

城市管理

科技信息简报

2023 年第 8 期

广州市城市管理技术研究中心

2023 年 8 月 28 日

本期要目

- ◆ 生活垃圾转运站污水处理技术分析
- ◆ 某生活垃圾填埋场坝体稳定性监测与启示
- ◆ 建筑垃圾资源化利用“三步走”
- ◆ “飞灰零填埋”，离我们还远吗？
- ◆ 厦门健全低值可回收物处置机制
- ◆ 无人驾驶机器人清扫车亮相广州市白云区
- ◆ 国内首个自主研发和整装化数智分拣中心在杭州投运

目 录

智慧城管

国内首个自主研发和整装化数智分拣中心在杭州投运.. 1

无人驾驶机器人清扫车亮相广州市白云区 5

技术前沿

生活垃圾转运站污水处理技术分析 8

建筑垃圾资源化利用“三步走” 16

“飞灰零填埋”，离我们还远吗？ 24

资源回收利用

厦门健全低值可回收物处置机制 30

北京破解大件垃圾和低值可回收物管理难题 34

江苏昆山建立建筑垃圾“投收运处用”一体化模式 41

研究动态

某生活垃圾填埋场坝体稳定性监测与启示 45

国内首个自主研发和整装化数智分拣中心 在杭州投运

近期，国内首个自主研发和整装化再生资源数智分拣中心在杭州市临平区正式投入运行。该分拣中心的成立，为我国建立健全废旧物资循环利用体系建设打造了示范样板。



据悉，该整装化数智分拣中心整体解决方案的提供商和分拣中心的运营商均是联运环境。作为环境数智双碳开拓者，联运环境坚持以数字化为核心，经过不断攻坚克难，自主研发打造了一套完整的从回收、运输、分拣、再利用的绿色低碳再生资源高效循环体系。

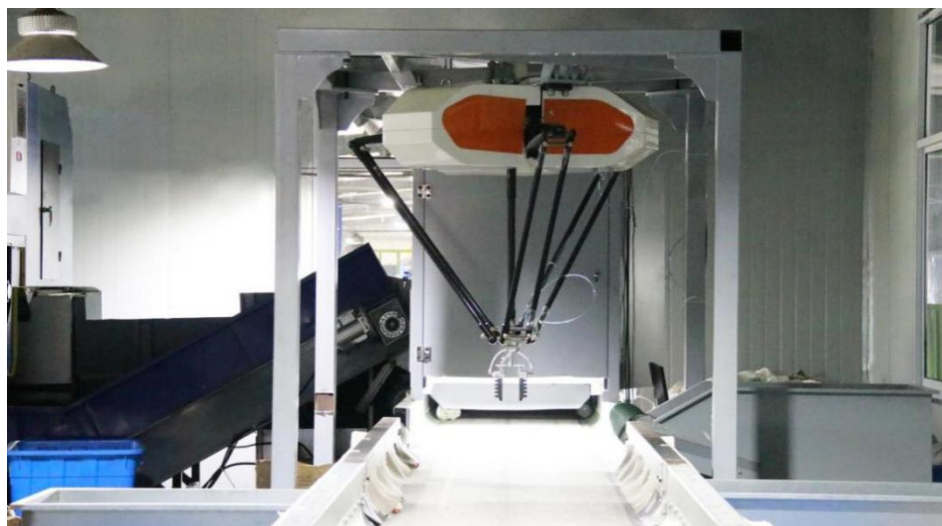
提高分拣中心智慧化管理水平势在必行

在前不久习近平总书记给上海垃圾分类志愿者的回信中强调，垃圾分类和资源化利用是个系统工程，需要各方协同发力、精准施策、久久为功。因此分拣中心就成为了提升垃圾分类资源化水平的重要抓手。当前我国再生资源回收行业监管环节相对薄弱，规范的再生资源分拣中心数量很少，主要集中在城市边缘区域。甚至部分分拣中心由原始打包站改造而来，占地面积小，没有明确的功能区域划分，人工分拣效率低成本高，有的分拣中心还存在环保不达标、拆解不合规等安全隐患问题，从而导致分拣中心由于环保设施不健全和技术管理落后而被关停。一时间环境“脏乱差”，形象“低小散”成为了分拣中心发展的阻力和痛点。

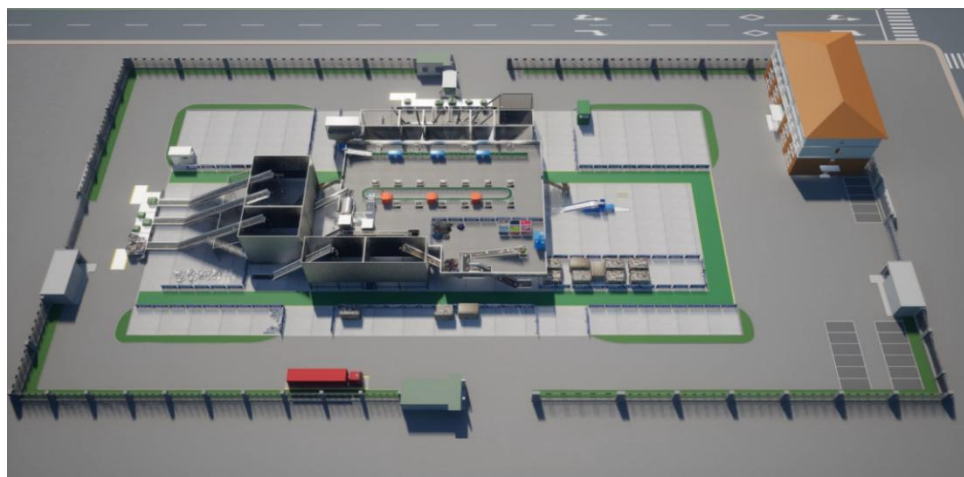
鉴于原有再生资源分拣中心在规划设计、环保设施、建设标准、功能布局和管理运营等方面都已不能满足新阶段环境治理工作的要求。因此，各地主管单位针对上述问题召开再生资源分拣中心建设专题会和专项整治会，提出多种方式统筹推进建设，可以采用政府建设、国企与私企合作建设等多种方式。还要推动科技赋能，提高分拣中心智慧化管理水平，充分发挥智慧化平台功能，做到全程可视、过程可控、绩效可查。

数智分拣中心推动再生资源回收新业态

在这样的背景下，整装化数智分拣中心改变了人工分拣的作坊式加工，在建设过程中使用了智能电子地磅系统、光学分选设备、AI 智能机械手等作为自主研发的全数链智能分拣线的核心装备，升级到智能化分选压缩打包生产工艺，实现标准化，规范化，工厂化，机械化，统一 5S 标准管理模式综合性回收新业态。



值得一提的是，全数链智能分拣线日分拣中转能力达 50-80 吨。通过 AI 图片高速识别技术、云计算、大数据技术和自动化控制技术，自动化识别可回收物并高速分拣，准确率高达 98%。源头投递的可回收物以包裹形式从智能回收机清运至分拣中心，每个包裹上附带唯一识别二维码，每次装车、卸货都会称重扫码，记录流转历史，支持从源头到销售环节的全流程追溯。



目前，该分拣中心通过标准化操作、精细化管理、信息化作业，集中分拣纸张、塑料、织物、金属、玻璃、橡胶、电子电器、大件垃圾等九大类再生资源，进行分区挂牌管理。满足周边近百个回收网点的回收中转需求，服务覆盖 110 万人口。去年临平再生资源分拣中心通过回收工业源、生活源和商业源资源循环，实现年垃圾减量超过 5 万吨，同时为后端产业加工利用可再生资源提供了充分保障。

该分拣中心运营管理过程中采用全程信息智能化的管理模式，打造了智慧化再生资源数据信息管理云平台，实时监控回收信息、用户参与、覆盖范围等整体情况，从前端居民、回收网点、转运车辆、分拣再生处理进行全过程上线溯源管理、指挥调度，做到收运处置及时，价格和收运量公开透明，数据无缝对接传递给政府，彻底改变再生资源回收行业脱离管理、无序竞争的面貌。

（来源：环卫科技网）

无人驾驶机器人清扫车亮相广州市白云区

身穿白色或灰色“外套”，来回自动清扫，自主感应避障……8月8日，两辆机器人清扫车在广州市白云区三元里街道上亮相，引来了众多市民好奇的目光。



“这两款机器人清扫车不仅实现了自动化无人清扫，还很安全、节能。”深圳市云洁科技有限公司有关负责人介绍，据悉，该公司是一家专注于清洁机器人研发和生产的高科技企业。这两辆机器人清扫车就是他们研发生产出来的。

目前，这两辆机器人清扫车已投放至三元里村，它们会根据工作人员设定好的线路，自动贴边清扫，还能自主避障。清扫期间可以用手机进行控制。如遇紧急情况，还可通过急停按钮达到紧急制动的目的。清扫车里安装了传感器、防撞

制动装置，多重保障机器人和行人的安全。目前，机器人清扫车可以实现智能清扫、智能加水及洒水、智能投放垃圾、智能充电等。它们的“肚子”可以容纳 150 升垃圾，充电一次可以连续清扫 6-8 个小时，清扫效率可以达到每小时约 5760 平方米，相当于 3-5 名保洁人员的工作量，工作效率大大提升。

此外，该机器人清扫车还拥有许多先进的技术，如激光雷达、全方位摄像头、传感器等，在智能算法的辅助下，还可以实现自主避障和沿边清扫，并能够智能规划清扫路径，让清扫更加高效，精确度更高。



机器人清扫车能够随时随地进行保洁作业，有效减少了环卫工人的作业频率。”白云区城管部门有关负责人介绍，目前白云区共投放了 4 辆机器人清扫车，主要分布在公园道路和城中村，包括白云禁毒主题公园、白云区儿童公园和三元里村。在白云区儿童公园，机器人清扫车“小白”新近“上岗”，正在公园道路上来回清扫。“高温天气，用机器人清

