

城市管理

科技信息简报

2024 年第 11 期

广州市城市管理技术研究中心

2024 年 11 月 26 日

本期要目

- ◆ 大件垃圾何处去，堵点在哪儿？
- ◆ 装修垃圾资源化利用的工艺分析与展望
- ◆ 渗滤液处理中膜法应用与反渗透应用故障浅析
- ◆ 生活垃圾焚烧飞灰无害化处理及资源化利用研究
- ◆ 宁波打造全国领先的混合塑料分选线
- ◆ 柳州市餐厨垃圾资源化利用和无害化处理工程
- ◆ 广州“绣”出城市新风貌

目 录

资源回收利用

- 宁波打造全国领先的混合塑料分选线..... 1
- 装修垃圾资源化利用的工艺分析与展望..... 3
- 生活垃圾焚烧飞灰无害化处理及资源化利用研究..... 12

智慧城管

- 广州“绣”出城市新风貌..... 18
- 太阳能充电椅亮相广州白云新城..... 22

垃圾处理

- 渗滤液处理中膜法应用与反渗透应用故障浅析..... 25
- 大件垃圾何处去，堵点在哪儿？ 32
- 柳州市餐厨垃圾资源化利用和无害化处理工程..... 35
- 国内最大的厌氧氨氧化餐厨沼液处理无锡项目调试成功
..... 39

宁波打造全国领先的混合塑料分选线

近期，宁波市海曙区的可回收物分拣中心混合塑料分选线投入使用，该分拣中心能将不同颜色和材质的塑料细分为13种，提高了塑料回收利用率，进一步增强了宁波可回收物精细分拣能力。



海曙区可回收物分拣中心混合塑料分选线

据悉，该分拣中心混合塑料分选线包含涡电流分选机、可见光分选机、AI分选机器人等自动化智能设备，通过“机械智能分选+人工干预分选”的方式，将居民端分类投放的塑料制品根据种类精细分选成矿泉水瓶、饮料瓶等PET塑料，洗衣液瓶、洗发水瓶等HDPE材质，塑料日用品、塑料玩具、塑料框和塑料袋等杂塑料，再根据不同颜色分为透明、蓝色、

绿色和白色等 6 类，分选准确率达到 95%以上，分选效率比原先人工分选提升了约 50%。



经过精细分拣的可回收物可以获得更高的利润率，例如透明塑料瓶销售价可达到每吨 4000 元左右，杂色塑料瓶每吨只有 3000 元左右，黄板纸出售价格达到每吨 1450 元，可回收物细分以后可增值 2—3 倍。通过这些高值回收物带来的高利润，来补贴对低价值可回收物进行的兜底回收。这种“精细分类”“以高补低”的模式，实现了分拣中心的可持续运营。



海曙区可回收物分拣中心

海曙区可回收物分拣中心引进先进的混合塑料分拣技术，提升了宁波可回收物精细分选的水平。类似海曙区这样的生活源标准化可回收物分拣中心宁波还有 11 座，是宁波可回收物一体化智慧收运体系的重要组成部分。

(来源: 宁波晚报)

装修垃圾资源化利用的工艺分析与展望

本文分析了装修垃圾的特性、组分和粒径分布，介绍了收运现状和“两级破碎+多级分选”的典型工艺路线，总结了实际工程应用中处理工艺的优化，探讨了装修垃圾资源化行业存在的问题和应对措施，为装修垃圾资源化行业的发展提供参考。

一、装修垃圾组分和物理特性

装修垃圾是指装饰装修房屋过程中产生的废弃物。基于上海某装修垃圾处理厂的进料采样分析，发现装修垃圾的组分较为复杂，包括砖混类、灰土类、轻质物类等，如图 1(a)

所示。其中砖混类占比 57.9%，灰土类占比 25.0%，木竹、纺织、橡塑等轻质物类占比 14.9%，金属、玻璃占比分别 1.5% 和 0.7%，密度范围为 700—1000kg/m³。

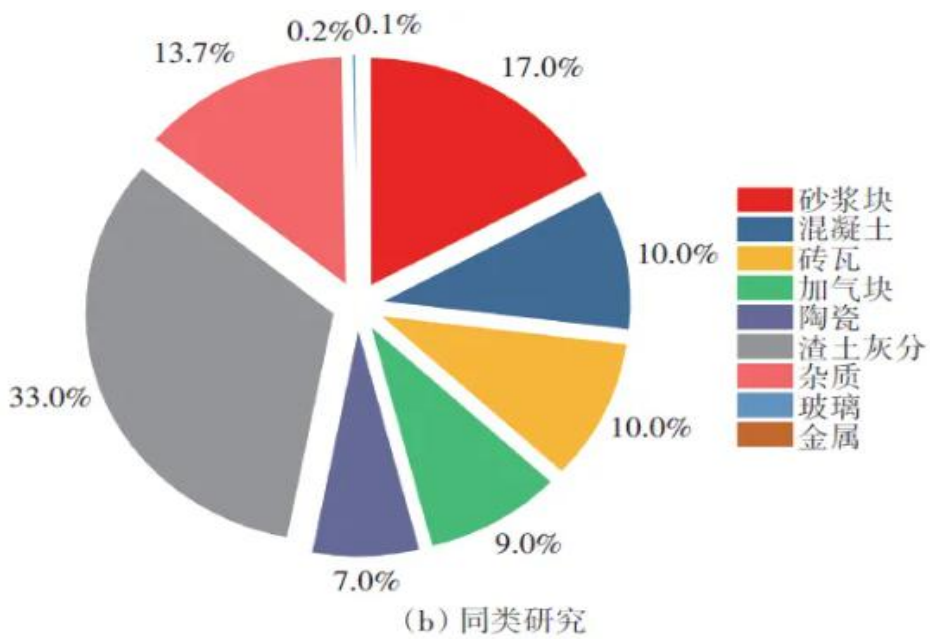
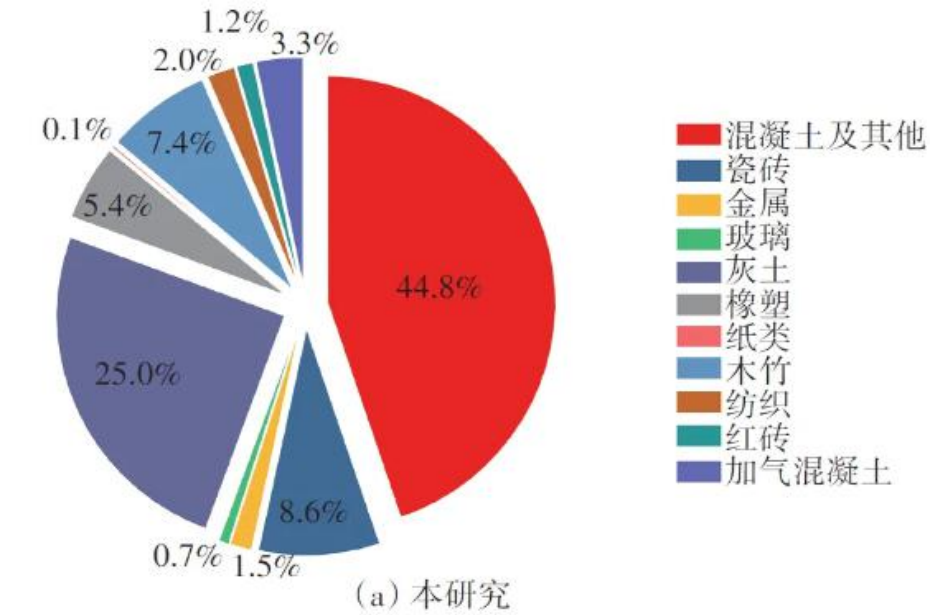


