”在实施初期有不少争议。但是，三年来上海市民们的实践效果表明，上海的垃圾分类模式在分类质量、减碳效果和新污染物控制等方面均表现突出。

**（1）垃圾源分类质量高，湿垃圾中的杂物含量大幅降低，为后续湿垃圾资源化利用提供了良好的物料条件**

2018 年以前，运至湿垃圾资源化利用末端处理厂的湿垃圾进厂物料中，杂物含量高达 20%-35%，其中含有大量的塑料袋，导致处理厂的预处理工序复杂，需要大量的不同类型的预处理设备，分离出来的杂物量多，需要焚烧或填埋处置，其中的废弃塑料袋经分拣后还需要压缩打包。由于预处理设备的分离效率有限，仍会有不少杂物进入后续生物转化单元，影响生物转化单元设备和生产线的稳定运行。例如：重

杂质物质的沉积、轻杂质物质的漂浮、纤维状物质缠绕传动设备等。而且预处理线越长，预处理过程中的生物有机质损失量越多，减少了进入后续生物转化单元能转化为沼气的有机物量，显著降低了沼气产率，以及相应的经济、环境和减碳效益。

“破袋投放”有利于监督员或摄像头人工智能监督湿垃圾分类质量，实现从源头减少湿垃圾中的杂物含量。目前，运至老港的湿垃圾中的杂物含量仅为 3%-8%，这意味着单位质量湿垃圾含有更多的生物有机质，还可以降低预处理环节的工艺要求、提高生物转化单元效能，从而产生更多的沼气，获得更高的经济、环境和减碳效益。

### **(2) 垃圾分类促进生活垃圾处理系统显著减碳**

为了探明垃圾分类政策对垃圾处理过程碳排放的影响，我们采用生命周期评估和蒙特卡洛分析方法，分析计算了上海市生活垃圾源分类前后的垃圾处理系统碳排放状况。结果显示，在垃圾分类前，每吨垃圾碳排放量为 21.0-319 千克二氧化碳当量，其中的原生垃圾卫生填埋过程是主要贡献；而垃圾经分类后，每吨垃圾的碳排放量降为-139-203 千克二氧化碳当量，焚烧发电和卫生填埋过程的贡献相当。因此，从总体上看，垃圾分类有助于减少垃圾处理系统的碳排放。从技术上看，焚烧发电技术的碳排放水平远低于卫生填埋过程，且目前的焚烧发电碳排放水平较 10 年前也降低了 90% 以上；另外，厌氧消化（充分利用各类二次产物）和可回收



## 垃圾分类

---

物回收（需要从碳排放核算角度建立方法和台账制度）具有很大的减排潜力，具有将整个垃圾处理系统的总碳排放量降低为负值的潜力，即实现垃圾处理过程的碳中和甚至是碳消除。

### **(3) 垃圾分类有利于控制微塑料等新污染物**

2022年5月，国务院办公厅印发了《新污染物治理行动方案》，微塑料首次被国家列为新污染物。工作人员研究比较了湿垃圾“破袋投放”和“袋装化投放”区域的多处厨余垃圾厌氧消化厂的处理产物（具体包括：稳定后消化液、脱水沼渣和沼液）的微塑料污染状况。结果发现，湿垃圾“袋装化投放”地区家庭厨余垃圾厌氧消化液中的碎、微塑料丰度达  $3298 \pm 548$  个/kg；而湿垃圾“破袋投放”地区家庭厨余垃圾厌氧消化液中的碎、微塑料丰度仅为  $415 \pm 44$  个/kg，两者相差一个数量级。另外，湿垃圾“袋装化投放”地区家庭厨余垃圾厌氧发酵沼渣中微塑料的丰度也显著高于湿垃圾“破袋投放”地区。而且，湿垃圾“破袋投放”地区的生物处理产物中聚乙烯和聚丙烯微塑料的丰度显著低于湿垃圾“袋装化投放”地区，众所周知，这两种塑料主要应用于包装材料。此外，湿垃圾“破袋投放”地区生物处理产物中纤维状微塑料的比例也明显更低。

研究同样发现，施行垃圾分类地区生活垃圾焚烧发电厂的炉渣中，微塑料丰度明显低于未施行垃圾分类地区，推测

这可能是由于干垃圾热值高于未分类的混合收集垃圾，燃烧更充分，导致焚烧炉渣中较少的微塑料残留。

### 结论与建议

以上分析说明，垃圾分类是生活垃圾处理系统低碳转型的重要契机。从动态发展的视角看，上海市生活垃圾处理系统经历了从混合收集生活垃圾填埋为主到混合收集生活垃圾焚烧为主，再到垃圾分类后干湿垃圾分类处理和资源化利用（湿垃圾厌氧生物处理，干垃圾焚烧发电），以及垃圾处理和可回收物回收两网融合的演变；期间，每一种处理处置技术也同时在发生着技术升级迭代。例如，填埋气体的收集利用、焚烧发电效率提高、沼气利用方式升级等。每一次模式转变与技术升级迭代都明显影响了上海市垃圾处理系统的碳排放水平。

从系统全局看，生活垃圾从投放、收集、中转、运输、资源利用、处理、处置、多网协同等所有环节都会影响垃圾处理系统的碳排放水平。为了完成上海市生活垃圾处理系统的低碳转型，确定最优的物流模式和各个处理环节的最小碳排放，同时，还要考虑协同推进降碳和减污，降低宏量污染物和新污染物的环境影响，推动绿色低碳发展。

通过建设上海市生活垃圾全程分类体系的碳指标，科学确定上海市生活垃圾领域的碳达峰和碳中和时间点，合理规

## 垃圾分类

---

划未来减碳路径，对于上海这样一座具有重要国际影响和定位的大都市高水平地实现“双碳”目标至关重要。

（来源：环卫之声 APP）

### “黑科技”助力苏州垃圾分类

12月6日，《人民日报》刊发《语音提示+行为识别“黑科技”让垃圾分类更便民》一文，文章中介绍了位于苏州金鸡湖街道的逸庭小区在垃圾投放点安装了AI智能云上督导系统后，居民垃圾分类热情有了明显提升，营造了积极的小区垃圾分类氛围。

记者来到了位于苏州金鸡湖街道的逸庭小区。“快来玩呀！把垃圾放到彩色口袋里。”刚到小区，记者就听见了这萌趣十足的童声。循着声音，记者见到了今天的主角——AI督导垃圾分类投放点。现场，几位居民正在语音提示下进行垃圾分类投放。

居民冯阿姨经常热心参与社区内的垃圾分类工作。谈到垃圾投放点新装上的智能系统，她激动地告诉记者：“一下就注意到了，垃圾房的语音提示感觉很可爱，也让我们更清楚如何准确分类。”



而垃圾投放点实现智能变化的关键就在于新近安装的AI智能云上督导系统。在垃圾投放时间段和非垃圾投放时间段，AI智能云上督导系统会发出不一样的语音提示，强化居民对投放时间段的记忆。

如在投放时间段，系统会发出：“快来玩呀！把垃圾放到彩色口袋里。”而在非投放时间段，则会提示：“现在是非投放时间，不要把垃圾投在这里。”



## 垃圾分类

---

与此同时，当居民垃圾分类行为不准确，将垃圾投入错误的垃圾箱时，系统会迅速识别分析并进行语音提示，督促居民准确分类。系统还会统计当日投放总数和当日违规投放次数，并在投放点的智能宣传屏上显示。

该社区工作人员陆李燕见证了督导系统安装以后的变化，她说：“垃圾分类投放点有了可爱的语音提示，居民分类的热情也有了一定提升。设施建设的升级，也助推了小区的垃圾分类氛围营造。”记者了解到，逸庭小区垃圾投放点是苏州首个加装 AI 智能云上督导系统的垃圾分类投放点。小区内有 174 户居民，以中老年人居多。

### **点位改善、投放时间段延长**

值得一提的是，除了帮助解决垃圾分类源头投放问题外，AI 智能云上督导系统还能促进居民养成良好分类习惯，减轻督导人员压力。

据悉，在定时定点投放的基础上，AI 智能云上督导系统可以通过大量的图片分类识别训练，进行多种类型的垃圾分类场景分析，如身份识别、混合投放、误时投放等行为识别、垃圾桶满溢识别等。针对屡次出现投放问题的居民，社区会对他们进行精准宣传教育。“投放点加装上了这样的科技，我们也希望居民们能更加自觉，养成更加良好的垃圾分类习惯。”社区工作人员金鑫说。

不仅如此，当系统长期识别居民的垃圾投放行为，工作人员可以依据系统进行的数据分析，根据小区实际情况，对



垃圾分类投放点位置、垃圾投放时间段进行相应的改善。有关负责人表示：“我们希望运用‘机器人’技术手段，提升督导员工作效率。实现垃圾分类从精细化管理到智慧化管理的跨越，全面扩大垃圾分类投放行为监管的覆盖范围。”

(来源：环卫科技网)

## 江门将垃圾分类纳入教学内容

目前江门市城区 99 所公立中小学、幼儿园已全部将垃圾分类纳入教学内容，努力实现“教育一个孩子，影响一个家庭，带动一个社区”的目标，促进一代人良好文明习惯和公共意识的养成。

### 好看又好用 建设垃圾分类 宣传教育的“藏宝地”

走进天鹅湾小学，一排智能垃圾回收柜引人注目。课间，有不少学生将废旧纸板、空的塑料瓶投入智能垃圾回收柜。凑近看，银灰色的柜体上标明着不同类型的垃圾投放口，学生只需几步简单的操作，将对应的垃圾投放进去后就能换取积分。天鹅湾小学校长胡洁兰说，这些积分可以在校园里兑换到签字笔、透明胶带、笔记本等。

“为鼓励学生养成垃圾分类的好习惯，学校购置智能垃

## 垃圾分类

---

圾回收柜，实现智慧教育赋能。”胡洁兰说，学校还通过“天鹅云”智慧校园平台开展“垃圾分类——争当环保小天鹅”打卡活动，学生每日打卡也能换取积分。

像天鹅湾小学的这种“藏宝地”，在江门还有很多。比如，紫茶中学就有一个“高颜值”的科技创意与垃圾分类体验馆。在体验馆的环形展播厅内，讲解员介绍：“我们通过视频可以看到，垃圾分类能够有效提高垃圾处理效率，有些垃圾还可以变废为宝……”紫茶中学政教处主任陈卫华说：

“学校的科技创意与垃圾分类体验馆还有智能垃圾处理流程图、智能分类垃圾桶、垃圾分类体感游戏设施等，融合了科普和垃圾分类教育双重功能。”

智能化、“高颜值”、趣味化的设备，不仅好看也好用。智能垃圾回收柜将积分激励与学生的生活习惯联系在一起；校园科技创意与垃圾分类体验馆则让同学们对于垃圾分类做到“知其然，更知其所以然”。再结合校园内垃圾分类宣传栏、分类垃圾桶等设施，共同构成了校园垃圾分类宣传教育的闭环，不仅时髦也“接地气”。目前，江门正不断完善垃圾分类设施的建设，打造越来越多的校园垃圾分类“藏宝地”。

### **入脑又入心 打造孕育垃圾分类新时尚的“培养皿”**

推广垃圾分类，关键在于习惯养成。近年来，江门积极推动垃圾分类进校园、进教材、进课堂，激发学生垃圾分类的环保意识，促进学生从小养成垃圾分类的习惯。

作为省级校园生活垃圾分类教育基地，紫茶小学开设垃圾分类专题课堂，定期向萌娃们宣讲垃圾分类小知识。在校园里，生活垃圾分类的海报、移动宣传栏也随处可见，宣传氛围浓厚。

