

城市管理

科技信息简报

2025 年第 3 期

广州市城市管理技术研究中心

2025 年 3 月 26 日

本期要目

- ◆ 焚烧厂协同处置陈腐垃圾的效果研究
- ◆ 填埋仍占一席之地，需保障垃圾填埋场合理剩余容量
- ◆ 生物技术让餐厨垃圾“变废为宝”
- ◆ 厦门：“一张图”实现城市精细化管理
- ◆ 广州科技赋能环卫作业提质升级
- ◆ 北京建筑垃圾如何“变废为宝”

目 录

建筑垃圾管理

- 北京建筑垃圾如何“变废为宝” 1
- 广州市白云区建筑废弃物处置实现全过程智能化.....2
- 宿迁多措并举构建建筑垃圾全链条管理体系.....5

垃圾处理

- 焚烧厂协同处置陈腐垃圾的效果研究..... 7
- 填埋仍占一席之地，需保障垃圾填埋场合理剩余容量.15
- 生物技术让餐厨垃圾“变废为宝” 25

智慧城管

- 广州科技赋能环卫作业提质升级..... 27
- 厦门：“一张图”实现城市精细化管理..... 29
- 北京大型无人驾驶清扫车正式亮相..... 31

北京建筑垃圾如何“变废为宝”

近年来，随着城市化进程加速，建筑垃圾处理成为重要议题。北京市昌平区沙河建筑垃圾资源化处置中心通过“二级破碎+五级筛分+三级风选+磁选”工艺，将建筑垃圾转化为高品质再生骨料，用于生产再生砖、砂浆和混凝土等再生产品。该中心建筑垃圾资源化率达95%以上，装修垃圾资源化率达85%以上，再生骨料含杂率低于5%，远优于行业标准。目前已累计处理建筑、装修垃圾超300万吨。

再生流态回填材料是该中心的重要产品之一，广泛应用于市政工程。例如，北京新国展二期项目使用了近1万立方米的再生流态回填材料，解决了狭小空间回填难题。该材料由建筑垃圾还原土、再生细骨料和微粉等科学配比而成，具有流动性好、强度高、环保无扬尘等优点。使用1立方米再生流态回填材料相当于回收1.5吨建筑垃圾。目前，该材料已应用于中关村论坛永久会址、海淀大悦城、怀柔科学城等200多个工程项目，推动了建筑垃圾的高效资源化利用。

（来源：中国环境）

广州市白云区建筑废弃物处置实现全过程智能化

广州市白云区城管部门近期已实现建筑废弃物从接收到处理的全过程智能化，新引进的 AI 分选技术还能帮助更多建筑废弃物转化为循环利用产品。

一、AI 加持可回收物从建筑废弃物中分选出来

近日，在白云区广州卓粤固废循环利用科技有限公司可以看到，从该区各社区收集而来，以装修垃圾为主的建筑废弃物被运来后进行分选和破碎；一台植入 AI 人工智能技术的机器人，伸出机械臂从混杂各种物质的装修垃圾中准确分选出木块、硬塑料、金属等可回收物，送入循环再造生产线。

经过 AI 智能分选，建筑废弃物中纯度较高的石子、石粉可直接销售并制成水稳砖等材料；编织袋等轻质可燃物用于焚烧发电；部分可燃材料经循环再造可制成各类燃料棒。过去因缺乏成熟技术，仅靠人力难以将有回收利用价值的物品从混收混运的建筑废弃物中挑选出来。如今借助 AI 智能分选技术，建筑废弃物可实现 100%回收再利用，避免了环境污染。

二、广州白云建筑废弃物收运处理全过程均已智能化

目前，白云区已在全区 170 个自然村设有装修垃圾收集点。该区居民通过手机微信小程序“穗云智慧城管”，可备

案装修信息并预约专业处置公司上门清运装修垃圾。专业处置公司会将装修垃圾暂时存放在收集点，待积累到一定数量后，再由建筑废弃物运输车辆运往有资质的企业或场所处置。



广州市白云区微信小程序预约装修垃圾上门收运

为了避免建筑废弃物在运输过程中洒漏、随意倾倒等，白云区通过在道路上安装具有 AI 技术的摄像枪识别运输车辆身份，确保相关车辆证照齐全并掌握运输路线。为了更准确掌握建筑废弃物的处置情况，目前白云城管还使用了无人机对工地、道路等场所实施巡查，协助管理建筑废弃物运输车辆及可能存在的偷排偷倒行为。



白云区用无人机巡查建筑废弃物处置情况

俗称“泥头车”的建筑废弃物运输车因车身较高，司机驾车时容易出现视线盲区酿成交通事故。白云区城管部门已对区内 2191 台建筑废弃物运输车辆安装了广州首创的“右侧盲区智能监测预警系统”，减少因车身右侧盲区导致的交通事故发生。通过上述技术，原本粗放式作业的建筑废弃物处置，在白云区已实现全过程智能化，更多建筑废弃物在智能化加持下，实现变废为宝。

（来源：羊城派）

宿迁多措并举构建建筑垃圾全链条管理体系

近年来，为切实规范建筑垃圾管理，提升城市环境品质，宿迁市城管部门坚持以制度建设为重点，在强化培训、科技赋能、创新管理等方面狠下功夫，多措并举构建建筑垃圾全链条管理体系，全力打造洁净有序的城市新风貌。

一、健全制度体系 筑牢管理根基

宿迁市先后出台《宿迁市建筑垃圾管理办法》《关于推进建筑垃圾全过程管理工作的实施意见》等系列文件，明确各环节责任分工，实现源头可控、过程可溯、末端可查。同时成立问题攻坚工作专班，落实建设单位、运输企业、消纳场所“三方责任”，确保治理工作落到实处。探索建立“信用+”管理模式，累计对 20 家企业扣罚信用积分 800 余分，对 19 家企业奖励信用积分 200 余分，促进企业行业自律、诚信经营、规范作业。

