

城市管理

科技信息简报

2023 年第 5 期

广州市城市管理技术研究中心

2023 年 5 月 26 日

本期要目

- ◆ 垃圾分类大目标背景下的回收指标研究
- ◆ 垃圾渗滤液和浓缩液多系统高级催化氧化处理工艺
- ◆ 广州市生活垃圾分类投放指南（2023 年版）正式印发
- ◆ 世界地球日 广州开启绿色低碳新玩法
- ◆ 上海探索单位源有害垃圾处置服务新模式
- ◆ 垃圾分类“新时尚”首次融入马拉松全流程
- ◆ 有机废弃物厌氧消化处理系统精细化运行管理及资源深度利用的探索

目 录

垃圾分类

世界地球日 广州开启绿色低碳新玩法 1

垃圾分类“新时尚”首次融入马拉松全流程 4

科技前沿

垃圾分类大目标背景下的回收指标研究 9

有机废弃物厌氧消化处理系统精细化运行管理及资源
深度利用的探索 24

上海探索单位源有害垃圾处置服务新模式 33

政策文件

全国首部苏州市地方标准《城市管理综合行政执法规范》
发布 37

2025 年全市生活垃圾资源化利用率达到 85% 广州印发
碳达峰实施方案 38

广州市生活垃圾分类投放指南（2023 年版）正式印发 43

科技创新与应用

垃圾渗滤液和浓缩液多系统高级催化氧化处理工艺 .. 45

世界地球日 广州开启绿色低碳新玩法

4月22日是第54个“世界地球日”，为倡导全社会保护地球环境，广州城管部门与中邮消费金融有限公司联合举办了“让美好可持续”的绿色低碳公益活动暨2023年广州城市管理开放体验活动。



此次活动设在华南国家植物园正门广场，从“旧物交换”出发，融合当下流行的市集形式，以“垃圾分类与金融知识科普”为主线，设置多个游戏互动环节，吸引现场广大市民朋友参观游玩，引导市民共建绿色低碳新生活。

践行低碳环保理念让旧物焕发新“生机”

“摊主，你好！我想用两条项链换你的相框。”一位短发女生走到旧物摊位前说道。旧物集市顾名思义以最原始的交流方式进行“交易”，讲究参与和分享的快乐。女生表示自

已是一名大三学生，这是她第一次尝试以物换物。“之前买了很多项链，一些项链已经用不上，但是又不想丢掉，或许拿来换是最好的选择。很高兴闲置的物品又重新有了价值。”通过资源互换，家中闲置物品“流动”到了更合适的地方，实现了旧物再利用，为循环经济、绿色环保助力，闲置好物摊的摊主们都为自己的物品能找到新归宿感到快乐。

不远处一个摊位上，由废旧纸片、落叶、枯花搅碎重制的笔记本、团扇、书签等作品吸引了群众的注意。据了解，除了旧物互换，为践行物尽其用的环保理念，活动主办方还特别邀请了广州美术学院建筑艺术设计学院学生成为美好物语摊主，为市民朋友们带来通过可再生材料设计的产品。

“通过艺术的手段将环保的理念渗入到生活的方方面面，除了能把资源再利用起来，还能将旧物的记忆和情感传递下去。”广州美术学院建筑艺术设计学院的老师说道。



另一个摊位上，家长和小朋友围在一起，利用手中的画笔在帆布袋上勾线、涂色，进行彩绘创作。“画画过程中孩子们不仅玩得开心，还领悟到了旧物是可以再利用的，这是一件有意义的事情。”原计划周末带着孩子前往华南国家植物园游玩的李女士，看到现场有DIY活动便参与了进来。

垃圾分类从“萌娃”抓起 以趣味游戏唤醒分类意识

飞盘上贴着代表不同种类垃圾的图案，市民需根据图案，将“垃圾”飞到对应分类垃圾桶颜色的色块中。“没想到，还有垃圾分类版的飞盘，好玩又能学到东西。”周末出游的陈女士带着孩子们参与了以垃圾分类为主题的见“圾”行事摊位。

看着孩子熟练地分辨飞盘中的垃圾属性并快速飞至相对应的色块，陈女士感到很欣慰，“不管是在学校还是家中，我们都会给孩子学习垃圾分类的相关知识，让他们了解到垃圾分类对环境的益处。”



担任此次活动志愿者的刘冲也十分有感触，“现在很多街道都会举办垃圾分类的主题活动，我都会积极参与。我觉得参与这样的活动不仅能让人更有意识地去培养分类习惯，同时也能增强自身的环保观念。”

城管普法零距离与群众共同建设文明城市

活动现场，一名老人驻足在“门前三包”宣传现场，聆听工作人员宣传，感叹道：“广州真的越来越靓，生活也越来越好了”。原来老人是附近的居民。近年来随着“门前三包”制度的深入推广，周边市容市貌也明显得到了提升。

活动现场设置了关于城市管理相关法律法规的知识展区和城管普法宣传摊位。“感觉很好玩、很好看，原来不止垃圾分类，井盖也属于城市管理的工作范围，也算是收获了一个新知识。”市民欧小姐感叹到。为了给市民带来一次线下多角度了解城市管理的机会，广州城管落实精细化管理，多角度、多方位开展普法宣传。

链接：<https://biz.ifeng.com/c/8PDmMOjsSyV>

垃圾分类“新时尚”首次融入马拉松全流程

160名“环保跑者”全程同行，垃圾分类人偶守候助威，补给点垃圾收集池里分类投放规范有序……近期举办的2023苏州首届马拉松赛场内外，绿色环保“新时尚”的浓厚

氛围和文明气息扑面而来。

一、引领绿色文明新风尚

开赛前，苏州市生活垃圾分类工作领导小组办公室、苏州市城市管理局联合苏州马拉松组委会，共同招募了赛事“环保跑者”。比赛现场，“环保跑者”兵分15组，在各个补给点之间，忙着分类清理选手奔跑时产生的赛道垃圾。在全程马拉松、半程马拉松和家庭跑三条赛道补给点附近，设置了总计30组垃圾分类收集池。一组配备“可回收物、厨余垃圾和其他垃圾”三类收集池。同时，位于起跑点、起跑后1公里处专门设置的2个“可回收物（低值塑料—雨衣等）”回收点，致力于比赛过程中各类垃圾实现分类收集，资源循环利用。而此次垃圾收集池的搭建材料均由废旧塑料再生而成，正是变废为宝，践行生态马拉松理念的最佳体现。

赛道上人流量大、人员密集，要在不影响比赛的前提下快速为赛道保洁，并不容易。为了圆满完成此次任务，苏州市“小蜜蜂”垃圾分类专线志愿服务队的志愿者专门参加了赛前培训。

环保方阵中还有专门来体验“Plogging”（跑步捡垃圾运动）的“环保跑者”。在22-26公里段为赛道积存垃圾做好清洁与分类的20名年轻志愿者，大都来自苏州高新区青年志愿者协会、高新区城市管理志愿者联盟。他们共完成了6500多个纸杯、3000多个饮料瓶和6公斤其他补给类废料垃圾捡拾分类工作。“希望更多年轻人一起做热爱运动的‘拾

荒者’。”



苏州市垃圾分类管理中心的工作人员发现，现场垃圾分类收集池里投放的各类垃圾大多规范有序，需要二次分拣的情况很少。

二、趣味竞技集聚新生力量

如果说，环保跑者是穿行在苏马赛道上的清风。那在起终点的垃圾分类志愿者们则正给这场运动盛事筑起环保的“加油站”。

家庭跑的终点站城市广场上，也陆续迎来完赛者。刚完赛的孩子们纷纷被广场中央的垃圾分类人偶娃娃吸引，跟随人偶的指引，在市城管局设立的垃圾分类主题展位上，完成了一场特别的“环保附加赛”。



以垃圾分类为主题设置的华容道益智游戏，孩子们通力合作快速找到解法；在垃圾四分类游戏盒中盲抽的各类问题，难不倒小选手。过五关斩六将，“刚刚跑完挺累的，趣味过过招，满血复活，垃圾分类技能也升级了。”现场参与垃圾分类互动游戏的市民超过了 500 人。

“青少年是践行、推广垃圾分类文化的生力军。依托这样一场具有影响力的赛事，大大带动学生及家长提升了见‘圾’行事的意识和能力。”苏州市垃圾分类管理中心有关负责人介绍。

三、分类推广再谋新思路

2020 年 6 月 1 日，《苏州市生活垃圾分类管理条例》正式施行。实施近三年以来，垃圾分类的“苏州模式”深入寻常市民家中。苏州开创的“三定一督”（定时、定点、定人督导）源头投放模式，建成投、收、运、处闭环体系，为实现生活垃圾“减量化、资源化、无害化”奠定基础。在苏州，

目前已有 5198 个居民小区实现“三定一督”全覆盖，建成清洁屋 1.46 万个，“三定一督”小区日均厨余垃圾分出率达 40%。苏州正不断探索打通垃圾分类理念推广新渠道、丰富新形式，持续推动广大市民真正将垃圾分类“指尖文明”记于心、践于行。

苏州市城管局有关负责人介绍，去年以来，苏州通过建立一批宣教基地，创意打造垃圾分类主题盲盒，推出一系列网络环保主题直播，开展垃圾分类集中宣传月、垃圾分类观察行等系列活动，积极引导越来越多市民加入垃圾分类“新时尚”践行者、倡导者的行列中，形成了具有苏州特色的垃圾分类宣传模式。

此次尝试将垃圾分类与赛事活动相结合，一方面助力打造了更加生态环保、绿色文明的大型马拉松赛事；另一方面也借助赛事的影响力，更加有效地推广苏州的垃圾分类理念和文化，通过全民运动热推动全社会共同“分”出绿色文明新常态。

（来源：苏州新闻网）

垃圾分类大目标背景下的回收指标研究

本文以生活垃圾回收指标为研究对象，对国内外生活垃圾回收利用情况和回收利用路径进行分析，总结得出回收指标设计的关键因素和优化建议。回收指标设计应根据城市特点以可达性和可操作性为基础设计，按环节、按品类细化并覆盖垃圾管理全过程，有助于促进建立更为科学长效的生活垃圾分类管理机制。

一、我国生活垃圾处理及回收利用情况

（一）生活垃圾处理情况

2019年，我国常住人口城镇化率60.6%，户籍人口城镇化率44.38%，城市和县城生活垃圾清运量达到 $3.1 \times 10^8 \text{t}$ ，如图1所示，较2018年增加5.5%，其中城市生活垃圾清运量 $2.4 \times 10^8 \text{t}$ ，县城生活垃圾清运量 $0.7 \times 10^8 \text{t}$ 。生活垃圾清运量数据大部分通过进入垃圾处理设施后计量统计，不包含可回收物清运量。