新会区东区学校的垃圾分类宣传廊，同学们在垃圾分类趣味小游戏中积极回答老师提出的问题，“塑料瓶是可回收垃圾，用过的纸巾是其他垃圾……”“我们学校通过垃圾分类宣传廊上面的图画故事，再结合垃圾分类趣味游戏帮助同学们建立起垃圾分类的意识。”新会区东区学校政教处副主任陈彩云说。

天鹅湾小学内，校长上垃圾分类综合实践课、各班开展以垃圾分类为主题的班会课、教师参与创编垃圾分类科普剧，多管齐下加深学生对垃圾分类的意识。此前，该校编导排练的生活垃圾分类宣传科普剧《猪小戒和四个大桶》，荣获2020年第五届广东省科普剧一等奖。同时该校还据此编写出版了《小天鹅与智能垃圾桶》绘本，供全市中小学、幼儿园使用。景贤小学则围绕垃圾分类开展系列活动。此前，学校就为学生布置了暑假特色作业——垃圾分类线上打卡，让学生分享参与垃圾分类的心得与收获。

对中小學生来说，形成垃圾分类的意识，养成文明环保的习惯需要下一番功夫。只有让垃圾分类的宣传教育变得生动有趣，让学生参与到垃圾分类实践中，学生才能在潜移默化中形成文明环保的好习惯，垃圾分类意识才能做到入脑入

心。

### **多元又统一 创新多种形式 共建垃圾分类“大课堂”**

推进垃圾分类宣传教育，促进学生养成环保理念，学校、家庭、社会的力量不可或缺。因此，探索形成多元、高效、科学的垃圾分类宣传教育和实践机制，打造一间多方力量参与的垃圾分类“大课堂”尤其重要。

紫茶中学副校长陈经伟介绍，紫茶中学十分重视学生垃圾分类意识的养成。学校结合学生需求和课程教学要求，开展多样的垃圾分类活动，如举办垃圾分类知识竞赛，鼓励学生成为校园科技创意与垃圾分类体验馆讲解员，邀请专家开办垃圾分类知识讲座等。

在学中做，在做中学。“我们倡导的是垃圾分类的体验式教育，让学生自觉养成垃圾分类的意识。”陈经伟说，在校园科技创意与垃圾分类体验馆，陈列着许多手工艺品、装饰画，这些都是学生们利用废旧垃圾做成的作品。通过学习教育与动手参与的双向互补，学生们能够将学到的垃圾分类知识固化，逐渐养成环保的习惯。天鹅湾小学则在实践活动中不断激发创新动能，充分发挥家校联动作用，以“小手拉大手”的形式做好垃圾分类的推广。

“学校既是学生的学校，也是家长的学校。”胡洁兰说，天鹅湾小学在开展垃圾分类推广工作时充分考虑如何落实“一个孩子带动一个家庭”的目标，鼓励学生与家人制定垃圾分类公约，让学生成为推动垃圾分类行动计划落实的倡导

者和践行者。同时，学校还组织开展评选“环保小天鹅”和“垃圾分类文明家庭”，并邀获奖家长进校领奖，激励学生培养垃圾分类和减量的环保意识。

垃圾分类实践活动不断延伸至校外。11月19日，江门市垃圾分类办还联合市文明办开展垃圾分类亲子定向赛活动。活动面向社会招募25支亲子队伍参与垃圾分类定向赛，设置垃圾分类主题闯关游戏和相关宣传展板，营造浓厚的宣传氛围。“挑战垃圾分类21天养成计划”线上打卡活动也在当天启动，市民完成打卡后还可以进行抽奖，获得奖品，激发垃圾分类参与热情。同时，江门市垃圾分类科普·体验馆开馆两周年主题活动精彩纷呈，志愿讲师在科普馆内讲解、在科普馆外小广场开展变废为宝手工作品制作和垃圾分类主题宣传活动等，吸引了不少市民参与。通过不断深化学校、家庭、社会实践活动共识，一间间垃圾分类“大课堂”正在五邑大地铺开。未来，江门将持续深入推进垃圾分类新时尚走进校园，助力孩子们垃圾分类的意识生根发芽。

（来源：环卫之声 APP）



# 上海市湿垃圾就近就地处置模式分析及思考

本文对上海市 2020 年湿垃圾就近处置工艺的总体运行状况，分析了不同的湿垃圾处理工艺及湿垃圾出水水质情况，评估了部分处理工艺的臭气排放水平、资源化产品品质现状，以期为其他类似项目落地提供借鉴支持。

## 一、引言

湿垃圾就近就地处置是指生活垃圾分类责任主体，在其责任区范围内单独对湿垃圾垃圾收集后自行开展就地处理的行为，其应用场景主要包括住宅小区、企事业单位食堂、农贸市场、街道、村镇等。相对集中规模化处理方式，该类型技术具有操作简单、占地小、节约收运成本、能减少收运过程中的污染排放等优点，对于推进源头生活垃圾减量化、资源化具有较好示范意义。上海市近年来出台的一系列关于湿垃圾政策都积极支持就近就地处置技术的发展，如《关于建立完善本市生活垃圾全程分类体系的实施方案》、《上海湿垃圾处理规划（2016~2020）》都明确了上海市湿垃圾处置要形成大型集中处理和小型就地、就近处理相结合的格局，《上海市农贸市场、标准化菜市场湿垃圾就地处理设施配套标准》的通知(沪绿容(2019)267号)中规定，湿垃圾日产量达到 10 桶/日及以上的(以 240 L 标准型垃圾桶计)农贸市场、标

准化菜市场应当配置湿垃圾就地处理设施。《上海市生活垃圾管理条例》也提出农村地区应当就地就近对湿垃圾进行资源化利用。

目前市场上湿垃圾就近就地处置的主流工艺包括资源型生物处理机技术、减量型生物处理机技术（粉碎发酵）和物理减量技术（粉碎压榨脱水、高温烘干）3种，此外也有非常少量的厌氧发酵产沼、水热氧化制腐殖酸肥料等技术的应用。虽然就近就地处置模式有一定的优势，但是在实际推广应用发展中并不是十分顺利，除了投资运营成本较高、缺乏资金补偿和环评土地政策扶持等方面的缺失外，污水、臭气控制水平、资源化产品品质都还存在较大的改善空间。因此，各种就近就地处置工艺运行状况及后续污染物排放情况亟待厘清。

## 二、湿垃圾就地处理工艺出水水质研究分析

本文采用现场实地调研与采样分析相结合的模式。其中现场调研覆盖上海市7个行政区共40座设计能力为0.7-200t/d的分散性湿垃圾处理设施，采样分析主要针对处理设施排水水质。主要内容为：实地调研处理设施的运行情况，包含湿垃圾处理设备工艺、设备设计处理量、是否配有污水处理设施等要素；对部分正常运行的设备进行水质监测，为后续分析提供依据。

## 垃圾处理

处理水质评估标准参照《上海污水综合排放标准 DB31/199-2018》要求，对照第一类污染物及第二类污染物三级排放限值要求。

### （一）湿垃圾就近就地处置工艺、污水处理工艺分析

本文探讨对象集中在设计能力为 200t/d 以下的“一镇一站”等分散型处理设施共 40 处，设计能力共计 770.7t/d，其中处理类型为厨余类的设计能力为 598t/d，餐厨类的设计能力为 142.7t/d，果蔬类的设计能力为 20t/d。其中正在运营的 37 处（设计能力共 663.7t/d），33 处收集到排放污水并采样检测（设计能力共 600t/d）。涉及的工艺按照湿垃圾处理工艺的不同，具体可分为资源型生化处理机技术、减量型生化处理机技术（粉碎发酵）和物理减量技术（粉碎压榨脱水、高温烘干）等三种处理工艺大类。



图 1 生化处理机

为使生产污水达标排放要求，在运营的 37 座设施中有 31 座配有相应的污水处理设备，配备的水处理设备主要分为好氧、直接纳管、微生物处理等多种方式。接下来对主要三种湿垃圾处理工艺、设计规模、多种水处理技术搭配的效果等进行探讨与分析。



图 2 好氧水处理设备

根据前文所述，本次抽样涵盖的湿垃圾处理设置根据其设计处理量，可以分为小型(0~5t/d)，中型(5~20t/d)，大型(20~50t/d)，特大型(50t/d 以上)。调研发现，在配有尾端水处理的设置中，好氧工艺运用最多，约占整体数量的 46%；其次是无处理工艺（约 25%），而微生物厌氧处理仅占 10% 左右。

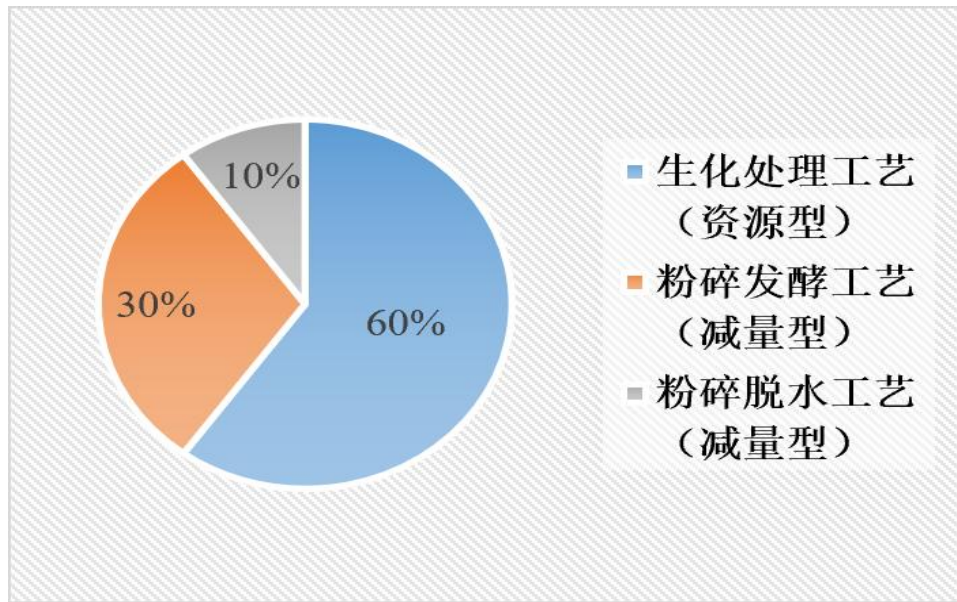


图3 前端各湿垃圾处理工艺分布

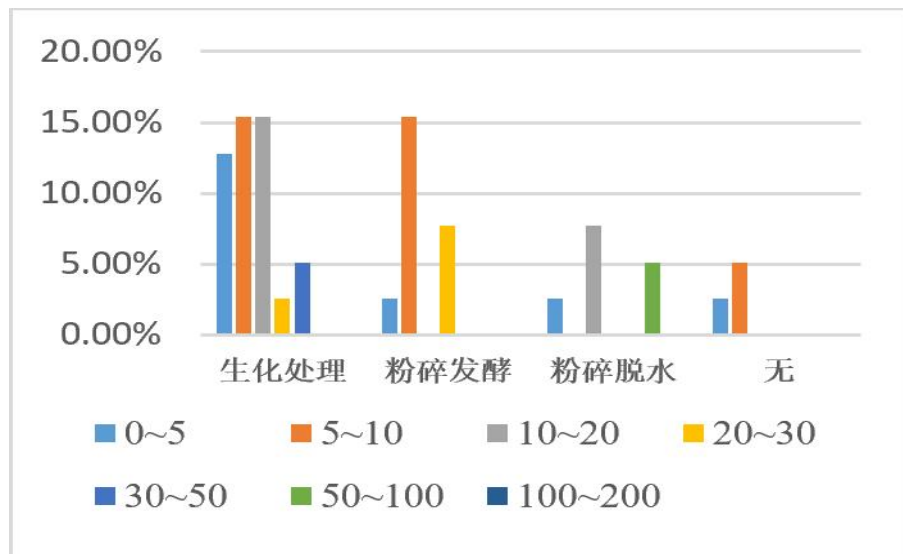


图4 各湿垃圾处理工艺吨位分布

1、生化处理：一般使用微生物在处理生化处理机器内通过好氧发酵湿垃圾制成有机肥料，发酵物一般在发酵舱内留存时间为3到8天。目前上海市“一镇一站”等相对集中的处理设施一般采用该技术。生化处理大类根据是否产生副