二、强化科技赋能 织密监管网络

宿迁市依托“智慧渣土”监管平台，为市区 500 余辆渣土车安装 GPS 定位系统，实时监控行驶轨迹，杜绝超速、偏离路线、违规倾倒等行为，实现运输环节全过程监管。推行“管理+执法”联动融合模式，联合住建、交警等部门开展联合执法行动，形成“源头控制有力、运输监管严密、巡查执法到位”的长效管理机制。

三、坚持创新驱动 探索长效路径

该市编制的《宿迁市建筑垃圾污染环境防治规划（2024-2035）》，按照“五有一分类”标准建设建筑装修垃圾集中收集点，目前已建成规范化、密闭化源头集中收集点42个，日收集转运能力达1.1万吨。开发“宿迁市装修垃圾收运管理小程序”，居民个人填写垃圾产生地点、垃圾种类、清运时间等详细信息，由清运企业接单并指派驾驶员，通过GPS定位、收集打卡、倾倒打卡和联单管理等信息化手段，保障装修垃圾的合法处置和资源化利用。

（来源：环卫微视界）

焚烧厂协同处置陈腐垃圾的效果研究

一、前言

目前国内许多大城市垃圾填埋场库容接近饱和，将面临“垃圾围城”的困境。《“十四五”城镇生活垃圾分类和处理设施发展规划》提出，原则上不再规划和新建原生垃圾填埋设施，现有垃圾填埋场剩余库容转为兜底保障填埋设施备用。处理填埋场陈腐垃圾，释放一定库容，缓解城市垃圾处置压力，是很多城市面临的共性问题。对垃圾填埋场陈腐垃圾二次开挖，并送入垃圾焚烧发电厂焚烧发电，是实现填埋场陈腐垃圾资源化利用和腾挪填埋场库容的有效途径。

本研究以西南地区某垃圾焚烧发电厂的一条焚烧炉生产线为研究对象，开展陈腐垃圾掺烧试验，系统的研究掺烧比例对焚烧系统运行效果的影响。为垃圾焚烧厂掺烧填埋场陈腐垃圾提供运行参考。

二、材料与amp;方法

（一）试验研究对象

本文以西南地区某垃圾焚烧发电厂为研究对象。该厂位于即将封场的垃圾填埋场附近，与该填埋场形成焚烧-填埋伴生共存的固废处理园区。该厂设计日处理城市生活垃圾1500t，配置3台500t/d机械炉排炉，3台中温中压余热锅

炉、2台15MW汽轮发电机组。该厂已投运数年，建厂时未考虑投运后期会协同焚烧填埋场陈腐垃圾，焚烧系统设计参数基于原生垃圾性质设计。

附近的垃圾填埋场投运已有近20年为山谷型填埋场，纵深较大，库容有近200万方，由于近几年服务区域内生活垃圾量显著增长，该填埋场设计处理能力已远远跟不上实际垃圾量需求，目前库容已饱和。虽附近已投运垃圾焚烧发电厂承担着对服务区域生活垃圾的处置功能，但在垃圾焚烧发电厂检修期间，此垃圾填埋场需承担对区域生活垃圾的应急兜底保障。亟需对该填埋场陈腐垃圾进行开挖和减量化、资源化处理，为原生垃圾应急填埋腾出库容。

（二）原生垃圾和陈腐垃圾的性质比较

填埋场是生活垃圾的天然生物反应器，随着填埋时间的推移，垃圾中的有机组分不断降解、无机化和腐殖化，逐渐转化为陈腐垃圾。因此，因组分的区别，故陈腐垃圾性质与原生垃圾性质有一定区别，尤其是热值、灰份等性质。垃圾焚烧发电厂建厂时焚烧系统设计参数为依据服务区域内原生垃圾性质进行设计，如运营后期要协同焚烧部分陈腐垃圾，需从性质上对两种垃圾进行比较，才能为此垃圾焚烧发电厂的运行控制提供参考。垃圾取样方法采用《生活垃圾采样和分析方法》CJ/T313-2009中的四分法。原生垃圾取样取自该垃圾焚烧发电厂的垃圾储坑中未进行堆酵的垃圾堆体。

陈腐垃圾取样取自附近垃圾填埋场堆体中部，此处采样的陈腐垃圾填埋龄至少有数年，样品有一定代表性。

（三）协同焚烧效果研究

以垃圾焚烧发电厂其中一条焚烧炉生产线为试验研究对象开展陈腐垃圾掺烧试验，分别研究陈腐垃圾和原生垃圾入炉前堆酵效果、掺烧比例和混合热值，研究入炉掺烧后对锅炉蒸发量、炉温和炉渣产生量的影响。

三、结果与讨论

（一）垃圾性质比较情况

将本研究垃圾焚烧发电厂的原生垃圾和附近填埋场的陈腐垃圾的组成、物理性质、热值等数据进行比较，比较情况见表 1、图 1、图 2。

表 1 组成比较

质量 (%)	原生垃圾	陈腐垃圾
厨余类	26.85	-
橡塑类	38.33	20.54
纸张类	8.83	15.37
玻璃类	2.48	-
金属类	1.68	-
木竹类	7.63	-
渣土类	3.94	46.01
纺织类	2.71	9.03
骨料类	3.02	-
混合类	4.53	9.05
其它	0	-