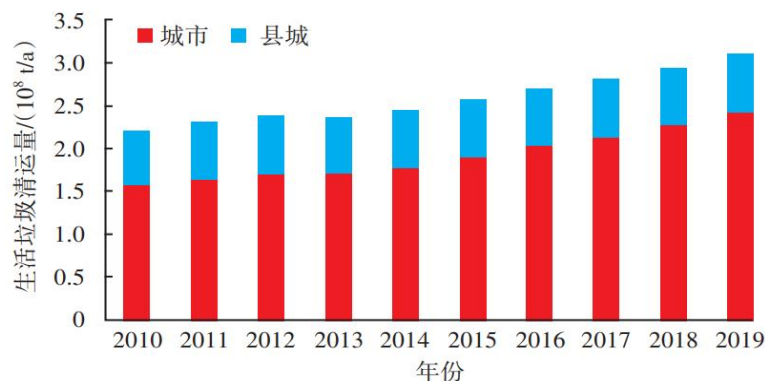


图1 2010—2019年我国生活垃圾清运量  环境论评

2019年城镇生活垃圾无害化处理率达到98.5%，比2010年提高了35%，如图2所示。10年间的复合增长率达到4.5%。特别是县城生活垃圾无害化处理率由2010年的27.4%提高到2019年的96.2%，说明我国已基本实现生活垃圾无害化处理，未来生活垃圾处理的重点将由无害化向减量化和资源化转移。

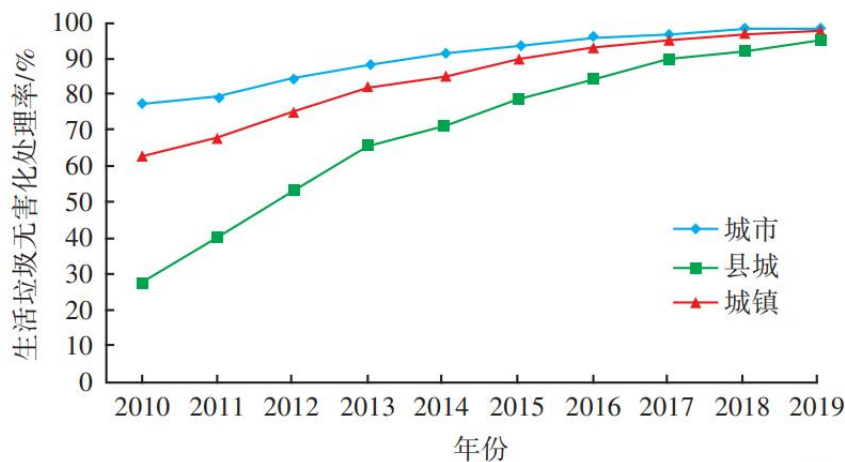


图2 2010—2019年我国生活垃圾无害化处理率 环境论评

(二) 生活垃圾回收利用情况

2017年，《住房城乡建设部关于加快推进部分重点城市生活垃圾分类工作的通知》（建城〔2017〕253号）明确生活垃圾回收利用率是指“在进入焚烧和填埋设施之前，可回收物和易腐垃圾的回收利用率”，即（可回收物回收利用率+厨余垃圾回收利用率）/（生活垃圾清运量+可回收物清运量）。截至2020年9月，先行先试的46个重点城市，生活垃圾分类居民小区覆盖率达到86.6%，厨余垃圾处理能力从2019年的 $3.47 \times 10^4 \text{t/d}$ 提升到 $6.28 \times 10^4 \text{t/d}$ ，生活垃圾回

收利用率平均为 30.4%，有 15 个城市达到或超过 35%。在 46 个重点城市的示范引领下，其他地级及以上城市全部制定出台实施方案，并全面启动了生活垃圾分类工作。

2020 年 8 月对重点城市中的 23 个城市进行调研分析，如图 3 所示，纵坐标中方块代表厨余垃圾分类清运量占生活垃圾总量的比例，在 2%~18% 范围内，中位值 7.8%；纵坐标中菱形代表可回收物分类清运量占生活垃圾总量的比例，在 8%~37% 范围内，中位值 21.3%；横坐标代表生活垃圾回收利用率，在 12%~41%，中位值 29.1%。23 个城市中半数以上生活垃圾回收利用率为 24%~34%，可回收物比例为 15%—31%，厨余垃圾比例为 4%—11%。

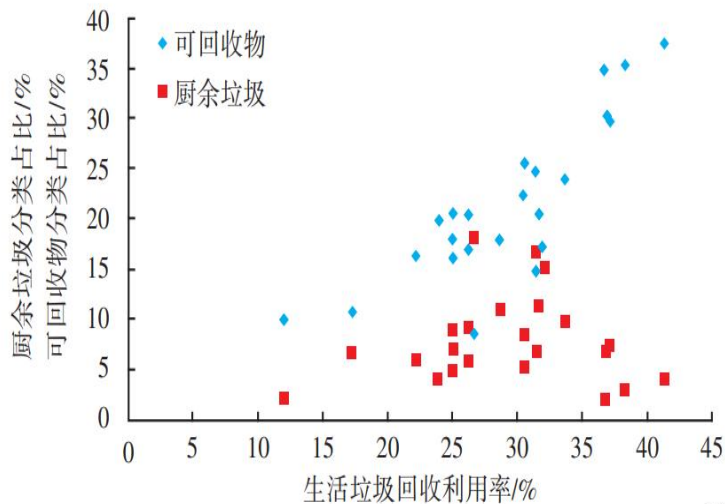


图 3 2020 年 23 个重点城市生活垃圾回收利用情况

环境论评

我国目前各城市垃圾回收指标设计基本为两个层级：一级指标即生活垃圾回收利用率作为总指标衡量城市垃圾分类水平；二级指标包括可回收物回收利用率和厨余垃圾回收利用率。但可回收物回收利用率指标缺乏准确计量和统计，

而且对于可回收物中的废纸、废塑料、废金属、废玻璃、废织物等未进一步设置细分指标，也缺乏相应的回收数据统计。根据我国部分城市可回收物相关研究，可回收物中以废纸和废金属为主，占比超过 80%，废玻璃的回收率不足 30%。

二、国外回收指标和回收路径分析

国外垃圾回收指标一般为 3 级，一级指标和二级指标与我国基本一致，三级指标对可回收物中的“纸、塑、金、玻、纺”等各类进行细分。国外垃圾回收指标的边界条件与我国存在差异，特别是厨余垃圾回收路径的认识方面有较大的区别。

欧盟 2019 年欧盟 27 国生活垃圾处置情况如图 4 所示，卫生填埋处置量 $119\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ，焚烧处理量 $134\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ，包括可回收物和有机垃圾生物处理的资源回收利用率共 $221\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。相比 1995 年，填埋处置占比下降了 38%，而资源回收利用占比提高了 29%，达到 48%，其中可回收物占 30.5%，有机垃圾占 17.5%。欧盟《废物框架指令》中对各种可回收物进行了细分，要求 2020 年可回收物回收利用率最低为 50%，2025、2030、2035 年分别达到 55%、60%、65%，并要求有机垃圾强制分类。《包装及包装废弃物指令》中要求 2030 年城市生活垃圾回收利用率达到 70%，包装废弃物回收利用率达到 80%，2030 年玻璃、

废纸、金属的回收利用率达到 90%，木材的回收利用率达到 80%，2025 年塑料制品回收利用率达到 60%。

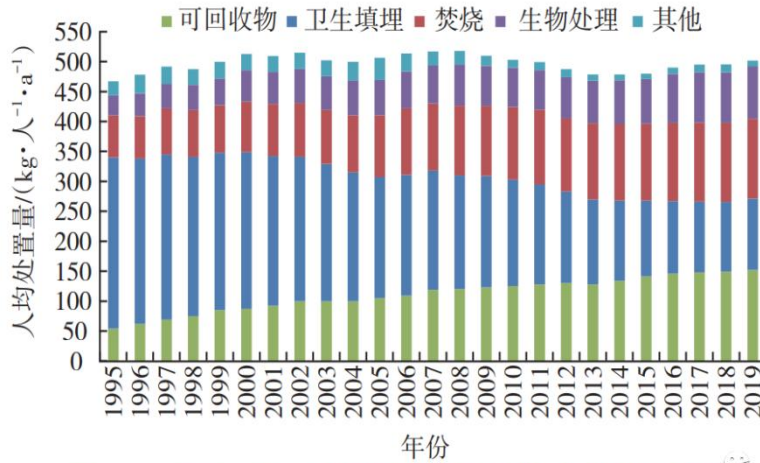


图 4 1995—2019 年欧盟生活垃圾分类处理情况 环境论评

欧盟各国的资源回收水平和指标设计差异性很大，但总体的指标设计原则基本一致。结合各国垃圾产生和管理现状，对有机垃圾和各种可回收物回收指标分别进行设计。如垃圾资源回收水平较高的德国，2015 年起开始对有机垃圾和各种可回收物进行强制分类收集，2018 年垃圾资源利用率 67.1%，其中可回收物 48.3%，有机垃圾 18.8%，并要求 2022 年塑料包装回收率达到 63%，金属、玻璃和纸包装回收率达到 90%。

虽然欧盟各类可回收物的回收指标很高，但我们应该关注到欧盟的回收指标和我国的回收指标具有不同的定义。欧盟的回收指标更类似于我国的分类收集率，后端可采用物质回收利用或焚烧能源回收，欧盟《包装及包装废弃物指令》中回收指标包括分类后的

废物焚烧，而我国的回收指标只包括物质回收利用。

《欧盟有机垃圾管理绿皮书》中推荐有机垃圾与城市生活垃圾一并焚烧，这种技术可以被认为是能源回收。很多资源回收水平较高的欧盟国家都对有机垃圾采用焚烧处理，瑞士 2013 年垃圾处理情况如图 5 所示。厨余垃圾约 48% 都直接进入焚烧厂，仅有 17% 进入生物处理设施集中处理，剩下 35% 采用庭院堆肥或作为饲料，见图 5 (b)。同样在瑞士，回收的绝大部分塑料也是通过垃圾焚烧厂进行焚烧能源利用。

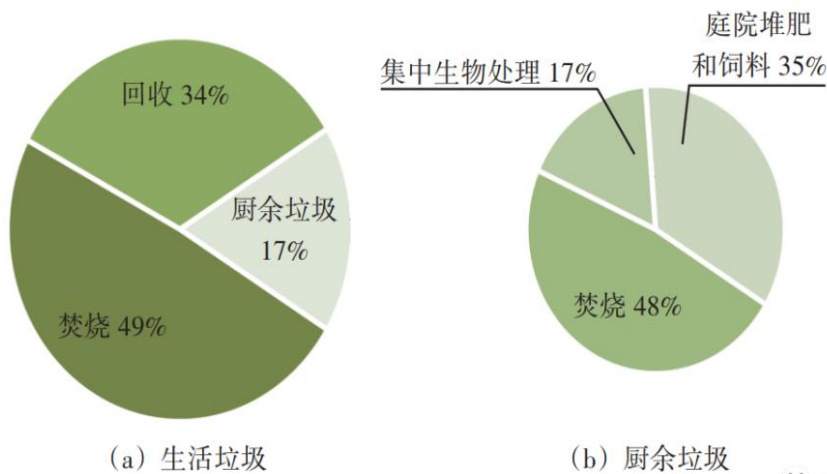


图 5 2013 年瑞士生活垃圾和厨余垃圾处理情况

环境论评

生活垃圾分类后的大量可回收物同样可以采用焚烧处理。德国 2015 年生活垃圾和废塑料回收处理情况如图 6 所示，其中废塑料包装回收后 50% 进入焚烧厂焚烧发电，50% 进行材料回收。2018 年欧盟废塑料产生量为 2.91×10^7 t，其中采用焚烧能源化利用的比例为 42.6%，材料回收 32.5%，仍有 24.9% 进入填埋场。可以看出欧盟各国对于回收路径往往采用更务实的态度，特别是在垃圾管理规范、管理水平较