产物及二次污染物细分为资源型生化处理以及减量型生化处理。该工艺主要集中在 0 至 20t/d 的区间内，应用面广泛数量达到本次抽查数的 60%，见图 5。

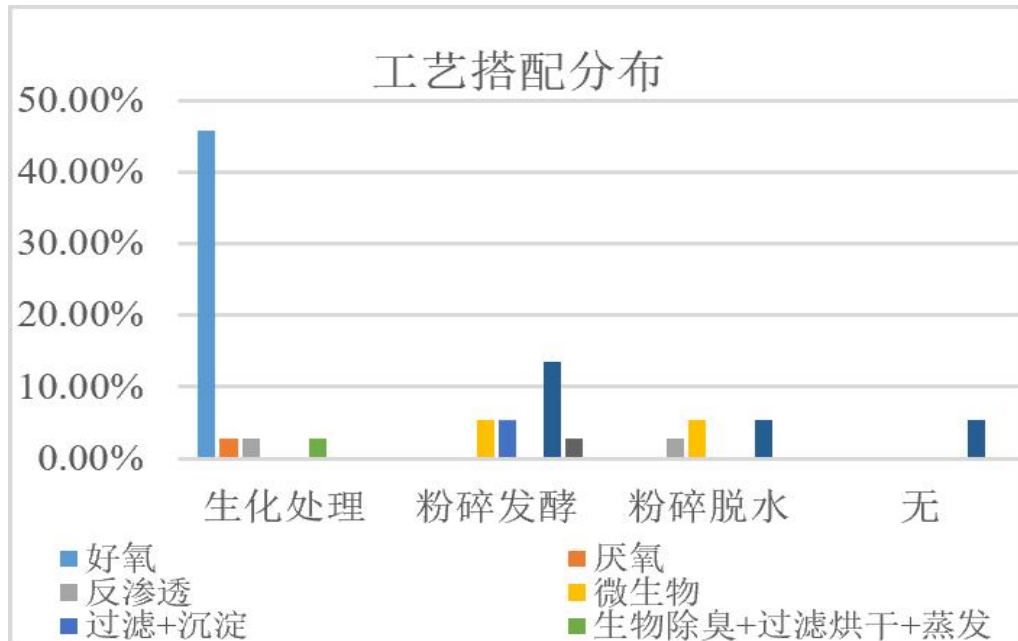


图 5 工艺搭配分布

同时，本次调研结果显示生化处理机大部分与好氧水处理技术搭配，如图 5 所示，该工艺处理效果好，但是运行费用高，设备维护复杂，同时需要跟进因好氧曝气衍生的气味问题。

**2、粉碎脱水：**属于物理型减量技术，仅使用物理手段处理湿垃圾，如粉碎，压榨脱水使其减量。由于仅采用相对简单的处理方式，往往容易导致生产污水处理量大且难达标等问题，此次调研发现粉碎脱水处理规模主要运用是 10t/d 以上且数量较少，只占到本次抽查总数的 10%。本文抽选了 5 处采用了粉碎脱水技术的设施，设计规模分别是 100t/d 两座，

20t/d 两座，18t/d 一座。使用该工艺的设施部分有配套水处理设备，部分经简易处理后直接纳管排放，另有一处配套反渗透装备（图 5），总体来说废水处理率不高。

**3、粉碎发酵：**属于物理与生化处理相结合的湿垃圾处理工艺。该工艺存在着占地面积需求大，运行成本较高的问题。粉碎发酵主要集中运用在 5 至 20t/d 的区间，占总抽查数的 30%(图 4)，大部分使用该技术设施的生产污水直接纳管排放，小部分采用了厌氧处理或混凝、沉淀过滤的污水处理方式（图 5）。

### （二）湿垃圾设施出水水质情况分析

本文根据不同的前后端搭配选取了占调查总数最多的几种工艺(生化处理+好氧、粉碎脱水+直接纳管、粉碎脱水+好氧、粉碎发酵+微生物、粉碎发酵+简易沉淀等)进行比较。经过调查发现所有工艺的出水水质中第一类污染物均符合要求，第二类污染物根据工艺不同上下浮动。

第一类污染物为重金属污染物，其浓度含量不随设备前端的挤压脱水等工艺发生变化，其浓度会随着污水液体的流向发生转移。得益于上海市完善的垃圾分类体系，各处理设施进料的主要成分为菜市场湿垃圾及居民区餐厨垃圾，进料纯净度相对较好，成分单一，湿垃圾前端出水自身所含重金属污染物浓度低，后端对其处理压力不大。

生化处理+好氧污水处理技术在本次调研中应用数量占比最大，占比为 37.8%。从处理效果上来看，处置规模小



于 20t/d，好氧技术对污水中二类污染物的去除效果能达到排放要求。处置规模大于 20t/d 的设施出现了化学需氧量、生化需氧量、氨氮、总氮和总磷等超标的问题，这可能与曝气时间，污泥活性，实际处理量等因素有关，需要持续跟进。

粉碎脱水相较于生化处理技术，脱水快，用时短，减量率高（可达 80%以上）。但是该工艺污水产生量较大。在未采用后续水处理设备的设施中，超标现象普遍存在，需要持续关注。安装了水处理设备设施的，除部分生物指标如粪大肠菌群出现超标外，均满足评价标准。

粉碎发酵技术本次共抽取相关设施 10 座。调研发现由于前端使用了物理型脱水技术，使其面临与前文提到的粉碎脱水技术相同的污水产生量较大的问题，且由于有机物浓度大、组分复杂，故本次调研选取的设施中现有的简易沉淀池无法对污染物有较好的去除率。

### 三、湿垃圾就近就地处置设施臭气排放测试

由于湿垃圾就近就地处理设施一般靠近居民区，而居民对臭气排放非常敏感，因此对设备的除臭要求非常高。但实际应用中，受到投资、场地等因素限制，许多就近设施无法像集中处理设施配备类似“化学洗涤+植物液洗涤+生物除臭+活性炭”等完善的除臭组合系统，运行过程中臭气控制效果稳定性差。本文对上海某区域较典型的资源型生化处理站点(20t/d)在调试运行期内的臭气排放进行了取样分析。

## 垃圾处理

由于测试地点项目还处于调试期间，目前只配备了植物喷淋除臭工艺，通过测试结果初步分析发现堆肥过程原始臭气浓度和特征物均较高，只配备单一的除臭工艺，较难稳定达标。从结果来看，排气筒臭气浓度（无量纲）(5459)排放均高于国标(2000)和上海地标(800)，特征污染物中氨气、乙醇浓度最高，平均达到  $15\text{mg}/\text{m}^3$  和  $7.7\text{mg}/\text{m}^3$ ，其他检出的污染物还包括丙酮、甲硫醇、2-丁酮、甲硫醚、二甲二硫、乙酸乙酯和丙烯等，但检出的特征污染物中仅甲硫醇超标。总体来说，堆肥过程中，臭气浓度、特征污染物浓度都较高，因此后续除臭措施中要加强和优化各种工艺，必要时也要进行多种组合工艺才能确保臭气控制保持在较好水平。

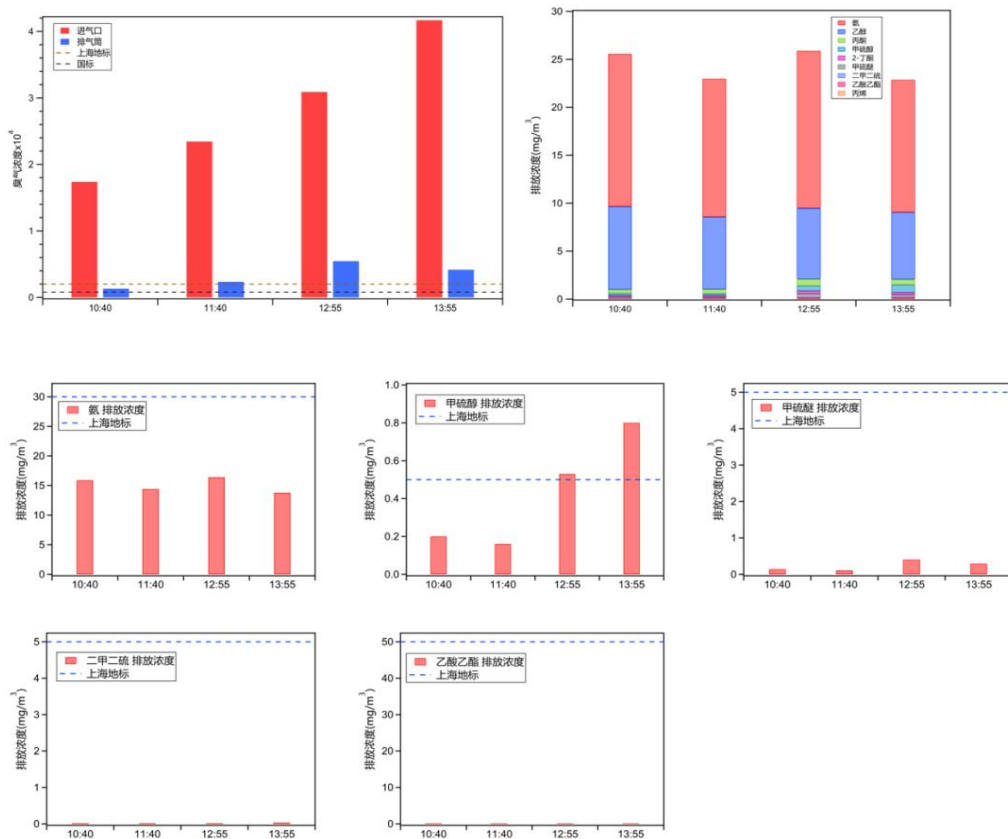


图 6 某设施臭气浓度和特征污染物排放浓度

#### 四、湿垃圾就近就地处置设施资源化产品品质测试

在生化处理机器内通过好氧发酵将湿垃圾制成初级有机肥料是目前就近处理设施采用较多的技术，一般发酵产生的肥料在 15-30%左右。按照《有机肥料标准》，许多就近就地处理设施产生的初级肥料产品，都能满足其对有机质、含水率、总养分、重金属含量以及粪大肠菌群和蛔虫死亡率等指标的限值要求。但由于停留时间不够久，从目前测试部分产品来看，腐熟度都不能完全达标，后续利用都还需要进一步二次深度腐熟。

本研究选取了 2 个比较典型的采用高温好氧发酵工艺案例，分别用于处理菜场垃圾和家庭厨余垃圾，产生的肥料腐熟度基本特征如表 1 所示。可以看出，2 种初级肥料的发芽指数均较低，表明腐熟度并未达到可直接利用的要求，需要进行深度腐熟。

表 1 就地高温快速好氧发酵设施产生的肥料产品特征

样品	含水率 %	有机质 %	碳氮比	种子发芽指数 %
厨余垃圾高温快速好氧堆肥产品	17.8	65.21	14.8	17.34
菜场垃圾高温快速好氧堆肥产品	35%	83.11	17.36	51.49

#### 五、结论与建议

(一) 本次调研发现污水好氧处理技术在中小型湿垃圾处理设备 (5 至 20t/d) 的污水处理过程中基本能满足相关的排污要求，但是好氧处理工艺具有运行成本大，污泥产出量