扫车替代人工清扫，可以让我们保洁人员轻松不少。”现场一名保洁人员说道。



目前，这些机器人清扫车已经在深圳的一些市政公园、广场、人行道等多个场景落地，机器人清扫车的出现不仅减轻了人工清扫的负担，大大地提高了清扫效率，同时也得到市民们的一致称赞。

(来源：深圳市云洁科技有限公司供稿)

生活垃圾转运站污水处理技术分析

一、概述

随着垃圾分类推进，大量垃圾转运站处规划建设中，转运站污水具有有机污染物、氨氮浓度高，臭味大特点，须进行处理达到相关排放标准后排入城市污水处理厂，从源头上控制污染问题。

二、转运站污水水质和排放标准

（一）污水水质

生活垃圾挤压出来的沥液与垃圾焚烧厂渗滤液水质相似，但转运站有大量清洗水和其它排水混入，所以污水浓度一般低于垃圾焚烧厂渗滤液，典型垃圾转运站污水水质见表 1。

表1 典型转运站垃圾渗滤液水质（除 pH 值外单位均为 mg/L）

Tab. 1 Water quality of landfill leachate from typical transfer stations (Except for pH, the other units are mg/L)

| 项目 | COD(mg/L) | BOD(mg/L) | NH ₃ -N(mg/L) | TN(mg/L) | SS(mg/L) | pH |
|----|-------------|-------------|--------------------------|-----------|------------|-----|
| 浓度 | 30000~40000 | 15000~20000 | 500~1000 | 1000~1500 | 5000~10000 | 5~8 |

（二）污水排放标准

垃圾转运站污水处理后一般排入城市污水处理厂，其排放标准多执行《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T31962-2015 或《污水综合排放标准》GB 8978-1996 中的三级标准，也有地区执行较严格地方排放标准。

三、转运站污水处理现状及存在问题

（一）转运站污水处理现状

垃圾转运站污水大多执行纳管排放标准，典型处理工艺为“除油+沉淀+厌氧+生化处理”，生化出水后直排城市污水处理厂。

转运站多位于居民区附近，厌氧处理产生沼气存在巨大安全隐患，许多地区明确不得采用厌氧处理工艺，为达到 COD 高效去除目的，普遍采用“混凝沉淀（气浮）”或“水解酸化”处理工艺，但 COD 去除效果不佳。

（二）存在问题

1. 行业对转运站污水处理问题关注少，缺少针对性技术措施。

2. 转运站污水处理建设起步晚，目前较少有针对性标准和规范指导工程设计、建设和运行。

3. 转运站多位于城市生活区，受环境安全问题等诸多因素影响，许多地区不能设置厌氧处理设施，COD 高效降解成为难点。

4. 由于 COD 无法高效去除，生化处理系统高负荷运行，导致污水处理系统能耗普遍偏高，运行成本高。

5. 一些项目深度处理采用膜分离技术，但浓缩液无法有效处置，膜分离工艺受影响。

6. 二次污染问题严重，噪音、气味等对周围环境影响较大。

四、转运站污水处理工艺

(一) 污水处理工艺确定原则

1. 转运站污水有机污染物浓度高，不能采用厌氧处理工艺前提下，须先解决 COD 高效去除，取代常规厌氧处理。

2. 转运站污水属典型有机废水，可生化性好，生化处理是最简单、经济、高效的工艺，污水处理应以生化处理为核心。

3. 转运站自身无法消纳浓缩液，污水处理应优先采用非膜法处理工艺，从根本上解决浓缩液问题。

4. 污水处理运行管理须操作简单方便，自动化程度高。

5. 化学药剂运输、储存和使用对周边环境影响大，在满足处理效果前提下，应优先考虑不投加药剂或小剂量药剂污水处理工艺。

(二) 污水处理总体工艺

污水处理应采用“预处理+COD 高效去除+生化处理+深度处理”工艺，其最大特点是不采用厌氧处理，彻底杜绝沼气带来的安全隐患。



图 1 污水处理总体工艺流程示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the overall process flow of sewage treatment

(三) 污水处理各单元分析

1. 预处理

(1) 水质水量调节

受垃圾压缩影响，转运站污水产生量呈现较大波动性，需设置调节池进行水量和水质调节。

(2) 块状颗粒物质的去除

转运站污水含有一定量漂浮物和块状物，应采用篮式或袋式过滤器。

(3) 除砂

转运站污水含有大量砂粒物质，除砂宜采用旋流除砂器等装置。

(4) 除油

转运站污水含有一定油脂类物质，隔油和气浮可有效去除污水中浮油、细小油珠和乳化油等。



图2 预处理工艺流程示意图

Fig. 2 Schematic diagram of pretreatment process

2. 有机污染物的高效去除

转运站污水中有机污染物浓度高，可采用生物吸附法，在短时将污水中有机物吸附于活性污泥上，后进行部分降解，产生生物污泥在沉淀池中沉降后送至焚烧厂处理，实现可再生资源重复利用、低碳排放目标。

生物吸附工艺具有如下特点：

(1) 常温下运行不需加热，池容小，特别适合有机物浓度高的垃圾渗滤液；

(2) 有机物去除率高，COD 去除率 50%—80%，SS 去除率 60%—80%，对污水中重金属具有良好去除效果；

(3) 生物吸附为独立系统，对后续 MBR 及深度处理基本无影响，抗冲击负荷能力强；

(4) 相比于厌氧反应，系统内基本无氨化反应发生，氨氮浓度不会升高，有利后续脱氮处理。

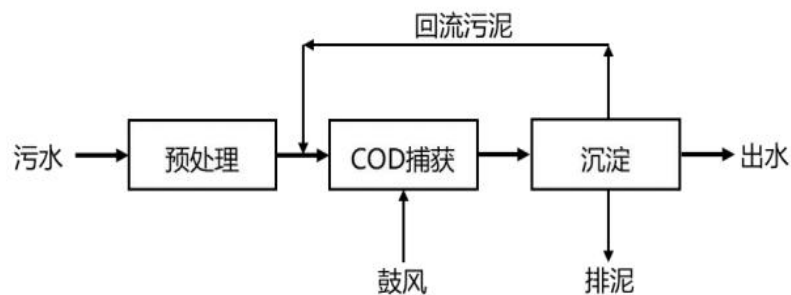


图 3 COD 高效去除工艺流程示意图

Fig. 3 Schematic diagram of COD efficient removal process

3. 生化处理

生化处理是转运站污水处理核心，膜生物反应器(MBR)具有混合液浓度高、处理效果良好、抗冲击负荷能力强等优点，许多实际案例证明，MBR 工艺应用于转运站污水处理，运行稳定、效果良好，出水满足排放标准要求。

转运站污水处理无论外置式(管式)膜生物反应器或浸没式膜生物反应器都能满足处理效果要求。但由于处理

规模普遍较小，管式膜配置困难、能耗高，且需设在室内。浸没式膜生物反应器具有能耗低、配置灵活方便等特点，且膜池可与生物池合建，占地小，针对转运站特点，宜采用浸没式膜生物反应器。

4. 深度处理

对于执行较严格排放标准，如 MBR 出水 COD 不能满足排放标准要求，须进行深度处理方能达到排放标准要求，深度处理宜采用高级氧化法，高级氧化法比较成熟的工艺有芬顿和臭氧氧化法。

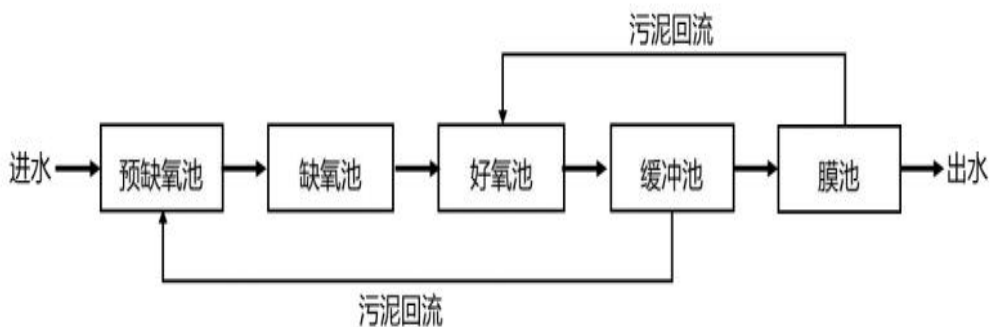


图4 MBR 工艺流程示意图

Fig. 4 Schematic diagram of MBR

如排放标准对总氮有更高要求，在解决 COD 达标排放基础上，应设置深度脱氮设施，确保总氮达标排放。深度脱氮处理可采用曝气生物滤池（BAF）、反硝化滤池、深床反硝化滤池和自养型反硝化滤池等，均能达到良好处理效果。

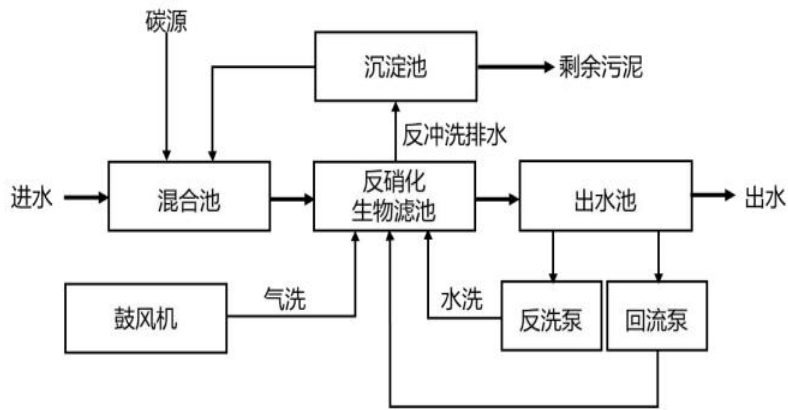


图5 反硝化滤池工艺流程示意图

Fig. 5 Schematic diagram of denitrifying filter

五、不同规模垃圾转运站污水处理技术分析

(一) 大型垃圾转运站

大型垃圾转运站一般远离居民区，多允许采用厌氧处理工艺，污水处理可采用“除油+厌氧+MBR+深度处理”工艺，也可采用“除油+生物吸附+MBR+深度处理”工艺。

(二) 中小型垃圾转运站

中小型垃圾转运站一般位于居民区附近，环境质量要求高，不宜采用厌氧处理工艺。污水处理可采用“除油+生物吸附+MBR”工艺，宜优先考虑采用装配式设备，具有占地小、安装便捷、运行管理简单等优点。