高、焚烧能力充足的国家，资源化利用通常被纳入回收指标，并占有较高份额。

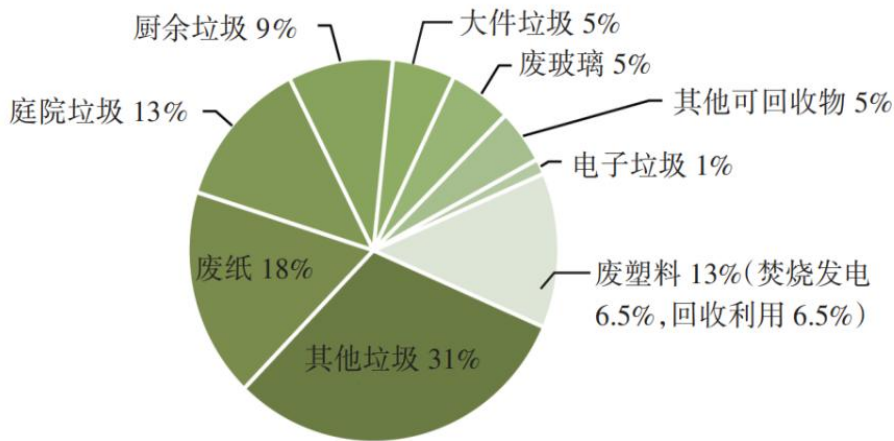


图6 2015年德国生活垃圾和废塑料回收处理情况 环境论评

美国 2018年美国生活垃圾分类处理情况如图7所示，其中填埋量 1.3245×10^8 t，焚烧量 3.175×10^7 t，回收利用量 6.260×10^7 t，厨余堆肥量 2.268×10^7 t，其他厨余 1.606×10^7 t，包括可回收物资源回收和厨余堆肥的资源回收利用率 32.1%，相比 1995 年的 25.7%，提高了 6.4 个百分点，但卫生填埋仍然占总处理量的 50%。

美国环保署在《资源保护和回收法案》的基础上，于 20 世纪 80 年代制定的资源回收利用率目标是 1992 年达到 25%，后来增加到 2005 年达到 35%；2020 年，美国发布《美国国家回收战略》，提出到 2030 年资源回收利用率达到 50%。虽然美国资源回收利用率的国家目标未进一步设定各类可回收物和厨余垃圾的回收目标，但美国 1997 年就发布《回收统计指南》对生活垃圾、商业垃圾中各类可回收物和厨余垃

圾如何统计进行了规范，并对历年生活垃圾中各类可回收物和厨余垃圾量进行了连续统计。2018年， 6.260×10^7 t 可回收物中废纸占 66.54%、废塑料占 4.47%、废玻璃占 4.43%、废金属占 12.62%、废织物占 6.05%、废木头占 4.49%、其他占 1.40%。

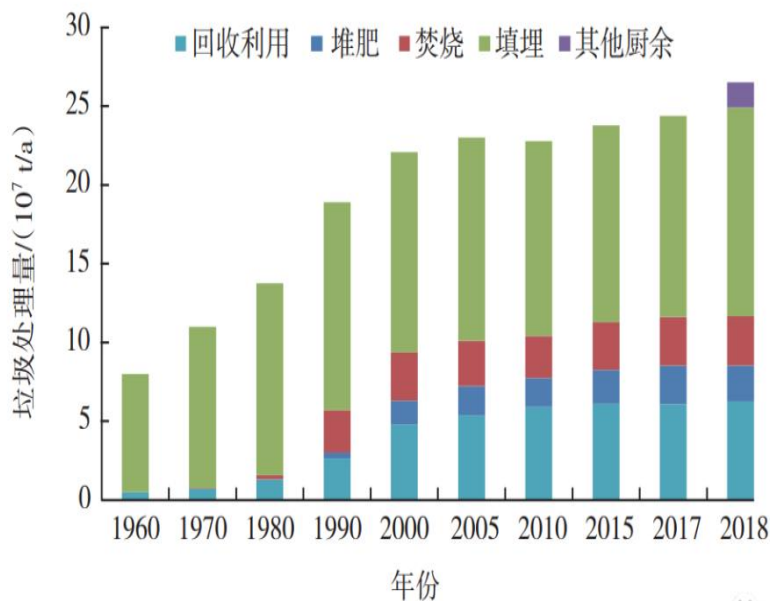


图 7 1960—2018 年美国生活垃圾分类处理情况 环境论评

美国的资源回收利用率定义与欧盟更接近，而与我国的定义有较大差异。同时，美国对于分类后的可回收物处理要求更高，回收利用不包括进入焚烧厂进行能量回收，但出口纳入回收利用统计。美国的人均垃圾产生量很高，2018 年达到 $2.22\text{kg}/(\text{人} \cdot \text{d})$ ，远高于我国。各类可回收物的回收可达性也具有显著特点：如废纸 2018 年回收利用量 $4.170 \times 10^7\text{t}$ ，人均废纸回收量 $0.35\text{kg}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 。如图 8 所示，2018 年废纸回收利用率达到 68.0%，但其中 46.0% 都直接作为商

品出口；废塑料回收利用率很低，仅为 8.7%，但 PET 和 HDPE 的塑料瓶回收利用率较高，达到 29.1%和 29.3%；美国的庭院垃圾基本全部采用就地堆肥方式处理，回收利用率很高，但厨余垃圾回收率很低，仅有 4%左右采用堆肥等生物处理方式处理、66%进入卫生填埋场、15%进入焚烧厂、还有 15%通过破碎机等进入污水处理系统。

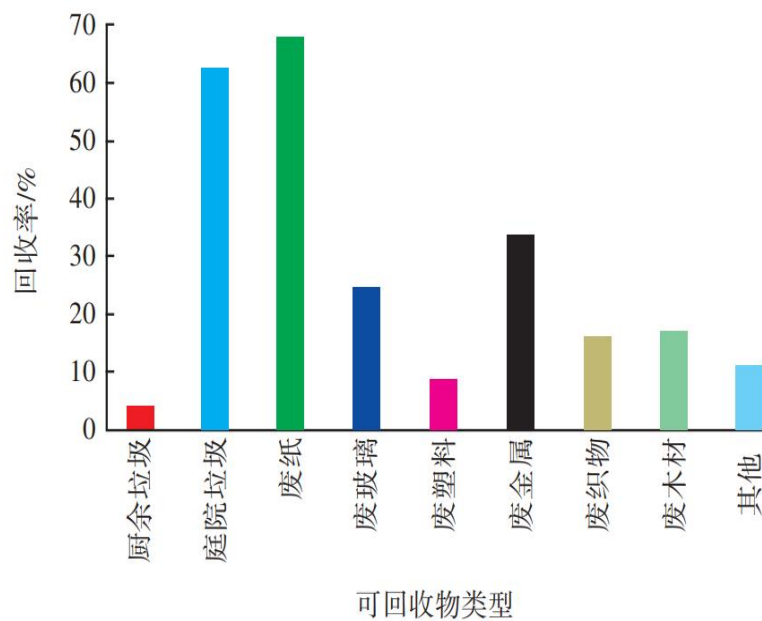


图 8 2018 年美国各类可回收物回收率情况 

三、回收指标设计关键因素和建议

通过对欧美和中国的回收利用情况和指标设计进行分析，发现中国“十三五”提出的回收指标体系相比欧美要求更加严格，不仅是对分类收集率提出要求，还对回收后的处理路径进行了约束，主要是要求进行物质回收利用。

“十四五”在此基础上进一步提出了资源化利用率，且并

未降低回收利用的要求。结合国际经验和我国实践，对回收指标设计的关键因素和建议进行研究总结如下。

（一）合理细化分解回收指标

“十三五”前，我国的生活垃圾管理目标主要有垃圾清运量、无害化处理率、垃圾焚烧占比等，都是以生活垃圾为整体对象。但开展垃圾分类和回收利用后，考虑可回收物和厨余垃圾的特点，要想提高生活垃圾回收指标的可操作性，就需要对指标进一步细化和分解。生活垃圾中可回收物与再生资源管理存在交叉，家庭厨余、餐厨垃圾、园林垃圾、农贸有机垃圾等也存在交叉，多头管理导致各种可回收物和厨余垃圾的统计与分类工作实施需要不同的主体完成。细化指标有利于分解统计、实施和考核任务，确保回收指标的准确性和可操作性。

根据我国生活垃圾分类特点，可细化三级指标。对生活垃圾中的可回收物，可针对废纸、废塑料、废金属、废玻璃、废织物等设计分项回收指标；对生活垃圾中的厨余垃圾，可针对家庭厨余、餐厨垃圾、其他厨余等设计分项回收指标。同时，在垃圾分类水平较高的区域，可结合当地特点将可回收物进一步细化，将废纸分为瓦楞纸、新闻纸等，废塑料分为 PET、HDPE 等，或增加大件垃圾、电子垃圾等回收指标作为附加项，如图 9 所示。

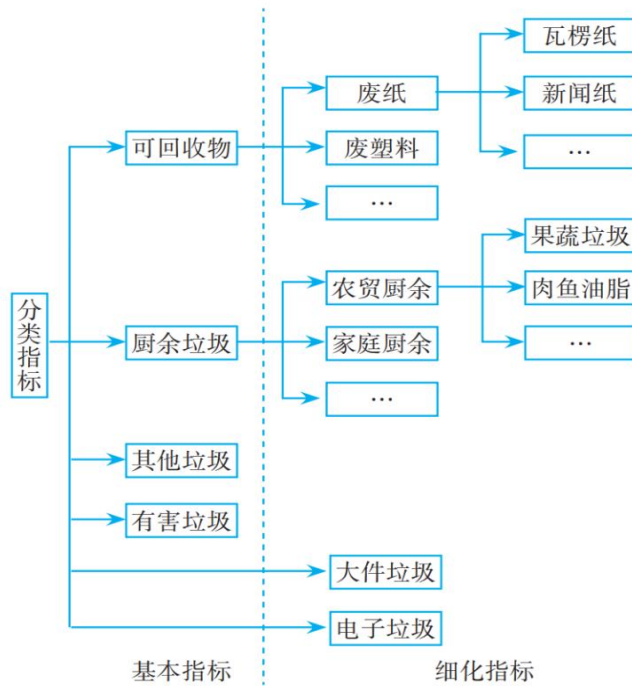


图9 生活垃圾细化分解回收指标示意

环境论评

(二) 结合区域特点制定差异性指标

生活垃圾回收指标取决于两个方面：一方面是回收利用的量在生活垃圾中的比例；另一方面是生活垃圾中可回收物的量在生活垃圾中的比例。这两方面特别是后者与各地的产业结构、生活习惯、经济水平等多种因素相关，因此需要结合区域特点制定差异性指标，避免“一刀切”。以厨余垃圾为例，发达国家厨余垃圾占比远低于我国，因此发达国家往往未将厨余垃圾作为垃圾分类的重点，对厨余垃圾的强制要求主要是禁止直接进行填埋。但我国大部分城市厨余垃圾占比超过50%，厨余垃圾回收率和资源化水平对生活垃圾回收利用率的影响较大，因此我国应

将厨余垃圾作为垃圾分类重点关注对象设置专门的指标。同时，对比我国不同城市之间厨余垃圾占比和成分也具有明显差异。青岛等沿海城市厨余垃圾占比更高，但其中含有大量贝壳类无机物无法资源化利用，应根据当地厨余垃圾中易腐有机物含量修正厨余垃圾回收利用率指标，增强可达性。