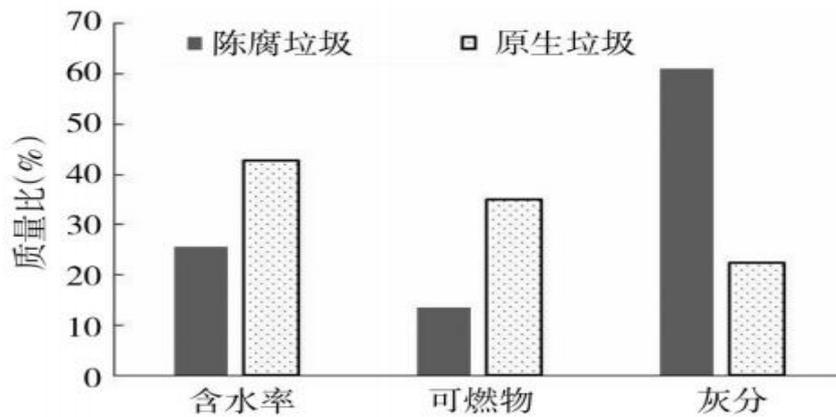


图 1 物理性质比较

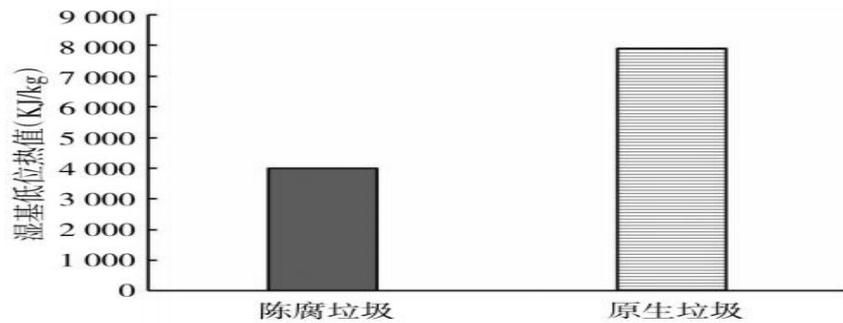


图 2 热值比较

由下图 3 可见，入炉的原生垃圾和陈腐垃圾分别经过垃圾储坑里 7 天堆酵后，原生垃圾的含水率下降 10% 左右，但仍高于陈腐垃圾；而陈腐垃圾的含水率略有升高。分析主要原因为：经过 7 天的堆酵，原生垃圾中的有机物在微生物作用下分解、沥出水分，这些沥出的水分再经过垃圾储坑侧壁的多层格栅排孔排出，达到了降低原生垃圾含水率的目的。而陈腐垃圾在入厂前经过填埋场内部多年的降解环境，其中

的有机物已充分分解，自身含水率已达到了稳定状态，堆酵过程会造成陈腐垃圾吸水返潮的问题。

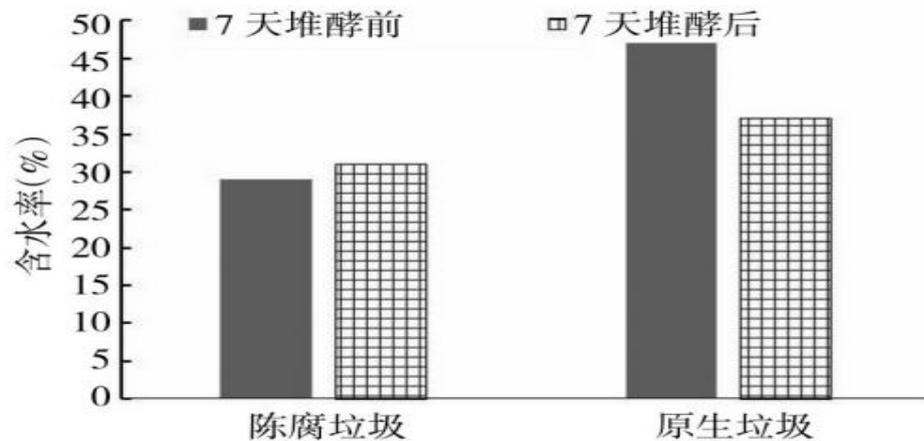


图3 经7天堆酵前后含水率对比

由此可见，入厂的原生垃圾和陈腐垃圾在垃圾储坑里应分区堆放，陈腐垃圾无需堆酵即可入炉，其堆放区仅为入炉前的缓冲堆区，且应在远离侧壁多层格栅排孔的中间区域。原生垃圾堆放区分布于靠近垃圾储坑侧壁的多层格栅排孔的四方区域，且需留足7天堆酵的空间。由于本研究的垃圾焚烧发电厂建厂设计时并未考虑投运后期会协同焚烧填埋场陈腐垃圾，在垃圾储坑里未设置分区隔墙；因此日常运行管理中，应在原生垃圾堆放区和陈腐垃圾堆放区交界处码堆酵后的原生垃圾熟料。

（二）掺烧比例和混料效果

本研究的垃圾焚烧发电厂设计入炉垃圾热值范围为4200—8500kJ/kg，服务区域内原生垃圾热值为设计范围内，但附近填埋场陈腐垃圾热值低于设计入炉热值下限。如大规

模掺烧陈腐垃圾，为保证焚烧炉出口烟气满足在 850℃ 以上区域停留时间不低于 2s 的关键环保指标，很多时候需投入辅助燃料维持焚烧工况，会削弱垃圾焚烧发电厂运行的经济性，因此只能与原生垃圾一起按比例掺烧。

（三）入炉后对炉温和锅炉蒸发量的影响分析

本研究的垃圾焚烧发电厂采用 3 台炉排炉，设计单炉处理规模为 500t/d，过热蒸汽参数为 4.0MPa、400℃，余热锅炉额定蒸发量为 43.4t/h。按 15%—20% 的掺烧比例掺烧陈腐垃圾后，为研究掺烧后对焚烧系统工况的影响，需比较炉温和锅炉蒸发量情况。以其中 1# 炉（试验炉）为试验研究对象开展陈腐垃圾掺烧试验，并与未掺烧陈腐垃圾的 2# 炉（对照炉）运行工况进行对比。

为保证试验对比数据的可靠性，试验观察期间保证 1# 炉和 2# 炉的入炉进料量均为 500 ± 5 t/d，均不回喷浓缩液。采集炉膛温度数据，其中炉膛温度测点选取第一烟道下部与二次风喷入层交汇处测点，且此测温区经过二次风的搅动混合，烟气参数已趋于均匀稳定。试验周期为 7 天，期间随机选取 8 个时间点工况，各工况下的炉温和余热锅炉蒸发量对比数据见图 4、图 5。