## 垃圾处理

---

大等问题，此外好氧水处理技术的达标与是否稳定供氧，选择适当污泥指数等直接相关。建议编制完善的操作手册及湿垃圾处理台账，对驻场人员进行规范培训能延长设备使用寿命，增加处理设备的污染物去除率。推荐 A/O+超滤+纳滤的处理工艺，出水纳管。如达到回用循环水，增加反渗透装置，预计会产生 40%左右的需要外排的浓缩液。

（二）若出水有机物、氮磷等指标基本达标，而粪大肠杆菌严重超标，则建议在出水端新增消毒处理装置，保证粪大肠杆菌达标。同时建议加强现场仪器维护，增加设备反冲频率，控制处理量及废水在设备内的处理停留时间，以保证出水稳定。

（三）对于烘干工艺，虽然没有渗滤液排放，但是一般处理仪器内会带有气体除臭的活性炭，对其进行反冲产生的废水是否满足要求也需要持续关注，同时烘干产生的大量水汽高空排放时是否会产生臭味扰民的问题也需要同步关注。

（四）湿垃圾在好氧堆肥处理过程会产生大量臭气，需加强关注臭气处理问题，建议配套完善的组合处理工艺。

（五）经过生化机处理的湿垃圾形成的初级肥料产品很难直接达到腐熟程度，致使可能存在的病原微生物无法彻底杀灭，应加强二次堆肥深度腐殖化质量提升的研究。同时由于国内湿垃圾肥料化产品在农/林应用尚处于起步阶段，垃圾堆肥质量管控的技术规范或标准还不够完善，也缺少系统的质量评价体系，这使得湿垃圾衍生品在农田、林地上的推

广应用大打折扣，同时也未能明确对土壤环境健康的风险，导致大部分湿垃圾堆肥产品未广泛得到终端使用者的认可。因此，今后的研究工作应侧重于因地制宜，深化湿垃圾肥料化过程中营养元素迁移转化的研究，明确产品中有毒有害物质的分布特征及不良影响，探究其去除技术，制定湿垃圾堆肥产品相关综合利用技术标准规范。

(来源：上海环境卫生工程设计院 APP)

### 生活垃圾焚烧烟气处理工艺对比分析

近几年，我国生活垃圾焚烧行业得以迅速发展的同时，许多地区烟气排放标准也进一步提高。为了满足比国标更为严格的烟气排放标准，新建生活垃圾焚烧发电项目往往采用常规烟气处理工艺（SNCR+半干法脱酸+干法脱酸+活性炭吸附+布袋除尘）与湿法工艺、SCR 工艺进行组合。然而，这使得整个烟气处理工艺流程增长，整套烟气净化设备占地面积增大，设备投资与运行费用均大幅度增加。

目前生活垃圾焚烧处理行业在不断探索新型烟气处理工艺。本文总结了近年来生活垃圾焚烧发电行业涌现出的烟

气净化新工艺，包括“双布袋”工艺、加湿—可调节干法工艺和陶瓷管同步脱硝/脱硫除尘工艺等，探讨了各工艺的优缺点和其在生活垃圾焚烧行业的适用性，为生活垃圾焚烧行业烟气处理提供一些新思路。

近年来，生活垃圾焚烧处理行业快速发展，我国垃圾焚烧处理规模日益增加，与此同时，其烟气排放问题也受到广泛关注。我国生活垃圾焚烧处理行业的烟气排放标准，目前多采用国标——《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485），有些项目还需同时满足欧盟 2010 75/E 标准，因而生活垃圾焚烧行业常规烟气处理工艺为“SNCR+半干法+活性炭吸附+干法+布袋除尘器”。

但近年来，有部分地区，例如上海、河南等地，对生活垃圾焚烧处理行业提出了比现行国标和欧盟 2010 75/E 标准更为严格的烟气排放标准。此外，有些省市的重点区域，由于大气污染物排放总量的限制，其生活垃圾焚烧处理行业采用的烟气排放标准也比国标或者欧盟 2010 75/E 标准更为严格。

因此，近年来，部分项目在常规烟气处理工艺后叠加湿法脱酸工艺或者 SCR 工艺或者“湿法+SCR”的组合工艺，使得整个烟气净化系统的工艺流程变长、烟气净化设备占地面积增加且投资提高，烟气净化的运行费用和厂用电率也均增加。不少专家学者不断研发烟气净化的新工艺、新技术，本文总结了烟气处理新技术、新工艺和以后可能的发展方

向。

### 加湿—可调节干法脱硫工艺分析

目前，我国生活垃圾焚烧发电行业的常规烟气处理工艺流程中，脱酸工艺通常以半干法工艺为主，干法脱酸工艺多作为半干法脱酸工艺的补充，在半干法工艺需要检修或者半干法工艺单独处理却无法达标的情况下，阶段性使用。而目前欧洲等地的部分生活垃圾焚烧处理厂的脱酸工艺却以干法脱酸工艺为主，例如“加湿—可调节”干法等新型干法脱硫工艺。

“加湿—可调节”干法工艺和常规干法脱酸工艺的不同之处，主要有两点：

(1) 相较于半干法脱酸和湿法脱酸工艺，常规干法脱酸效率低，消石灰消耗量大。而此新型干法工艺设置了循环灰系统，即布袋除尘器产生的部分飞灰被双螺杆混合器输送回干法反应器，使得未能与酸性气体反应的氢氧化钙粉末再次被输送回干法反应器，构成氢氧化钙的大比例循环系统（循环灰系统），以保证干法反应器内，氢氧化钙粉末处于过量状态，提高氢氧化钙的利用率，提高干法系统的脱酸效率。此外，在双螺杆混合器顶部配有加湿喷嘴，喷嘴中加入适量的水，可以使循环灰的表面形成水膜，水膜的形成可以有效促进酸性气体与灰中残余碱性物质的反应，提高脱酸效率。此工艺中，循环加入水的量可根据循环灰的量相应自动调节。



(2) 此新型干式脱酸反应器底部设有“滚筒式”转子，转子内设置有耐温耐磨小球。当循环灰与新鲜喷入的熟石灰一起进入干法反应塔时，先进入此转子中，在随着滚筒均匀转动的过程中，其与小球不停碰撞，可以极大程度地避免滚筒底部灰分的结块堆积。

因而，此工艺脱硫的反应效率高，氢氧化钙的用量少，无需工艺用水，运行成本低，同时，本工艺也不产生废水，烟气湿度基本不增加，不容易出现烟囱冒“白烟”的问题。如果后续工艺中含有 SCR，烟气温度高且湿度低也更利于后续中/低温 SCR 系统中运行，利于减少 SCR 系统的能耗。

在生活垃圾焚烧行业，采用“加湿—可调节”干法作为脱硫工艺的的烟气净化流程为：烟气从省煤器出口直接经过急冷塔，将烟气温度降低至 160℃ 以下，再进入干法反应塔。同时，活性炭和消石灰粉末也在适宜的位置被喷入干法反应塔内，与进入干法反应塔的烟气反应。干法反应塔出口处的烟气进入布袋除尘器，经引风机引入烟囱排放进入大气。可根据烟气排放标准，在布袋除尘器和引风机之间增设 SCR 系统，进一步提高整个烟气净化系统的脱硝效率。

### **“双布袋”工艺分析**

目前，我国生活垃圾焚烧发电行业的常规烟气处理工艺流程中，仅设置一级布袋除尘器。而近年来，采用二级布袋的“双布袋”工艺已经涌现，具体的工艺流程为：“干法脱酸+一级布袋除尘+SCR 脱硝+省煤器+干法脱酸+活性炭喷射+

二级布袋除尘”。和常规工艺相比，此工艺可以直接处理高温烟气，并且采用干法脱硫技术，而非常规工艺所使用的半干法脱硫技术，因而此工艺脱硫不需要工艺水的参与，脱硫过程中的烟气温度无需被大幅度降低。利于后续中温 SCR 工艺的实现。

故而本工艺中，无需在 SCR 工艺前端设置 SGH 蒸汽加热器，仅靠烟气本身温度即可保障中温 SCR 技术的应用。而常规工艺中，由于 SCR 工艺设置在半干法工艺后，甚至湿法工艺后，因而必须设置 SGH 蒸汽加热器来加热 SCR 反应器进口的烟气温度，以满足低温/中温 SCR 催化剂的使用要求。

此外，本工艺采用干法脱硫技术，所以在烟气处理过程中烟气的水含量不增加，烟气经过烟囱排入大气时，不易产生“白烟”问题，整个处理工艺流程中也不会产生额外需要处理的废水。但“双布袋”系统比常规处理工艺的占地面积大，烟气系统的风阻也比较大，会增加引风机的运行费用。

“双布袋”工艺流程中，如果协同上述的“加湿—可调节干法脱硫”工艺，则可实现生活垃圾焚烧行业烟气的超净排放。

在欧洲，“双布袋”工艺已在实际工程中得以应用，例如荷兰生活垃圾焚烧厂。在我国，危险废弃物焚烧行业中已经有中式规模的“双布袋”工艺在运行，其研究表明，在危险废弃物焚烧行业，经过“双布袋”系统后，尾气中的二噁英的浓度能控制在  $0.07 \text{ ng-TEQ/Nm}^3$  左右，比仅采用一级布袋除尘器时，对二噁英的去除率提高了 14% 左右。这主

要是因为大部分二噁英被吸附在活性炭、飞灰等颗粒物中，因而会被布袋除尘器捕获去除。可见，“双布袋”系统对广泛关注的二噁英的去处率比常规工艺更高。

### 陶瓷管同步脱硝/脱硫除尘工艺分析

陶瓷管除尘器与布袋除尘器等传统除尘工艺相比，耐高温、耐腐蚀性好，不容易坏损，使用寿命长，因而陶瓷管除尘工艺已经日益成熟。随之，一些以陶瓷管除尘为基础的协同脱硝/脱硫工艺逐渐涌现。

在陶瓷管同步脱硝/除尘方面，高温复合陶瓷滤筒与脱硝一体化的工艺已经问世。此工艺的核心是表层附带有催化剂的陶瓷管。陶瓷管可以通过过滤原理实现除尘的效果。与此同时，小苏打被喷入烟气中，当烟气通过陶瓷管时，滤筒可作为脱硝剂和氮氧化物反应的场所，在附着在陶瓷管表面的催化剂的作用下，小苏打和氮氧化物迅速反应，生成氮气，从而实现脱硝和除尘功能的一体化。

附着在陶瓷管表面的催化剂的成分和作用与 SCR 反应器的催化剂类似，主要以钒钛系催化剂和锰铁系催化剂为主，不同体系催化剂的适用温度不同。在生活垃圾焚烧领域，考虑到余热锅炉出口温度和全厂换热发电效率，以及各类催化剂的脱硝效率，多选用中温催化剂作为陶瓷管表面附着催化剂，其最优使用温度为 160-225℃，最高使用温度为 250℃。

由于中温催化剂效率较高，因此可以将高温复合陶瓷滤筒可与干法脱酸工艺组合使用，以满足生活垃圾焚烧处理行

业的烟气净化需求。具体工艺流程为：省煤器出口烟气经过干法反应塔脱硫后，再和脱硝剂、活性炭一起进入附有催化剂的高温复合滤筒中。技术与干法的联合使用，使得烟气避免产生“白烟”问题，并且无需对烟气进行降温，因此与生活垃圾焚烧行业常规的半干法脱硫相比，既无需冷却水，又可以有效提高热能利用率，具有节水节能的优势。