基于不同区域现状的垃圾分类水平，制定分阶段合理的差异性指标，也是增强指标可达性的关键因素。以玻璃为例，如图 10 所示，欧盟各国 2017 年的玻璃回收利用率差异巨大，为 29.51%~98.53%不等。因此欧盟虽然对玻璃回收制定了总体目标，但针对不同国家实际的回收现状水平增加了指标的弹性，并设置了差异化的达标期限，这样一方面可以避免可能存在的数据造假，另一方面可以更加务实地制定阶段目标，避免财政资金难以承受的一次性投入过高。

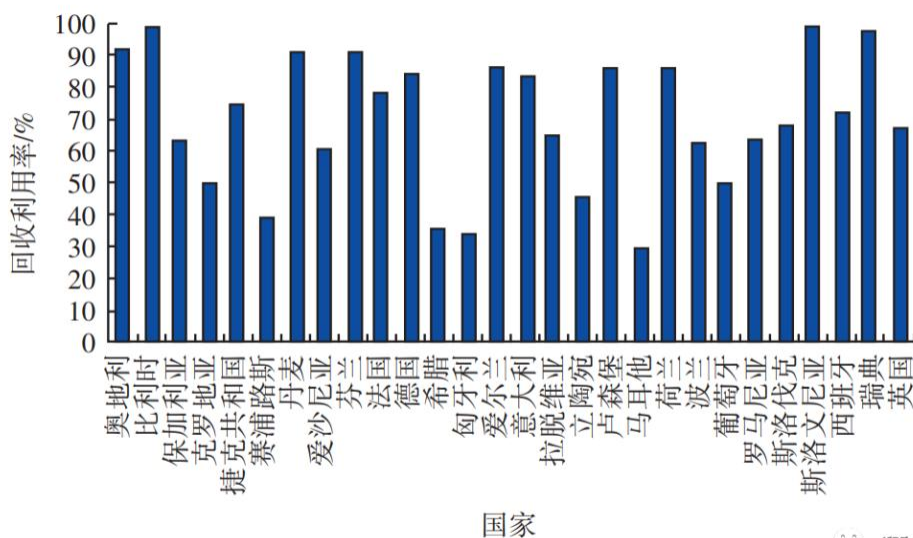


图 10 2017 年欧盟各国玻璃回收利用率

（三）构建完整计量统计的回收系统

完整的回收系统应包括全过程的分类投放、分类收集、分类运输、分类处理环节，同时应覆盖全部生活垃圾。目前我国的生活垃圾回收系统在覆盖范围和覆盖环节方面都存在短板：覆盖范围方面，居民自行售卖或垃圾投放环节被个人捡拾的可回收物往往未被计入整个回收系统；覆盖环节方面，分类处理环节对可回收物的流向和处置关注度不足，造成可回收物管理难以形成闭环。因此，补全现有回收系统短板，并以此为基础构建指标体系是改善回收行为的关键因素之一。

我国的生活垃圾具有多头管理的特点，同时分类后的各类垃圾又与其他产业废弃物存在交叉。特别是可回收物管理领域，工业源等生活源以外的可回收物产生量较大，回收环节多，回收群体复杂，会对生活垃圾回收系统的计量和统计造成干扰，从而影响整个回收系统的设计。从国内外的经验来看，无论发达国家还是发展中国家，非正规的拾荒行为都难以避免。而可回收物的终端处理设施往往不是专门的垃圾处理设施而是产业工厂，这也使得在源头投放、终端处理环节准确计量和统计难度较大，性价比较低。我们可以通过优化收运过程管理解决这个问题：可回收物的源头收运关键节点是回收站点和分拣中心，特别是回收站点直接面对源头收集，可有效甄别可回收物来源。但目前回收站点和分拣中心仅对回收类别和质量进行统计，

未来可通过规范化和信息化管理，增加回收站点对回收来源、流向的记录，即可有效提高计量和统计精度，完善处置环节管理。通过对生活源可回收物的计量和统计，构建完整的回收系统，有利于更准确地制定回收目标和评估实施重点。

（四）建立全过程指标体系

全过程指标体系包括源头投放环节的分类收集情况、收运过程的分类收运情况和就地处理情况、处理环节的各类垃圾处理情况等各环节对应的指标。源头分类收集率是回收指标的重要基础；终端处理设施是设计回收指标的重要依据，以此设计的指标体系具有更强的可操作性和可达性。

通过对我国多个城市环卫规划进行分析，目前的垃圾分类指标体系主要包括回收利用率、分类覆盖率两个指标，难以充分体现垃圾分类各环节的情况和发现短板。未来通过建立全过程指标体系，特别是以源头分类收集率为基础，以包括可回收物在内的终端处理设施为依据，可以制定更符合当地实际的指标，并补齐短板，同时也应制定相应的考核体系，如图 11 所示。

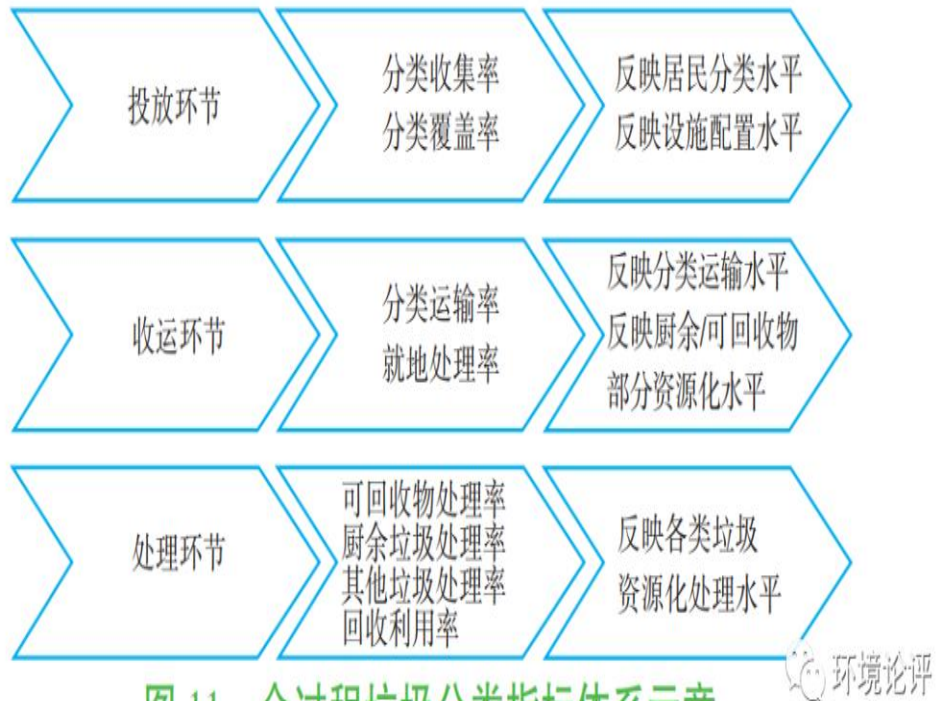


图 11 全过程垃圾分类指标体系示意

环境论评

四、结论

(一) 大部分重点城市生活垃圾回收利用率为 24% ~ 34%，可回收物比例为 15% ~ 31%，厨余垃圾比例为 4% ~ 11%，我国生活垃圾组分与欧美发达国家差异明显，可回收物比例偏低，厨余垃圾比例偏高。

(二) 欧美等发达国家的回收指标体系和回收路径与我国存在显著差异，回收利用率的统计口径不同。欧美可回收物和厨余垃圾的焚烧均计入回收利用率，我国对于回收利用的要求更加严格。

(三) 回收指标可在现有基础上细化，制定三级指标体系，并结合区域特点和实际情况，针对不同类别设置不

同的指标和完成时间，对垃圾分类水平较高的地区可进一步细化，拓展垃圾分类的广度和深度。

（四）通过提升回收站点和分拣中心的规范化和信息化管理水平，可有效提升计量和统计精度，完善处置环节管理，从而构建完整的回收系统，在此基础上制定覆盖各环节的全过程指标体系，有利于提高指标体系的可操作性和可达性。

（来源：环境卫生工程微信公众号）

有机废弃物厌氧消化处理系统精细化运行管理 及资源深度利用的探索

随着全国生活垃圾分类工作的推进，尤其是在大型一线城市中，采用生物方法处理城市餐厨垃圾等有机废弃物已成为主流。而在有机垃圾生化处理设施中，采用厌氧消化工艺的占绝大多数。这种工艺有一系列的重要优势，比如，适应性强，能够处理成分复杂的各类餐厨垃圾等有机废弃物；节能降耗，运行成本低；能够产生沼气清洁能源等。

本文结合广州福山生物质综合处理厂的运行实践，对有机垃圾厌氧消化处理设施进行系统介绍，通过其进料性状、

反应温度、微生物菌群控制、终产物沼液和沼渣处置等运行精细管理情况，进一步深挖厌氧消化处理设施的功能扩展和资源化利用方式。

一、广州福山生物质综合处理厂厌氧消化处理系统运行状况

（一）厌氧消化系统

广州福山生物质综合处理厂的厌氧消化系统主体包括 7 套并联运行的全混式厌氧消化反应罐（总反应容积 6.3 万立方米）和 4 套有机垃圾水解酸化罐。系统前后端分别配套有机垃圾的预处理系统、沼液脱水设施和沼气综合利用设施。

整体厌氧消化系统针对餐厨、厨余垃圾、城市粪污和动物固废四类有机质垃圾进行生化处理。每日进入系统内的有机质垃圾浆料超过 1600 吨（经预处理后），四类有机质垃圾浆料的组成比例随实际垃圾进厂量存在明显波动。

（二）总体运行状况

自投运以来，该处理厂已经稳定运行超过两年，各项指标及处理效果均保持优越状态。主要表现为（以下均为日均值）：有机质分解率 90%以上，罐内物料的 VFA500mg/L 以下、碱度 12000mg/L 以上，微生物菌种的有机质比例长期稳定在约 45%水平，厌氧消化后沼液 COD3000mg/L 以下。数据表明，联合厌氧消化系统运行稳定、有机垃圾被高效分解，产生更多的资源产品沼气、更少的二次废弃物沼渣，以及更低浓度的废水，从而降低后续污水处理成本和难度。