六、其它影响因素分析

(一) 垃圾分类的影响

垃圾分类实施导致转运站污水量大幅下降，同时污水中有机质含量降低，对污水处理影响大。

（二）地下式转运站

地下式转运站污水处理对臭气和噪音处理、化学品运输、储存、使用以及消防安全等安全和环境问题提出更高要求。

七、结语

（一）转运站厌氧处理工艺受限制，污水处理系统采用生物吸附工艺，可高效去除污水中有机污染物和悬浮固体；

（二）转运站污水处理应以生化处理为核心，优先采用浸没式膜生物反应器（MBR）；

（三）转运站自身无法消纳膜分离系统产生的浓缩液，深度处理应优先考虑采用非膜法处理工艺；

（四）大中型不同规模转运站污水处理可根据具体情况采用不同处理工艺；

（五）一体化设备须保证工艺流程可行、设计参数合理和基本功能齐全；

（六）垃圾分类和地下式转运站对污水处理影响大，须充分重视并采取相应措施。

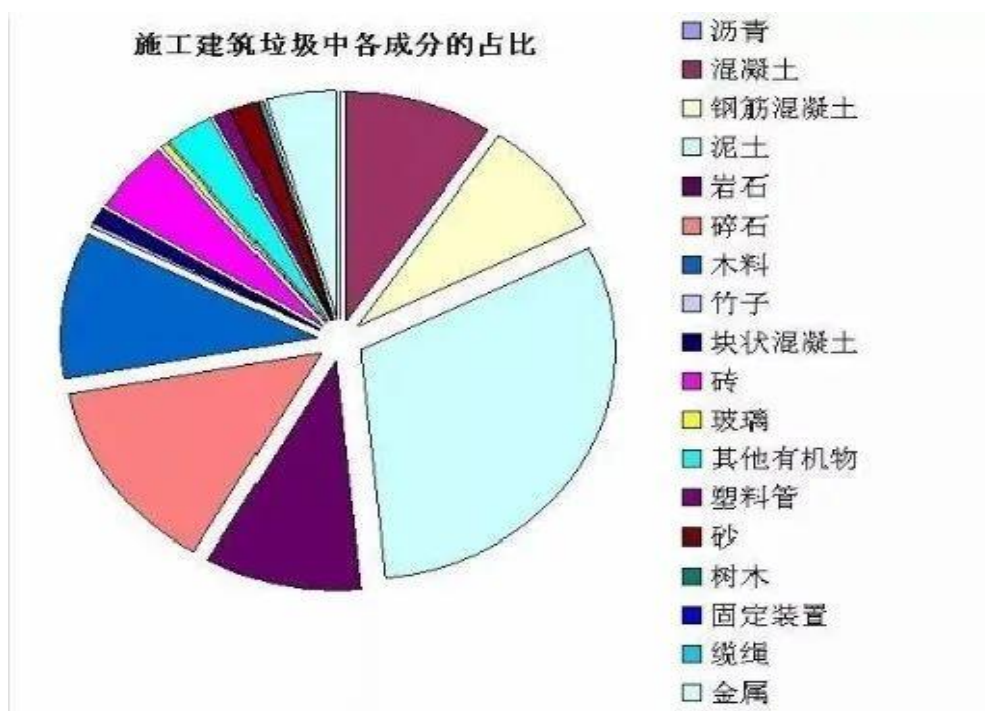
（来源：中环协工程管理专委会微信公众号）

建筑垃圾资源化利用“三步走”

随着我国基础设施建设的日益加强，城市新陈代谢的速度也日益加快。大量旧建筑被拆除，让位于更宏伟、更美丽的建筑。同时，建筑垃圾已经产生，这实际上已经成为阻碍城市发展的代谢产物。

当前我国建筑垃圾体量大，但利用率不足 10%，随着天然砂资源的短缺和砂价的上涨，建筑垃圾资源化利用成为新的投资热点，北京、河南、湖南、山东、陕西、安徽、广东等地纷纷出台政策，鼓励建筑垃圾循环再利用。





建筑垃圾再生利用八大用途

一、将建筑垃圾经过初步清理，分拣出可回收的钢和木材、再把砖石、水泥混凝土块破碎成骨料，经过筛分，除去杂质，形成一定粒径要求的建材原料。然后按级配设计要求在原料里添加水泥和粉煤灰等辅料，加入一部分水后进行搅拌，形成不同的建筑产品和道路建设产品，这些产品完全可以替代普通砂石料用于道路基层。

二、利用废砖瓦生产的再生骨料经过制砖机生成再生砖、砌块、墙板、地砖等建材制品。其中这些再生砖极具环保理念，包含地面材料生态透水砖，浇筑透水砖，透水路牙砖三种生态透水砖，被广泛用于广场、人行道、

技术前沿

慢车道、露天广场、园林、护坡、护基、高速公路和立交桥等。

三、渣土可用于筑路施工、桩基填料、地基基础等。

四、对于废弃木材类建筑垃圾，尚未明显破坏的木材可以直接再用于重建建筑，破损严重的木质构件可作为木质再生板材的原材料或造纸等。

五、废弃路面沥青混合料可按适当比例直接用于再生沥青混凝土。

六、废弃道路混凝土可加工成再生骨料用于配制再生混凝土。

七、废钢材、废钢筋及其他废金属材料可直接再利用或回炉加工。

八、将建筑废弃物分选、粉碎后剩余的淤泥、石粉为原料，添加其他各种废弃物(主要包括污水处理厂的污泥，酒厂、食品厂的废渣)和泥炭土微量元素，按一定的质量比例，经混合搅拌而成建筑垃圾再生种植土，除具备天然土壤的特性外，还具有肥效高、透气好和保水强的特点。据介绍，经相关分析论证，再生种植土土壤特性达到并超越全国土壤标准，符合高产农田肥力要求。



建筑垃圾再生利用“三步走”

一、从工地到厂房 填埋不再是首选

建筑垃圾从废物变成可以造福子孙的资源，首先要经历的一步，就是要将建筑垃圾从工地拉到可以处理它的工厂中来。30年来，建筑垃圾的一贯归宿，是城市外围那些天然或后天形成的低洼地和坑洞。时间长了，建筑垃圾占用土地的问题凸显，而且随着合法填埋场越来越少、越来越远，消纳建筑垃圾越来越困难；更重要的是，填埋会对空气、土壤、地下水造成不同程度的污染。正是在这种背景下，资源化处置的概念开始频繁出现在政策文件和公众视野中。建筑垃圾并不是真的完全没有用处的垃圾，相反，其中的混凝土块、山石、钢筋等，

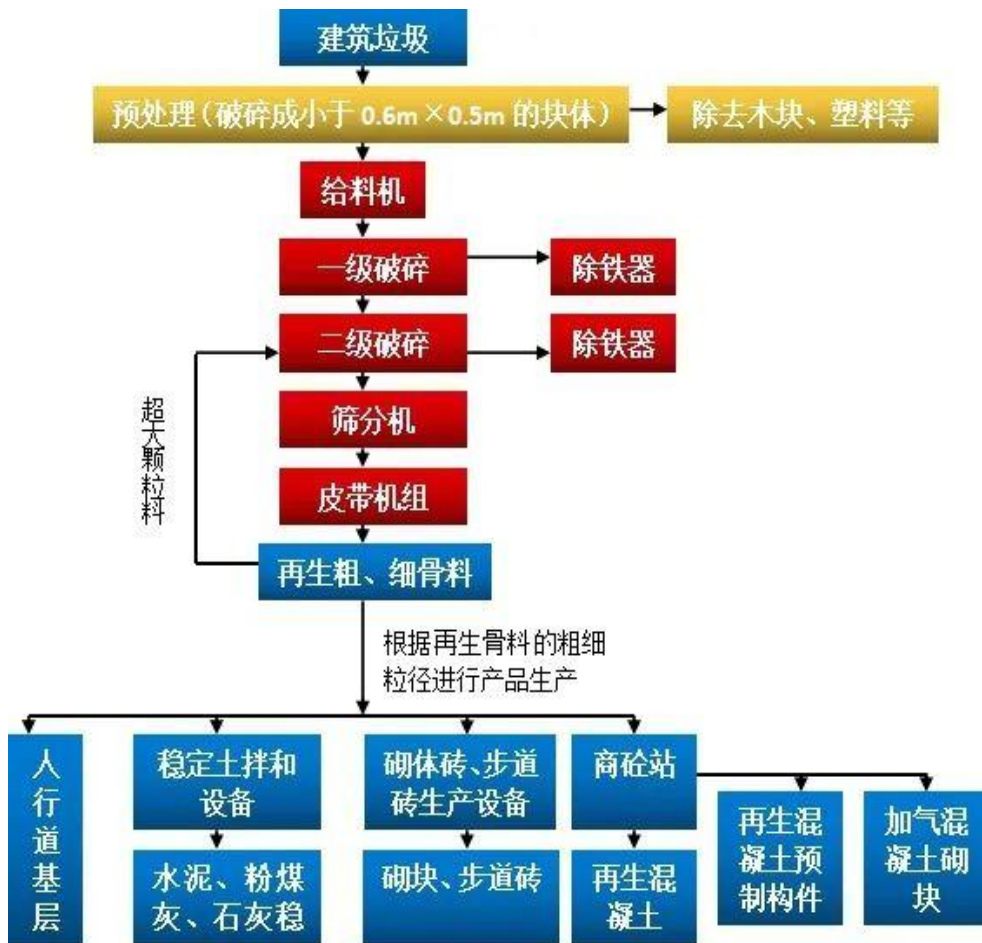
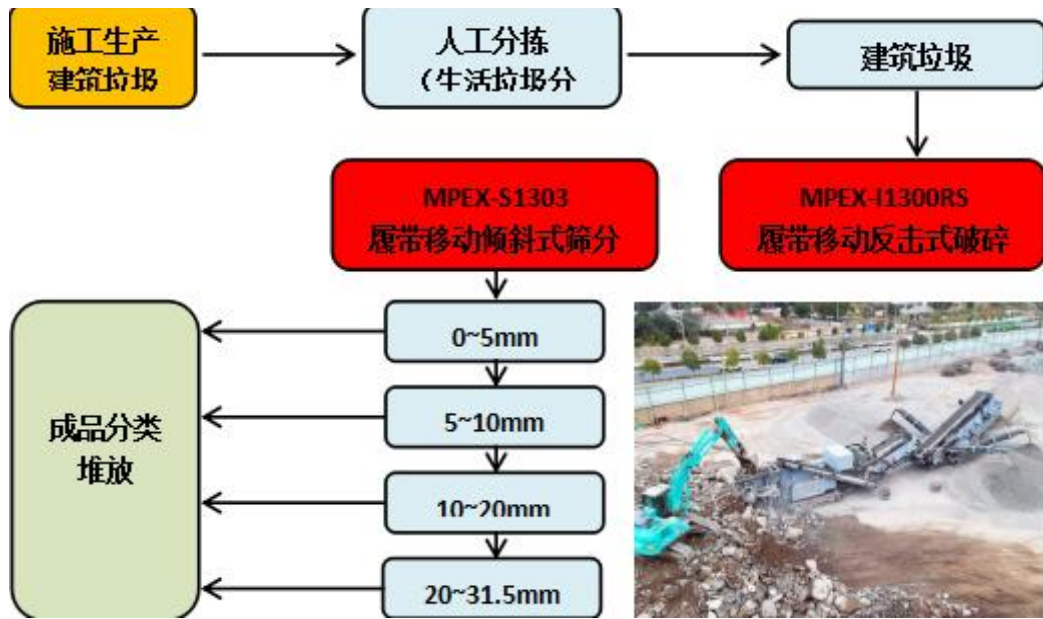
回收后都能进行再利用。把人们以为的垃圾变成可再次使用的产品，这个过程就叫做资源化处置。