由图 4 可见，按 15%—20% 的掺烧比例掺烧陈腐垃圾后，对炉膛温度的影响不大，焚烧炉炉温均可稳定保证出口烟气温度 850℃ 以上区域停留。

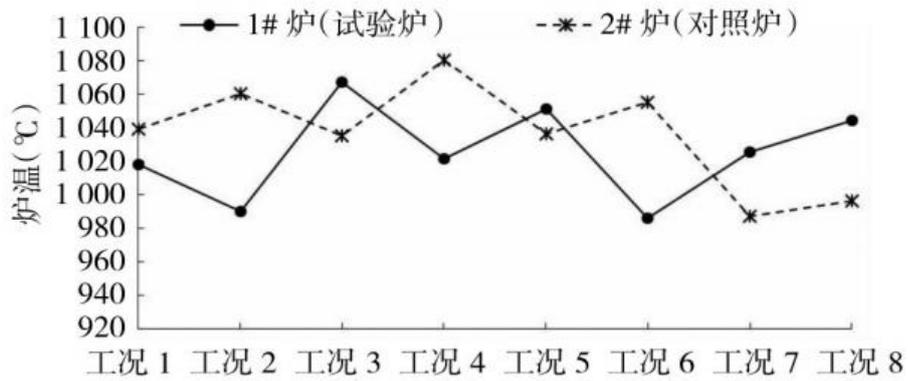


图 4 炉温对比

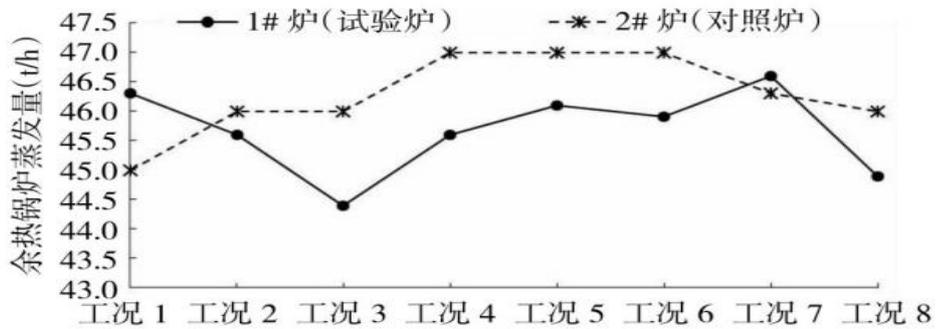


图 5 锅炉蒸发量对比

时间不低于 2s 的工况要求。即使因掺烧陈腐垃圾后总体入炉物料热值相对降低，焚烧系统运行过程中也可通过对助燃风的优化调整而维持合适的炉膛温度。由图 5 可见，按 15%—20% 的掺烧比例掺烧陈腐垃圾后，在 8 个对比工况中，受总体入炉物料热值相对降低的影响，有 6 个对比工况均为锅炉蒸发量略有降低，但也高于设计余热锅炉额定蒸发量 43.4t/h。总体对焚烧系统运行工况和热经济性影响很小。

(四) 对炉渣量的影响分析

在 7 天试验期间，1# 炉 (试验炉) 平均炉渣产率为 17.6%，2# 炉 (对照炉) 平均炉渣产率为 16.8%。1# 炉平均炉渣产率略

高于 2# 炉。原因或为掺烧陈腐垃圾中不可燃渣土比例高和初始垃圾成分有关。但总体炉渣产率低于本研究垃圾焚烧发电厂的设计炉渣产率 19%。

四、结论

（一）对于在设计焚烧原生垃圾的垃圾焚烧发电厂协同焚烧填埋场陈腐垃圾，如在入炉前将陈腐垃圾分区短时间存放且避免返潮，入炉前按适当的操作均匀混料且陈腐掺烧比例不超过 20%，可保证入炉物料热值均匀且不影响焚烧系统运行工况。

（二）在焚烧过程中优化对助燃风的控制，可保证掺烧陈腐垃圾前后炉膛温度稳定且满足环保要求。虽掺烧陈腐垃圾后，余热锅炉蒸发量略有降低且炉渣产率略有升高，但总体对焚烧系统运行效果影响很小。

（三）将库容饱和的垃圾填埋场陈腐垃圾开挖并送入垃圾焚烧发电厂与原生垃圾协同焚烧，是实现陈腐垃圾资源化处理且腾挪填埋场库容的有效途径，可实现填埋场陈腐垃圾处理的经济效益、环境效益和社会效益。

（来源：固废观察）

填埋仍占一席之地，需保障垃圾填埋场合理剩余容量

一、我国生活垃圾填埋处理发展情况

（一）生活垃圾填埋场的数量变化

根据 2023 年住建部城乡建设统计年鉴公布的统计结果，截至 2022 年底，我国内地运行的生活垃圾填埋场共 1401 座，其中 695 个设市城市运行的生活垃圾卫生填埋场 444 座，1481 个县城运行的生活垃圾卫生填埋场 957 座。

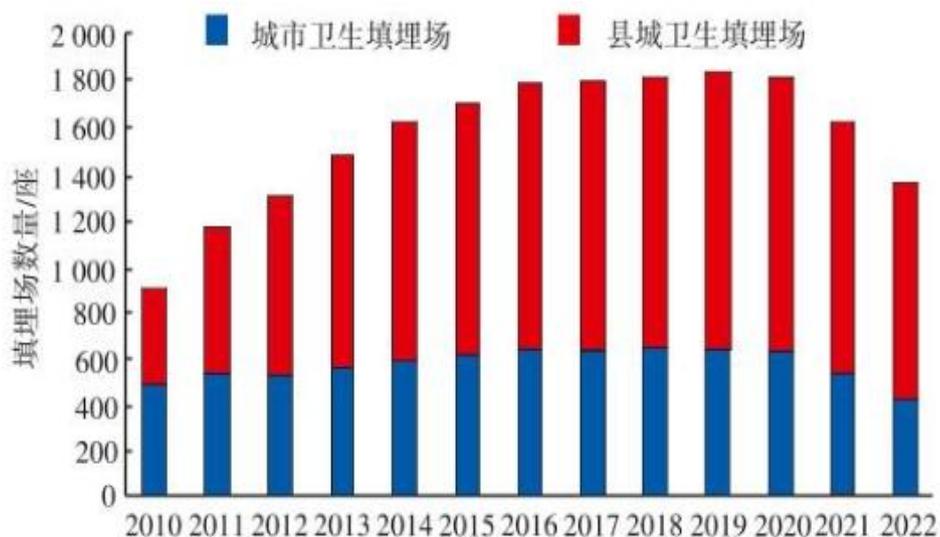


图 1 2010-2022 年生活垃圾卫生填埋场数量变化

2010-2022 年生活垃圾卫生填埋场数量变化如图 1 所示，2019 年运行的生活垃圾填埋场数量最多，达到 1885 座，其

中 679 个设市城市有 652 座，1516 个县城有 1233 座；2022 与 2019 年相比显著下降，降幅达到 25.7%，其中城市下降 31.9%，县城下降 22.4%。