广州福山生物质综合处理厂厌氧系统 2021 年运行状况
下见图 1、图 2。



图 1 厌氧系统 2021 年各月度 VFA、碱度、COD 日均值

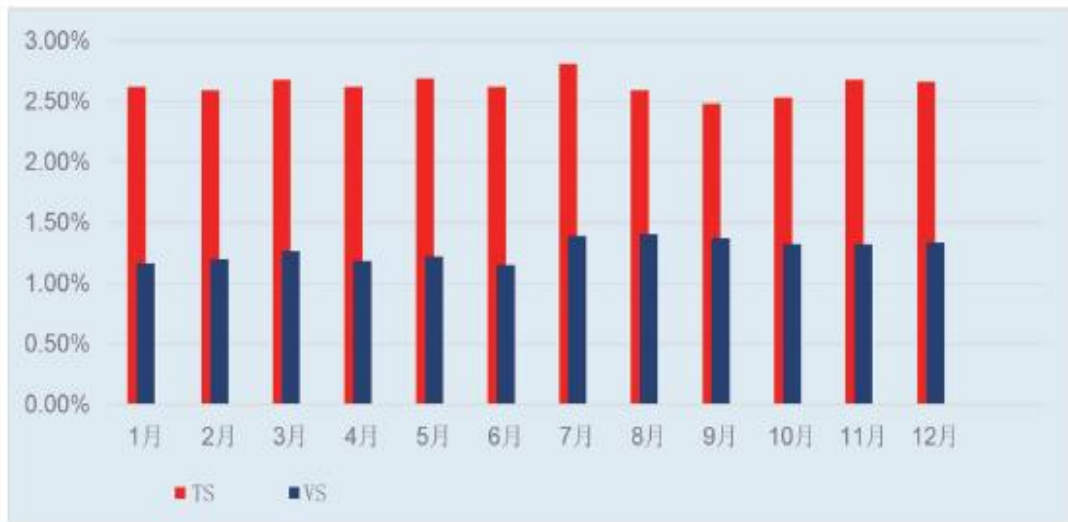


图 2 厌氧系统 2021 年各月度 TS、VS 日均值

二、厌氧消化系统日常运行的精细化管理

(一) 进料浆料的性状控制

要实现厌氧消化系统的稳定高效运行，进料控制是基础条件，主要控制参数包括进料 TS、有机质含量、温度、油脂含量等。

1. 进料 TS 与有机质浓度控制。虽然理论上讲，进料 TS 浓度越高越好，其能产生更长的停留时间和更少的沼液产生量。但是实际运行中，需要综合平衡物料输送和厌氧消化系统内搅拌强度的可行性。根据实际运行经验，对于进入厌氧系统的浆料 TS 浓度一般控制在 10%~12%。

通过对各类垃圾进行预处理，尤其是对餐饮、厨余垃圾进行分选除杂、制浆、除砂、提油等一系列预处理，去除其中的金属、塑料、砂砾等无机质杂物，实现浆料 TS 中的有机质占比 (VS/TSS) 达到 90%以上，减少无机杂物进入系统造成沉积。

2. 温度控制。稳定的反应温度是获得良好厌氧消化效果的必要条件。本项目采用中温厌氧消化，厌氧系统需保持 35℃~38℃ 的反应温度，通常进料温度高于反应温度并维持厌氧消化系统的环境温度。

综合考虑各项热损失并结合实际运行经验，进入厌氧消化系统的浆料温度需控制在 45℃~50℃。日常运行也需每日检测厌氧系统温度，并根据实际情况对进料温度进行调整。一旦出现反应温度剧烈波动，即需立即启动换热系统进行温度调节。

3. 油脂含量。油脂对厌氧微生物活动存在不利影响。油脂在厌氧反应器中降解很慢，需要相当长的停留时间，并会包裹厌氧污泥上浮，从而引起污泥流失。并且，油脂分解产生的长链脂肪酸的毒性较强，会显著抑制产甲烷菌的活性，还会与其作物质结合产生脂肪酸钙沉淀。总之，油脂过多会抑制产气，造成 VFA（挥发性脂肪酸）升高，甚至有系统酸化的风险。因此，需对餐厨垃圾浆料进行充分的提油预处理，将浆料油脂含量控制在 0.5% 以下。

（二）厌氧消化系统日常运行主要控制参数及方法

厌氧消化系统日常运行控制参数主要包括：VFA、pH 值、碱度、温度、污泥浓度及污泥中有机物比例。具体控制要求及方法如下：

1. VFA 与碱度。VFA 与碱度是两项直观反映厌氧运行状态的指标。VFA 高、碱度低，表明厌氧中甲烷菌活力不够、产气进行不佳，同时，VFA 的积累会抑制甲烷菌活性，进而造成恶性循环，系统有酸化的风险。国内同类设施的运行管理规范中，要求厌氧消化系统沼液中 VFA/碱度小于 0.25。系统沼液中，VFA/碱度值越低，整个厌氧系统越稳定，有机质分解率和产气效果越佳，越能耐受负荷冲击。另外，VFA 越低，外排沼液的 COD 浓度也越低，极大减轻后端污水处理压力。

广州福山生物质综合处理厂的厌氧系统控制要求为 VFA $\leq 2000\text{mg/L}$ ，实际运行则远低于该值，VFA 基本在 500mg/L

以下，而碱度则高于 12000 mg/L，做到了 VFA/碱度为 0.05（详见图 1、图 2），故而厌氧系统运行非常稳定。

2. pH 值。一般厌氧反应需控制 pH 值在 6.8 ~ 7.8，超出该范围对厌氧产酸和产气反应不利。对于运行良好的系统，其 VFA 低、碱度充足，pH 值一般在 7.2 以上。广州福山生物质综合处理厂厌氧系统的 pH 值基本稳定在 7.5 ± 0.1 。处理生活垃圾时，进料 pH 值较为温和，一般不需额外调节。

3. 温度。如前文所述，本项目的厌氧系统需保持 $35^{\circ}\text{C} \sim 38^{\circ}\text{C}$ 的反应温度，过高和过低均不利于厌氧消化反应。系统的厌氧罐高度达到 20 米以上，容积大，因此在罐内上、中、下不同高度安装温度传感器，对罐内多点位温度进行在线实时监测，以便温度偏离时及时发现并采取相应措施，及时调整。可采取的措施包括调整进料温度和进料负荷等。

4. 污泥浓度与污泥有机质含量。污泥浓度是保证厌氧处理效果的“核心”。要根据进料 COD 浓度和厌氧停留时间，确保容积负荷在合理范围。为保证更好的厌氧处理效果，需保持厌氧污泥浓度在一定水平，但同时有机质浓度高则表明有机质未充分被分解产气。本项目运行控制沼液 TS 达到 2.8% ~ 4%，VS/TS 达到 50% 左右。

5. 异常分析与处置。厌氧系统是个反应多样性的综合系统，各项指标相互影响。如指标出现较大偏差，需要逐一排查和分析可能造成偏差的原因，针对原因采取针对性的调整措施，以便尽快恢复系统的正常稳定运行。

如系统出现酸化趋势，则除满足温度、pH 值等基本条件之外，还需控制进料量，降低厌氧系统的 COD 容积负荷，使系统酸化得以减轻。系统运行趋于正常后，厌氧系统的负荷也需稳步提升，观察和检测各项指标数据，根据情况做合理调节。

三、剩余沼渣制有机肥经验与沼液制液态肥的可行性探索

有机垃圾通过厌氧消化系统处理后，一般将产生 85% 比例以上的沼液污水和 5%~8% 的剩余沼渣（均以进料垃圾总量计）。此两部分物料如不进行资源化利用，将反过来带来高昂的污水与废渣处理成本。

（一）沼渣制有机肥的相关政策与技术要求

根据广州福山生物质综合处理厂的实际经验，沼渣可以销售给有机肥厂家作为制有机肥原料，从而实现资源化利用。

1. 沼渣制有机肥有关政策支持。一是根据《一般固体废物分类与代码》（GB/T39198-2020）分类，有机废弃物厌氧消化处理产生的沼渣属于一般固体废物。二是根据《有机肥料》（NY/T525-2021）中附录 B《评估性原料安全性评价要求》，沼渣/液符合安全性评价后可以作为有机肥料生产原料。其中安全性评价指标主要为重金属含量等，需提供生产工艺说明、检测报告等佐证材料。

2. 沼渣制有机肥相关环保手续办理。沼渣产生单位可以委托有相应资质的单位进行沼渣堆肥利用，双方签订合同，

产生单位需建立沼渣产生、转移处置的全过程管理台账，并获得接收单位对每车沼渣的签收单，以形成闭环管理。如跨省转移利用的，根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第二十二条的规定，沼渣产生单位报移出地的省人民政府生态环境主管部门备案即可。

此外，制肥单位为更利于制肥及成本管控，对沼渣含水率要求较低，且制肥单位一般远离市区，沼渣需长距离运输。因此，为降低成本、满足制肥和运输要求，一般需将沼渣含水率控制在 60%~65%，运输车做好密闭。

3. 广州福山生物质综合处理厂沼渣综合利用情况。广州福山生物质综合处理厂厌氧沼渣主要有两种处置去向，一种是作为有机肥料生产原料外运利用，另一种是作为废渣送焚烧发电厂焚烧处置。目前多以外运利用为主。

（二）沼液制作液态肥的可行性探讨

尤其在西欧国家，有机废弃物厌氧消化处理后的沼液只要满足盐度和重金属控制目标，即可作为液态有机肥（或基础肥）直接回田。这样不仅节约大量处理成本，还实现了资源化利用效益。

国内对于厌氧沼液的综合利用，目前还处于探索阶段。除了进行相关技术研究之外，首先要解决的是政策问题。目前，对于有机废弃物厌氧消化沼液回田作肥的相关环保政策与肥料标准，国内还处于缺失状态。在有的地区，沼液回田甚至可能会被认定为“污水乱排”。因此，整个行业内沼液

综合利用进展缓慢。建议国家环保和农业部门应该联合制订沼液回田作肥的相关政策与管理办法，以期产生良好的经济和社会效益。

四、厌氧消化设施功能扩展的相关建议

运行良好的有机废弃物厌氧消化设施具备很强的“兼容性”，即可联合处理餐饮垃圾、厨余垃圾、城市粪污、食品垃圾、城市污泥等各类有机废弃物。这种兼容性能一举两得。一方面，扩展设施功能，可以产生良好的社会和经济效益。另一方面，各类物料的存在，能提升整个厌氧消化微生物系统的多样性，促进生物反应系统更为稳定。

以广州福山生物质综合处理项目为例，目前除处理四类有机废物外，每天还协同处理城市污水厂的污泥约 50 吨。运行实效表明，新增污泥处理后，参与反应的微生物明显增多。以每毫升沼液中微生物菌落数计（cfu/mL），活菌数量增加约 15%，达到 10⁸~10⁹cfu/mL。经过 16SrRNA 基因检测，厌氧微生物丰度和多样性也明显增多。

五、结语

有机废弃物采用厌氧消化处理工艺进行无害化处理后，产生沼气、肥料等资源性产品，在垃圾处理的同时，产生良好的经济、社会及环保效益。今后，生活垃圾处理单位需要持续深入结合实际，研究开发和推广应用更优的处理技术工艺、更高效的设施设备，并持续提升设施运行精细化管理水

平，积极开拓资源化利用渠道，实现有机废弃物充分的无害化和资源化处理。

（来源：城市管理与科技微信公众号）

上海探索单位源有害垃圾处置服务新模式

近日上海成都北路 118 号中石化加油站迎来一辆特殊运输车，车身红白相间，醒目标注着有害垃圾标识。它停靠在站内有害垃圾临时储存处，随车工作人员下车，把加油站内的废弃电池和废燃油宝分别收运装车，再驶向下一个站点。



这熟练的垃圾收运流程看似常规，实则标志着上海单位源有害垃圾处置进入新阶段。据悉，近期上海城投集团下属城投环境与中国石化销售股份有限公司上海石油分公司签

署有害垃圾收运处置服务合同，从 2022 年 12 月 1 日开始，城投环境下属环源公司作为上海市唯一一家专业化、规范化的有害垃圾收运分拣处置单位，为上海市域范围内 570 余座中石化加油站提供有害垃圾打包、装车、过磅、运输、分拣、预处理、贮存、外运处置等一系列服务。此次合作，开启了上海地区单位源有害垃圾全品类、全流程、规范化、一站式收运分拣处置的全新模式。