二、从入料到出料 土砣金各归其位

建筑垃圾拉到厂子里，预分拣破碎单元开始作业：在除尘雾炮处理下，工人检视建筑垃圾表层，是否有肉眼可见的无用成分，如苫盖、橡胶、木材、塑料等；旁边的空地上，换上了钻头的钩机破碎过大的建筑垃圾；铲车将尺寸适当的建筑垃圾推入埋在地下的颚式破碎机的入口。为了减少扬尘，可以在破碎机入口设置除尘装置。

整条生产线的逻辑其实就是把建筑垃圾按成分分离，将高附加值的成分制备成可再次使用的原料：第一次破碎之后，皮带把料送上去，经过一个除铁器，把大块的金属（主要是钢筋）分离出来回收；接着过重型筛，把土筛出来，直接进到渣土仓；筛完土的料进入正压风选装置，用风把一些比较大的轻物质吹出去，比如塑料、木片、纸张。

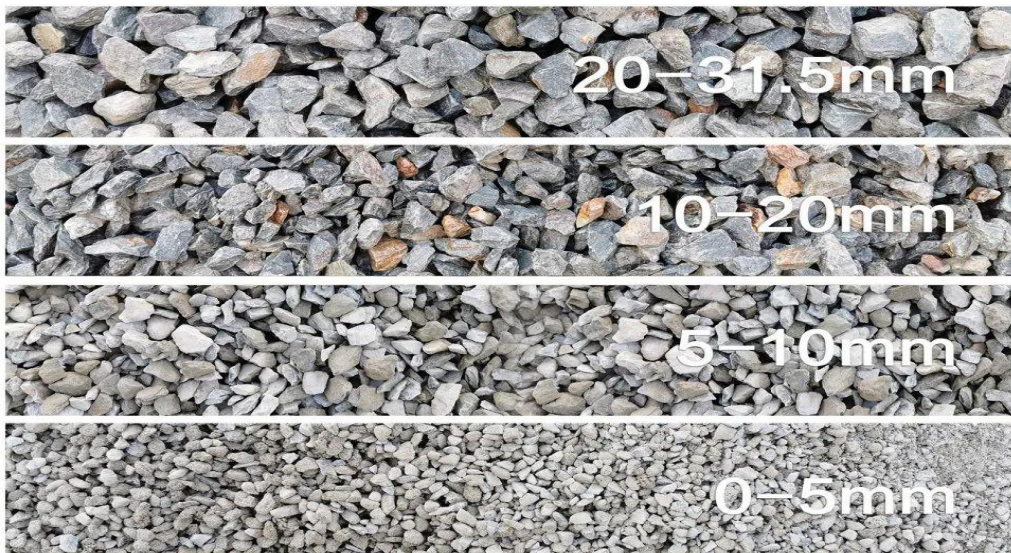
第一轮破碎筛分除杂结束后，料已经比较干净、成分也比较单一，基本就是混凝土块或者砖块。紧接着，它们会进入反击式破碎机，在反复的旋转击打中变成直径几毫米到几十毫米不等的颗粒，即再生骨料。



建筑垃圾再生利用流程示意图

三、从厂房到工地 道路公园再相见

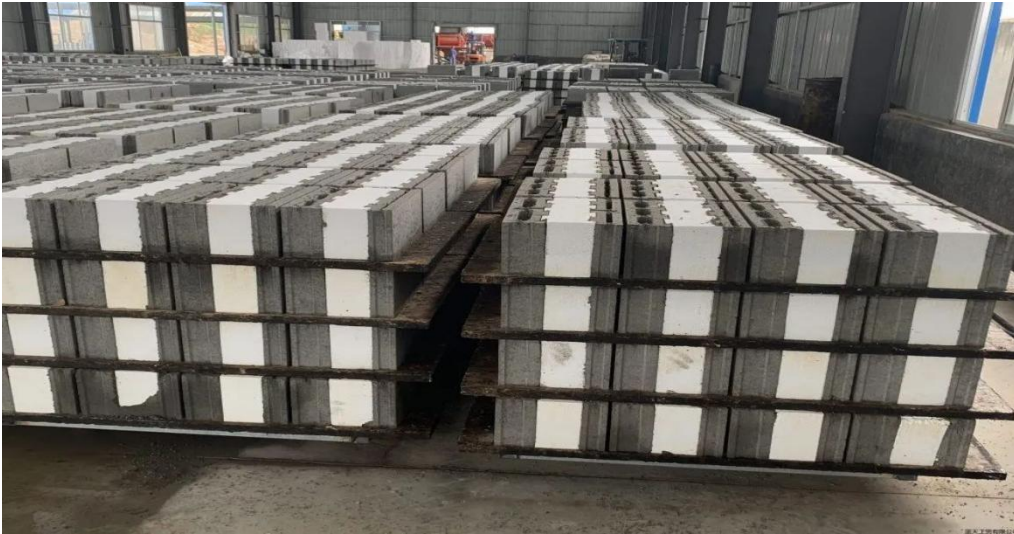
再生骨料已经生产完毕，它将去向何方？建筑工程中，砂石是最重要的材料之一，路面基层的摊铺、砂浆的配制、混凝土和砖块的生产，都少不了砂石在其中承担骨架与填充作用。但砂石资源有限，且过度开采会带来生态隐患，而再生骨料则可以在符合技术标准的前提下代替砂石的使用。



再生骨料



再生透水砖



再生空心砌块、保温砌块

即使不与水泥等其他材料配合，再生骨料也可以单独发挥作用：在园林造景中，先用粗骨料堆出地面的起伏，上盖一层有机土壤，再铺一层细骨料，再铺上一层有机土壤，最表层植树种草，就形成了既能透水也能蓄水的海绵型土壤。

建筑垃圾虽然体量大，基本上都是能够进行转化的“可造之材”。只不过，受限于再生资源回收行业本身集中度总体偏低，且“低小散”格局短期内难以发生质的转变，建筑垃圾“收—运—用”体系离成熟还有一段距离。但是，随着人们环保理念的提升，以及政府对设计方、施工方的引导，资源化产品的应用会有很广阔的市场空间，建筑垃圾的治理自然也就更加顺畅。

（来源：建筑垃圾综合利用网）

“飞灰零填埋”，离我们还远吗？

飞灰是生活垃圾焚烧的主要副产物。对飞灰整合预处理后进行填埋，是目前主要处理手段。随着填埋用地紧张、环保要求提高，传统飞灰处置方式也面临变化。

一、生活垃圾焚烧飞灰有什么特性？

为支撑上海“原生垃圾零填埋”战略，目前分类后干垃圾采取全量焚烧的处理方式。垃圾焚烧飞灰是焚烧厂烟气净化系统捕集物和烟道及烟囱底部的沉降物，包括重金属元素（Pb、Zn、Cr、Ni、Cu、Cd、Hg等）、易溶的盐类物质（主要为Ca、Na和K的氯化物，占飞灰重量的8—25%）和二噁英（0.34—6.7ngTEQ/g）等有机污染物，属于危险废物。

二、上海焚烧飞灰每日产量有多少？是如何管理的？



老港综合填埋场

目前上海运行和在建共 16 座垃圾焚烧设施，总焚烧能力 28895 吨/日。以飞灰产率 0.03 计，16 座焚烧厂全部投运后，上海每日将产生飞灰约 900 吨。目前，上海生活垃圾焚烧飞灰都通过“螯合预处理+填埋”进行处置。根据《关于进一步加强本市生活垃圾焚烧飞灰环境管理的通知》，自 2016 年 12 月 1 日起，原则上上海市生活垃圾焚烧飞灰除崇明外，均经厂内预处理合格后纳入老港综合填埋场飞灰填埋库区安全填埋。