图 2 2010-2022 年生活垃圾填埋量变化

(二) 生活垃圾填埋量变化

根据我国内地 2010-2022 年生活垃圾填埋量变化(图 2)可以看出，2011 年我国内地生活垃圾填埋量为 $1.98420 \times 10^8 t$ ，达到峰值，2022 年我国内地生活垃圾填埋量为 $5.94200 \times 10^7 t$ ，较 2011 年下降 70%。2017 年生活垃圾卫生填埋量为 $1.71605 \times 10^8 t$ ，其中城市 $1.20730 \times 10^7 t$ ，县城 $5.08750 \times 10^7 t$ ；2022 年我国内地生活垃圾卫生填埋量为 $5.86550 \times 10^7 t$ ，其中城市 $3.04320 \times 10^7 t$ ，县城 $2.82230 \times 10^7 t$ ；与 2017 年相比下降 65.8%，其中城市下降 74.8%，县城下降 44.5%。

（三）生活垃圾填埋处理结构变化

目前，我国内地运行的生活垃圾填埋场大多达到卫生填埋场建设要求。2010年城市生活垃圾卫生填埋场在全部城市填埋场的占比为72.1%，县城生活垃圾卫生填埋场占全部县城填埋场的比例为24.9%；2018年分别提高至98.0%和91.5%；2022年城市、县城生活垃圾卫生填埋场占其全部填埋场的比例均为98.0%以上（图3）。

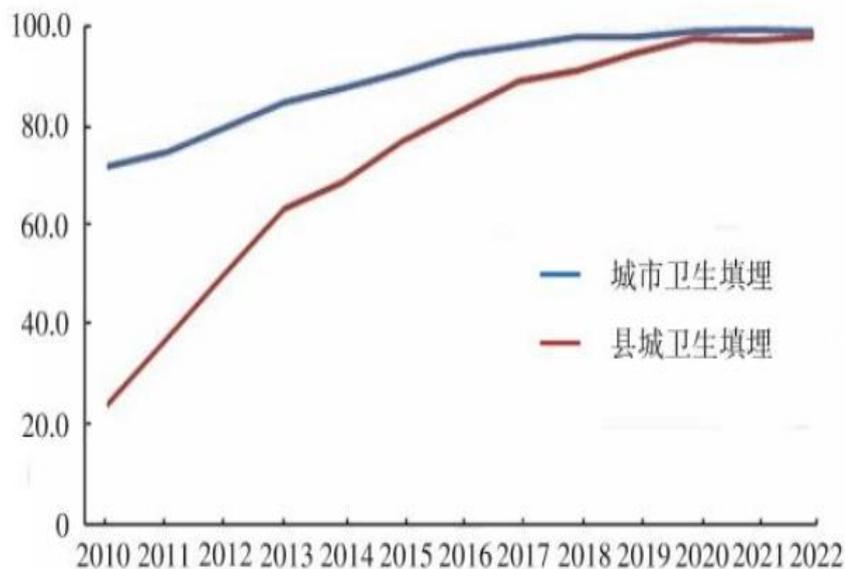


图3 2010-2022年生活垃圾卫生填埋场比例变化

随着生活垃圾焚烧发电处理的快速发展，我国内地生活垃圾填埋处理量占比（不包括废品回收部分的剩余垃圾处理量）快速下降。2010年城市生活垃圾填埋处理量占比为84.2%，县城生活垃圾填埋处理量占比为97.6%，城乡生活垃

圾填埋处理量占比为 88%，2022 年分别下降至 12.6%、42.9%、19.1%，如图 4 所示。

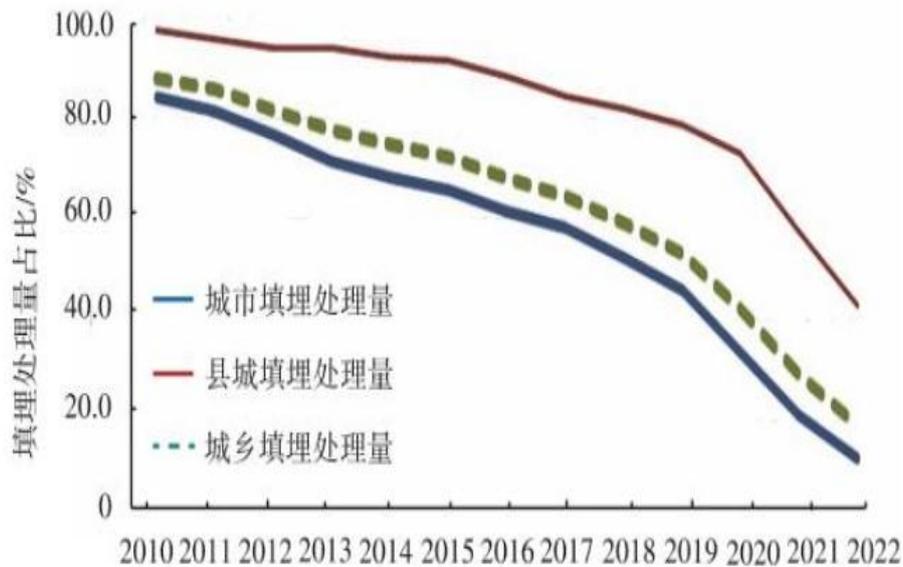


图 4 2010-2022 年生活垃圾卫生填埋处理量占比变化

（四）填埋场渗滤液处理

从技术上分析，填埋场垃圾渗滤液处理要达到生活垃圾填埋场污染控制新标准，就需要采用膜处理技术，一方面处理成本较高，另一方面膜处理后产生的浓缩液会进一步推高处理成本；此外大量渗滤液产生的条件下，即便处理技术工艺能够达标，渗滤液处理成本也可能难以负担。因此垃圾填埋场渗滤液处理是许多填埋场建设和管理较薄弱环节之一，并成为近些年中央环保督察重点关注的内容。