图1 不同研究中装修垃圾组分占比

丁锐等的研究发现，工程垃圾中砖混类占比为 77.0%，拆除垃圾中砖混类占比为 94.0%，装修垃圾中砖混类占比显著低于其他种类建筑垃圾，而轻质物含量偏高，轻质物需分离以保证再生骨料质量，具有资源化利用价值。其他研究显示如图 1（b）所示，装修垃圾砖混类占比为 53.0%，灰土类占比为 33.0%，杂质类占比为 13.7%，从大类数据上与本研究相近，但具体小类如混凝土、砂浆块占比差异大，可见不同地点、不同时间产生的装修垃圾波动性较大。

在采样分析中，发现装修垃圾的来料粒径范围变化较大，如图 2 所示。参照入场堆填标准，粒径<300mm 的原料占比 81.9%，而出厂骨料中粒径<31.5mm 的原料占比 45.5%，100—300mm 粒径的装修垃圾占比 17.3%。由于需破碎筛分的装修垃圾多，粒径波动大，对预处理生产线稳定性要求更高。

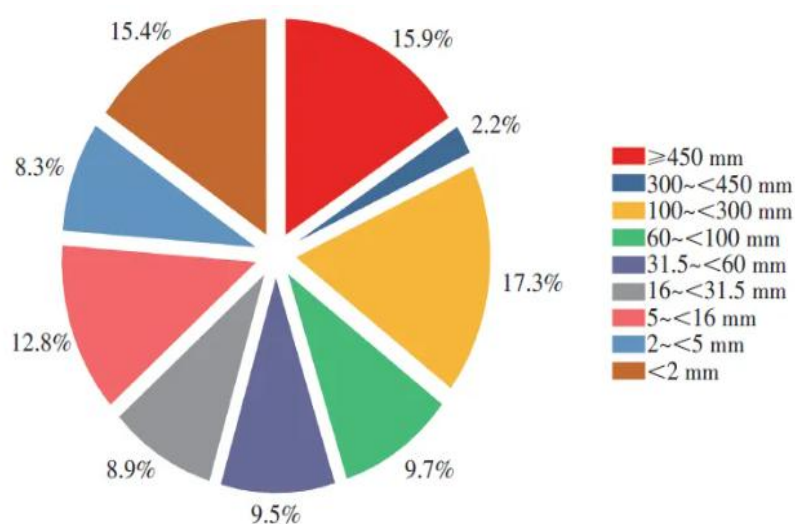


图2 装修垃圾粒径分布

二、装修垃圾收运处理现状与工艺

（一）装修垃圾收运处理现状

除装修垃圾外的其他四类建筑垃圾均有集中产生的特点，因此在管理上更为完善，通常都会得到妥善处置。而对于分散产生的装修垃圾，许多城市缺乏收运体系和处理设施，常在简单人工处理后，将价值低的混合物料非法倾倒在郊区或农村。

在装修垃圾管理较为完善的城市中，装修垃圾收集有三种模式：固定厢房式（居民报备并堆放至厢房）、专用回收箱式（集中管理，垃圾不落地）、预约式（居民通过手机预约，临时交付给回收车）。这三种模式有助于因地制宜构建收运体系，促进装修垃圾集中处理。

（二）装修垃圾处理工艺

建筑垃圾中的工程垃圾、拆除垃圾和装修垃圾都通过破碎和分选处理。其中，装修垃圾因粒径大、灰土比例高、轻重物质混合的特点，常采用“两级破碎+多级分选”工艺，流程比其他工艺更复杂、更长。

在一级破碎阶段，装修垃圾多用双轴破，适合破碎复杂物料如床垫、皮革。分选流程中，装修垃圾资源化工艺通过设置多级分选、组合多种设备，提高木材、塑料、金属等组分的分选效率和资源化利用率。通过使用不同孔径筛子缩小物料粒径范围，保证分选效率和质量。风选按密度和粒径分

离物料；光选机分选木材、橡胶等有机可燃物；涡流选和磁选可有效分离金属组分。

“两级破碎+多级分选”工艺首先粗分选大尺寸木材和大件垃圾。物料经一级破碎和筛分后分为三部分：小于31.5mm的筛下物、31.5—60mm的筛中物和大于60mm的筛上物。筛下物经二次筛分后，小于5mm的渣土外运处理，5—31.5mm的物质经风选后进入三级筛分。筛中物和筛上物经一级分选后，其中的轻质物和硬杂物进入后续细分类流程，分出木材、硬塑料、轻质可燃物等，其余垃圾经二级破碎后筛分。经过三级、四级筛分，得到纯度大于99.0%的再生骨料，按粒径分为三类。分选过程中产生的杂质外运焚烧或填埋。

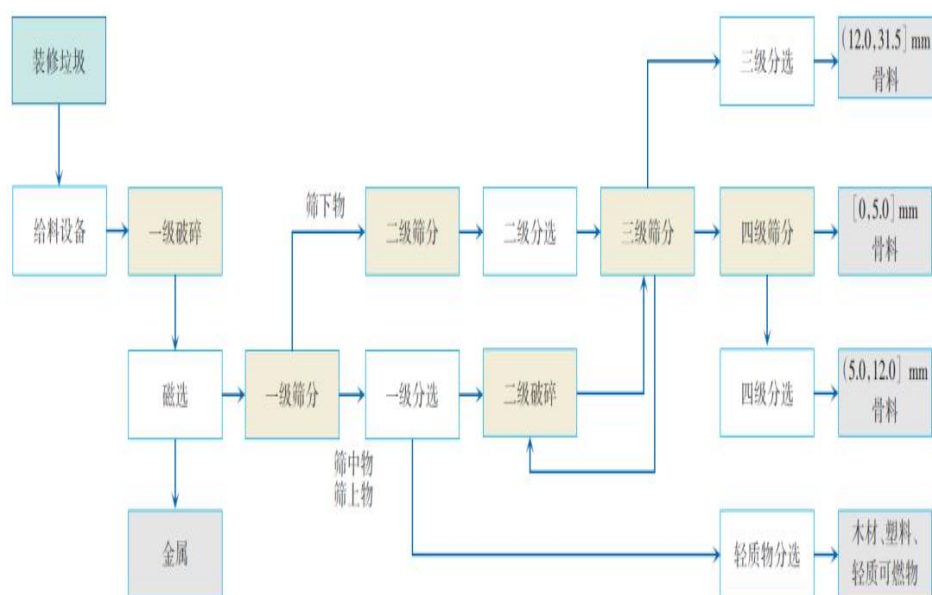


图3 装修垃圾处理典型工艺流程

(三) 装修垃圾处理工艺存在的问题

装修垃圾资源化处理技术仍在不断发展完善，从目前实际运行经验中，总结出以下三类问题。

1. 装修垃圾的来料性质复杂，且不同地点、不同时间产生的装修垃圾波动性大，这决定了装修垃圾的资源化利用设施需要能够应对多种组分的筛分与处理，应具有较好的稳定性和适用性。

2. 装修垃圾预处理车间的处理对象和处理工艺，会使车间产生严重的粉尘和噪声污染问题，危害到工人健康，需要通过技术手段改善作业环境。

3. 装修垃圾资源化产物附加值低，轻质物等难以得到高效利用，而骨料的品质难以保证，使得资源化产物无法流向高附加值行业，影响了资源化利用项目的稳定运行。

三、装修垃圾处理工艺优化分析

(一) 粉尘控制

装修垃圾在堆放、倾倒、输送、破碎、筛分、装载等过程中会产生粉尘，主要由尘土和石料微细颗粒组成。根据装修垃圾处理工艺流程，主要的起尘源包括卸料区、上料区、转接处、破碎机和筛分机等，起尘原因主要由落差冲击和空气扰动引起，控制粉尘源头和有效收集是防治粉尘污染的关键。

