

《厨余垃圾制备乙酸型化学品应用技术规范》

（征求意见稿）

编制说明

《厨余垃圾制备乙酸型化学品应用技术规范》编制组

二〇二三年十二月

目 次

1 任务来源	1
2 标准制定必要性、编制依据、编制原则	1
3 主要工作过程	4
4 国内外相关标准研究	4
5 同类工程现状调研	4
6 主要技术内容及说明	9
7 标准实施的环境效益与经济技术分析	9
8 标准实施建议	9
9 征求意见处理情况说明（送审稿）	9
10 技术审查工作情况说明（报批稿）	9

《厨余垃圾制备乙酸型化学品应用技术规范》编制说明

1 任务来源

2023年4月25日，经中华环保联合会水环境治理专业委员会提出《厨余垃圾制备乙酸型化学品应用技术规范》并立项（中环联字[2023]84号）文件。2023年4月，受中华环保联合会邀请，同济大学、启迪环境科技发展股份有限公司、山东宏达建筑工程有限公司、无锡唐古环境集团有限公司、甘肃兰菲环保科技有限公司、上海清环保科技有限公司、山东省科学院能源研究所、上海市工程设计研究总院(集团)有限公司等单位正式成立《厨余垃圾制备乙酸型化学品应用技术规范》团体标准编制组，并启动编制工作。

2 标准制定必要性、编制依据、编制原则

2.1 制定必要性和重要意义

我国城镇有机固废含水率高、热值低，对其干湿分类是提高垃圾资源回收的有效途径。由于目前很多城市末端处置能力不足，使一些垃圾分类后没有出路，是垃圾分类体系的一大“痛点”。现有的湿垃圾（主要指厨余垃圾）和干垃圾处理方法存在资源利用率低、产品价值不高、处置过程易产生二次污染等问题。因此，亟需构建以全链条高值化利用为导向的垃圾处理理论技术体系及标准规范。

近年来，我国城镇化进程加快，城镇有机固废的年产量迅猛增加，垃圾高值资源化利用产生了巨大市场，具有广阔前景。我国城镇居民的生活习惯与国外发达国家存在显著差异，因此必须建立适合我国城镇有机固废高值化利用的理论技术及标准规范，但目前尚无相关技术规范支撑。因此，开展“厨余垃圾制备乙酸型化学品应用技术规范”十分必要并具有重要意义，将大幅度提升城镇有机固废资源化绿色资源化水平，引领城镇有机固废处理行业向高值化利用方向发展。

2.2 编制依据

2.2.1 政策法律依据

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》

《中华人民共和国水污染防治法》

《清洁生产促进法》

《环境保护设施运营组织服务评价技术要求》

《建设项目环境保护管理条例》

2.2.2 技术依据

GB/T 191	包装储运图示标志
GB/T 601	化学试剂 标准滴定溶液的制备
GB/T 602	化学试剂 杂质测定用标准溶液的制备
GB/T 603	化学试剂 试验方法中所用制剂及制品的制备
GB/T 676	化学试剂 乙酸（冰醋酸）
GB/T 1628	工业用冰乙酸
GB 3095	环境空气质量标准
GB/T 6678	化工产品采样总则
GB/T 6679	固体化工产品采样通则
GB/T 6682	分析实验室用水规格和试验方法
GB 7475	水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
GB 8978	污水综合排放标准
GB/T 9724	化学试剂 pH 值测定通则
GB/T 9728	化学试剂 硫酸盐测定通用方法
GB/T 9738	化学试剂 水不溶物测定
GB/T 18623	《地理标志产品 镇江香醋》
GB 11893	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
GB 12268	危险货物品名表
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 13271	锅炉大气污染物排放标准
GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB/T 15346	化学试剂 包装及标志
GB/T 15441	水质 急性毒性的测定 发光细菌法
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB/T 21621	金属腐蚀性试验方法
GB/T 21792	闪燃和非闪燃
GB/T 21806	液体化学品自燃温度的试验方法
GB/T 21848	工业用化学品爆炸危险性的确定
GB/T 23851	融雪剂

GB/T 28739	餐饮业餐厨废弃物处理与利用设备
GB 30603	食品添加剂 乙酸钠
GB 50014	室外排水设计标准
GB 50300	建筑工程施工质量验收统一标准
GB 50034	建筑照明设计标准
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GB 50058	爆炸危险环境电力装置设计规范
GB 50060	3~110kV 高压配电装置设计规范
GB/T 50062	电力装置的继电保护和自动装置设计规范
GB/T 50063	电力装置电测量仪表装置设计规范
GB/T 50065	交流电气装置的接地设计规范
GB 50217	电力工程电缆设计标准
CJJ 184	餐厨垃圾处理技术规范
DL/T 5137	电测量及电能计量装置设计技术规程
HG/T 3921	化学试剂 采样及验收规则
HJ 636	水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾-消解紫外分光光度法
HJ 694	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法