然而，为了实现酸性污染物的达标排放，干法需要使用经过研磨后的碳酸氢钠粉末作为中和试剂，其价格高于半干法所用的石灰浆。与此同时，当采用钒基催化剂时，不仅可以实效氮氧化物化物的去除，还可以促进二噁英和氧气的反应，使得二噁英被分解为  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HCl}$  等无毒物质排出。其对二噁英的分解作用，与 SCR 工艺去除部分二噁英的原理相似。

传统布袋除尘器多采用  $\phi 160*6000\text{mm}$  的滤袋；而目前成熟的工程化陶瓷滤管的尺寸多为  $\phi 150*3000\text{mm}$ ，甚至更短，但其设备的整体高度和传统布袋除尘器的高度近似。陶瓷滤管和布袋除尘器的过滤风速基本一致，因而，在相同的过滤风量时，陶瓷滤管除尘器的占地面积约为传统布袋除尘器的 2 倍。即使考虑到 SCR 脱硝设备的占地，除尘和脱硝复合陶瓷滤筒一体化装备的占地面积仍比“布袋除尘器+SCR”大。

目前，此处理技术在我国焦化等行业有正在建设的实际工程项目，但在生活垃圾焚烧发电行业，采用此工艺的实际工程案例鲜有报道，因而，其在生活垃圾焚烧领域的应用效

果和稳定性尚有待探究与工程实践的检验。

陶瓷管除尘器同步脱硫/除尘方面，刘海弟等人将一定量的  $\text{NaHCO}_3$  粉体和空气一起喷射，使其穿过陶瓷管管壁， $\text{NaHCO}_3$  以粉饼层的形式积累在陶瓷管表面。之后，其再使得带有  $\text{SO}_2$  的气流通过附着有  $\text{NaHCO}_3$  粉饼层的陶瓷管，发现可以以陶瓷管作为反应器，在  $140 \sim 200^\circ\text{C}$  的温度下实现高效脱硫，且厚度为  $50 \mu\text{m}$  的  $\text{NaHCO}_3$  饼层即可实现烟气中  $\text{SO}_2$  的超净排放。

此工艺采用干法脱硫工艺，有效集成了脱硫和除尘工艺，且反应温度的范围较广且较高，设备整体的占地面积小。然而，此工艺目前尚处于实验室研究阶段，尚未见其应用于实际工程的相关报道。

### 低温等离子协同治理技术分析

等离子体技术于上世纪 70 年代即被应用于脱硫脱硝领域，近年来，随着火电、钢铁、生活垃圾焚烧等行业烟气排放标准的提高，等离子体脱硝工艺，开始被关注与研究。低温等离子体脱硝技术的原理是：当外加电压达到气体的着火电压时，空气中的氧气等气体分子被击穿，产生包括电子、各种离子、原子和自由基在内的混合物，这些产生的自由基，包括  $\text{O}$ 、 $\text{HO}_2$ 、 $\text{HO}$ 、 $\text{O}_3$  等，将  $\text{NO}$  氧化成  $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}_5$ ，再与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{HNO}_3$ 。

目前在生活垃圾焚烧处理行业，已经有中式规模的烟气处理项目采用低温等离子体脱硝技术。低温等离子体技术除

了可以实现脱硝的功能外，还可以同时将烟气中的二噁英氧化分解为有机羧酸，甚至彻底氧化分解成 HCl、CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 等；并把烟气中的单质 Hg<sup>0</sup> 氧化成离子态的 Hg<sup>2+</sup>，其可与烟气中的 HCl 反应，生成稳定的氯化汞或氯化亚汞，从而实现除汞的效果。

与传统的烟气净化技术相比，低温等离子体脱硝技术具有设备简单、占地面积小、可以布置在烟道上的特点；其运行过程中无需使用脱硝剂，可以避免脱硝剂过量喷射而造成的“氨逃逸”现象，从而避免硫酸铵造成的“蓝烟”现象；其不产生二次污染且能同时去除多种污染物。并且，当单级低温等离子体的脱硝效率无法达标时，可考虑多级串联使用，提高脱硝效率。

与此同时，由于此技术会产生大量的臭氧、自由基等氧化能力极强的物质，因而在使用时，需要充分考虑其安全性，设备需配置臭氧破坏装置等以消除过量产生的臭氧等强化性物质。其次，其最终脱硝产物为硝酸，本身具备腐蚀性，因而应用此技术处理后的烟气对于后续烟气处理设备以及烟囱均具有较强的腐蚀性。此外，生活垃圾焚烧行业烟气成分随垃圾成分、燃烧情况等多因素的影响，处于时刻变化的非稳态，而目前自由基产生技术的可调控性有一定局限性，一定程度上限制了其在生活垃圾焚烧行业烟气处理中的应用。

在生活垃圾焚烧处理行业，目前已经有中试规模的采用

低温等离子工艺作为提标改造技术的工程案例。由于其具有占地空间小等优势，故而在常规工艺面临氮氧化物提标改造，且烟气净化工艺改造空间受限时，可以作为备选技术之一。

### 总结

近年来，随着生活垃圾焚烧行业烟气排放标准的提高，越来越多的烟气处理新工艺、新技术正逐渐在被开发、被研究。本文介绍了几种与现有生活垃圾焚烧处理行业常规烟气净化工艺不同，并可能应用于本行业的新工艺，包括已经在欧洲具有实际工程案例的“双布袋工艺”，也有尚处于实验室、现场中试等阶段的其它工艺。

未来，生活垃圾焚烧行业还会进一步发展，并且会面临垃圾分类、农村垃圾处理、工业废弃物与生活垃圾协同处置等方面的挑战，烟气净化工艺也会随之一同面临这些新的挑战。本文上述的这些烟气净化新工艺、新技术为生活垃圾焚烧行业烟气净化方面的新挑战提供了一些解决思路。

（来源：CE 碳科技 APP）

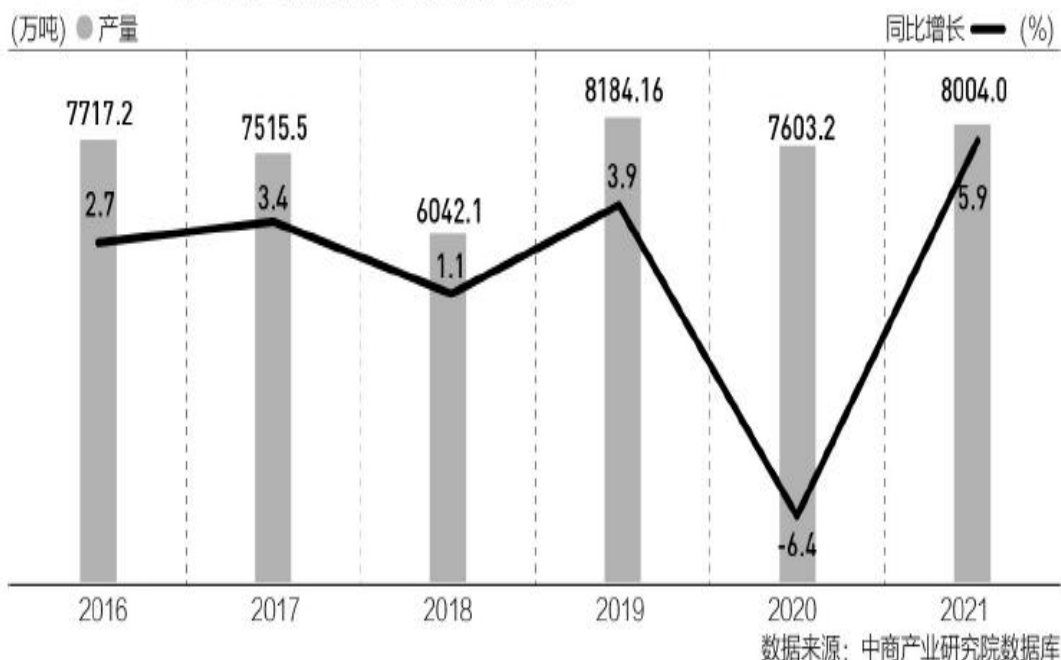
## 塑料污染治理须算绿色低碳循环账

我国是全球塑料生产国和消费大国。以 2019 年为例，



我国塑料产量和消费量分别占全球总量的 30%和 31%。而且全球对塑料包装的需求仍呈高速增长的态势，根据 2022 年 6 月经合组织发布的《全球塑料展望：到 2060 年的政策情景》，2060 年全球塑料产量预计比 2019 年将增加近 2 倍，交通、建筑和包装领域的增量最大，约占塑料应用的 60%。基于此，中国未来塑料生产和消费的总量可能会维持在高位。

2016~2021年全国塑料制品产量及增长情况



2008 年以来，塑料污染防治一直是我国生态环境保护的一项重点工作。在深入打好污染防治攻坚战的新生态文明新时期，塑料污染防治工作如何在成本可接受的前提下与循环经济、低碳发展相结合，成为社会公众和产业界共同关心的热点环境问题。塑料污染的系统治理必须坚持科学的策略，在新形势下不能只算某个方面的小账，而须算绿色、低碳、

循环发展三方面的综合账。

### **一次性不可降解塑料制品的禁限政策已取得初步成效， 但全面实施面临困难**

塑料包装的寿命较短，约 80% 的包装在一次性使用之后会被作为垃圾废弃。为应对一次性塑料污染，国家发改委和生态环境部于 2020 年印发《关于进一步加强塑料污染治理的意见》。按照该意见，为从源头上减少塑料垃圾的产生，在部分领域和地区禁止生产、销售、使用部分塑料制品，并推广应用可替代产品或者可降解塑料包装。同时对塑料制品实施全生命周期管理，规范塑料废弃物的回收和处置流程，培育利于规范回收和循环利用的新业态和新模式，促进塑料的资源化或者能源化回收利用。

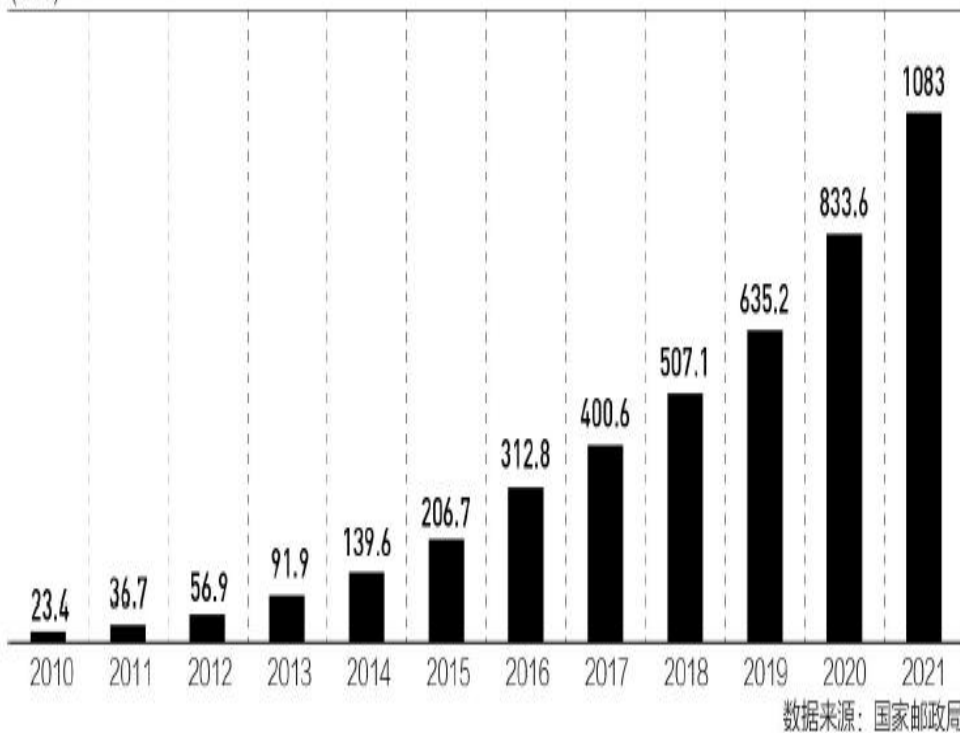
2021 年 9 月，国家发改委、生态环境部印发《“十四五”塑料污染治理行动方案》，加强塑料制品在生产、流通、消费、回收、末端处置的全链条治理，推动“十四五”白色污染治理取得更大成效。一些省市也出台了相应的应对塑料污染治理文件。关于禁止、限制的一次性塑料制品类型，一些政策文件和地方立法将超薄的塑料袋、农膜、一次性发泡餐具、含塑料微珠的日化产品纳入名录，如北京市禁止、限制餐饮行业使用不可降解的一次性塑料吸管、塑料袋、塑料餐具、塑料咖啡搅拌棒等，并提出“一控、一减、两促进”，即严控塑料废弃物向环境泄露，减少不可降解一次性塑料制品使用，促进替代技术和替代产品供给，促进塑料废弃物分