常用的除尘方法有机械除尘、过滤除尘和微米级干雾抑

尘等。装修垃圾处理中，有机械设备、输送带等点状和线状起尘源和卸料、料坑等面源起尘源，因此需针对性地采用不同技术：物理隔断减少空气流动和粉尘扩散；喷雾抑尘在卸料等区域使用，通过雾化水使粉尘聚结坠落；集中收尘在破碎、筛分设备和输送系统加装吸尘罩，统一除尘后排放。

（二）噪声控制

装修垃圾处理工程的噪声源主要为物料在搬运过程中搬运车辆垃圾倾倒噪声；在生产过程中破碎机、筛分机等产生的噪声以及集尘用排风机、可燃物压缩打包机等产生的噪声。噪声防治应从声源和噪声传播途径两个环节上着手。

（三）提高轻质物资源化率

装修垃圾中木竹、纺织、橡塑等轻质物类含量较高，提高轻质物的资源化率，是保证骨料品质、提升处理绩效的关键问题。在工艺流程中，可以采用以下措施：

1. 设置多级风选、光选，以应对来料复杂情况，实现对轻质物的有效分类收集；
2. 骨料仓轻质物筛分增加滚筒筛，利用滚筒筛将骨料及沙土分离，提升轻质物品质，利于后续的资源化处理；
3. 通过 RDF 工艺流程将轻质物进行进一步加工，以提升轻质物资源化品质，可满足进入燃煤电厂的要求。

（四）提高骨料品质

根据 GB/T25177—2010 标准，原生骨料通常存在微粉、

孔隙率、杂物含量和轻质物含量超标，吸水率低等问题，限制了其高值利用。通过水浮选+砗砖分离预处理，可以减少微粉、杂物和轻质物含量，提升骨料品质（见表1）。但该工艺对孔隙率和含水率改善有限，因此，对于骨料的高值化利用还需要探索降低含水率和孔隙率的前处理方法。

表1 某装修垃圾处理厂预处理工艺对不同粒径骨料品质的影响

指标	(5.0~12.0] mm		(12.0~31.5] mm		技术要求/指标		
	预处理前	预处理后	预处理前	预处理后	I类	II类	III类
微粉含量/%	6.2	2.1	4.7	3.2	≤1.0	≤2.0	≤3.0
泥块含量/%	0.6	0.4	0.7	0.3	≤0.5	≤0.7	≤1.0
硫化物及硫酸盐量/%	0	0.8	0	1.3		≤2.0	
针片状颗粒总含量/%	8	5	7	6		≤10	
压碎指标/%			20	17	≤12	≤20	≤30
表观密度/(kg/m ³)	2 430	2 500	2 440	2 500	>2 450	>2 350	>2 250
吸水率/%	9.6	9.4	8.6	8.0	≤3	≤5	≤8
杂物含量/%	7.3	0.6	7.1	0.4		≤1.0	

四、展望与建议

（一）加强统筹规划，完善政策法规

为满足“无废城市”和“双碳”目标，建筑垃圾特别是装修垃圾的资源化利用需要政府政策指导和支持。尽管国家政策法规中已多次对建筑垃圾的资源化利用作出指示，但地方具体的规划和政策跟进不足。未来，地方政府将加强统筹规划，依托“无废城市”等重大战略的实施，从多层面调整产业布局，引导资源化行业健康发展。

（二）出台质量标准，规范行业发展

装修垃圾资源化标准体系应包括全过程基础标准、建筑

垃圾产生与收运、装修垃圾分选处理和再生产品推广应用 4 个方面。目前，标准主要集中在再生产品及其应用，管理领域标准缺失。现有标准 JGJ/T240—2011、JG/T505—2016 和 JTG/T2321—2021 等，对资源化产物性质有要求，但未覆盖全部路径，且对再生产品的特点关注不足。未来需出台更多的标准，以建立完善的收运处理体系和交易市场，优化运营和产品出路，指导行业发展。

（三）延伸生产责任，推动来料监管

装修垃圾原料来源分散、监管不足，导致进厂原料质量不一。不合格原料既会增加处理设施运行不稳定性，还会增加处理成本、降低产物品质。为提升原料质量，需压实责任、优化收运方式，规范化回收系统。因地制宜的投放模式减少装修垃圾堆放停留时间，确保与其他种类垃圾的分类投放。未来推广生产者责任延伸制，通过收费、划片收运服务等模式，确保装修垃圾从源头得到监管。

（四）优化产品出路，平衡成本效益

装修垃圾资源化利用的项目设备大多依赖进口，导致维护成本较高，目前产品市场接纳度不高、供应链尚未打通、产品出路不畅，项目的运行依赖政府补贴。未来应依托“无废城市”建设及绿色建筑等契机，大力升级装修垃圾分选、破碎机器制造技术，实现关键设备的国产化、低成本化和稳定运行，研发高附加值的资源化产物，提升运行效益。

五、结论

（一）装修垃圾的组分复杂，其中砖混类占比为 57.9%，灰土类占比为 25.0%，木竹、纺织、橡塑等轻质物类占比为 14.9%。粒径分布广泛，其中 100—300mm 粒径的装修垃圾占比为 17.3%。复杂的性质和粒径为装修垃圾资源化利用带来了挑战。

（二）装修垃圾典型处理工艺路线为“两级破碎+多级分选”，工程中二次污染需重点解决粉尘和噪声问题，同时为了提升处理效果，需重点关注提升轻质物资源化率和骨料品质的优化工艺。

（来源：环境卫生工程）

生活垃圾焚烧飞灰无害化处理及资源化利用研究

城市生活垃圾焚烧法具有最大限度的实现减量化、无害化、资源化等优势，在我国城市中的应用日益递增，并逐渐成为优先推荐的生活垃圾处理方式。垃圾焚烧技术兴起所带来的焚烧残留物量也逐渐增大，焚烧后产生的灰渣约占原生

垃圾质量的 20%—30%。而垃圾焚烧的残留物根据在垃圾焚烧系统中收集的位置不同分为底灰与飞灰，其中飞灰约占垃圾焚烧残留物总量的 10%—20%，同时焚烧飞灰中含有可浸出重金属以及二噁英类等难以自然降解的有毒物质，属于危险废物。因此，焚烧飞灰的无害化处理及资源化利用至关重要。

一、飞灰的基础特性

飞灰主要包括烟气净化系统飞灰和锅炉飞灰。垃圾焚烧飞灰呈灰白色或深灰色细小粉末，一般呈棒状、多角质状、棉絮状等不定形状态，具有含水率低、颗粒粒径大小不一、孔隙率高及比表面积大的特点。因烟气脱硫脱硝过程中喷射出大量消石灰等碱性物质导致飞灰具有很高的酸缓冲能力和腐蚀性。飞灰的理化性质随焚烧厂原料、焚烧方式以及烟气净化系统的不同而发生变化。

课题组对流化床飞灰和炉排炉飞灰主要成分进行了分析，从元素组成角度看，流化床飞灰主要含有 Ca、Si、Al、Cl、Fe 等成分，炉排炉飞灰主要成分以 Ca、Cl、Na、K 等为主，炉排炉飞灰的氯含量大约是流化床飞灰的 4 倍。从物质组成的角度分析，流化床飞灰主要以 SiO_2 、 MgO 、 Fe_2O_3 、氯盐（ NaCl 、 KCl ）等为主，而炉排炉飞灰则以氯盐、 CaCO_3 为主。