2.3 编制原则

1) 规范性原则

本标准按照 GB/T 1.1-2020 有关规定，确定标准的结构和内在关系，标准条文层次的划分符合 GB/T 1.1 的规定。

2) 统一性原则

本标准的编写和表达方式在三个方面实现统一：一是标准结构的统一，即标准中的章、条、段、表、图和附录的排列顺序与 GB/T1.1 的要求统一；二是文体的统一，即类似的条款由类似的措辞来表达，相同的条款由相同的措辞来表达；三是术语的统一，即同一个概念使用同一个术语，每一个术语尽可能只有唯一的含义。

3) 协调性原则

本标准的协调性主要体现在三个方面：

普遍协调：即与标准化原理和方法的协调，与标准化术语的协调，量、单位及符号的协调等。

3 主要工作过程

2.3 组建编制技术组和研究启动

2023年4月，在中华环保联合会的组织协助下，由同济大学、启迪环境科技发展股份有限公司等单位成立了标准编制组，并启动标准编制工作。

2.4 重点问题研究

2023年5月15日，标准编制组召开了第二次工作会议，对厨余垃圾处理工艺流程、控制策略等重点问题进行了专题研讨。6月25日，形成了重点问题的研究初稿。

2.5 规范初稿的编制

2023年7月10日，标准编制组召开了第三次工作会议。对厨余垃圾预处理、发酵液后处理、乙酸型化学品等问题进行了专题研讨。8月25日，形成了《厨余垃圾制备乙酸型化学品应用技术规范》第一版初稿。

2.6 专家咨询和征求意见稿的编制

2023年9月12日，标准编制组召开内部研讨会议，对初稿中的内容再次进行研讨。9月26日邀请专家对规范文本和格式进行了把关，经修改完善后于10月21日形成了《厨余垃圾制备乙酸型化学品应用技术规范》（征求意见稿）。

3.5 征求意见稿技术审查会

2023年12月15日，中华环保联合会组织专家召开《厨余垃圾制备乙酸型化学品应用技术规范（征求意见稿讨论稿）》技术审查会，对标准的内容进行逐条讨论质询，最终形成征求意见稿。

4 国内外相关标准研究

由于厨余垃圾制备乙酸型化学品具有高度复杂性，工艺运行上具有不稳定性，且尚未发现有公开的相关技术规范，亟需制订一套完整的技术规范加以指导。

5 同类工程现状调研

编制组对国内厨余垃圾制备短链脂肪酸（SCFAs）工程进行了广泛调研，并对典型项目的工艺路线、系统配置等进行了重点梳理。

5.1 深圳市光明区厨余低碳利用示范基地示范项目

5.1.1 项目概况

深圳市光明区厨余低碳利用示范基地示范项目（以下简称“光明基地”）位于深圳市光明区马田街道石围社区石头山，由深圳市盘龙环境技术有限公司（以下简称“盘龙环境”）建设运营，由深圳市习明祥科技开发有限公司负责技术开发。项目规模120t/d，占地面积

1611m²，主要由收运接收部分、分选制浆部分、有机酸制备部分和除臭部分组成，通过处理餐厨、厨余和果蔬垃圾，产生 SCFAs 替代碳源供给周边污水处理厂、工业废水厂。该示范工程项目为全国唯一将餐厨、厨余垃圾产 SCFAs 替代碳源技术应用落地项目。

5.1.2 工艺流程

餐厨、厨余、果蔬垃圾由收运车密闭卸料至接料斗，通过重力输送至破袋机破袋，破袋后的垃圾送入破碎机进行粗破，之后把有机可降解的部分分选出来破碎成粒径<100mm 的物料，不能破碎的大杂质分离后通过 1#螺旋输送外运，能破碎的部分通过重力排入重力分选槽，依据密度差原理通过风选以及浆洗把破碎后物料中的重杂质分离出来，避免重、硬杂质对后续制浆设备的损坏。经过破碎机破碎后的物料因含水率高且含油，在重力分选槽的上部通过筛网过滤隔渣自流入浆料暂存槽，去除重、硬杂质后的物料通过 2#螺旋输送至制浆机制浆，得到的浆料粒径不大于 5mm，有利于后续酸化利用；制浆的过程中，轻质垃圾如塑料、木质素、纤维素、半纤维素等不易降解的物质绝大部分会被分离出来，这样的浆料在水解酸化的过程中悬浮物特别少，减少了水解酸化过程无效总固体（TS）浓度，有利于酸化的稳定运行（一部分杂质可能会夹带有用物料流失，此处增设了二次回混重制浆装置，提高了有机物的利用率）。制成的浆料自流入浆料暂存槽，在浆料暂存槽中去除一部分浮油以免影响干扰后续浆料利用，通过隔膜泵输送至浆料槽中进一步去除砂以及重硬的无机物，以免造成水解、酸化过程中池底沉砂堵塞影响水解、酸化的稳定；一部分泵送至接料槽调节浆料含固率，重力分选槽以及浆料槽底部均设置有双阀排砂装置，有利于不停机排砂。