（五）填埋气体回收利用

我国第 1 个填埋气体发电厂 1998 年 10 月在杭州天子岭填埋场建成发电。最初由北美公司投资运营，后被法国威立雅公司收购。截至 2023 年底，我国已建成 200 多个填埋气体回收利用项目。从相关公司年报看，2020 年后填埋气体利用量开始下降，表明我国内地填埋气体产生量和利用量在 2020 年左右达到峰值。2021 年 7 月，河南百川畅银环保能源股份有限公司收购威立雅在中国的 3 家填埋气体利用公司，标志着最早进入中国市场的外国公司退出内地填埋气体利用领域。

近年来，甲烷提纯制生物天然气不断发展，深圳、广州、太原和鞍山等城市均建成利用填埋气体生产生物天然气的工程。

二、生活垃圾填埋处理与温室气体排放

（一）温室气体排放清单

根据 IPCC 国家温室气体清单指南编制要求，废弃物处理是第 5 大温室气体排放源（表 1），其排放统计估算包括填埋、生物处理、焚烧、露天焚烧和废水处理（表 2）。需说明的是，含余热利用的垃圾焚烧发电温室气体排放统计在能源领域，而无余热利用的小型焚烧及露天焚烧排放的二氧化碳统计在废弃物领域。

表 1 IPCC 国家温室气体清单指南主要领域

编号	领域
1	能源活动
2	工业生产过程
3	农业活动
4	土地利用、土地利用变化和林业
5	废弃物处理
6	其他

表 2 IPCC 国家温室气体清单指南废弃物处理涉及范围

编号	领域
5.1	填埋处理
5.2	生物处理
5.3	焚烧处理以及露天焚烧处理
5.4	废水处理

（二）垃圾填埋处理与甲烷排放

生活垃圾填埋场排放的甲烷是全球重要的温室气体排放源。有研究报告指出，2022 年全球温室气体排放量为 $5.06 \times 10^{10} \text{t}$ ，比 2021 年增加 1.1%。从 2021 年全球温室气体分行业数据看，垃圾填埋及废弃物领域温室气体排放占比为 4%，由此可见，垃圾填埋及废弃物领域在温室气体排放方面占据重要地位。相比之下，全球船运、航空、钢铁生产和水泥生产的温室气体排放占比分别为 2%、1%、5%和 5%。

根据 IPCC 国家温室气体清单分类，垃圾填埋场排放的甲烷一般占废弃物领域温室气体的 70%—80%。欧洲 29 个国家废弃物领域温室气体排放中，1990 年该占比 77%，2020 年该占比为 71%；美国 1990 年该占比为 82.4%，2020 年该占比为 70.2%。

生活垃圾如果以填埋处理为主，垃圾填埋场排放的甲烷在全部温室气体中占比通常较高，生活垃圾如果以焚烧为主，垃圾填埋场排放的甲烷在全部温室气体中占比往往较低。例如，欧盟 2023 年提交的温室气体排放清单中，2020 年，西班牙、法国、意大利和英国垃圾填埋场甲烷排放占各自国家温室气体总排放量 10% 以上。

（三）我国温室气体排放清单与填埋场甲烷排放

在废弃物领域，填埋场甲烷排放量在废弃物领域温室气体排放量中占比为 26.3%—61.5%，也明显低于其他国家以及全球平均水平，主要是因为我国生活垃圾填埋场甲烷排放被低估。例如，上述排放清单中仅估算了城市生活垃圾填埋场甲烷排放，没有估算城市以外的乡镇垃圾填埋场甲烷排放。

三、生活垃圾填埋处理发展展望

（一）填埋场在生活垃圾处理领域仍占一席之地

虽然原生生活垃圾填埋处理逐步被生活垃圾焚烧发电替代，但从日本、德国、瑞典等国家的经验看，生活垃圾填

埋场仍然是生活垃圾处理必不可少的基础设施。

根据德国环境部统计，2022 年德国运行的各类填埋场有 1001 座，填埋垃圾总量为 $3.9302 \times 10^7 \text{t}$ ，其中生活垃圾填埋场 146 座，填埋量为 $6.8661 \times 10^6 \text{t}$ 。德国自 2005 年 6 月 1 日起要求原生生活垃圾“零填埋”，2006 年后公布的生活垃圾填埋比例接近 0。例如，2020 年德国公布生活垃圾综合利用率 98%，填埋量为 $1.1000 \times 10^5 \text{t}$ ；但 2020 实际生活垃圾填埋量为 $6.8661 \times 10^6 \text{t}$ ，与公布数据有超 60 倍差距，主要原因是统计口径不同。

德国在计算生活垃圾填埋比例时，只计算直接进入垃圾填埋场的垃圾量，而不包括机械生物处理以及垃圾焚烧处理产生的需要填埋的垃圾量。同样，德国公布的建筑垃圾回收利用率达到 90%，只有不到 10% 的建筑垃圾需要填埋处理，同样由于统计口径问题，实际上建筑垃圾填埋量远大于计算回收利用率时的填埋量。

根据瑞典环境部统计，2022 年瑞典生活垃圾填埋比例不到 1%，65 座运行的填埋场的生活垃圾填埋量为 $3.410 \times 10^4 \text{t}$ ，但实际填埋量为 $2.8414 \times 10^6 \text{t}$ ，差距超 80 倍。主要原因是统计口径不同，瑞典在计算生活垃圾填埋比例时，仅统计直接进入填埋场的生活垃圾量，不包括间接填埋的生活垃圾、工业垃圾及焚烧灰渣等。