二、飞灰的处理方法

（一）化学处理

飞灰的稳定可以采用化学稳定的方式，将飞灰与某些化学药剂混合，使其溶解度低及毒性低。化学药剂可以降低飞灰中的重金属含量，抑制飞灰中的重金属溶解。其中常用的是有机和无机两类。有机药剂以乙二胺四醋酸为主，而无机药剂则以硫脲为主。在有机药剂的作用下，pH 值会发生变化，金属会出现不同程度的沉淀，而且有些重金属还会与有机药剂中的某些元素相结合，从而降低飞灰中的重金属含量。无机药剂可以在飞灰的表面形成一层新的保护膜，防止飞灰中的重金属溶解，如果温度太高，飞灰中的重金属就会被分解。此时可以用硫脲等物质来控制可溶性的重金属，使其不溶于水，从而保证了重金属的不溶解。采用化学方法对飞灰进行处理，得到的飞灰中重金属的浸出率基本满足要求，但由于许多极端条件下飞灰的处理效果不能满足要求，因此在实际应用中要针对飞灰中的重金属含量，选用不同的化学药剂。

（二）高温处理

飞灰的高温处理，就是将飞灰烧成玻璃状，将其中的有毒物质熔化。由于温度过高，重金属会被束缚在硅片的网格中，使其处于一种稳定状态。在不同的加热速度和粒径情况下，熔化效果相差很大，在高温条件下，粒径越大，产生的机械性能越好。许多金属的蒸发量很大，而且二氧化硅的晶格对重金属有很大的束缚作用。目前我国对飞灰的熔化特性的研究较晚，没有足够的经验，所以目前的研究重点是飞灰

的物理、化学性能。而对于飞灰熔渣的性质及飞灰熔化过程中所产生的废气，几乎没有太多的记载。

（三）水泥固化

飞灰可以通过水泥、砂等材料和水混合，在一定的比例下进行搅拌，从而实现固化。由于飞灰中含有高含量的氯离子，会严重阻碍后期的水泥硬化，因此飞灰在进行水泥硬化时，必须先进行水洗，除去飞灰中的可溶性盐。由于水泥浆液具有较高的 pH 值，因此重金属极有可能与氢氧化物发生反应，从而形成钙盐。当水泥浆进行结构强化时，锌将代替钙，生成含锌、钙的氧化物，而铅主要出现在水泥熟料的表面。由于铅的化学成分多为非溶解物质，因而具有较低的表面能，对水泥的水化作用具有一定的抑制作用。飞灰中的重金属离子可以降低水泥的凝固速度，而氯离子又可以加速水泥的凝固，当二者结合在一起时，水泥的凝固时间不会发生太大改变。结果表明，将飞灰按一定比例加入水泥，固化后的泥浆中重金属的浸出量就不会对环境产生危害。同时，随着时间的推移，土壤中的重金属含量也逐渐降低。

三、飞灰资源利用措施

（一）运用于建筑材料

由于垃圾焚烧飞灰的主要成分与水泥生产所需的原料相近，因此可用于替代部分原料来烧制水泥熟料。将飞灰直接掺入水泥中替代部分水泥生成水泥固化体，在熟料煅烧过程中，将重金属固化在水泥熟料中，有效阻止了飞灰中重金

属的溶出，整个过程无灰渣产生，避免了二次污染的产生。飞灰矿渣硅酸盐水泥是我国主要水泥品种，节能降耗，降低了处理费用，日益短缺的水泥生产原材料也因飞灰的加入实现了部分代替。在水泥回转窑的高温煅烧过程易引发堵塞腐蚀等问题。因此，在水泥制品的制造过程中，必须对飞灰进行水洗，有效减少金属和氯化物，保证混凝土品质，达到环保目的。

（二）岩土工程利用

飞灰是一种与火山灰相似的物质，可以用作沥青路面的一些细集料。大量试验证明飞灰在沥青混凝土中的应用，能有效降低能耗，减少物料浪费，节约土地资源。目前有关沥青路使用飞灰对环境的影响以及对人类健康的危害没有得到充分证实。

在路基物料中可以充分利用飞灰，掺水泥后达到地基强度要求，阻止金属渗入替代水泥沙子，起到填充层的支撑作用。在实际操作中，按照施工工艺的需要，确保不会对地下水和土壤造成二次污染。飞灰也可用于筑坝的建筑材料。堤坝的主体材料是黏土和岩石，如果添加了石灰，不但可以将垃圾焚烧后的废物进行再利用，还可以减少土壤的可塑性，增强大坝的强度和韧性，从而保证大坝的稳定性。在实际应用中要对飞灰进行预清洗，以达到防止土壤及地下水流失的目的。

（三）农业利用

飞灰含钾等元素，可用作肥料促进作物生长，在实际种植时可选用少量飞灰作为肥料，能有效改善土壤生态。同时根据不同作物种类和土壤的酸碱度合理地混合飞灰，有助于提高农业技术水平。使用时应注意其重金属含量和盐类的影响进行合理配比，深入研究以安全利用飞灰。

（四）用于吸附剂

生活垃圾燃烧后，会产生一种类似于粉煤灰和天然沸石的飞灰，它的表面含有大量的氧化铝、氧化硅等矿物，被称为人造沸石。

（五）污泥调理剂

通过对飞灰的具体分析，发现使用飞灰可有效减小淤泥的比阻力，经过这种转化可克服污泥脱水的负面影响加快污泥过滤和脱水的速度，虽然会增加滤池中的金属成分，但是也能达到相应的要求。

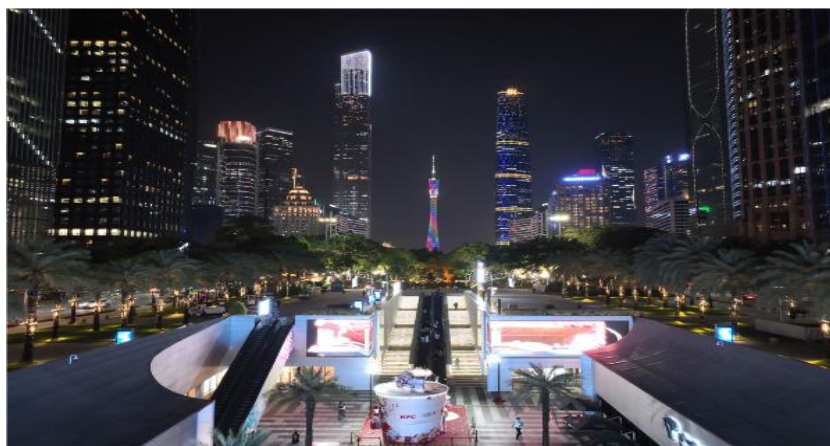
四、结束语

垃圾焚烧飞灰特性复杂，危害严重。飞灰处理方法的选择应在保证无害化的前提下，考虑资源的综合利用，从而达到将环境风险降至最低的目的。根据具体情况采取有针对性的处置措施是我国生活垃圾焚烧飞灰处置的现实选择。

（来源：固废观察）

广州“绣”出城市新风貌

近年来，广州着力提升城市环境品质和管理水平，在户外广告和招牌设施的设置管理方面，体制机制日趋完善，规划体系全域覆盖，安全监管精准有力，户外广告和招牌设施设置管理迈上规范、安全、有序、优质新台阶。



一、精细管理，构建科学完善的管理体系

户外广告和招牌设施的规范有序，离不开层次分明、科学完备、行之有效的政策体系支撑。为此，广州持续优化顶层设计，出台 53 份覆盖规划编制、系统规范、许可备案、公开出让、安全维护、监督管理等各个方面的政策文件，进一步明确了户外广告和招牌的管理原则。其中，《广州市户外广告和招牌设置管理办法》对广告设施的规划、设置、许可及安全维护等方面作出了系统规定。