三、飞灰填埋这种传统处理方式可持续吗？目前有什么新思路？

目前，飞灰主要以填埋方式进行处置，资源化利用发展较滞后；有些地方飞灰填埋存在不达标、不规范等问题，环境隐患较突出。为规范飞灰的处理处置，推动飞灰资源化利用，提高飞灰处理处置技术水平，规范和指导飞灰的环境管理，生态环境部于 2020 年 8 月 27 日制定并发布了《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（试行）》（HJ1134-2020）。对飞灰的处理方式和产物中重点污染物的定量控制，“技术规范”进行了推荐和说明：

（一）应控制飞灰处理产物中的二噁英类含量，可采用低温热分解、高温烧结和高温熔融等二噁英类分解技术，处理产物中二噁英类残留的总量应不超过 50ng-TEQ/kg（以飞灰干重计）。

(二) 应控制飞灰处理产物中的重金属浸出浓度，飞灰处理产物按照 HJ557 方法制备浸出液，其中重金属的浸出浓度应不超过 GB8978 中规定的最高允许排放浓度限值（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行）。

(三) 应控制飞灰处理产物中的可溶性氯含量，可采用高温工艺、水洗工艺等脱除可溶性氯，处理产物（高温处理产物、水洗后飞灰等）中可溶性氯含量应不超过 2%，以不高于 1%为宜。



飞灰低温热解装备

可以看出，行业管理单位正推动飞灰多元处置方式的应用和落地，包括低温热分解、高温烧结和高温熔融等。其中，低温热分解技术通常是指在有氧或缺氧条件下，加入或不加固相催化剂，在低于 500℃ 的温度下对飞灰进行加热处理。高温烧结技术主要指将飞灰或其处理产物与其他硅铝质组

分、助熔剂进行混合后，通过高温使其部分熔融，冷却后形成烧结体产物。高温熔融技术是指将飞灰或其处理产物与其他硅铝质组分、助熔剂进行混合后，在 1300℃ 以上高温下使其完全熔融，包括二噁英高温分解，再经过水淬等急冷处理，形成熔融玻璃体产物的过程。

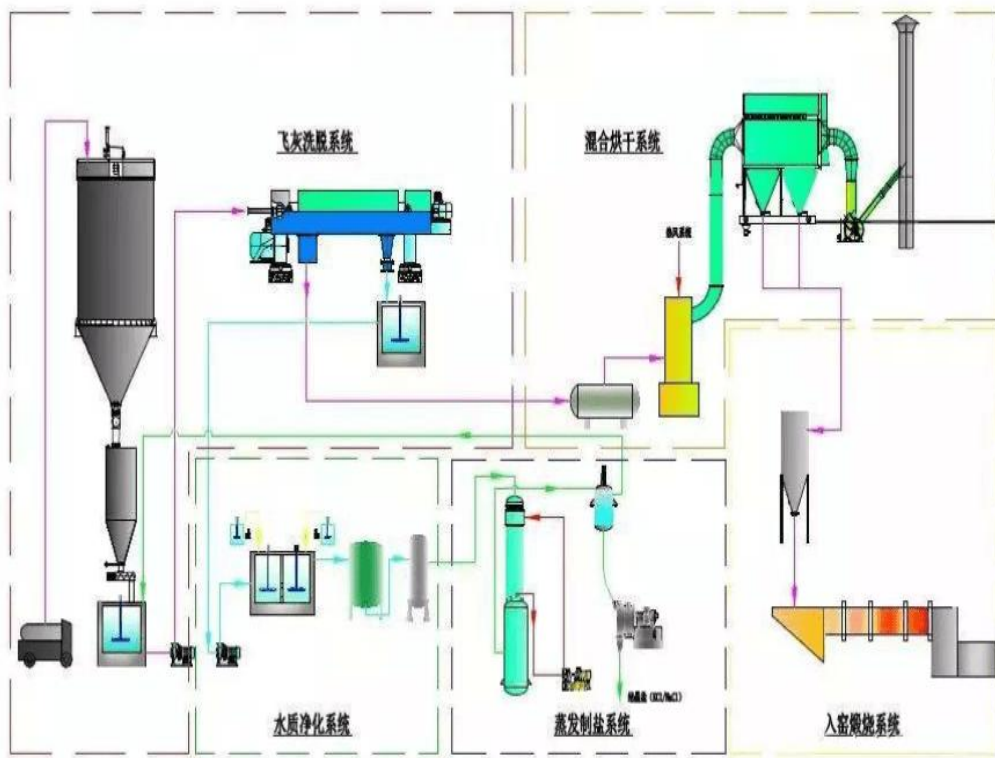
四、《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范（试行）》 HJ1134-2020 推荐的这 3 种处置手段是否需要预处理？

HJ1134-2020 推荐的 3 种飞灰处置技术均是热转化相关技术，对照污染物控制的要求，可以判断以上技术可有效降低二噁英类含量。但单独使用以上技术，需对重金属和氯化物等分离产物进一步处理。另外，高温条件下，热转化装备对防腐、保温要求较高，焚烧飞灰中大量氯化物如不提前分离，对装置装备会有较大影响。因此，利用以上 3 种技术，需要搭配水洗工艺，实现氯化物的有效控制。从目前工程应用的情况来看，高温烧结和高温熔融工艺与水泥窑协同处置工艺类似，需将水洗作为预处理工艺。而低温热解毒工艺，考虑热解环节的能耗，通常是将飞灰先行热解后，再进行水洗处理。

飞灰水洗工艺起源于水泥窑协同处置危险废物。《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）发布后，利用水泥窑进行飞灰处置成为了许多填埋用地不足的城市，如北京、杭州、芜湖等普遍采用的新方式。由于水泥窑对入窑物料有严格的氯含量控制要求，针对具有高含氯特性

技术前沿

的焚烧飞灰，也逐渐形成了“多级逆流漂洗+蒸发制盐”的预处理工艺。生活垃圾焚烧飞灰水洗提盐工艺由飞灰洗脱系统、水质净化系统、蒸发制盐系统和烘干系统等4大系统组成。目前的工艺已经能实现自动连续下料，水洗效果稳定，用水量小，重金属和二噁英转移率低，运行稳定，自动化程度高等。经预处理后的飞灰含氯量可稳定达到 $\leq 1\%$ 。



飞灰水洗工艺流程

五、未来焚烧飞灰处置可能会有什么改变？

根据相关规划，上海产生的焚烧飞灰（崇明外）将全部在老港基地内处置。《上海老港生态环保基地规划》中已考虑新增飞灰库区，占地 17.56 公顷，填埋库容约 354 万吨、

439 万 m³，填埋年限 15 年（2020 年-2035 年）。可以看出，上海短期内对飞灰填埋已规划预留空间。然而，飞灰填埋仍然存在占用土地、建设投资高、运营维护难等问题，有必要探索储备未来飞灰处置新模式，为飞灰长效安全处理提供思路。依据前文提出的相关工艺和具体效果，可以考虑在以下技术路线进一步研究深化：

（一）对焚烧原灰进行水洗预处理，实现水洗渣和盐的高效分离。其中水洗盐处理到工业级进行再利用，水洗渣通过上海周边省市水泥窑协同的形式进行处置。该路径采用的工艺形式在国内已有较多的应用案例。但是飞灰跨境处置需打通本市和外省市环保管控渠道，方能落地实施。

（二）采用“低温热解毒+水洗”工艺模式，对焚烧原灰首先进行低温解毒、去除二噁英。在接下来的水洗环节，通过酸碱调节、增加助溶剂等形式，实现重金属的溶出。利用膜系统对洗脱液进行重金属和钠、钾盐分离，分离清液进入后续蒸发系统，分离浓液按危废处置。通过以上工艺，在基本实现飞灰的无害化处置、处置主要产物满足 H1134-2020 要求后，可进行后续利用。

（来源：环卫科技网）

厦门健全低值可回收物处置机制

“2023 垃圾分类高峰论坛”在山东省青岛市举办，厦门市环境卫生中心相关负责人受邀出席论坛，现场分享了厦门市低值可回收物体系建设经验。

一、完善低值回收体系 助力双碳目标实现

厦门从 2020 年开始积极探索城市生活垃圾资源化利用的治理方案，发布了《低值可回收物指导目录》，2021 年 11 月开始建设全国首个低值可回收物分选中心，到 2022 年 12 月 30 日厦门低值可回收物分选中心正式投产运营，在低值可回收物的回收和再生利用领域，总结出的一套行之有效的“厦门模式”。



分拣中心

作为全国首个低值可回收物分拣中心，围绕“末端牵引前端”工作路线，厦门低值可回收物分拣中心不仅为垃圾分类处理链条扣上关键一环，也标志着厦门市可回收物处理体系得到进一步完善，也将有力推动该市垃圾分类减量化、资源化与碳减排行动进一步发展。



同时，厦门市将低值可回收物 50 吨/日的分拣能力分解下达各区并纳入考评标准，同时增加低值可回收物末端准确率考评，充分发挥考评指挥棒作用，进一步健全低值可回收物回收利用体系。

伴随着低值可回收物分拣中心的投产，厦门市加速落实“双碳”行动，推动建立了具有全国示范效应的“低值可回收物回收体系”。



由各区政府部门委托相关企业负责分类收运，低值可回收物采取定时、定点、定线与预约相结合模式，科学规划“公文化”直运线路，定时转运可回收物至专业的分拣中心进行分拣处理。目前，厦门生活垃圾回收利用率已达到 53%。

二、先行试点 推动建成规范管理体系

由于种类繁多、成分复杂，分离回收难度高，加工价值低，企业缺乏回收动力，因此曾在全国范围内都没有规范回收及处理的机制。



近年来，通过开展精细化分类，厦门市让它们变身“低值可回收物”，逐步进入规范管理。通过在生活小区开展低值可回收物收运试点工作，引导居民从源头上做好低值可回收物分类。

从建立规章，到先行试点，厦门做好顶层设计，不断完善管理体系，为形成“分类投放、统一清运、区域分拣、集中处理”的生活垃圾低值可回收物回收循环模式和处置机制，一步步打牢基础。

三、完善配套 资源回收利用成效显著

围绕“减量化、资源化、无害化”目标，抓住分类投放、分类收集、分类运输、分类处理“四大环节”，厦门逐步建立起分工明确、责任清晰、配套完善的低值可回收物回收体系，资源回收利用成效显著。