日本在 20 世纪 80 年代就基本实现了原生生活垃圾“零填埋”处理，但同时仍然使用大量填埋场。根据日本环境部统计，2021 年使用的填埋场为 1572 座。

（二）动态管理垃圾填埋场剩余容积、剩余寿命

保障填埋场合理剩余容量可以避免规划建设应急填埋场，提高生活垃圾处理的韧性。近 10 年日本填埋场剩余容积的使用年限保持在 20a 左右，人均填埋场剩余容积保持在约 0.8m³/人。德国也将剩余垃圾填埋场容量纳入统计管理，如 2022 年填埋场总剩余容量为 4.43903x10⁸m³，其中用于生活垃圾填埋的剩余容量为 8.1283x10⁷m³，平均剩余使用年限约为 12a。

（三）旧垃圾填埋场生态治理

研究表明，垃圾填埋场向大气中释放的甲烷比以前估算的要更多。根据来自世界四大城市的卫星数据，发现 2018 年和 2019 年垃圾填埋场甲烷排放量比之前的估计高出 1.4—2.6 倍。这也是首次使用高分辨率卫星图像观察垃圾填埋场并计算其甲烷排放量。垃圾填埋场是全球第三大甲烷排放源，仅次于石油和天然气领域、农业领域。虽然甲烷仅占温室气体排放量的 11%，在空气中寿命持续约 12a，但它在大气中吸收热量的能力是二氧化碳的 80 倍。

我国生活垃圾处理正在发生转变，由现代化焚烧处理替

代传统的卫生填埋处理，大量填埋场将不再填埋原生生活垃圾，对这些填埋场进行异位生态治理，既可彻底消除填埋场甲烷排放，也可对旧垃圾进行资源化利用，实现填埋场生态修复和有机更新。

四、结语

我国各地经济发展差异大，对填埋处理的需求也不同，要坚持问题导向和目标导向，按照“宜烧则烧，宜埋则埋”要求，不具备建设焚烧处理设施条件的县级地区，可通过填埋等手段实现生活垃圾无害化处理。

此外，无论是生活垃圾、建筑垃圾、工业垃圾还是危险废物，我国的填埋容量都远远不够。很多人认为通过回收利用、焚烧处理就可以不建或少建垃圾填埋场是不可取的。日本、德国等发达国家垃圾管理实践均表明，保持足够的垃圾填埋场容量，并动态管理垃圾填埋场剩余容量、剩余寿命，是提高垃圾管理韧性的必然要求。

（来源：环境卫生工程）

生物技术让餐厨垃圾“变废为宝”

近日，发改委和财政部发布通知，推动生活垃圾收运体系与再生资源回收体系“两网融合”，并加强回收循环利用技术装备的科技攻关。餐厨垃圾作为生活垃圾的主要组成部分，如何高效处理并实现资源化利用成为关注焦点。

传统处理方式的局限

餐厨垃圾主要成分为碳水化合物、蛋白质、油脂和植物纤维，理论上具备生物降解和转化的潜力。然而，由于收运管理效率低、处理技术参差不齐，餐厨垃圾的回收利用效果不理想，处理不当可能导致二次污染。传统处理方式包括填埋、焚烧、好氧堆肥、厌氧制沼和动物养殖等，虽然成本低、技术门槛低，但存在碳排放高、温室效应严重及二次污染等问题。

新型处理技术的突破

近年来，科研人员通过合成生物学技术培育出“噬污酵母”，这种工程菌种能够分解淀粉、蛋白质和纤维素等有机大分子，将餐厨垃圾转化为酒精、生物油脂和单细胞蛋白等高价值产品。酒精可作为清洁能源，生物油脂可加工成生物柴油或航油，单细胞蛋白则能提升动物饲料的营养价值。

联合生物处理技术的优势

以“噬污酵母”为核心的联合生物处理技术，集生物降解、生物合成和生物转化于一体，显著提高了资源利用率，缩短了加工过程，降低了碳排放。该技术将餐厨垃圾整体作为营养原料，油、水、渣一起发酵，精准降解复杂有机成分，实现资源化产品和杂质的有效分离。淀粉和糖类转化为酒精、乳酸等绿色化工产品，动物蛋白转化为安全的益生菌体蛋白，油脂则制成生物柴油和生物航油等清洁能源，整个过程近乎零排放。

示范项目的进展

国内首条“联合生物处理技术”示范生产线已在成都落地，首期具备 200 吨餐厨垃圾处理能力，二期项目正在建设中，有望成为西部地区大型餐厨垃圾处理中心。随着生物技术的进一步发展，餐厨垃圾的无害化和资源化处理将得到更广泛推广，为实现垃圾资源循环利用提供重要支持。

（来源：环卫微视界）

广州科技赋能环卫作业提质升级

在广州市白云文化公园，两位特殊的“城市美容师”——自动驾驶清扫车正围绕公园内外进行巡回保洁。据悉，自动驾驶清扫车配备充电加水一体桩，通过传感器、防撞装置等技术，可实现自动充电、加水、倾倒垃圾，遇到障碍物会智能避障，如遇紧急情况可通过急停按钮紧急制动。近年来，广州市引入自动驾驶清扫车等先进环卫设备，提升机械化保洁水平，通过人机协同的方式，助力环卫作业全面升级。

运用无人机作业

据悉，自动驾驶清扫车可容纳 150 升垃圾，充电一次能连续清扫 6—8 小时，清扫效率可达到 5760 平方米/小时。在作业模式上，清扫车采用人机协同作业，环卫工人先将绿化带杂物清扫到人行道，清扫车再按设定路线自动清扫，一般磨合一个月后可形成稳定的协同模式，减轻环卫工人工作量，提高工作效率。

在白云区城市管理监控指挥中心，一架无人机在工作人员操作下起飞，开启环境卫生空中巡检并与清扫车形成协同联动，探索“空中巡查、后台交办、自动清扫”模式。无人机在工作人员操作下起飞，进行环境卫生空中巡检，发现问题后通过智慧环卫系统分派任务工单，经人工审核后清扫车按指令完成清扫。目前，白云区已在太和镇、钟落潭镇等地