在户外广告的规划布局上，广州坚持“美化城市空间、提升城市品质”的目标，综合考虑城市规划、建筑功能、广

府文化等因素，编制了《广州市户外广告专项规划（2020-2025年）》。这一规划不仅明确了优化区、严控区和禁设区的空间布局，还为全市户外广告的规范化管理提供了清晰的“路线图”。

在区域规划方面，广州密集出台1个总体规划、7个专项规划和22个区域规划，覆盖了从广州塔到机场、从公共设施到交通工具等多种广告设施类型，实现了户外广告规划设置区域、载体类型、设施功能“三个全覆盖”。这些规划使得广州的户外广告设置不仅规范有序，还能与城市的整体风貌和文化特色紧密结合。



二、品质提升，打造“城市移动风景”

走进广州市北京路步行街，整齐划一的广告设施映入眼帘，与广府文化和历史建筑风貌融为一体。广州组织北京路步行街户外广告和招牌品质提升，还原骑楼风貌，凸显人文

艺术氛围。这也成为广州通过规范设计户外广告招牌打造市容市貌提升亮点的缩影。

据介绍，在户外广告的品质提升上，广州注重与城市景观、建筑设计的融合，开创“以景塑形、三个一体化（户外广告与绿地景观、广场景观、建筑景观一体化）”设计手法，精心编制人行过街隧道、景观重要节点、公共设施和交通工具外表等户外广告设置规划，“扮靓”城市重要出入口、城市广场、交通枢纽等公共设施，积极打造景观节点和城市地标。

通过编制户外公益广告设置实施方案，广州积极打造公益广告示范点，精挑细选 31 个受众面广、辐射范围大、区位核心的“公益宣传示范点”，积极打造“城市客厅”“城市门户”“老城品质”“新城风貌”等四条主题公益宣传线，建立由线到面、区域联动的“羊城公益宣传示范展示平台”。



同时，广州按照全市“一轴两岸四区多点”城市品质提升布局，指导各区结合地域环境、文化特色、建设风格等“特有基因”编制规划，从源头上实施风貌管控，防止千城一面、万楼一貌，积极擦亮永庆坊、北京路步行街、西关大屋、新羊城八景等“城市文化名片”。

三、科技赋能，让户外广告管理“耳聪目明”

车载扫描、无人机摄影建模、开通招牌备案程序……借助多种创新技术手段，广州摸清了全市户外广告和招牌设置的基本情况。为解决户外广告设置底数不清、无序设置等问题，广州市城管部门不仅建立了户外广告和招牌设施的动态更新机制，还开发建设户外广告和招牌设置智能监管系统，不断提升信息化、数字化管理能力。

据悉，当前广州试点在人流、车流密集区域的大型户外广告和招牌上安装了600余个无线倾角传感器，积极探索安全状况实时监控手段；引入内窥镜、无人机手段针对性排查全封闭式和体量大、位置高设施，提升安全监管专业化、智能化水平。

此外，结合广州地处沿海，汛期长、台风暴雨极端天气多的气候特点，广州还制定了户外广告和招牌突发事件应急处置预案和突发事件应急处置明白卡，不断强化户外广告和招牌的应急管理能力和能力，全力守护人民群众“头顶上的安全”。

面对城市高质量发展的新要求，未来，广州将继续坚持规划引领、精细管理，持续守正创新、苦干实干，积极探索

超大城市户外广告和招牌设置管理工作“广州路径”，推动城市品质提升，助力城市经济繁荣。

(来源:南方都市报)

太阳能充电椅亮相广州白云新城

近期，广州市白云区在白云新城、白云湖大道沿线安装投放了首批 16 张太阳能智能充电椅，为市民带来智慧城市和绿色出行方面的全新体验。



萧岗海绵探索乐园里新安装的充电椅

萧岗海绵探索乐园新增的太阳能充电椅，和周围环境和諧融为一体。该充电椅具备无线充电和紫外线灭蚊功能，利用太阳能蓄电，长效灭蚊可达 6 小时。云城西路带状公园和

云憩里公园也安装了智能充电椅，支持无线和有线充电，配备了4个USB充电口，方便市民休息时免费充电，便捷又实用。



太阳能充电椅除了能充电，晚上还会自动亮灯，营造氛围感。每张充电椅长约2米，宽0.45米，可同时坐2—3名成人。目前白云区共有16张太阳能智能充电椅投入使用。这批太阳能充电椅都安装了高效太阳能光伏板，即使在光照不足的天气下，也能通过内置的蓄电池组和智能控制系统储存能量，确保全天候24小时的电力供应，一般可充满大概4—6台手机的电量。



据悉，太阳能充电椅在充电过程中非常安全，技术人员考虑到户外环境的复杂性，每张太阳能充电椅都配备了多重保护机制，包括反接保护、开路保护、高温保护、过流保护以及短路保护，确保充电椅能够安全稳定的运行。接下来，白云区还将在白云禁毒主题公园等处安装太阳能充电椅，未来将进一步扩大，为市民生活提供更多便捷服务，推动绿色低碳和智慧城市发展。

(来源: 中国建设新闻网)

渗滤液处理中膜法应用与反渗透应用故障浅析

本文从膜法工艺在垃圾渗滤液处理过程中的主要功能出发，结合垃圾渗滤液项目中遇到的两个反渗透项目典型故障案例进行介绍，指出垃圾渗滤液项目目前遇到的主要问题，并提出了相应的改进措施。

一、垃圾渗滤液危害与膜法垃圾渗滤液处理特点

垃圾渗滤液是高浓度有毒有害物质，具有成分复杂，有机物含量高且处理困难等特点，其对环境危害很大。目前主要处理垃圾渗滤液的方法有：并入城市污水厂处理、垃圾填埋场循环处理、到垃圾焚烧发电厂焚烧，废渣再处理等。膜法工艺因其设备简单，操作方便及出水水质较好等特点，在垃圾渗滤液处理过程中得到广泛的应用。

二、常见膜法处理工艺简介

目前常见的膜法垃圾渗滤液处理工艺主要为：生化法（A/O 或 A²/O）+MBR/管式超滤+纳滤+反渗透（+DTRO）。在常见的膜法垃圾渗滤液处理工艺中，各工艺的主要功能如下：

（一）非膜法工艺（如传统的生化法或一些厌氧/好氧反应器等）通常做为膜法工艺的预处理工艺；

(二) MBR: MBR 工艺是整个垃圾渗滤液处理系统的核心, 是脱除垃圾渗滤液中有机的主体之一。目前常见的 MBR 膜组件主要有板式膜组件和中空纤维膜组件, 两种 MBR 组件各有优缺点, 板式 MBR 膜组件较中空纤维膜组件具有跨膜压差低、污泥浓度较高、预处理要求较低、维护清洗频率较低、无需反洗、操作相对简单等优点; 中空纤维 MBR 膜组件则具有装填密度相对较高, 膜池占地面积较小, 膜组件设备投资较低等优点。垃圾渗滤液有机物浓度较高, 在相同的污泥负荷情况下, MBR 膜池内活性污泥浓度越高, 也就意味着其处理有机物能力越强。

(三) 超滤: 超滤能有效分离污水中的微生物和沉淀物, 也能脱除废水中一部分分子量较大的有机物。垃圾渗滤液经过生化法处理, 其含有的污染物浓度仍然较高, 进入超滤工艺的水往往具有较高的浊度、色度、COD 以及较重的味道, 因此, 在垃圾渗滤液处理工艺中的超滤 (常见管式超滤) 作为 MBR 后处理, 为 NF 和 RO 预处理, 可进一步去除水中杂质, 确保后续工艺的稳定运行。