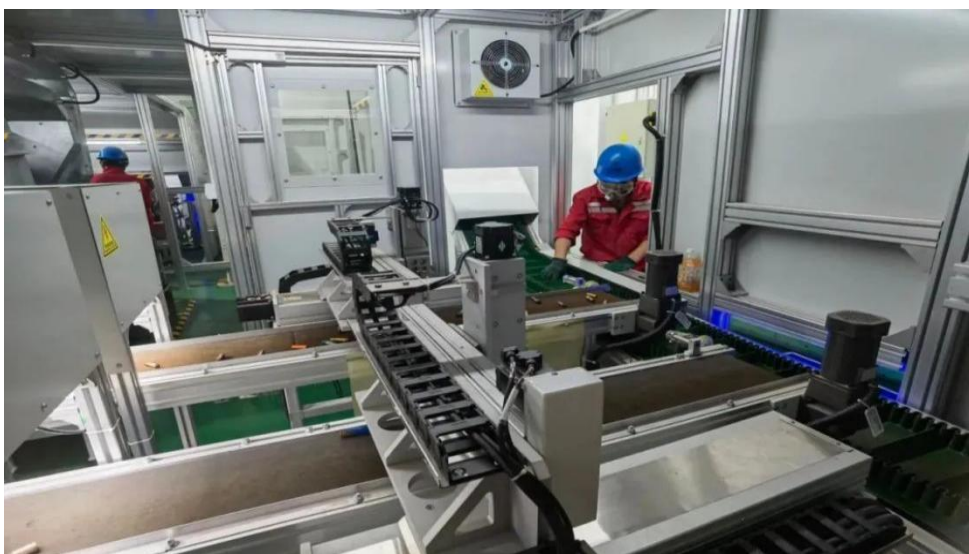
成都北路 118 号中石化加油站有害垃圾在进行收运

项目落地后，由城投环境环源公司定期上门收运、集中分拣、统一申报并转移至末端处置单位进行处置，极大地简化加油站对有害垃圾的管理处置流程，减少管理成本，降低处置风险，有效提升有害垃圾规范化收运处置水平。

针对这项全新的业务，城投环境环源公司与中石化上海石油分公司充分沟通协商，根据各加油站的相关信息，从收运路线、人员车辆安排、工器具配备等方面，定制专业详细

的作业方案，力求以最优配员、最快速度、最安全的运营方式完成一站式转运。在收运过程中，使用密闭式运输车辆、防渗透转运容器、专用防护用具，设置安全警示标志，杜绝有害垃圾运输过程中的二次污染。

引入信息化管理手段，收运车辆装有北斗定位系统，运输装载过程配备实时监控设备和第三方称重无线上传设备，对收集、运输、分拣、处置各环节现场采集的数据进行实时上传并综合分析，实现全过程可视化、可追溯。收运后的有害垃圾进入虎林路有害垃圾分拣中心，经过专业分拣和预处理，再转移至各个末端处置单位进行无害化处理。如燃油宝空瓶经过残液分离、空瓶打包等预处理后进行焚烧处置；废旧灯管经过破碎、汞气（粉）负压吸收、喷淋清洗、化学还原中和、残渣分离等工序，对玻璃和金属部分进行回收利用；废电池经过放电、拆解、粉碎、分选等工序进行资源回收利用。



工作人员在废电池自动分拣设备旁进行预处理作业

项目运营以来的一个多月里，城投环境环源公司累计派出收运车辆 73 车次，共收运上海地区中石化加油站各类有害垃圾 35.85 吨。过去，加油站有害垃圾采用的是危废申报转移处置，由各个加油站自行申报，联系不同品类危废处置单位直接上门收运，但加油站产生的有害垃圾量从几公斤到几百公斤不等，分布区域分散、品类较多，存在报批手续复杂、管理流程烦琐、运输成本较高、收运不及时、安全性不可控等不少痛点。

这一合作项目打破了传统的有害垃圾单一、分散的收运模式，将单位源有害垃圾统一进行全品类、全流程的收运分拣，确保了前端有害垃圾收运的规范化、专业化和标准化，在全市范围内具有一定的引领示范作用。未来，上海城投集团将以此为契机，持续推进有害垃圾收运分拣网络体系建设，打造有害垃圾规范化处置标杆，高质量推动固体废物“资源化、减量化、无害化”。

（来源：上海环境微信公众号）

全国首部苏州市地方标准 《城市管理综合行政执法规范》发布

为了让城市精细化管理工作水平匹配区域经济实力，使城市管理工作更精细化、服务更规范化。近日，苏州市地方标准《城市管理综合行政执法规范》（以下简称《规范》）发布。

该标准是全国首部城市管理领域综合执法规范地方标准，由苏州市城市管理局起草。

《规范》制定符合国家法律、法规和相关政策要求，满足了城市管理综合执法规范需求，将城市管理综合执法进行了更深层次的细化，填补了该领域的标准空白现状，进一步推动城市品质内涵持续提升，助力高品质现代化城市发展。

本次制定的《规范》聚焦现实问题，经过充分调查研究，以《中华人民共和国行政处罚法》《江苏省行政处罚程序条例》《苏州市城市管理相对集中行政处罚权实施办法》等为依据，参考其他行政执法行政机关的先进做法，结合实际需要，科学合理，操作性强。

《规范》明确了苏州城市管理综合行政执法的执法范围、执法规范、文明执法、执法协同、队伍建设、执法保

障和执法监督等十个方面相关要求。在附录中，对案件办理流程、执法文明用语等制定参考样板，较为系统地给城市管理综合执法下定义、定规矩、明尺度。

近年来，苏州市城管局坚决贯彻习近平法治思想，认真落实省、市法治政府建设实施方案，创新执法体制，完善执法程序，从完善政策法规体系和探索标准规范两方面入手，不断加强执法规范化建设，执法能力和水平有了较大提高。制定出台《苏州市生活垃圾分类管理条例》《苏州市城市管理行政处罚裁量权适用规范（试行）》，在全国率先制定行政执法“三项制度”系列标准，初步形成法规制度夯基垒台，标准规范立柱架梁的精细化管理实践体系。

（来源：苏州城市管理微信公众号）

2025 年全市生活垃圾资源化利用率达到 85% 广州印发碳达峰实施方案

近日，广州印发《广州市人民政府关于印发广州市碳达峰实施方案的通知》，提出了提升能源利用效率和降低二氧化碳排放水平等方面的主要目标，确保全市碳排放在 2030 年前达到峰值。通知提出，统筹规划生活垃

圾焚烧发电设施布局，完善建筑废弃物资源化利用体系，优化生活垃圾分类收运监管机制，加推动生活垃圾源头减量，将广州打造成为垃圾分类样板城市。到 2025 年，全市生活垃圾回收利用率达到 42.8%、生活垃圾资源化利用率达到 85%，建筑废弃物综合利用率达到 60%。相关内容摘要如下：

一、主要目标

“十四五”期间，清洁低碳安全高效的能源体系更加健全，绿色便捷经济现代化综合交通运输体系基本建成，能源资源利用效率全国领先，绿色低碳生活方式成为公众自觉行动。到 2025 年，单位地区生产总值能源消耗比 2020 年下降 14.5%，单位地区生产总值二氧化碳排放完成省下达的目标，为全市实现碳达峰奠定坚实基础。

“十五五”期间，清洁低碳安全高效能源体系和现代综合交通运输体系全面建成，能源资源利用效率持续提升。到 2030 年，单位地区生产总值能源消耗和单位地区生产总值二氧化碳排放的控制水平继续走在国内城市前列，确保全市碳排在 2030 年前达到峰值。

二、重点任务

抓住碳排放重点领域、行业 and 关键环节，加快优化能源结构，强化能源节约和能效提升，深入推进工业、城乡建设、交通运输等重点领域节能降碳，大幅提高科

技术创新水平，建立健全有利于绿色低碳发展的市场体系，稳步提升生态系统碳汇能力，全面形成全社会绿色低碳生活新风尚，探索开展碳达峰碳中和试点示范，坚决将碳达峰贯穿于经济社会发展的全过程和各方面。

加快发展新能源。加大力度推进太阳能开发利用，加快黄埔、花都、从化整区屋顶分布式光伏开发试点建设，积极推动公共机构建筑、工业园区、企业厂房、物流仓储基地等建筑物屋顶建设光伏项目。统筹规划生活垃圾焚烧发电设施布局，积极推进福山电厂二期等生物质电厂建设，提高生物柴油的生产能力，加快生物质能在农业生产和日常照明、炊事、制冷中的应用。在南沙、从化等区合理布局建设分散式风电项目。探索氢能作为传统燃料替代，推动氢能在交通、电力、热力等领域的示范和规模化应用。鼓励从化、增城等区拓展地热能应用领域，积极谋划天然气水合物产业化。到2025年，可再生能源发电装机力争达到250万千瓦左右；到2030年，力争达到300万千瓦左右。

大力发展循环经济。积极推动广州建设“无废城市”，推动产业园区实施循环化改造，促进园区废物综合利用、能源梯级利用、再生水资源利用、土地资源节约集约利用。完善建筑废弃物资源化利用体系，加快在南沙、增城、白云等区建设建筑废弃物资源化利用基地和装修垃

圾分拣中心等设施。建立健全废旧物资循环利用体系，提升汽车、电力、石化、电子信息等行业和领域一般工业固体废物回收利用水平。完善废旧物资回收网络，推广“互联网+回收”新模式，积极推动汽车零部件等再制造产业高质量发展。优化生活垃圾分类收运监管机制，加快构建以大中型转运站为核心的现代化收运体系，推动生活垃圾源头减量，逐步提高生活垃圾回收利用率，将广州打造成为垃圾分类样板城市。到2025年，全市生活垃圾回收利用率达到42.8%、生活垃圾资源化利用率达到85%，建筑废弃物综合利用率达到60%，一般工业固体废物综合利用率达到95.5%，规模以上工业用水重复利用率达到85%以上，具备条件的省级以上园区全部实施循环化改造；到2030年，生活垃圾资源化利用率达到87%。

三、政策保障

建立碳排放统计核算体系。加强碳排放统计核算能力建设，建立健全涵盖全市及各区分领域、分行业、分能源品种的能源统计和碳排放核算体系，定期编制市级温室气体清单，鼓励各区编制区级温室气体清单。研究建设全市碳排放监测智慧云平台，充分利用云计算、大数据、区块链等先进技术，实现对各重点领域碳排放和森林碳汇的科学监测和管理。推进碳排放实测技术发展，加快遥感测量、大数据、云计算等新兴技术在碳排放监

测领域的应用，进一步提高碳排放统计核算水平和精确度。建立生态系统碳汇核算监测体系，开展碳汇本底调查和储量评估。

健全法规规章标准。加速清理现行地方性法规、政府规章中与碳达峰碳中和工作不相适应的内容，推动节约能源、循环经济、清洁生产、环境保护、绿色低碳科技创新等领域地方性法规、政府规章制定修订。对标国际先进水平，定期修订广州市产业能效指南，推动制定更加严格的产品能耗限额、建筑能耗限额、设备能效等级等指标。支持相关研究机构和企业积极参与国际国内能效和低碳标准制定修订。

建立碳排放信用监管制度。研究建立碳排放信息披露、信用评价、信用修复机制，建立健全碳排放信用监管制度。探索建立碳排放守信激励和失信惩戒制度，出台碳排放信用修复指引，加强市场主体碳排放信用权益保障。充分利用现有信息服务平台，探索拓展碳排放信用管理服务，强化服务平台监管，制定服务平台监管规则和运维办法，推动服务平台与市公共信用信息管理系统互联互通，促进碳排放信用信息依法依规应用。