类回收和循环利用。

上述一次性塑料制品禁限政策的实施，取得了很大的成绩，如在全国垃圾分类和垃圾集中收运处置政策的保障下，全国城乡白色污染影响感官的普遍现象目前已难得一见。但是一次性塑料制品的禁限政策在实施中存在一些问题和挑战。

2010~2021年全国快递业务量变动情况

(亿件)



一是外卖和物流业的高速发展，一次性塑料包装的使用量居高不下。如 2019 年外卖订单约为 135 亿份，餐盒和塑料袋约耗费 54 万吨聚丙烯(PP)和 6.75 万吨聚乙烯 (PE)；

快递业务为 635.2 亿件，塑料袋用量为 45 万吨。而到了 2021 年，我国外卖订单超 200 亿单，快递业务为 1083 亿件，塑料袋用量增幅明显。如针对外卖、超市、快递行业大规模推广使用可降解材料，会增加消费者的购买成本，有的成本增加幅度较大。

二是生活中应用塑料包装的场景非常多，禁限政策目前仅限于部分区域、领域和制品，而来自电商、饮食、日化、医药等领域的塑料制品数量巨大，只禁止部分塑料制品并不能很好地从源头解决白色污染的问题；禁限政策在执行中不均衡，出现管得住正规生产企业却管不住小塑料加工作坊、管得住大超市却管不住流动市场等现象。

三是塑料替代产品及其相关质量体系尚不成熟。如可降解包装塑料制品存在市场价格高于塑料制品数倍、结实度不够、使用中容易破裂等现实问题，纸袋和布袋容易渗漏，生产纸吸管也有不小的碳排放，使用感差，具有安全隐患。

四是生活垃圾分类时，所有的可降解塑料制品未必能与传统的塑料制品分开并且分类处置；可降解塑料是有降解条件的，未必所有的可降解塑料制品都可以在自然环境或者厨余垃圾中得到完全降解；每个用户手中可能有一些厂家生产的各类可降解塑料制品，但不同企业生产的各类可降解塑料制品的降解条件、降解时间未必是一致的，他们在终端未必能得到一体化科学有效处置。

五是与传统的塑料包装相比，无纺布、纸、竹木等可降

解包装替代材料的生产，从全生命周期来看，也需要消耗能源，有的甚至消耗更多的能源，未必符合低碳的要求。根据英国环境署发布的信息，每个高密度聚乙烯包装袋单次使用的碳消耗为 2 公斤，纸袋若达到相同的碳效率，须使用 7 次后才能丢弃，无纺布使用次数为 26 次。利用竹木等自然资源生产可降解包装材料，需消耗自然资源，降低林木碳汇；废弃后通过生物方式降解既不能循环利用资源，也不能焚烧发电利用能源，难以符合循环和低碳的要求，若大量推广应用，效果可能适得其反。

**塑料污染的治理要先立后破，算绿色低碳循环综合账和经济成本账，重视塑料制品的回收与循环再生或者能源化**

堵不如疏、疏不如引。绿色发展、低碳发展和循环发展三者之间是相互促进、相互加强的协同关系。单纯实施一次性不可降解塑料的禁限政策，不能彻底解决塑料污染问题，必须立足“无废城市”、循环经济、低碳社会等绿色发展理念，立足产品的全生命周期，统筹考虑减碳、降污、节材的协同效应，算绿色、低碳、循环三方面的综合账和经济成本账。要因材施教，禁限、循环、替代、清洁处理措施并举，通过多技术路径交叉应用，克服废弃塑料制品循环利用的质量不高及循环不绿色、循环不经济、循环不低碳、绿色不低碳现象。

基于此，一些学者提出，治理塑料污染目前需建立绿色低碳循环的治理框架。在这个治理框架中，应优先重视成

本可接受的塑料制品回收与循环再生或者能源化，而不是一步到位地大量生产成本低且缺陷较多的替代性可降解塑料制品。对于一些特殊行业和领域对塑料有特殊环境保护要求的，大力支持科技创新和示范推广，生产和利用优质价廉的可降解塑料制品。如无特殊要求，建议修改政策，考虑允许继续生产和使用不可降解的塑料制品。在可降解塑料中，为提高可降解比例，宜优先发展生物降解塑料制品。为了维护国家粮食安全，不宜鼓励利用玉米等粮食产品生产生物降解塑料制品。

生态环境保护、循环经济和碳达峰碳中和国家战略的实施要先立后破。在新型可降解塑料材料的研发推广和经济性得到市场和环保界充分认可之前，宜在加强回收和再生利用能源化利用的前提下继续发挥传统塑料制品对生产经营和社会生活的保障作用。尽管风电、光电等新能源不断发展壮大，但是传统化石能源在今后一段时间仍会发挥重要的能源安全保障作用。与此相适应，石油化工和煤化工的副产物——不可降解塑料制品还会得到一定的生产和利用。

《中国塑料的环境足迹评估》报告显示，塑料工业目前消耗了全球约 8% 的石油，如对废弃塑料制品开展回收并循环利用，每吨废塑料约可替代 0.67 吨洁净的树脂原料，避免 1 吨石油资源消耗和 1 吨垃圾焚烧，减少 5 吨二氧化碳排放量。可见，健全不可降解塑料的回收、再生利用或者能源化利用，目前和今后一段时间仍然非常必要。基于此，全球大多数国

家仍然在大力推进塑料回收利用，一些国际组织也在继续倡导塑料制品的循环经济模式，加大塑料的回收和循环利用力度。

目前，我国的不可降解塑料回收再生体系比较健全，规模化生产经营不断加强，形成了全球最大的塑料回收和再生市场。近些年，我国塑料回收再生体系的价值链也发生了变化，再生材料 PP、PET、PE 广泛用于纤维、建筑、汽车等领域，如再生 PET 应用于再生服装、包、行李箱、家电、建筑材料模板、绳网、网箱、玩具等，质量好，附加值较高，经济性较好。目前，我国已培育一批具有市场竞争力的高品质不可降解塑料再生企业，再生塑料的商业闭环正在形成，这为不可降解塑料制品的回收与循环再生或者资源化奠定了坚实的产业基础。

### **促进塑料制品的回收与循环再生或者资源化需解决三个问题**

促进塑料制品的回收与循环再生或者资源化，在近期和今后一段时间，需要采取有效的措施，解决如下四个现实问题。

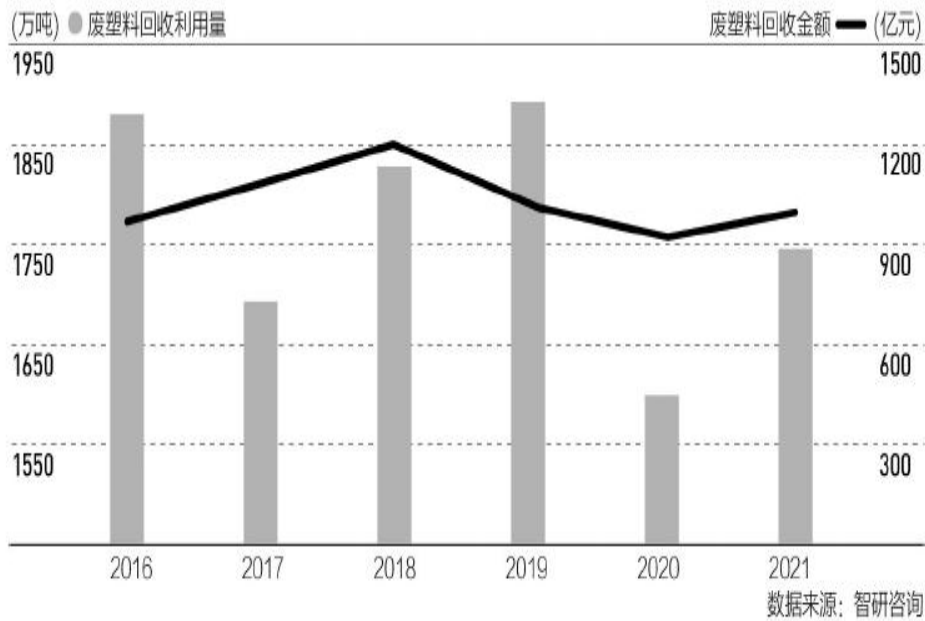
一是在回收环节，虽然塑料制品可以再生，但是收集、运输、清洗环保成本太高，难以获得利润；一些塑料制品因为价值低，回收端难以或者不愿意回收。在政策支持方面，可以借鉴一些发达国家的经验，将回收市政废弃物所需的成本向塑料生产者延伸，所收取的费用用于资助前端回收环



## 垃圾处理

节，提升专门回收塑料制品的积极性。在源头环节，可以参考全球消费品论坛（CGF）与其联盟成员 2022 年发布的黄金设计原则，消除不必要的塑料包装，除去塑料包装中的不利因素，从而减少全社会塑料的使用与废弃总量。

2016~2021年中国废塑料回收利用率及回收金额



二是塑料制品的循环利用与城市生活垃圾收运体系未实现有效衔接。国内生活垃圾分类系统普遍比较简单，未设立独立的塑料垃圾收集桶，塑料垃圾的专门收集往往需要投入专门的人力。需要垃圾分类体系在社区适当的地点集中增设塑料、纸张、金属、玻璃等类别的垃圾桶。可以鼓励社区居民投放塑料袋装生活垃圾，在餐厨垃圾处理基地、其他垃圾处理基地通过机械化方式集中统一回收塑料袋，既方便居民投放垃圾，也破解垃圾投放环节回收塑料袋的难题。

三是在回收环节，目前缺乏专门的可降解塑料制品回收体系，一旦可降解塑料中掺杂不可降解塑料制品，不利于可降解塑料制品的降解；一旦不可降解塑料制品回收体系中掺杂可降解塑料，不利于不可降解塑料的再生利用。建议在塑料回收体系中设立可降解塑料与不可降解塑料的识别体系。

四是塑料制品回收和循环利用行业经济效益不高，集约化、规范化水平有待提升，部分技术和项目还存在循环但不经济、不低碳的问题，导致技术推广的综合成本效益优势不明显。建议国家在鼓励公平竞争的同时，更新再生产品和再生材料的标准和目录，针对再生产品、再生材料完善税收优惠和政府优先采购制度，引导生产企业提高再生原材料比例。

（来源：固废观察 APP）

## 全国首座日处理垃圾 2000 吨全地埋垃圾压缩 转运中心投用

“吃进”垃圾，经过一系列操作，处理后的污水排入地下污水管网，垃圾变成“压缩饼干”状，由转运车辆封闭运送至填埋场或发电厂，整个过程全部在地下操作完成——这

## 垃圾处理

就是位于成都市武侯区华兴街道南桥社区的全国首座 2000 吨全地埋垃圾压缩转运中心——武侯城乡环境综合治理中心，近期该中心项目正式投入使用。



全国首座 2000 吨全地埋垃圾压缩转运中心(地上建筑)