2022年，全国首个低值可回收物分拣中心在厦门市正式投运，日分拣量达50吨。分拣后的物料通过机器人进行

质量控制、提高纯度等方法被精细化分拣，最后分别打包压缩后，送往下游再生处理厂家，实现“变废为宝”。

四、积极探索 推进两网融合发展

厦门市大力推进环卫清运网络与再生资源回收利用网络“两网融合”，进一步完善低值可回收物收运处置体系，实现低值可回收物从“垃圾”到“资源”的转变。

厦门市积极探索可回收物领域生产者责任延伸制度，为低值可回收物的回收体系提供长期稳定的资金支持，保证低值可回收物回收再利用产业稳步发展。同时，引导市场建立可持续发展制度，鼓励各个行业在具体商业模式中提高玻璃、快递包装等的重复使用率，并督促再生资源服务点运营管理实现标准化、规范化、连锁化经营，进一步提高资源化水平。助推垃圾分类减量化、资源化与“双碳”行动实现创新发展。

来源：<http://www.chinajs.com/html/202304/09/32918.html>

北京破解大件垃圾和低值可回收物管理难题

《北京市生活垃圾管理条例》（以下简称《条例》）实施以来，北京市生活垃圾管理总体成效明显，但可回收物收集、运输、处理全过程仍未完全理顺，乱丢乱放

现象群众反映较多。特别是旧家具等大件垃圾和塑料泡沫、旧衣物、海绵、玻璃制品等低值可回收物的回收处理难题较为突出。

作为可回收的再生资源，大件垃圾虽然含木材、钢铁成分多，但如不能形成规模，收运处理成本仍明显高于其价值；旧衣物、海绵、玻璃制品等低值可回收物收运成本虽然不高，但回收价值较低，均难以通过市场自发手段实现减量化、资源化处理。

一、现有再生资源回收网络不完善，收集、运输、处理各环节未形成全品类、全覆盖完整有效的链条。对于书报、纸箱、饮料瓶、家电等高值可回收物，市场自发形成“小区内板车—小区外厢式货车—粗分站—细分站”的处理路径，基本能够实现收处平衡、自然循环；对于大件垃圾和低值可回收物，绝大多数仍由街乡和物业兜底。

二、生活垃圾处理网络与再生资源回收利用。网络“两网”尚未融合，再生资源回收行业管理部门调整后，再生物资回收体系建立、网点布局、行业规范等正处于起步和过渡期。大件垃圾和低值可回收物尚未进入生活垃圾管理体系，原有垃圾楼、中转站没有存放可回收物的空间，生活垃圾运输、考核评价环节也不包括可回收物，还是两条线。

三、各区、各街乡大件垃圾和低值可回收物处理不平衡、不均衡，认识不统一。多数街乡因地制宜设置了大件垃圾暂存点，大件垃圾先送至暂存点，再由暂存点到处置厂，其费用有的街乡财政兜底，有的物业出资，有的居民付费，资金来源、收费标准不一，管理效果也差别较大。

四、《条例》实施后，小区集中设置一处可回收桶，部分居民因为距离较远，不够便捷。将低值可回收物与其他垃圾混倒或随意丢弃，监管难度大。

五、有些低值可回收物进入生活垃圾渠道，与源头减量、全程分类管理、资源化利用、无害化处理的要求相悖。针对大件垃圾和低值可回收物回收价值相对较低、转运处理费用较高的属性，部分基层单位探索出了一些有效管理模式。

大件垃圾前端就地处置模式。以街道为单元，布局一些兼具收储、粗分功能的大件垃圾处置中心，配置小型专业垃圾破碎处置设备(一般占地400—500平方米)，由第三方公司运营，预约上门收集、付费处理，实现大件垃圾就近拆解、粉碎、压缩、分类。这种模式的优势在于能够实现大件垃圾就近处理，大幅减少存储和运输空间，降低运输成本，有可能实现收支平衡或者微利，推动社会资本进入和市场化运营。以北京市东城区东直

门街道“城市生态岛”为例，衣柜、桌椅、沙发、床垫等旧家具，经过拆解、粉碎后，可以减少 5/6 的体积，塑料泡沫压缩比更大。这种模式的难点在于需要合适的空间布局和项目选址，提高居民知晓率和付费意识。同时，需要一定的处理量维持收益平衡。例如，东直门“城市生态岛”，需要周边 3—4 个街道范围的大件垃圾供货才能维持收支平衡。

大件垃圾市场化、规模化集中处置模式。全区设置 1—2 处大件垃圾处置生产线，由专业公司运营，并与各街乡签订有偿服务合同，直接从社区暂存点运输，费用由属地街乡或小区物业负担。这种模式减少前端分散处置环节，直接由暂存点到末端生产线，中间由专业公司运输，具有规模化、专业化优势，便于监管。难点在于运输路线较多、距离较长、成本较高，需要达到一定规模的处理量才能实现收支平衡。例如，朝阳区在循环经济产业园设置了一条大件垃圾处置生产线，设计日处置产能 50 吨，由区环卫中心成立专业转运队伍，负责区内 33 个街乡大件垃圾的收运、资源化处置工作，基本解决了大件垃圾的出口问题。但由于供货不足，尚处于亏损状态。

可回收物第三方处理模式。以政府购买服务的方式聘请第三方公司负责可回收物的收运，授权第三方公司

资源回收利用

对辖区全部可回收物进行及时处理。这种模式“肥瘦搭配”，避免了“挑肥拣瘦”，一定程度上实现了低值可回收物“有人管”的目标。例如，“八爪鱼回收”采取在线预约、上门回收、不分品类、仅以重量计价的方式，在朝阳区八里庄等街道开展服务。由于不能杜绝外来“拾荒者”收取高值可回收物，盈利也较困难，需要街道再同时打捆提供一些其他可盈利的项目平衡收益。



以上探索，都不同程度缓解了大件垃圾和低值可回收物管理难题，但尚未找到收集、运输、处置全链条系统破解之道，也普遍面临收支平衡等共性问题。

几点建议：

一、加强市级统筹，逐步实现“两网”实质融合。

将再生资源纳入生活垃圾管理体系，自上而下推动两者同监管、同考评、同管理服务。在城市副中心等新

建城区、新开发区域、新成立街道，明确将再生资源回收处理设施纳入规划，以“两网”融合为标准规划建设环卫设施。现有环卫设施具备条件的，在更新改造时增加再生资源存储、粉碎、压缩、分类等粗加工能力，降低后续成本。

二、打通全链条，推动再生资源与生活垃圾管理“齐步走”。

改革完善现有垃圾收运和再生物资回收处理链条，比照生活垃圾建立起再生资源收集、运输、处理全链条处理机制，重点加强前端收集点网络建设和科学化运营、规范化管理，实现各类可回收物应收尽收。

三、加大政策创新力度，重塑再生资源市场体系。

在前端，探索特许经营模式，实施小区准入管理，形成再生资源回收一个市场、一支队伍。在末端，支持建设兼具大件垃圾处置和可回收物分拣功能的综合处置厂，实现规模化、专业化经营。完善市场化机制，规范市场秩序，培育行业龙头企业，支持现有末端处理企业进入前端收集领域，形成完整产业链。

四、加强政策支持，助力再生资源行业起好步。

将再生资源回收企业纳入生活服务业政策支持范围，通过政府购买服务等方式，支持企业开展“全口径”垃圾服务。对再生资源网点、分拣中心、大件垃圾处置厂

资源回收利用

建设运营初期给予场地、资金支持，对电费等运营成本给予优惠或补贴。鼓励国有企业、各级环卫中心、垃圾处理中心发挥自身优势参与再生资源行业。

五、优化空间布局，完善各区现有模式。

调整优化现有大件垃圾暂存点，科学规划处置点，根据设计处理能力合理划定服务范围，实施跨街道统筹，使每处设备尽可能饱和运行、收支平衡，避免重复建设、处理能力过剩、设备闲置等问题。推广垃圾管理第三方综合服务模式，将大件垃圾和可回收物纳入服务范围，避免“各管各桶”的现象。明确大件垃圾、低值可回收物的资金来源，统一收费标准，财政负担部分列入年度预算。

六、监管与服务并重，推动再生资源规范管理与垃圾分类一起成为社会新时尚。

落实《条例》规定，加快制定再生资源回收体系建设规划，合理布局回收网点，参照厨余垃圾的管理模式，完善各个环节的监管、考核，加强前端桶站执法和宣传引导，推动居民习惯养成，真正解决大件垃圾和低值可回收物管理难题。

（来源：中国建设报）

江苏昆山建立建筑垃圾“投收运处用”一体化模式

近期，CCTV-13 频道《新闻直播间》栏目播出《创新固废回收模式 促进资源节约利用》，聚焦资源回收利用，围绕生活垃圾“大分流，细分类”体系优化，展示江苏省昆山市统筹推进“大分流”，建立建筑垃圾“投收运处用”一体化闭环产业链的创新举措，点赞昆山市在建筑垃圾资源化利用方面的有益探索。

昆山市着力搭建建筑垃圾“一核一翼，多点联动”城镇村全域覆盖统筹服务体系，面向全市建设建筑垃圾收运、处置服务设施，通过实时数字申报平台、智能监测感应等信息化手段，实现全市建筑垃圾投收运处全过程信息实时传输与管控。

建筑垃圾移动收集箱和中转点，是“一核一翼，多点联动”中的“多点”

移动收集箱因通体绿色，又被称为“小绿箱”，通常出现在装修垃圾较多的新改扩建小区，居民可自行前往投放装修垃圾。“小绿箱”配备 GPS 定位、容量自动监测等功能，实现了“箱满报警、即收即运”，目前全市 169 个小区已完成“小绿箱”布点，有效解决了居民装修垃圾无处投放的困扰。