（来源：广东环卫微信公众号）

广州市生活垃圾分类投放指南（2023年版）正式印发

近日，新修订的《广州市生活垃圾分类投放指南（2023年版）》（下称新版《指南》）正式印发实施，与新版《指南》相配套的“垃圾分类羊城通”小程序也将同步更新并投入使用。新版《指南》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实习近平生态文明思想，依据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（2020年修订）》《国家危险废物名录（2021年版）》《生活垃圾分类标志（GB/T 19095-2019）》等相关文件对旧版《指南》（2019年版）进行重新修订。

新版《指南》较旧版《指南》具有以下优势特点：

一是适用范围更广。新版《指南》修订了标题名称，将适用范围扩大至机团单位、经营区域和公共场所等，可用于指导各类产生源的生活垃圾分类。

二是词义更具衔接性。根据相关要求，修订“餐厨垃圾”为“厨余垃圾”、“家庭装修垃圾”为“装饰装修废弃物”，并修订了四大类生活垃圾的定义，增强了词义衔接性。

三是涉及内容更全面。新增关于特殊废弃物的定义及投放指引，将大件垃圾、废弃年花年桔、废弃电器电子产品、装饰装修废弃物归为特殊废弃物，进一步丰富完善指南内容。

四是实际操作更精准。根据《国家危险废物名录(2021年版)》等要求,结合广州市厨余垃圾处理工艺以及广州市生活垃圾全量收集运输、全量无害化处理等实际情况,对废药品、废保健食品等部分类别进行细化再分类,增强分类投放准确性和操作性。

垃圾分类是民生“关键小事”。新修订后的《指南》将进一步提升对居民生活垃圾分类投放的指导作用,助力实现居民生活垃圾分类投放习惯养成,不断推动广州市生活垃圾分类高质量发展。

链接: https://news.southcn.com/node_54a44f01a2/c32b4f5138.shtml

垃圾渗滤液和浓缩液多系统高级催化氧化处理工艺

一、技术研发背景

随着国内城市化速度的加快和居民生活消费水平的提高，城市垃圾每年新增约 1 亿吨，增长率高达 10% 左右。城市生活垃圾的大量增加和堆存已成为城市可持续发展的严峻挑战。目前国内解决垃圾问题的方法主要有填埋、堆肥及焚烧处理三种处理方法，垃圾填埋因技术成熟、处理和管理费用低，运输方便得到了广泛应用。然而在垃圾填埋和堆放过程中，未经处理的垃圾渗滤液流经地表或渗入地下水后，会对环境造成严重的二次污染，因此，垃圾渗滤液安全且无害化处理是一直是世界性的环保难题。

为实现我国生态文明建设，2021 年国内首次将垃圾处理列为环境保护工作的重点，将无害化作为对垃圾处理的要求。国务院发布关于落实科学发展观加强环境保护的决定：将垃圾处理列为环境保护工作 8 大重点之一。在“十四五”期间，生活垃圾无害化处理和垃圾分类管理是国家生态文明建设的重要领域，这意味着无害化垃圾处理已经成为我国环境保护的重点工作。但由于我国垃圾处理起步晚，技术还处于初始阶段，垃圾无害化，尤其是渗滤液处理率还很低。

针对目前垃圾渗滤液处理面临的一些问题，广东银牛环境信息有限公司研发出了一种垃圾渗滤液多系统高级催化氧化处理工艺，该技术可全量处理渗滤液，清液得率高达 95% 以上，出水全部达标排放，处理工艺稳定。对库存的浓缩液也可同步处理，实现垃圾场现场无污水化。

二、处理工艺流程

（一）渗滤液及浓缩液进水水质

参考各地提供的渗滤液与浓缩液水质指标，设计进水水质如下：

项目	CODcr (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	T (mg/L)	TP (mg/L)	pH 值	电导率 (μs/cm)
原液	2000-5000	1000-3000	1000-3000	50-200	7-8.5	8000-15000
双极膜 浓缩液	8000-15000	3000-8000	3000-8000	100-500	8-9	30000-50000
生化膜 浓缩液	2000-5000	30-100	30-100	50-100	8-9	20000-50000

进水水质表

（二）设计出水水质

该公司严格执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》中规定的排放标准，达到全量化达标出水。设计出水水质具体参数如下：

项目	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TN (mg/L)	SS (mg/L)	pH 值	色度 (稀释倍数)
设计出水水质	≤ 100	≤ 30	≤ 25	≤ 40	≤ 30	6 ~ 9	40

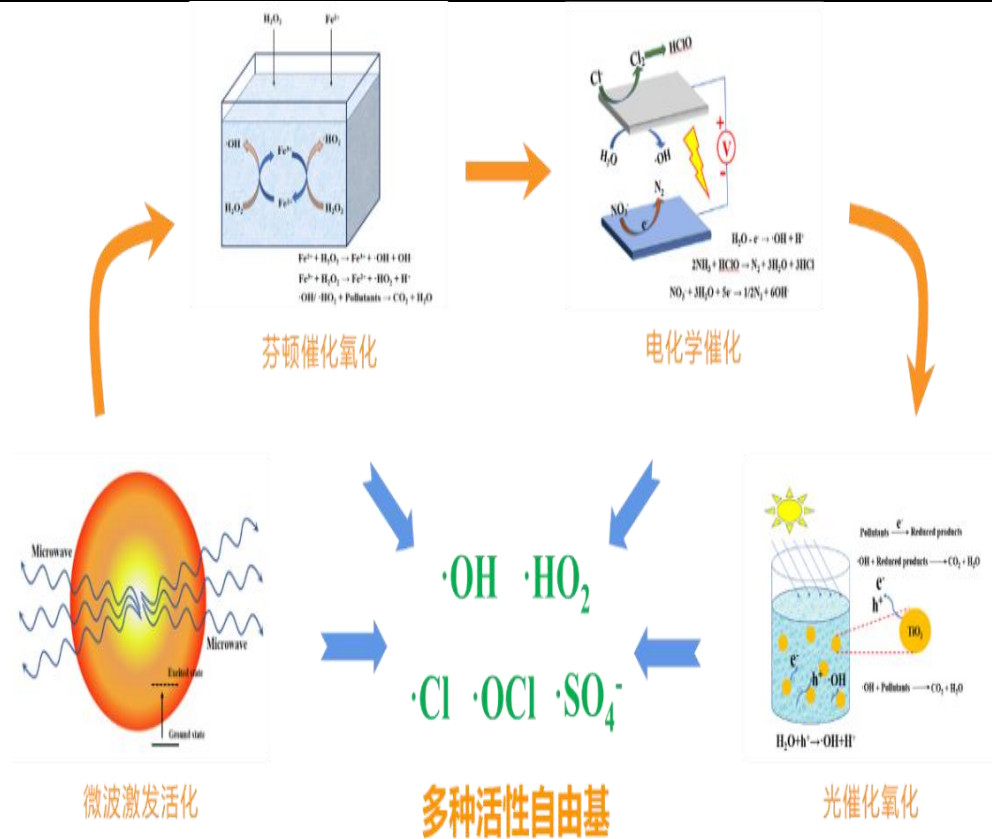
设计出水水质表(按 GB18918-2002 表一标准)

(三) 多系统高级催化氧化处理工艺

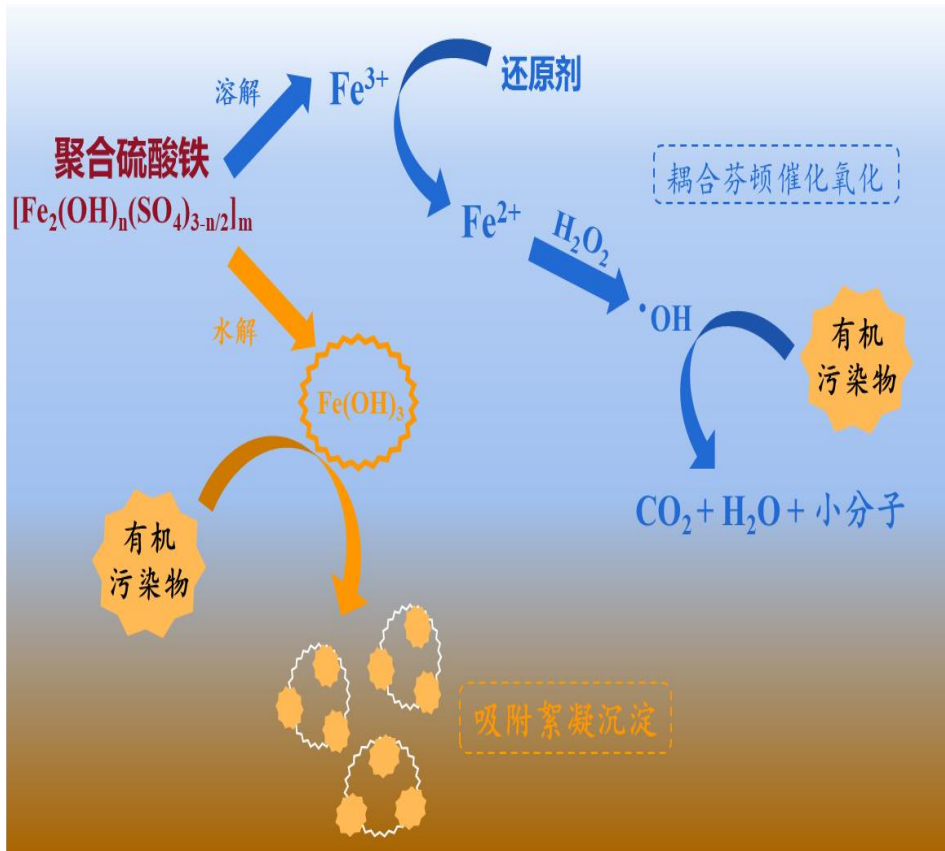
1. 处理工艺内容

针对渗滤液和浓缩液处理难点，该公司采用混凝耦合高级氧化(WCR)、电催化氧化还原(WER)、光催化氧化(WUR)和氨氮催化吹脱(WVR)工艺互相组合。可全量处理渗滤液，无浓缩产生，清液得率高达95%以上，出水全部达标排放，处理工艺稳定。对库存的浓缩液也可同步处理，实现垃圾场现场无污水化。

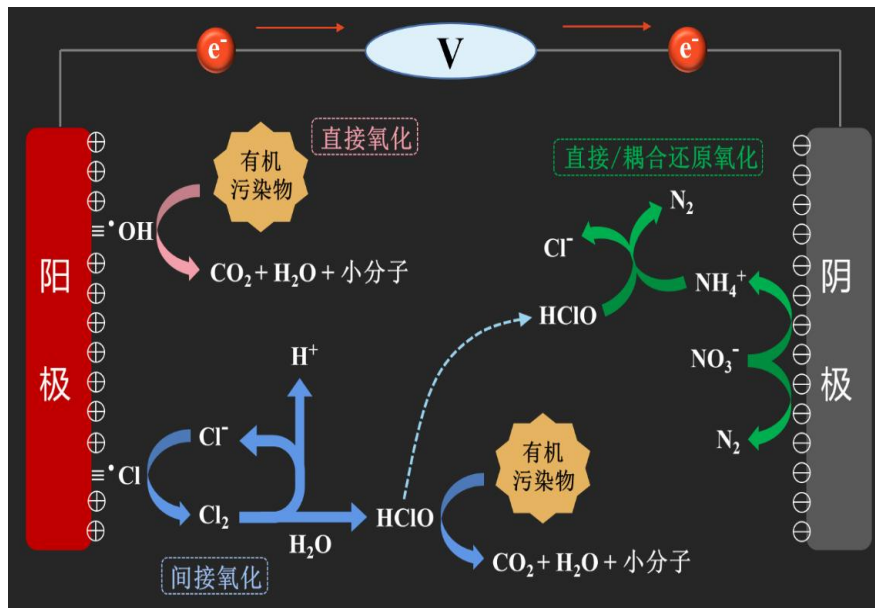
高级催化氧化技术(AOP)是运用电、光辐照、催化剂，有时还与氧化剂结合，通过产生活性极强的自由基(如OH、Cl、OCl和SO₄⁻等)，以自由基与目标污染物之间的加合、取代、电子转移、断键等，去除水中各类污染物质。