(四) 纳滤: 纳滤工艺可以去除 MBR 或超滤工艺产水中的绝大部分有机物和多价无机盐, 其产水基本达到排放标准。纳滤工艺的浓水一般回流到垃圾填埋场或者进一步蒸发处理; 纳滤系统回收率一般比较高 (80%—85%), 且进水有机物含量较高, 这导致了纳滤面临膜污染和结垢的问题, 纳滤处理膜元件寿命较低。目前大部分纳滤工艺产水的水质都

不满足反渗透进水要求，一般都会带有较高的色度以及难闻的味道，处理效果不理想。

（五）反渗透：反渗透工艺在渗滤液处理工艺中主要起到降低外排水电导率和有机物含量的作用，还可以大幅度截留垃圾渗滤液中离子态氮，降低产水中的总氮值，使排放水达标。现场反渗透使用存在以下问题：

1. 浓水回流增大系统回收率：反渗透或纳滤工艺往往考虑浓水回流的方式来提高系统回收率，很多垃圾渗滤液处理系统也采用了两段式浓水回流的纳滤或反渗透工艺，由于垃圾渗滤液进水具有高含盐量和高有机物的特点，致使浓水回流导致纳滤或反渗透系统进水进一步恶化，加速膜污染的速度，进而影响了膜元件的使用寿命。

2. 段内循环增压泵的使用：在垃圾渗滤液处理现场，很多反渗透处理系统都设置了单段浓水回流，这样做可增大膜元件进水侧流速，防止污染物沉积污染膜元件，但浓水大量回流又会加剧膜污染，导致膜清洗频繁，影响膜元件寿命。

3. 仪表设置存在问题：在现场调查的垃圾渗滤液项目中，有一些系统设置监控数据往往存在问题，如两段式系统仅设置进水和浓水压力表，段间压力不能监控；或者单支膜壳设置段内循环增压泵，但无法检测该支膜壳进膜的压力及电导率等，这都会造成无法及时发现膜系统故障，最终导致膜元件的严重污染或损伤。

三、生活垃圾填埋污染控制标准

部分垃圾填埋场是通过膜法来去除渗滤液中的有机物，解决渗滤液处理过程中 COD 排放不达标的问题。我国制定的生活垃圾填埋污染控制标准 (GB16889—2008) 对污染物排放做出相关规定，参考表 1:

表1 生活垃圾填埋污染控制标准 (GB 16889—2008)

序号	控制污染物	排放浓度限值	污染物排放监控位置
1	色度 (稀释倍数)	40	常规污水处理设施排放口
2	化学需氧量 (COD _{Cr}) (mg/L)	100	常规污水处理设施排放口
3	生化需氧量 (BOD ₅) (mg/L)	30	常规污水处理设施排放口
4	悬浮物 (mg/L)	30	常规污水处理设施排放口
5	总氮 (mg/L)	40	常规污水处理设施排放口
6	氨氮 (mg/L)	25	常规污水处理设施排放口
7	总磷 (mg/L)	3	常规污水处理设施排放口
8	粪大肠菌群数 (个/L)	10 000	常规污水处理设施排放口
9	总汞 (mg/L)	0.001	常规污水处理设施排放口
10	总镉 (mg/L)	0.01	常规污水处理设施排放口
11	总铬 (mg/L)	0.1	常规污水处理设施排放口
12	六价铬 (mg/L)	0.05	常规污水处理设施排放口
13	总砷 (mg/L)	0.1	常规污水处理设施排放口
14	总铅 (mg/L)	0.1	常规污水处理设施排放口

四、垃圾填埋场故障介绍

下面结合两个典型故障案例介绍一下垃圾填埋厂项目反渗透系统所面临的主要问题，参考表 2:

表2 垃圾渗滤液项目典型反渗透案例故障介绍

	案例 1	案例 2
处理水去处	排放至市政污水管道	排放至市政污水管道
故障情况	业主反映反渗透早期产水正常，但运行近 3 年，产水量逐渐降低至最后无法产水	产水 COD 超过排放标准
故障原因	反渗透浓水回灌至垃圾填埋场，导致系统进水电导率逐年提升，早期电导约为 2000-3000us/cm，到厂检测时进水电导率已达 26000us/cm，当初选择的苦咸水膜已无法正常使用。	现场观察，可能由于系统污染导致部分膜壳适配器发生内漏，引起产水水质变化。
处置方法	暂时措施：建议更换海水膜元件，并对现有设备进行相应改造，提高运行压力； 长期措施：浓水不要回灌，建议设置浓水处理单元。	检测膜壳内漏情况，排除内漏点

案例 1 是典型的垃圾渗滤液处理过程中由于回灌导致的膜系统无法正常运行的案例。这类情况常发生于处理后的浓

水无法外排或处理的垃圾渗滤液项目中，最终结果往往由于进水含盐量过高，导致反渗透膜系统无法继续运行，这个情况一般在 2—3 年左右就显现出来。根据现场调查，现场采用电导率为 2000—3000us/cm 的水源模拟初期设计反渗透进水时，反渗透产水电导率及产水量基本正常，但切换至垃圾渗滤液后，脱盐率大幅度降低。见表 3：

表3 不同水源膜壳产水电导率对比

RO1 自来水	膜壳进水 电导率 (us/cm)	膜壳产水 电导率 (us/cm)	原水 电导率 (us/cm)	膜壳 脱盐率 (%)
下	8 900	110	2 700	98.76
RO1 渗滤液	膜壳进水 电导率 (us/cm)	膜壳产水电导 率 (us/cm)	原水 电导率 (us/cm)	膜壳 脱盐率 (%)
下	28 300	8 500	26 000	69.96

此外，在对案例 1 的调查过程中发现，采用垃圾渗滤液做为进水时，随着时间的推移同位置膜壳的产水电导率快速升高，见表 4：

表4 膜壳产水电导率随时间增长情况

时间	RO1 渗滤液	膜壳产水电导率 (us/cm)	原水电导率(us/cm)
16:55	上	12 800	26 000
	中	10 800	
	下	8 500	
17:00	上	31 800	26 000
	中	30 400	
	下	28 300	

膜壳产水量过低无法在流量计上显示，单支膜壳产水电导率因膜表面发生浓差极化导致产水电导率快速升高，这是

由于循环泵设计导致浓水回流超出原有系统设计范围，从而导致严重的浓差极化。通过对膜元件性能检测结果发现，尽管膜元件已使用近3年且外观有较多污染痕迹，但膜元件在标准检测条件下的脱盐率衰减不显著。参考表5：

表5 膜元件性能检测结果

测试状态	脱盐率 (%)	产水量 (m ³ /d)
出厂性能	99.7	50.9
返送膜元件	99.68	39.6
碱洗后	99.51	57.6

案例2可以看作是一例典型的反渗透故障，由于新系统安装不当或者反渗透系统的高压差导致的部分膜壳内的膜元件与连接件之间发生内漏问题，导致部分膜壳产水水质变差，从而影响整体产水水质。