专业的建筑垃圾运输勾臂车是“小绿箱”的黄金 CP，一勾一放中即可实现“空箱换满箱”，大大提升了建筑垃圾收运的效率。

中转点是中心城区装修垃圾收集转运的配套设施，在昆山老城区的部分小区，狭窄的通道让“小绿箱”无法落地，居民可以通过联络中转点，小型装修垃圾收集车辆即可上门收运，打通了服务群众的“最后一公里”。

昆山市建筑垃圾资源化利用中心和花桥处置分中心，是“一核一翼，多点联动”中的“核”与“翼”。

昆山市建筑垃圾资源化利用中心现有五条产线，年处理能力达 140 余万吨；花桥处置分中心年处置能力 20 万吨，可与中心项目协同联动，可实现全市建筑垃圾规范化处置全覆盖，建筑垃圾资源化利用率 95%以上、无害化处置率 100%。



昆山市建筑垃圾资源化利用中心

昆山市将严格的质量管理标准贯穿于建筑垃圾再生产品制造全过程，从原材料质量控制到产品性能检验进行全流程质量管控，通过建筑垃圾资源化利用制成的再生砂产品与天然砂品质相当，再生砖涵盖市面上所有 PC 砖产品，可广泛应用于地面铺装、海绵城市以及多个城市基础建设。





建筑垃圾“绿色再生”

下一步，昆山市将践行垃圾分类，探索绿色低碳发展新路径，持续推进固体废物源头减量和资源化利用。

(来源：昆山城管)

某生活垃圾填埋场坝体稳定性监测与启示

一、引言

生活垃圾卫生填埋作为处理生活垃圾主要方式之一，在国内外一直得到广泛应用。卫生填埋是一项特殊性较强的工程活动，建设运营和封场后的监管都非常重要。近年来，生活垃圾处理方式逐渐以焚烧处理为主、卫生填埋为辅，大部分垃圾填埋场逐步实施封场或停止原生生活垃圾填埋作业。整体安全稳定是填埋场全生命周期的重要内容之一，关乎人员、设施财产安全，其中坝体作为填埋场的必要设施和主要建设项目，其结构及稳定性既决定了垃圾填埋场的库容及使用年限，也关系到填埋场的安全运营。影响坝体稳定性的因素包括坝体设计、施工和维护等，需综合填埋场的实际情况而进行建设管理。结合实际开展坝体水平位移、沉降监测和渗滤液位观测，能系统全面掌握坝体稳定性情况，及时采取措施巩固坝体稳定安全。

填埋场坝体稳定性问题极其重要，不容忽视。本文将从垃圾填埋场坝体及填埋区水平位移、沉降和渗滤液位观测角度出发，对影响坝体稳定性的因素进行分析，结合填埋场实际，对封场后的填埋场安全管理提出工作建议。

二、填埋场概况

（一）填埋场基本情况

某生活垃圾填埋场位于某山体西北侧的山坳处，总面积约 18 万 m^2 ，于 20 世纪 90 年代初建成并投入使用，场地设施主要包括垃圾填埋区、办公管理区、渗滤液处理区和沼气发电区。建设初期，填埋库容为 169 万 m^3 ，运营过程中，因生活垃圾产生量日益增长，当地环卫部门于 2001 年对该填埋场进行了扩容，将原设置在填埋场内的渗滤液调节池移到填埋区挡坝外，对原有垃圾挡坝进行加高，增加垃圾填埋的高度，增加了库容。扩容后，填埋区面积近 14 万 m^2 ，总填埋库容约 515 万 m^3 。2002 年该填埋场达到使用年限，实施封场工程。封场时，该场累计进场垃圾约 500 万吨，填埋面最大标高约 78m。

（二）地形地质条件

该填埋场所在区域地貌类型属构造剥蚀残余丘陵，地势总体东南高西北低，场地地势起伏较大，实测高程在 63.21 ~ 67.35m，地表为人工堆填的素填土、杂填土。填埋场封场后整体地形地貌呈东南高，西北低，最大高差约 50m。该场地地基土成因类型自上而下分别为人工填土层（ Q_{m1} ）、残积层（ Q_{e1} ）及燕山三期 $\gamma 2(3)5$ 花岗岩。

三、坝体情况

该填埋场坝体分为主坝、副坝 I、副坝 II，平面布置图

如图 1 所示，主坝位于场地西北侧，副坝 I 位于场地南侧，副坝 II 位于场地东北侧。封场过程中，由于垃圾堆体边坡较陡，按 1: 5 的进行坡度修整，原有坝体的高度不能满足要求的，则对坝体进行加高。坝体采用新旧坝嵌套逐渐加高，封场实施后，垃圾挡坝主坝总高约 16.5m。

主坝位于填埋场西北侧“V”型谷中，两岸出露为燕山期花岗岩，地层有素填土，生活垃圾、淤泥质土、粉质粘土、砂质粘性土和弱风化花岗岩；副坝 I 坝址位于填埋场南侧“V”型谷中，两岸出露为燕山期花岗岩，地层有素填土，生活垃圾、砂质粘性土；副坝 II 坝址主坝位于填埋场东北侧“V”型谷中，两岸出露为燕山期花岗岩，地层有素填土，生活垃圾、粉质粘土、砂质粘性土和弱风化花岗岩。该填埋场主坝共分四级，坝高分别为 5m、2.5m、4m、5m，坝体由粘土夯实。坝体的筑坝方式为上游式筑坝，子坝中心线位置不断向初期坝上游移升。

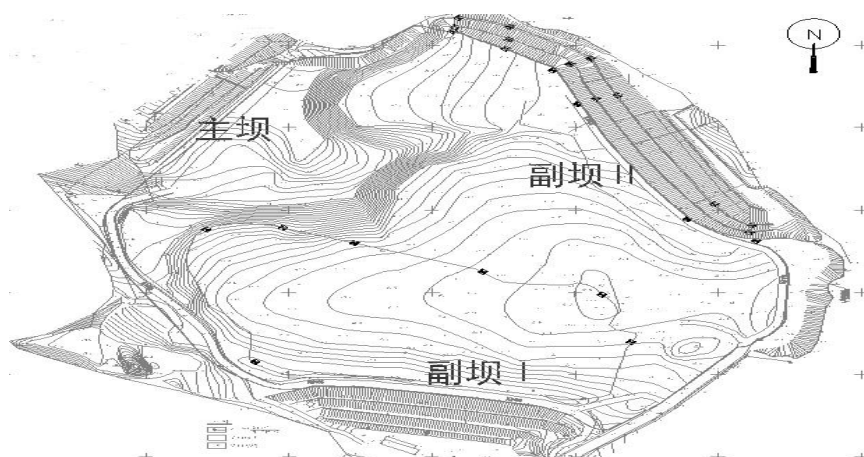


图 1 填埋区平面布置图

四、坝体稳定性监测

该填埋场已封场多年，随着垃圾渗滤液和沼气的排出，以及填埋垃圾本身在重力作用下的固结，填埋场各部分均有沉降现象。沉降现象在一定程度上影响着垃圾堆体和坝体的稳定，关乎填埋场的安全性，为保障场区及办公人员、设备财产安全，提高运营管理水平，对填埋场实施为期 2 年的变形（水平位移、沉降）监测及渗滤液位监测，评估填埋场坝体稳定性。实施监测工作为填埋场封场后的信息化管理提供数据支撑，为突发滑坡事故的发生提供预警保障，同时对填埋区水平位移、沉降规律及渗滤液位变化分析提供参考数据。

（一）监测内容

监测内容为填埋场西北侧主坝及填埋区水平位移、沉降和渗滤液位观测。其中，变形（水平位移、沉降）监测在主坝设置 20 个观测点，填埋区设置 30 个观测点，共布设 50 个监测点，对应监测点分别进行水平位移观测和沉降观测，相应的水平位移观测值以 WY 记、沉降值以 CJ 记；渗滤液位观测在填埋区设 6 个观测点，相应的观测值以 SW 记。观测点平面布置详见图 2。

（二）监测方案

监测周期为每月一测，遇超强台风或特大暴雨等特殊情况下，加密观测；监测实施过程中，记录实时天气状况，并重点关注场区条件变化，结合实际适当增加监测次数。

1. 坝体及填埋区水平位移监测。

在坝体及护坡以外稳固地区埋设基准点共 9 个，建立本次监测系统的独立坐标系。水平位移监测点埋设采用 $\Phi 16$ 顶端为球形钢质标芯，用冲击钻在硬化地面成孔，放入标芯后，用 32.5R 水泥浆固定，使之与地面结构合为一体。根据场地实际情况，采用固定设站观测方法，即每次观测时固定架设在观测点上，以固定的控制点作为全站仪定向后视，监测监测点的坐标，即可得到监测点的位移变化值。现场观测数据记录采用仪器自动记录，同时设定观测限差，利用仪器在测量记录过程中随时对观测数据进行检查，出现超限提示时及时重测；通过专用计算程序算出各监测点每次水平位移量及累积水平位移量。

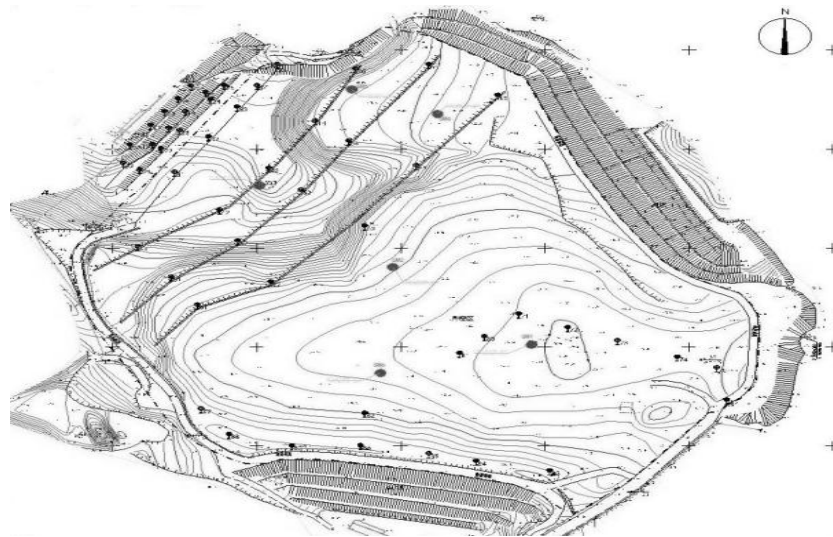


图 2 观测点平面布置图

2. 坝体及填埋区沉降监测

共埋设 3 个深式水准基准点，埋设时应避开受压受震等区域，确保基准点稳固可靠。沉降监测点采用 $\Phi 20$ 顶端为球形钢质标芯，用冲击钻在相应的位置成孔，放入标芯后，用 32.5R 水泥浆固定，使之与原有结构合为一体。监测时采用二等水准测量精度，精度为 $\pm 0.5\text{mm/km}$ ，水准基点采用往返测路线，沉降监测点采用闭合环水准路线。现场观测数据采集过程中对各项限差进行检核，若限差超限时，即重测。监测数据采用“二等水准测量数据处理程序”进行平差，计算监测点高程、沉降量，并形成现场观测记录、监测点沉降量计算表。