据悉，该项目为全国首个全地埋式大型垃圾压缩中转站。该项目占地约 3.27 万平方米，总建筑面积约 7.6 万平方米，主要包括一座日处理垃圾量 2000 吨的垃圾压缩中转站及其配套附属用房。

### 打造全国领先的城乡环境综合治理示范点

据了解，所谓全地下式垃圾压缩中转站，是垃圾收集车进站后在地下将垃圾倒在压箱内，经专业设备压缩滤液，同时进行污水、除臭处理，污水经反硝化、膜过滤后排入地下

污水管网，臭气经酸洗、碱洗等成套设备处理达标后排放至大气，垃圾压缩成块后由配套转运车辆封闭运送至填埋场或发电厂。整个过程全部在地下操作，噪音和异味已被处理，站外干净整洁，是一种比较科学的垃圾中转方式。

“垃圾中转站是重要的环卫基础设施，其规划建设和管理与城市环境卫生质量的好坏密切相关。武侯区城乡环境综合治理中心项目不仅是对环卫设施的提档升级，该项目的设计采用国内先进的处理工艺，注重各个功能分区，采用全数字化网络监控和可视监控，将中心打造成世界一流、全国领先的城乡环境综合治理、协调、教育的示范点，为全区城乡环境提升起到重要作用。”有关负责人介绍。

据介绍，武侯城乡环境综合治理中心建成投用后，将成为内含垃圾压缩中转站、污水检测室、污水（渗滤液）处置中心、智慧指挥中心、固体污染物检测室、环境治理科普教育中心等功能城乡环境一站式综合体。

### **将公园形态与城市空间有机结合**

该项目占地约 3.27 万平方米，总建筑面积约 7.6 万平方米，主要建设内容包括一座日处理垃圾量 2000 吨的垃圾压缩中转站、日处理污水量 300 吨的污水处理中心、污水检测和固体污染物检测室、数字化城管、数字化环卫作业、数字化综合调度等大数据指挥调度中心以及综合配套用房的土建、安装、装饰工程；设施设备、附属配套、室外总平及景观绿化等工程。



该中心地面上有办公楼、草坪，地下还埋着一个“超级工厂”

走进武侯区城乡环境综合治理中心，只见地面上有办公楼、草坪，完全看不出地下竟“暗藏玄机”，埋着一个“超级工厂”。地面上的两栋建筑，一栋为垃圾压缩中转站，一栋为办公楼。其中，垃圾压缩站采用全地埋式的建筑形式，地下两层，局部有夹层，其基坑深 15 米，相当于 5 层的深度。“与传统垃圾压缩中转站不一样的地方是，项目压缩中心巧妙运用地下空间，采用全地埋的建筑形式，上部形成坡地城市公园，将公园形态与城市空间有机结合。项目建成后能极大地提升成都市垃圾中转处置能力；花园式、开放式的设计能极好地改善区域环境条件，改变人们对传统垃圾站的认知。”相关负责人介绍。

“与传统垃圾站给人脏、乱、臭的印象不同，这个全地

埋式垃圾压缩中转站，颠覆了传统的垃圾收集模式，让垃圾从‘地上’转为‘地下’，站点整洁美观、没有臭味，极大地减少了垃圾中转作业时对周围环境的二次污染。”项目相关负责人说，整个过程全部在地下操作，噪音和异味已被处理，站外干净整洁。而地面上的绿化景观，不仅能够搜集净化雨水，改善周边空气湿度，缓解城市热岛效应，还能与周边环境融为一体，变身市民后花园。据了解，该中心投用后，将成为内含垃圾压缩中转站、污水检测室、污水（渗滤液）处置中心等功能的城乡环境一站式综合体。

（来源：成都日报）

### 上海将建全球规模最大的湿垃圾深度资源化利用基地

12月11日上午，上海生物能源再利用中心项目三期开工仪式在老港生态环保基地内举行。该项目的设计处理规模为厨余垃圾2000吨/天，计划于2025年5月建成。

从上海城投集团获悉，目前，已经实现全量运营的上海生物能源再利用中心一、二期，总规模为处理湿垃圾2500吨/天，其中餐饮垃圾1300吨/天，厨余垃圾1200吨/天，截至11月底已累计处理湿垃圾151.92万吨。项目三期建成

## 垃圾处理

---

后，老港生态环保基地每日湿垃圾总处理规模将达到 4500 吨，成为全球规模最大的湿垃圾深度资源化利用基地。

上海生物能再利用项目三期是上海市生活垃圾全程分类体系“补短板、提能力”的重要项目，也是上海市“十四五”期间重点工程项目之一。该项目由城投环境下属上海老港固废综合开发有限公司投资建设，总投资约 16.57 亿元，主体工程占地面积 299.1 亩，设计处理规模为厨余垃圾 2000 吨/天，计划于 2025 年 5 月建成，主要服务于上海市中心城区及浦东新区。

三期项目采用成熟先进的“预处理+高低浓度协同厌氧”的主体工艺，能够将综合残渣率有效降低至 15% 以内。在投入运营后，资源化产品覆盖新能源、新型饲料、新型肥料三大领域。通过沼气提纯制备压缩天然气、有机残渣养殖黑水虻等手段，将年产毛油 3600 余吨、炭基有机肥 20000 余吨、压缩天然气 8 万余吨，年处理湿垃圾将达到 73 万吨，进一步补齐全市湿垃圾处理缺口，有效提升湿垃圾处理能级。

在一期、二期的基础上，项目三期还将构建协同机制，进一步探索资源化利用手段，通过重构一、二、三期物质流、能量流、信息流，实现物料综合调配、能源梯级利用、信息互联共享，协调一、二、三期有机残渣的深度处理和污水的提质增效，显著提高生物能源再利用中心全厂运行的可靠性，并实现降本增效、节能减碳，提升生活垃圾末端处置资源化、无害化、减量化水平，积极打造具有行业影响力的碳



中和示范项目。



上海生物能源再利用中心一二三期整体效果图

未来，上海城投将继续深化老港生态环保基地的规划建设，以解决全市生活垃圾末端处置实际需求为导向，加快推进生活垃圾末端处置设施建设。

(来源：澎湃新闻)



## 五部门：到 2025 年全国县级地区基本形成与经济社会发展相适应的生活垃圾分类和处理体系

11 月 28 日，国家发展改革委、住房和城乡建设部、生态环境部、财政部、中国人民银行五部门联合印发《关于加强县级地区生活垃圾焚烧处理设施建设的指导意见》。

意见提出，到 2025 年，全国县级地区基本形成与经济社会发展相适应的生活垃圾分类和处理体系，京津冀及周边、长三角、粤港澳大湾区、国家生态文明试验区具备条件的县级地区基本实现生活垃圾焚烧处理能力全覆盖。到 2030 年，全国县级地区生活垃圾分类和处理设施供给能力和水平进一步提高，小型生活垃圾焚烧处理设施技术、商业模式进一步成熟，除少数不具备条件的特殊区域外，全国县级地区生活垃圾焚烧处理能力基本满足处理需求。《关于加强县级地区生活垃圾焚烧处理设施建设的指导意见》原文如下：

### 一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的二十大精神，深入贯彻习近平生态文明思想，牢固树立以人民为中心的发展思想，健全城乡统筹的生活垃圾分类和处理体系，加快补齐县级地区生活垃圾焚烧处理设施短板，提升环境基础设施建设水平，推进

城乡人居环境整治，提升生态环境质量和环境治理能力。

（二）工作原则。坚持因地制宜、分类施策。深入推进生活垃圾分类，加快生活垃圾分类投放、分类收集、分类运输、分类处理系统建设。综合考虑地域特点、人口、经济发展水平等因素，针对其他垃圾类别，按照“宜烧则烧，宜埋则埋”原则，选择技术适用、经济可行、环保达标的处理方式，有序推进设施建设。

坚持系统谋划、聚焦短板。以市为单位系统谋划辖区内县级地区生活垃圾焚烧处理设施建设，县域面积较大地区结合实际布局乡镇小型生活垃圾焚烧处理设施，充分利用存量处理能力，合理确定新建设施规模，优化设施布局，既要聚焦补上能力短板，又要防范项目盲目建设、无序建设风险。

坚持技术引领、建管并重。加强小型焚烧等关键技术和装备研发攻关，稳妥有序推进适用于县级地区的焚烧技术装备示范应用工作。加强新上项目质量管理，强化存量项目污染物排放监管，不断提升设施运营管理水平。

坚持城乡统筹、共建共用。立足县级地区实际情况，鼓励按照村收集、镇转运、县处理或就近处理等模式，推动县级地区生活垃圾焚烧处理设施覆盖范围向建制镇和乡村延伸，以城带乡、共建共用提高县级地区生活垃圾治理水平。

（三）主要目标。到2025年，全国县级地区基本形成与经济社会发展相适应的生活垃圾分类和处理体系，京津冀及周边、长三角、粤港澳大湾区、国家生态文明试验区具备

条件的县级地区基本实现生活垃圾焚烧处理能力全覆盖。长江经济带、黄河流域、生活垃圾分类重点城市、“无废城市”建设地区以及其他地区具备条件的县级地区，应建尽建生活垃圾焚烧处理设施。不具备建设焚烧处理设施条件的县级地区，通过填埋等手段实现生活垃圾无害化处理。

到 2030 年，全国县级地区生活垃圾分类和处理设施供给能力和水平进一步提高，小型生活垃圾焚烧处理设施技术、商业模式进一步成熟，除少数不具备条件的特殊区域外，全国县级地区生活垃圾焚烧处理能力基本满足处理需求。

## 二、强化设施规划布局

（四）开展现状评估。各地要抓紧开展县级地区生活垃圾分类和焚烧处理设施现状评估工作，全面梳理辖区内生活垃圾产生、收集、清运、处理情况，排查存在的短板弱项和风险隐患，持续推进相关工作。

（五）加强项目论证。强化县级地区生活垃圾焚烧处理设施项目评估论证，综合考虑项目所在地区地域特点、经济发展和人口因素，结合生活垃圾产生量、清运量、处理需求及预期变化情况、现有处理设施运行情况，科学安排设施布局，合理确定设施规模，避免超处理需求盲目建设项目。

（六）强化规划约束。各地方人民政府要抓紧梳理本地区生活垃圾处理设施建设相关专项规划，结合县级地区生活垃圾焚烧处理设施建设需求，及时开展规划编制或修订工作。健全规划动态调整机制，切实做好各类规划衔接工作，

确保规划可实施、能落地。

### 三、加快健全收运和回收利用体系

（七）科学配置分类投放设施。各地要综合考虑辖区自然条件、气候特征、经济水平、生活习惯、垃圾成分及特点等因素，科学构建与末端处理能力相适应的县级地区生活垃圾分类方式，并相应配备生活垃圾投放设施，避免出现“先分后混”。鼓励农村地区推行符合农村特点和生活习惯、简便易行的分类方式，厨余垃圾就地就近资源化利用。

（八）因地制宜健全收运体系。县级地区要根据辖区地域特点、经济运输半径、垃圾收运需求等因素合理布局建设收集点、收集站、中转压缩站等设施，配备收运车辆及设备，健全收集运输网络。到2025年底，东部地区实现县级地区收运体系全覆盖，中部地区基本实现县级地区收运体系全覆盖，西部和东北地区有条件的县级地区实现收运体系全覆盖。