五、垃圾填埋场故障浅析与改善建议

通过现场调查发现垃圾填埋厂膜法渗滤液处理项目存在以下问题：

（一）膜污染较快，清洗频繁，运行故障较多，膜元件寿命普遍较短。

（二）设备、管道以及仪表腐蚀比较严重。

（三）浓水回灌导致进水含盐量逐年提高，最终导致反渗透膜系统难以运行。

（四）反渗透系统自身的浓水回流是导致垃圾渗滤液项目膜元件寿命较低的重要原因。

（五）现场仪表设置不能满足设备运行监控的需要。

从垃圾填埋厂运行项目的调查结果来看，需考虑从以下几方面进行改善：

（一）设备及仪表的及时检测与更换，确保系统监控数据的准确。

（二）对于无法外排浓水的项目，可以考虑采用蒸发结晶的方法，经高浓度废水转化为固体废弃物处理。如果后续有垃圾焚烧项目，可以将最终浓水引致焚烧炉焚烧处理。

（三）及时进行化学清洗，如无法恢复系统性能，则考虑更换膜元件，确保各工段水质合格。

（四）面对高含盐量导致的系统故障，可考虑更换为海水膜或高压反渗透膜，并改造设备如高压泵、耐压管路、仪表量程和药剂。但这只是临时解决方案，因为随着浓缩液的不断回灌仍会使含盐量过高，导致反渗透系统无法运行。因此解决循环液浓缩问题需考虑将其外运或者转换为固体废弃物排出，避免系统内无限循环浓缩。

（五）可考虑采用高级氧化技术处理反渗透或纳滤浓水，降低回灌水或后续蒸发结晶进水中的有机物含量。

（来源：固废观察）

大件垃圾何处去，堵点在哪儿？

近期我国多个城市出台了大件垃圾管理办法或指导意见。西安和厦门分别发布了指导意见和管理办法，其他城市也有类似规定，旨在进一步规范大件垃圾的收运及处置管理，为解决大件垃圾难题提供积极的助力。但与此同时，不少居民仍苦恼于如何处置大件垃圾。棘手难题到底在哪儿，有何破解之道？

一、标准出台较多，但实施细则仍需完善

根据《城市生活垃圾分类及其评价标准》，我国将大件垃圾列为城市生活垃圾。目前，我国垃圾分类工作进入快速发展阶段，大件垃圾的分类及其资源化利用逐步成为很多地方的一项新任务。大件垃圾的总量约占城市生活垃圾总量的1%~10%，大多游离于废品回收体系之外。属于城市生活垃圾分支的大件垃圾的管理目前正处于不断探索与完善阶段。

2010年，我国发布首部《大件垃圾收集和利用技术要求》，明确了大件垃圾的定义和处理要求。随着垃圾分类工作的推进，各地陆续出台了相关标准和政策。但目前缺乏大件垃圾国家层面的专门管理办法，大件垃圾管理主要参考城市生活垃圾管理。

大件垃圾如家具或办公用品的处理尽可能遵循“源头减量—重复利用—回收处理”的层级管理模式。优先考虑二手

市场置换，其次是社区设置大件垃圾临时存放点，最后可寻找专业大件垃圾处理厂回收。大件垃圾不便搬运时，居民可通过 APP、小程序等方式线上预约，处理费用会根据物品残值、距离远近、楼层情况等因素来估算。

二、回收渠道执行不畅，付费清运仍是难题

尽管存在多种处理大件垃圾的方式，实际操作中仍面临挑战。二手流转虽能减少垃圾，但转卖困难，线上邮费高，线下市场选择有限。社区大件垃圾投放点因场地限制而不足，尤其在非大型或非试点小区。专业处理厂虽提供上门服务，但居民付费意识不足，导致付费清运服务难以推广。

经调研发现，居民对大件垃圾付费意识低，常混淆清运费和处置费。他们认为已通过物业费或垃圾清运费支付了大件垃圾处理费用，大件垃圾就应由政府或物业进行处理。实际上垃圾清运费和处置费不同，前者由物业收，后者由政府收。大件垃圾处理成本高，因其体积大、收集难、附加值低以及回收利用率低，居民和回收企业因费用问题处理意愿也相对较低，加之社区缺乏投放点，导致清运成本高，居民难以承担。此外，各地缺乏统一的大件垃圾管理办法，在大件垃圾的堆放、收集、运输、处置等环节缺乏合理规划，未形成完整的管理体系，这也对解决大件垃圾处理难题带来一定的阻力。

三、建立全链条管理机制，做好宣传引导工作

大件垃圾管理是垃圾分类和资源回收的关键，规范大件垃圾管理有助于推动经济循环和建设资源节约、环境友好型社会。日常需要加强宣传，提高居民的减量和付费意识，培养绿色生活方式和垃圾分类意识。相关部门应制定大件垃圾回收指导价，明确收费规则。专家建议集合社会资源，形成多元参与模式，通过艺术活动等介入社区环境治理，使社区完成自组织、自治理和自发展过程，推动社区大件垃圾付费理念及源头减量引导，同时吸引企业参与，提供“公益+低偿”服务，并以收益支持社区基金，为社区提供可持续的垃圾分类宣传动员支持。

为降低大件垃圾清运费，企业应探索资源化利用以降低成本，提高居民分类积极性。政府应鼓励社会资本参与大件垃圾处理，推进市场化运作和一体化服务，优化收运模式。制度上需建立全链条管理办法，明确职责，实现规范化管理。同时，城市规划应包含大件垃圾处理设施，确保覆盖充足，便民且经济。还可探索建立大件废旧物交易平台，专门交易有回收价值的大件废弃物。

（来源：中国环境报）

柳州市餐厨垃圾资源化利用和无害化处理工程

一、基本情况

柳州市餐厨垃圾资源化利用和无害化处理工程项目位于柳州市静脉产业园，占地面积约 2.13hm²，总投资为 1.33 亿元，由柳州市广投环保科技有限公司建设，2021 年 4 月开工，2023 年 1 月运行。该项目设计规模为 220t/d，包括 200t/d 餐厨垃圾和 20t/d 废弃油脂，主要建设包括餐厨垃圾预处理、厌氧发酵、沼气净化、污泥处理、除臭等系统及排水、绿化等附属设施。该项目服务柳州市多个区域，对提升城市卫生和环境有重要意义。餐厨厂实景见图 1。