3. 填埋区渗滤液位观测

共布设两排渗滤液位观测孔，每排 3 个孔，共 6 个孔（编号 SW1—SW6）。采用 PVC 压力管，观测孔口直径为 100mm，为防止孔口掉入杂物，孔口管接出地面约 50-60 mm，并在管口加盖，盖的中部留有直径 10mm 的孔眼以便垃圾堆体内的沼气溢出。

（三）监测成果

完成水平位移、沉降观测和渗滤液位观测后，计算各监测点的变形量、渗滤液位值及累积量，绘制变形量~时间和渗滤液位~时间曲线图（详见部分曲线图，图 3—图 6）。

1. 水平位移、沉降监测结果

根据监测数据显示，该填埋场存在一定水平位移、沉降变形情形。本期监测所得，位移累计最大值为 24.2mm，沉降累计最大值为-37.7mm。最大水平位移、沉降点发生在填埋场中北部观测点，最小位移、沉降点在主坝靠近坝脚的观测点；水平位移速率为 0.03mm/d；沉降速率为 0.05mm/d，水平位移、沉降整体较稳定。



图 3 累计水平位移曲线图-1 图 4 累计水平位移曲线图-2

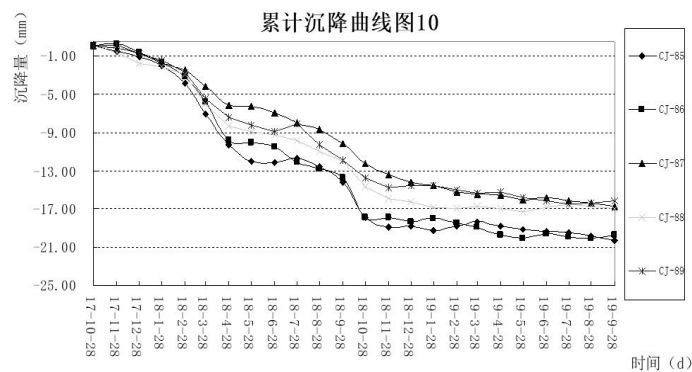


图 5 累计沉降曲线图-1

图 6 累计沉降曲线图-2

2. 渗滤液位观测结果

从渗滤液位观测所得（见图 7），监测期间，渗滤液位不同孔位的埋深在 2.89—18.00m 之间，其中某个月的渗滤液位不同孔位的埋深在 6.34—15.15m 之间。

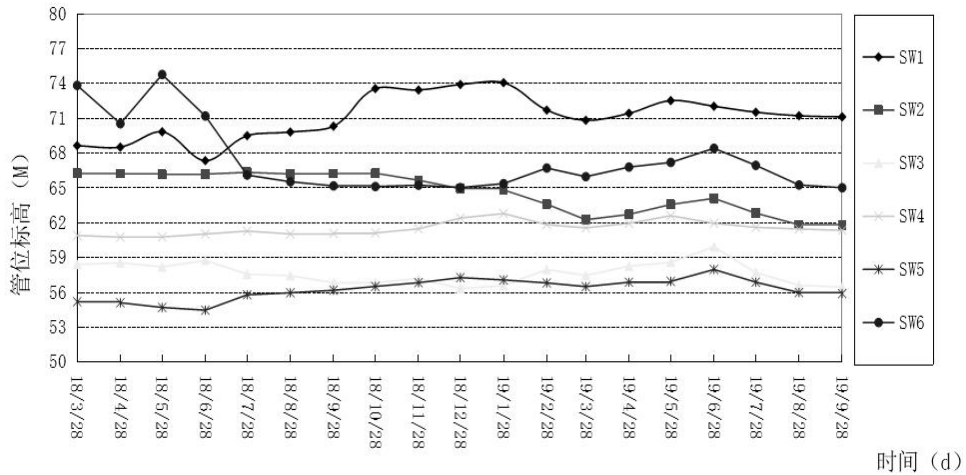


图 7 渗滤液位变化曲线图

综上，从两年的坝体稳定性监测结果可见，水平位移累计最大值为 24.2mm，沉降累计最大值为-37.70mm，水平位移速率为 0.03mm/d，沉降速率为 0.05mm/d。结合有关工程案例进行综合分析，该填埋场西北侧主坝及填埋区水平位移、沉降总体较稳定。从观测结果所得，多个渗滤液孔位水位保持较高的状况，考虑到该填埋场底部无防渗膜，周边山体排水、降雨渗入垃圾堆体，对渗滤液位有一定影响；距离主坝最近的观测点，孔位的埋深在 2.89—6.34m 之间，推测主坝段可能有较高的浸润线，需对渗滤液位和坝体位移进行持续

监测，并适当增加坝体浸润线监测；此外，因该填埋场主坝中三级坝体设置在残坡积土层和垃圾上，因扩容而采用新旧坝嵌套加高坝体，且前期渗滤液调节池设置在坝前，对坝体稳定性造成一定影响，应加固坝体以提高其抗滑、抗倾覆能力，确保场区整体安全。

五、工作思考

填埋场坝体及垃圾堆体的稳定性问题直接关系到场区安全及正常运营，通过对垃圾填埋场进行安全监测及稳定性评估，既可对其安全状况做出科学、客观、全面的评价，对填埋场存在的安全隐患进行预警，发现隐患可以有针对性地进行处理，又可分析总结影响填埋场稳定性的因素并制定整改措施，利于填埋场安全运营管理。

（一）坝体稳定性影响因素

垃圾坝承受的主要作用力有：坝体自重、填埋体土压力及渗透压力。封场后，垃圾堆体内有机物的不断降解压缩，在重力作用下均有沉降发生，从而影响垃圾坝体稳定性。此外，影响填埋场坝体稳定性的因素还有以下几点：

1. 坝体自身情况。如坝体基础情况、坝体自重、坝体材料、坝体高度等，其中坝体自重是坝体的主要荷载。常用的垃圾坝坝型主要为重力式坝和柔性坝 2 种，分别以砌石坝和碾压式土石坝为代表，若坝体建设时未按相关规范进行设计施工，使得坝体本身存在缺陷，将影响坝体稳定性。坝体本

身存在软弱层和渗漏点，则表明坝体结构存在薄弱环节，整体性较不完善。

2. 地下水位高低情况。部分老旧填埋场因防渗措施老化等原因，周边排水或降水渗入垃圾堆体，导致堆体内水位升高，对坝体产生动水压力，还可能发生管涌、坝体沼泽化等危害；同时，地下水丰富将使堆体长期处于饱和状态，不利于垃圾的自稳，也会导致坝体浸润线升高，降低坝体的稳定性。渗滤液水位和地表水平位移速率是填埋场堆体稳定安全监测的关键指标，且两者呈明显的正相关。

3. 人类工程活动。填埋区之上或坝体前缘的人类活动，如工程建设或生产活动，在填埋区上附加了静荷载和活动荷载，荷载的增加将加大垃圾堆体侧向土压力，也将引起填埋区的局部不均匀沉降，从而破坏填埋区上部的防渗层，导致地表水渗入垃圾堆体内部，垃圾堆体自重增加，随之坝体承受的荷载增加，甚至提高坝体浸润线，不利于填埋场坝体稳定。坝体前缘的工程建设活动，有可能因抽排地下水等工程措施打破填埋区的基本平衡状态，引起坝体沉降，降低坝体的稳定性。

影响坝体稳定性的因素还包括填埋垃圾的高度和堆体坡度，以及地震活动，在运营过程中需严格按照有关规范进行作业填埋及边坡修整，达到使用年限必须按规定进行封场管理，以确保填埋场稳定安全。

（二）工作建议

对已停用的垃圾填埋场，应实施规范化封场。封场后，加强日常巡视和监管，完善检查、巡查制度，加强填埋场管理工作。一是结合坝体实际情况，如针对坝体高度、基础情况、坝体材料等采取措施进行坝体加固，提高坝体稳定性。坝体稳定性在建设初期就应充分考虑，包括地质条件、坝体高度、垃圾堆体坡率、坝型优化及坝体构造选择、坝体抗腐蚀性能设计等。二是完善监测系统和应急预案，结合填埋场实际情况，采取人工、设备等进行常规稳定性监测，按照监测评估建议对监测发现的安全隐患进行整改；对垃圾填埋场的坝体及高于坝体的堆体进行地质沉降、位移动态等情况的长期监测，进一步完善填埋场监测预警体系。三是强化填埋场防洪和渗滤液导排能力，降低垃圾堆体地下水位，使坝体浸润线位置降低，提高坝体抗滑稳定性；做好雨污分流，按规范设置排水沟、截洪沟，对已损坏的防渗设施及时修补巩固，减少地表水渗入垃圾堆体。同时，按规范设置地下水监测井，防止地下水受污染。若渗滤液孔位水位较高，应持续进行填埋场安全性监测评估工作，及时掌握场区安全状况，确保填埋场整体安全稳定。

（来源：广州市城市管理技术研究中心李燕妮供稿）

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8月28日

编审：李湛江 朱云

编辑：罗志红 电话：81073291