（九）健全资源回收利用体系。鼓励有条件的县级地区根据生活垃圾分类后可回收物数量、种类等情况，统筹规划建设可回收物集散场地和再生资源回收分拣中心，推动建设一批技术水平高、示范性强的资源化利用项目。推动供销合作社再生资源回收利用网络与农村环卫清运网络的“两网融合”，加强废旧农膜、农药肥料包装等塑料废弃物回收处理。

### 四、分类施策加快提升焚烧处理设施能力

（十）充分发挥存量焚烧处理设施能力。各地要根据现

有焚烧处理设施能力、负荷率等因素，在保障运行经济性的前提下，进一步健全与焚烧处理能力相匹配的收运系统，尽可能扩大设施覆盖范围，确保现有设施处理能力得到充分利用。现有焚烧处理设施年负荷率低于70%的县级地区，原则上不新建生活垃圾焚烧处理设施。

（十一）加快推进规模化生活垃圾焚烧处理设施建设。东部等人口密集县级地区，生活垃圾日清运量达到建设规模化垃圾焚烧处理设施条件的，要加快发展以焚烧为主的垃圾处理方式，适度超前建设与生活垃圾清运量增长相适应的焚烧处理设施。鼓励城乡生活垃圾一体化处理，建设城乡一体规模化焚烧处理设施。

（十二）有序推进生活垃圾焚烧处理设施共建共享。中西部和东北地区等人口密度较低、生活垃圾产生量较少、不具备单独建设规模化垃圾焚烧处理设施条件的县级地区，可通过与邻近县级地区以跨区域共建共享方式建设焚烧处理设施。各地方人民政府要加强统筹协调，健全工作机制，明确共建共享要求，协调推动相关项目落地。

（十三）合理规范建设高标准填埋处理设施。西藏、青海、新疆、内蒙古、甘肃等人口密度低、转运距离长、焚烧处理经济性不足的县级地区，且暂不具备与邻近地区共建焚烧设施条件的，可继续使用现有无害化填埋场，或严格论证选址、合理规划建设符合标准的生活垃圾填埋场。

## 五、积极开展小型焚烧试点

（十四）推动技术研发攻关。针对小型生活垃圾焚烧装备存在的烟气处理不达标、运行不稳定等技术瓶颈，形成亟需研发攻关的小型焚烧技术装备清单，组织国内骨干企业和科研院所通过“揭榜挂帅”等方式开展研发攻关，重点突破适用于不同区域、不同类型垃圾焚烧需求的100吨级、200吨级小型垃圾焚烧装备，降低建设运维成本。

（十五）选择适宜地区开展试点。以中西部和东北地区、边境地区为重点，选取人口密度较低、垃圾产生量较少的部分县级地区积极开展小型焚烧试点，重点围绕技术装备、热用途、运营管理模式、相关标准等探索形成可复制、可推广经验。对试点地区的小型焚烧设施，各地可在试点期间根据实际确定适用的技术参数和标准要求。

（十六）健全标准体系。研究小型生活垃圾焚烧设施污染排放特征，提出适用可行的废气、废水、灰渣等污染防治要求。建立健全小型生活垃圾焚烧处理项目建设标准、环保标准以及相关配套技术规范。

## **六、加强设施建设运行监管**

（十七）提升既有设施运行水平。积极推动存量生活垃圾焚烧设施提标改造，持续提升设施运行管理水平，确保污染物达标排放。逐步推动将生活垃圾收集站、转运站以及焚烧厂内垃圾运输、卸料、贮存等设施进行密闭式改造。加强存量填埋设施规范化运行，补齐渗滤液、填埋气等处置设施短板；规范有序开展到期填埋设施封场治理工作。

（十八）加强新上项目建设管理。各地要加强新上生活垃圾焚烧项目质量管理，项目建设应符合生活垃圾焚烧处理工程技术规范等相关标准，落实建设单位主体责任，完善各项管理制度、技术措施及工作程序。

（十九）强化设施运行监管。完善生活垃圾分类处理设施建设、运营和排放监管体系，提升全流程监管水平，强化污染物排放监管和日常监管，加强对焚烧飞灰处置、填埋设施渗滤液处理的达标监控。

## **七、探索提升设施可持续运营能力**

（二十）科学开展固废综合协同处置。推广园区化建设模式，在具备条件的县级地区建设静脉产业基地，鼓励开展辖区内生活垃圾与农林废弃物、污泥等固体废物协同处置，实现处理能力共用共享，提升项目经济性。对没有焚烧处理能力的县级地区，可在确保稳定处理的基础上按照相关政策要求利用水泥窑协同处置生活垃圾。

（二十一）推广市场化建设运营模式。推广特许经营等市场化建设运营模式，鼓励技术能力强、运营管理水平高、信誉度良好的市场主体积极参与县级地区生活垃圾焚烧处理，具备条件的县级地区因地制宜推进垃圾处理整体托管模式，避免生活垃圾焚烧项目建设过程中低价中标、以次充好等问题。充分发挥专业企业在项目建设、运营及技术等方面的优势，配合当地主管部门做好进场垃圾量统筹工作，有效提升所在地区的垃圾焚烧处理率。

（二十二）探索余热多元化利用。加强垃圾焚烧项目与已布局的工业园区供热、市政供暖、农业用热等衔接联动，丰富余热利用途径，降低设施运营成本。有条件的地区要优先利用生活垃圾和农林废弃物替代化石能源供热供暖。

## 八、保障措施

（二十三）加强组织领导。国家发展改革委、住房和城乡建设部、生态环境部等有关部门要加强统筹协调，共同推进县级地区生活垃圾处理设施建设工作。国家发展改革委要加强综合统筹和政策支持，住房和城乡建设部要指导各地区加强项目谋划和建设工作，生态环境部要指导各地区加强生活垃圾处理设施污染物排放监管。省级人民政府对县级地区生活垃圾处理设施建设负总责，市县人民政府负主体责任，要把县级地区垃圾处理设施建设作为解决群众身边生态环境问题的重要任务，列出责任清单，建立任务台账，层层抓好落实。

（二十四）完善政策支撑。积极安排中央预算内投资支持县级地区生活垃圾焚烧处理等环境基础设施建设，对生活垃圾小型焚烧试点予以支持，充分发挥引导带动作用。将符合条件的县级地区生活垃圾处理设施建设项目纳入地方政府专项债券支持范围。按照《国务院办公厅关于印发生态环境领域中央与地方财政事权和支出责任划分改革方案的通知》要求，地方各级财政加大对县级地区生活垃圾处理的资金支持力度。新建生活垃圾焚烧发电项目优先纳入绿电交



易。指导各地建立健全生活垃圾收费制度，依法开征生活垃圾处理费，鼓励结合垃圾分类探索推进差别化收费政策，创新收缴方式，有效提升收缴率。落实从事污染防治的第三方企业所得税按 15%缴纳的财税优惠政策。在不新增隐性债务的前提下，鼓励各类金融机构积极支持县级地区生活垃圾处理设施建设。支持符合条件的生活垃圾焚烧处理项目发行基础设施领域不动产投资信托基金。

（二十五）强化要素保障。各地要根据国民经济和社会发展规划、城市基础设施建设等规划，将县级地区生活垃圾处理设施项目作为重要环境基础设施项目纳入国家重大项目建设库，依法加快办理项目审批核准备案等手续，积极做好环境影响评价文件审批服务，提高项目立项和前期手续办理效率，推动项目顺利建设投用。

（二十六）加大宣传引导。借助广播电视、报纸杂志、新媒体等多种平台，加强宣传报道，增强公众环保意识，加快生活垃圾源头减量，推广绿色生活消费方式。鼓励有条件的地区在保证垃圾焚烧处理设施正常安全运行基础上向社会开放，接受公众参观，有效开展宣传教育，引导社会客观认识生活垃圾处理难题，凝聚共识，形成良好的社会舆论氛围。

链接：[https://k.sina.com.cn/article\\_6192937794\\_17120bb4202001yc7r.html](https://k.sina.com.cn/article_6192937794_17120bb4202001yc7r.html)

## 《广东省建筑垃圾管理条例》明年3月起施行

近日，《广东省建筑垃圾管理条例》（以下简称《条例》）由广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议审议通过，将于2023年3月1日起施行。《条例》共二十三条，对建筑垃圾管理部门职责以及源头减量、联单管理、处理方案备案、运输、综合利用、消纳、跨区域平衡处置等内容作了规定。

广东是改革开放以来城镇化进程较快的省份。近年来，随着各类建设项目不断推进，建筑垃圾持续增加，处理需求与处理能力不适应的矛盾日益凸显，成为制约固体废物污染环境防治的主要因素之一，也成了城乡建设和城市管理其中的一个难题。

目前，我省建筑垃圾管理存在处理能力不足、收运处置不规范、综合利用水平低、部门联合监管机制不完善等突出问题，亟需立法解决。同时我省在建筑垃圾消纳、资源化利用和数字化监管等方面进行了一些探索，广州、深圳、东莞被国家列为建筑垃圾治理试点城市，多个地级以上市出台了建筑垃圾管理法规规章或文件，建筑垃圾管理体系不断健全。

《条例》的制定是为了更好贯彻落实《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的需要，也是解决我省建筑垃圾管理实际问题的需要。主要包括建立全过程管理制度、强化监督管理体制和完善保障支持措施三个方面内容。

全过程管理方面，按照固废法的要求，《条例》要求对建筑垃圾产生、运输、处置等活动进行全过程管理，并建立全过程联单管理制度。同时，明确了源头减量措施，分别规定了政府、建设单位、施工单位、设计单位和监理单位的源头减量责任。此外，要求落实建筑垃圾处理方案备案制度，明确工程施工单位应当在开工前将处理方案报工程所在地县级人民政府建筑垃圾主管部门备案，并细化了备案的内容。《条例》还建立分类管理制度，明确提出分类收集、贮存、运输、利用建筑垃圾的要求。

在强化监督管理方面，《条例》明确由县级以上人民政府依法确定的建筑垃圾主管部门负责建筑垃圾的监督管理工作，并规定住房城乡建设、城市管理、自然资源等部门的管理职责。主管部门应当对消纳场、综合利用场所等处置场所定期开展安全风险排查，并对排查发现的安全隐患提出整治意见。

值得一提的是，针对在广州、深圳、东莞、惠州等大湾区城市易发生的建筑垃圾跨区域倾倒、抛洒等违规处理行为，《条例》规定我省建立跨区域、跨部门执法协作机制，

对跨区域擅自倾倒、抛撒或者堆放建筑垃圾等违法行为开展联合执法。

《条例》还明确各级人民政府应安排必要的资金用于建筑垃圾管理，且要求县级以上人民政府制定建筑垃圾污染环境防治工作规划，将建筑垃圾转运设施、综合利用场所、消纳场纳入国土空间规划，统筹安排布局和用地。

除对各项管理、保障作出规定外，《条例》鼓励各地推进回收利用体系建设，规定县级以上人民政府应当建立完善建筑垃圾回收和综合利用体系，大力发展综合利用项目。同时，针对综合利用产品推广难的问题，细化对综合利用产品的扶持措施，规定在一定条件下优先使用综合利用产品，还将综合利用产品的使用情况纳入本省依法设立的建设工程项目奖项评选内容。

《条例》也对各类建筑垃圾违法处理行为作出了行政处罚规定。对未建立管理台账或生产台账以及未分类运输建筑垃圾的违法行为，设定行政处罚，逾期不改正的，可处二万元以上二十万元以下的罚款；将工程渣土、工程泥浆与其他建筑垃圾混合运输的，由县级以上人民政府建筑垃圾主管部门责令改正，处三万元以上三十万元以下的罚款。

(来源：广州城管 APP)

---

报：陶镇广、鲍伦军、张颖、谭斌、何正清、徐书同、  
尹自永、谭礼和、邓检牛

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      2022年12月26日

---

编审：李湛江 朱云

编辑：罗志红 电话：81073291