图 1 餐厨厂实景

二、技术原理及技术路线

该项目的技术路线如图 2 所示。

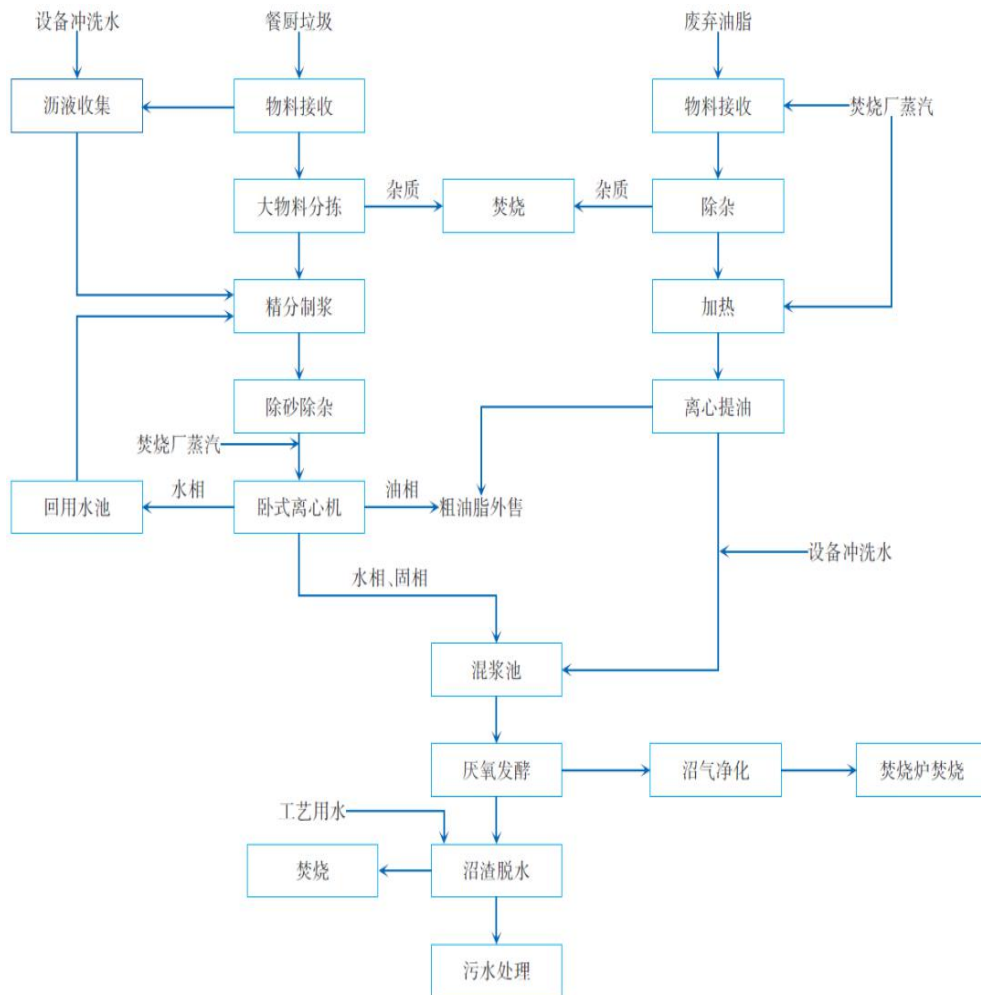


图 2 技术路线示意图

(一) 主体工艺系统：采用“预处理+厌氧发酵”为主的工艺路线，与附近生活垃圾焚烧厂协同处理，经厌氧后产生的沼气供给附近焚烧厂焚烧发电；餐厨预处理过程中加热提油所需的蒸汽由焚烧厂提供；餐厨预处理固渣和经脱水后厌氧沼渣进焚烧厂焚烧处理；经油脂分离后提取的粗油脂外

售用作生物柴油或化工原料；脱水后的沼液输送至园区内新建的二期渗滤液处理项目统一处理。

(二) 各工艺处理系统情况见表 1。

表 1 各工艺处理系统情况

处理系统	处理规模	处理工艺流程
餐厨垃圾预处理系统	200 t/d	接料粗分+筛分制浆+油脂分离
废弃油脂预处理系统	20 t/d	接收除杂+加热+离心提油
厌氧发酵系统	220 t/d	中温连续厌氧发酵
沼气净化及利用系统	16 000 m ³ /d	沼气净化(干法脱硫)+沼气利用(送至焚烧厂)
沼渣处理系统	173 t/d	离心脱水,脱水沼液输送至园区统一处理
除臭系统	100 000 m ³ /d	化学预处理+生物除臭+辅助植物液喷淋

三、技术特点

(一) 该项目位于静脉产业园内，充分考虑了与园区内焚烧厂和污水处理厂的协同性。餐厨预处理过程中所需要的蒸汽由焚烧厂提供，厌氧发酵产生的沼气经厂内脱硫净化后输送至焚烧厂焚烧处理，沼液经离心脱水处理后输送至园区污水处理厂统一处理。

(二) 实现餐厨垃圾的无害化处理。餐厨垃圾处理过程中产生的固渣送至焚烧厂进一步焚烧处理，臭气经处理后达标排放，污水送至园区污水处理厂统一处理后达标排放。

(三) 实现餐厨垃圾的资源化处理。餐厨垃圾预处理过程中所提取的粗油脂外售至有资质的单位作为化工原料进

一步资源化利用，从源头上消除“地沟油”返回餐桌带来的食品安全隐患。

（四）餐厨厌氧发酵过程产生的沼气经净化后送至焚烧厂焚烧炉发电，减少了温室气体排放，符合国家绿色低碳的要求。

四、长效运行模式与机制

项目采用 PPP 运营模式，合作期限为 21 年。由柳州广投环保科技有限公司负责项目建设、餐厨垃圾的收运以及后端运营，项目建设期为 1 年，运营期 20 年，餐厨垃圾处理补贴费为 275 元/t。

五、获得效益

（一）经济效益：项目年处理量为 8.03×10^4 t/a，产生沼气量为 6.02×10^6 m³/d，沼气用于焚烧厂发电，相当于节约 4298t/a 标准煤。在促进柳州市的循环经济发展、节能减排，改善投资环境，稳定经济可持续发展等方面发挥重要作用。

（二）环境效益：项目产生约 5110t/a 的粗油脂用作化工原料，既避免了废弃油脂重返餐桌危害人体健康，又为化工产品提供了原料。餐厨垃圾的集中收集、统一处理，可有效避免收集和运输过程中沿途撒落污染城市道路、杜绝餐厨垃圾进入下水道及周边水体，防止餐厨垃圾填埋处理对地下水的污染。

（三）社会效益：该项目改善了城市环境，促进居民健

康，减少疾病，提高劳动生产率，是城市环保和可持续发展的关键基础设施。

(来源: CE 碳科技)

国内最大的厌氧氨氧化餐厨沼液处理 无锡项目调试成功

无锡市惠联餐厨废弃物处置二期扩建项目位于无锡惠联循环产业园，占地面积约 70.92 亩。日处理能力 725 吨，其中包括餐厨垃圾 125 吨和厨余垃圾 600 吨。项目整体流程工艺包括：预处理+厌氧+沼气净化+除臭+沼液处理。

无锡市惠联餐厨废弃物处置二期扩建项目采用厌氧氨氧化工艺处理沼液，日处理能力 1500 立方米，达到纳管排放标准。沼液处理工艺流程采用“混凝气浮+调节池+生物吸附反应器+厌氧氨氧化反应器+多级 A/O+内置式 MBR+气浮除磷”工艺。



厌氧氨氧化工艺运用于餐厨沼液处理的优势

以目前的市场情况来看，餐厨废弃物处理行业通常遵循严格的排水标准（ $\text{COD} < 500\text{mg}/1$ ， $\text{NH}_3\text{-N} < 45\text{mg}/1$ ， $\text{TN} < 70\text{mg}/1$ ）。餐厨垃圾厌氧发酵后产生的沼液 SCOD 浓度和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度高，碳氮比失衡。现有餐厨沼液处理项目多采用两级 AO+MBR 工艺，但碳氮比失衡需投加大量的外加碳源用以调配碳氮比，导致沼液处理运行成本大幅度提高。根据多地餐厨运行方所反馈的数据，完全采用两级 AO 进行处理至纳管标准，处理成本约 80—100 元/吨，直接影响餐厨厂运行收益和企业盈亏。

厌氧氨氧化工艺是一项创新的生物处理工艺，是脱氮技术领域的重要突破。厌氧氨氧化转化过程是自然氮循环的一条巧妙的捷径，能将 $\text{NH}_4\text{-N}$ 直接转化为氮气，由于没有反硝化反应的发生，因此不需投加任何碳源，同时曝气量较硝化/反硝化工艺也明显降低，使得运行成本大幅度下降。



在实际工程运营案例中，厌氧氨氧化作为核心脱氮单元的沼液处理工艺与传统的两级AO+MBR工艺相比，具有以下几个优势：1、能节省占地40%；2、减少85%碳源使用；3、节约50%的曝气能耗；4、碳排放量下降70%；5、沼液处理系统建设投资相似。这些优势可使餐厨投资运营企业沼液的吨水处理成本下降到40—50元/吨，大大提高了企业投资回报率。无锡餐厨二期沼液项目的调试成功，进一步验证了厌氧氨氧化工艺的可行性。同时凭借以厌氧氨氧化为核心脱氮单元的沼液处理工艺在节约建设用地、节能、减碳方面的优势，有望成为餐厨行业沼液处理的首选方案。

（来源：环联资讯）

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 2024年11月26日

编审：李湛江 朱云

编辑：罗志红 电话：81073291