项目主要由收运接收部分、分选制浆部分、有机酸制备部分和除臭部分组成，具体流程如下：

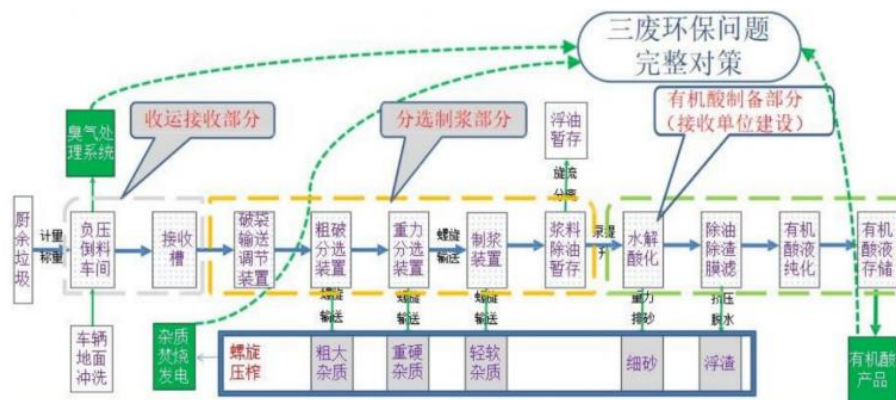


图 1 深圳市光明区厨余低碳利用示范基地示范项目工艺流程图

1、收运接受部分

光明基地餐厨、厨余、果蔬垃圾采用政府收运为主，自主收运为辅的收运模式，自主收运量不足 30t/d，补贴为 170 元/t。接料斗每小时接收量为 12m³，满足 3 吨、5 吨、8 吨车的接收需求。

2、分选制浆部分

由粗破碎分选单元、重力分选单元、精制浆单元、除砂除杂单元和油水分离单元 5 个单元组成。

1) 粗破碎分选单元

餐厨、厨余、果蔬垃圾由闸板阀重力流入粗破碎分选机，当物料含水率低时辅助以浆料送料，对大块有机质进行破碎，分选机以机械分选方式将物料中粒径大小在 100mm 以上的无法破碎的杂物自动分离，并通过 1#螺旋输出系统，主要为大块金属、大骨头、塑料瓶等杂物，得到的以有机质为主的餐厨、厨余、果蔬垃圾进入重力分选系统。破碎分选过程中设备不会因垃圾中杂质的硬、大等特性而卡死、损坏、缠绕，但杂质量占比较大时处理效率会下降。

2) 重力分选单元

经粗破碎分选除杂单元处理后物料进入重力分选装置处理，重力分选装置对物料进行重杂物自动分拣，将物料中密度大于 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 的杂物分离，螺旋输出系统，如小块金属、玻璃、瓷片、贝壳、骨头、砂等杂物外运焚烧处理，光明项目只需承担杂物外运费，无需支付杂物处理费用，但要求杂物含水率不高于 65%，杂物总量不超过来料的 12%。

3) 精制浆单元

经重力分选系统后的餐厨、厨余、果蔬垃圾采用 2#螺旋输入精制浆机系统，通过精制浆机可得到有机质 5mm 以下粒度浆状物料为主的均质物料，餐厨、厨余、果蔬垃圾中的轻质杂质（塑料袋、木质素和纤维素等）从此装置分离后经 3#螺旋输出，轻质杂质会夹带部分浆料进入，通过喷淋清洗减少可降解有机物损失，精制浆单元由精制浆机、回用水喷淋系统、杂质挤压机、螺旋输送等设备组成。

4) 除砂除杂系统

主要作用是去除有机浆液中的粒径小的重物质如贝壳、玻璃、瓷片、砂石、骨头渣等，在重力分选单元未能分选完全的细小重杂质进行二次除砂，防止其对后续设备、泵、管道等造成损害（磨损、堵塞），亦具有调配浆料质量的作用。