建设了4座无人机自助机场，并同步开发无人机飞控平台，具备线上线下指挥调度、航飞控制、航线规划、数据管理和飞行记录等功能，实现无人机远程实时控制，包括起飞降落、飞行轨迹设定、线路任务规划和定时任务执行等功能，可在电脑端“一键操作”。

覆盖多类型场景

越秀区大塘街、秉政街等背街小巷近期投入使用自动驾驶清扫车，这也是全市首个在背街小巷应用自动驾驶清扫车的案例。自动驾驶清扫车运行线路涵盖秉政街、担杆巷等，覆盖小学、幼儿园、快递驿站等多类型场景。为配合社区改造，相关部门改造坡度、止车柱，并定制导航算法，保障清扫车顺畅运行。

据悉，选择在路况复杂、人流量大的背街小巷投放自动驾驶清扫车，是为了让它适应多样化现实场景，并不断升级迭代。试点成功后，清扫车可复制的场景会更多，后续将考虑在全市更多地方推广。

目前，自动驾驶清扫车每天在试点区域进行3-4次清扫作业，作业人员通过手机小程序操控管理，实现高效便捷的全天候分时段循环作业，尽量避开人流高峰时段，逐步向无人化运行目标迈进，清扫效率显著提升。

除白云区和越秀区外，荔湾区白鹅潭大湾区艺术中心、陈家祠周边区域，以及天河区的天河体育中心、临江大道、华南国家植物园等地也陆续投放了自动驾驶清扫车。作业人

员可远程操控，实时掌握设备运行状态。环卫工人经过专业培训后，可向设备操作员、监控员、安全员等角色转变，有效提升了环卫保洁效率和城市市容市貌，降低了环卫工人的劳动强度和安全风险。

广州市目前重点在人行道、背街小巷及部分镇街、社区试点使用自动驾驶清扫设备，逐步建立人机协同的作业模式。

（来源：环卫微视界）

厦门：“一张图”实现城市精细化管理

厦门市通过城市运管服平台实时监控工地噪声，超标时自动向平台负责人发送短信提醒，若拒不整改则派执法人员进行现场处理。该平台功能实现了管理先行，节约了执法成本，也将问题解决于群众投诉之前。

14 种常见违法行为第一时间就能发现处置

近期，厦门市完成了城市运行管理服务平台二期建设，编制形成厦门城市部件图集，实现 45 个内外部系统对接，

向上连通国家、省运管服平台，向下延伸至 379 个社区和 147 个村，横向协同 593 个处置部门，对接公共安全平台、12345 热线等，汇聚资源规划、住房等五大类 22 个市级数据 8700 多万条，该平台具备数据汇聚、物联感知、运行监测、指挥调度和智慧执法等 11 种能力，实现城市管理“一张图”精细化操作，第一时间发现处置问题。

厦门市城市运行管理服务平台二期建设在智能化方面显著提升。该平台通过公共视频监控，可实时发现占道经营、垃圾满溢、破坏绿化、随意悬挂广告等 14 种常见违法行为，并及时派发相关部门整治。同时，平台形成了“问题发现—整改落实—反馈核查—考评评价—通报问责”的全链条闭环流程，提升了城市管理效率和精细化水平。

对工地噪声等开发安全监测模块

厦门市通过城市运行管理服务平台二期建设，进一步提升了科技赋能城市精细化管理能力。为加强运行监测，厦门城管搭建了物联网感知平台，将 12 类监测专题和市政公用、市容环卫、园林绿化等环卫、燃气安全管理行业应用系统纳入至城市运管服平台。另外还开发了工地噪声监测、广告倾斜安全监测模块，推送噪声监测数据 2 亿多条，广告监测数据 9.4 万条，完成 118 个广告监测点建设。

同时，厦门市现已实现与省运管服平台网络互通、单点登录集成和 15 类数据推送。厦门城管利用海量数据常态化

开展城市管理热点难点问题分析研判，解决民生关注问题。

（来源：厦门日报）

北京大型无人驾驶清扫车正式亮相

近日，北京经开区企业北京智行者科技股份有限公司（以下简称“智行者”）的大型无人驾驶清扫车“蜗大白”正式亮相。无人驾驶清扫车能灵活穿梭在城市道路，无论是贴边清扫、变道转弯、还是识别红绿灯等任务，都能轻松应对。



无人驾驶清扫车完成变道操作

用自动驾驶技术赋能城市环卫，“蜗大白”搭载智行者自主研发的先进自动驾驶系统 AVOS，可通过其高精度感知、控制、定位等技术，实现在道路清扫任务运行中精准执行各项任务指令，即使遇到横行车辆等复杂路况也能顺畅完成各类驾驶操作。

此前，智行者已完成“蜗大白”的研发和测试，该车型还在重庆西部科学城、北京冬奥会等项目开展试点应用。随着实践经验的积累，智行者正推动“蜗大白”在全国乃至全球批量化落地，其中北京经开区是其合规准入的关键区域之一。

随着城市扩张和环卫要求提高，传统环卫清扫方式在效率、成本、作业安全等方面面临诸多挑战。据了解，智行者先推出小型无人驾驶清洁车“蜗小白”，站稳脚跟后，再推出大型无人驾驶清扫车“蜗大白”，完善智慧清洁产品矩阵，满足全场景环卫作业需求。



小型无人驾驶清洁车“蜗小白”

截至目前，“蜗小白”已在国内 100 余个城市及地区落地，与超 3000 个客户合作运营，累计清洁面积达数亿平方米，广泛覆盖工业仓储、商综超市等场景，构建起全面的跨行业、跨场景解决方案体系。在国际市场，“蜗小白”已进军海外 30 余个国家及地区，树立起行业标杆。而“蜗大白”的大范围推广，将进一步拓展更多公开道路清扫作业场景。

（来源：环卫之声）

报：范瑞威、张颖、谭斌、徐书同、周涛、肖苏、
谭礼和、何正清、徐加荣

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 2025年3月26日

编审：李湛江 朱云

编辑：罗志红 电话：81073291