混凝耦合高级氧化工艺（WCR）是利用铁基絮凝剂对垃圾渗滤液中的有机污染物、无机污染物和金属离子等具有极强的混凝作用，可形成絮体沉淀从水体中分离去除。同时上清液含有大量的铁离子，通过投加一定量的还原剂和催化剂，形成高级氧化过程，对上清液中剩余的有机污染物进行高效去除。WCR 作为整个工艺的预处理，可去除污水中 80%的污染物，具有成本低廉、操作简单、除臭脱色、高效去除等优势。



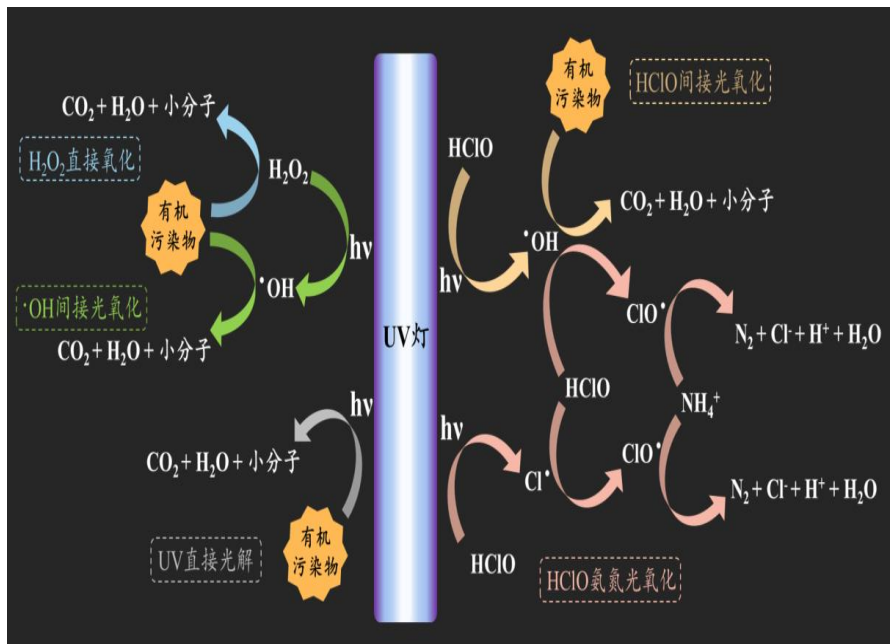
电催化氧化还原技术（WER）是渗滤液处理的主力部分，使用直流电对难降解有机物和总氮进行高效去除，具有无二次污染、氧化还原同步进行、普适性高以及易设备化自控化等优势。阳极在电场作用下夺电子产生氧化特性，通过一系列反应，产生羟基自由基和氯自由基等，高效去除对水体中的难降解有机污染物和氨氮；阴极则在电场的作用下通过给电子对硝酸盐和亚硝酸盐进行还原去除，降低水体中的总氮。



光催化氧化技术（WUR）是利用特定波长的紫外光对氧化剂进行激发活化，产生高活性的自由基（OH、Cl、OCl），对水体中的有机污染物和氨氮发生间接光氧化作用，紫外光的辐照也能无死角地作用于之前工艺未能去除的剩余污染物。可作为收尾和保险措施，深度去除剩余有机污染物和氨氮。该技术的优势在于安全稳定、不产杂质、污染去除彻底、易设备化自控化等。

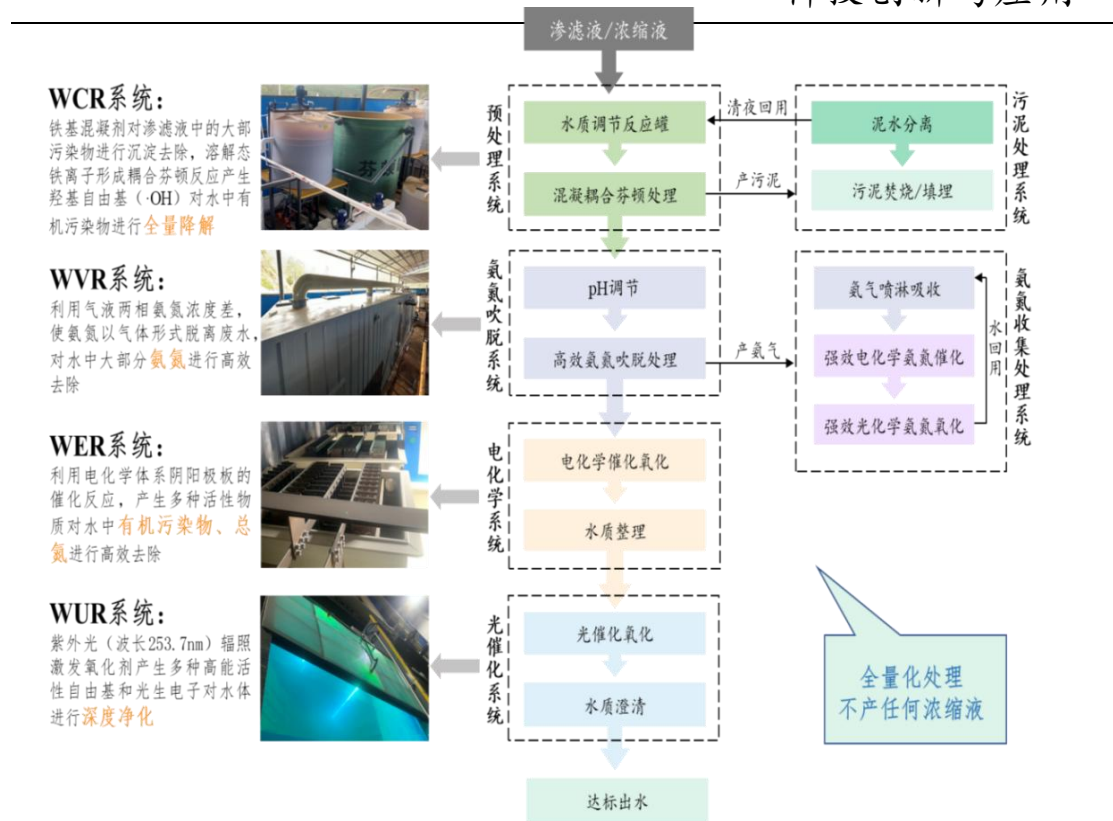
氮催化吹脱技术（WVR）是利用废水中氨氮等挥发性物质的实际浓度与平衡浓度之间的差异，在碱性条件下使用空气吹脱，不断排出气体，改变氨气浓度，使其实际浓度始终小于该条件下的平衡浓度，溶解在废水中的氨不断穿过气液界面，废水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 得以脱除。脱离出来的较纯的氨气被预制的循环液吸收，利用强化电/光催化的方式进行氨氮氧

化分解，形成无害的 N_2 。由于吸收了氨气的循环液中污染物只有氨氮，因此其分解效率最大。该法实用性较强，具有流程简单、处理效果稳定、基建费和运行费较低等优点，实用性较强。



2. 渗滤液和浓缩液处理系统工艺路线

渗滤液原液与浓缩液的污染物同源同质，其均具有较高的 COD 和氨氮等，差异在于浓缩液的各类污染物浓度指标高于原液 3-5 倍左右。因此，设计其工艺路线相同，但设备投入、设备规模以及药剂成本有所差别。这两种水均使用混凝耦合高级氧化（WCR）+氨氮催化吹脱（WVR）+电催化氧化还原（WER）+光催化氧化（WUR）的组合工艺。原水首先经过混凝氧化预处理，去除大部分的 COD 和悬浮物，再经过氨氮催化吹脱工艺将大部分的氨氮和硬度进行去除，最后通过电+光催化的深度催化氧化，使得出水水质完全达标。



3. 技术优势

针对垃圾渗滤液及浓缩液处理难点，该公司设计采用混凝耦合高级氧化（WCR）、电催化氧化还原（WER）、光催化氧化（WUR）和氨氮催化吹脱（WVR）工艺互相组合，体系具有以下优势：

（1）全量化处理：能够高效处理垃圾填埋场产生的所有垃圾渗滤液和浓缩液，无废液无废渣；不需回灌，全量解决，不产生二次污染物。

（2）有机污染物彻底分解：持续稳定产生大量自由基，使得有机污染物得到彻底分解。出水低于国家一级处理A标准的排放指标。

（3）总氮、氨氮去除率高：能够高效分解去除渗滤液

中的氨氮、总氮。

(4) 模块化构型应对复杂的水质情况：制备成模块化构型，能应对不同的水质，灵活调整工艺组合方案。比传统设备安装成本低、使用方便、培训简单。

(5) 成本低，效率高：通过组合工艺和各流程的改良优化，整体处理及维护成本较低，处理效率高 20%。

4. 应用案例

开发出多体系高级氧化联合工艺，针对垃圾渗滤液和浓缩液中高浓度有机物、高浓度氨氮、硝氮以及其他污染物进行的全量化处理技术，实现了达标出水、无浓缩液产生并且低成本运行。此外，该多体系高级氧化联合工艺可开发成集成化撬装式设备，适用范围广，工艺调整灵活，比传统构筑式处理工艺安装成本低、使用方便、培训简单。该工艺在广西省南宁市平里静脉产业园一生活垃圾卫生填埋场得到了应用，实现了 300m³/d 的垃圾渗滤液和 300 m³/d 的浓缩液污染快速去除和无害化处理，COD 和氨氮去除率达到 98%以上，达到了国家要求的出水标准。该研究取得了良好的经济效益和社会效益，每年可新增经济效益 2000 万元以上。

(1) 2021 年南宁市平里生活垃圾填埋场渗滤液处置

项目地点：广西壮族自治区南宁市

项目类型：填埋场老龄垃圾渗滤液

处理水量：300m³/d

处理工艺：混凝预处理+芬顿高级氧化+电催化

出水水质：《生活垃圾填埋场污染控制标准》

GB16889-2008

服务内容：设备提供、运维

(2) 2022年南宁市平里生活垃圾填埋场浓缩液处置

项目地点：广西壮族自治区南宁市

项目类型：填埋场渗滤液生化处理浓缩液

处理水量：300m³/d

处理工艺：混凝预处理+芬顿高级氧化+电催化

出水水质：《生活垃圾填埋场污染控制标准》

GB16889-2008

服务内容：设备提供、运维

(来源：广东银牛环境信息有限公司供稿)

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5月26日

编审：李湛江 朱云

编辑：罗志红 电话：81073291