5) 油水分离单元

主要是对整个餐厨、厨余、果蔬浆料中的浮油进行提取，含油浆料经过该系统后，该系统分离出油脂进入油水分离罐进行暂存。除油系统通过阀门切换可以满足浆料除油工艺要求；主要设备包含浆料储罐、离心机、分离塔、暂存槽、浆液池及配套输送泵，油脂提取率为 1.5%，油项含水率不高于 3%；油水分离单元不包含油脂加热系统，原因是加热后油脂会乳化，影响油脂品质，同时会造成蛋白质改性，对后续有机酸制备系统造成较大影响。

3、有机酸制备部分

挥发性脂肪酸（以下简称“SCFAs”）是厌氧三阶段过程的中间产物，通过调节 pH 值抑制产甲烷菌的活性可有效将浆料利用厌氧微生物的水解酸化作用控制在产 SCFAs 阶段，系统采用两段式厌氧处理装置，SCFAs 可作为缺失碳废水的理想碳源，具有分解硝酸盐速率

快、适应废水环境快等优点。有机酸制备可分为水解酸化系统和浓缩提取系统两部分。

1) 水解酸化系统

COD 为 21 万 mg/L，含固率为 12-15%的待发酵液进入水解发酵罐进行水解发酵，水解发酵系统分两条线，每条线包括 2 个水解罐和 1 个发酵罐，2 个水解罐总停留时间为 15-18d，1 个发酵罐停留时间为 5d（正常的厌氧产甲烷工艺，水解酸化阶段停留时间为 7-10d 为宜），pH 控制在 3.8-4.8 之间，在此 pH 值条件下，所有其它微生物的活性均被抑制，包括甲烷菌等，维持这个条件的情况下，仅酸化菌能维持活性继续产酸，当浆料中的复杂有机物、大分子有机物分解完毕且挥发酸不再上升时，酸化菌也会处于休眠状态，这时的酸化池物料 B/C、C/N 均大幅改变，B/C 可提高到 0.6-0.8、C/N 可提高到 30:1 左右，浆料经过水解酸化罐后进入酸化出料池，出料池中的浆液含固率为 10%。该过程产甲烷菌被完全抑制，不产生甲烷。

2) 浓缩提取系统

因该公司未设置排水系统，且提取是该项目的难点，故将出料池中的浆液，经过板式膜简单过滤去除 TS 后直接以产品碳源的形式送至下游水厂，日产生替代碳源的 SCFAs 发酵液 100t/d，折算成 SCFAs 的量为 800kg/d。该产品水质如下：

项目	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SCFAs (mg/L)	NH3-N (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	pH
水质	70000-80000	49000-56000	8000	2000	2300	400-500	3.8-4.8

4、除臭部分

该系统采用两级生物除臭的处理模式对现场臭气进行收集处理，现场未见点源除臭，除臭效果不佳，现场臭味明显。

5.1.3 现场实际运行情况

经过现场实地考察及与运行人员讨论，得出的结论如下。

1) 光明基地示范项目主要由收运接收部分、分选制浆部分、有机酸制备部分和除臭部分组成；

2) 设备空间换气次数为 12 次/小时，未完全设置点源除臭，现场臭气明显。

3) 光明基地将餐厨厌氧产 SCFAs 替代碳源成功落地，对原有以产沼为目的的餐厨进行资源化的方案确实是明显的技术提升，但因为该基地为全国首个实际落地项目，无可借鉴经验，确实存在一系列的问题，如水解酸化率较低、SCFAs 产率低、出渣含水率较高、最适 pH 等控制指标难以确定等问题，需进一步进行研究探索。

5.2 深圳市大鹏新区厨余低碳利用示范项目

5.2.1 项目概况

深圳市大鹏新区厨余低碳利用示范基地位于深圳市大鹏新区葵涌办事处坝光凹仔吓，服务范围为深圳市大鹏新区。采用“餐厨厨余果蔬垃圾精细预处理定向厌氧制备挥发性有机酸水溶液产品(SCFAs)”工艺创新技术、有机酸作为活性生物碳源替代污水厂现有化工碳源的集约化协同模式，国内工程化应用首创，填补产业化应用空白。

全厂占地面积 1606 平方米，设计规模 9t/h，最大处理能力 100t/d；运行以来，厨余垃圾的年均处理量 1.3 万吨，年均固废减量化率、无害化、资源化率 90%以上。



图 2 深圳市大鹏新区厨余垃圾厌氧制酸低碳利用示范项目

5.2.2 产物情况

有机酸碳源占 90%，残渣占 9.1%，浮油占 0.9%。



图 3 深圳市大鹏新区厨余垃圾厌氧制酸工艺流程

5.2.3 运行情况

连续稳定运行至今，全年无休，各项指标均优于主管部门要求，零投诉。

5.2.4 项目特点

流程短、能耗低，不加药，资源化率高，占地小。

5.3 深圳市宝安区沙井餐厨垃圾厌氧制酸项目

2021 年 9 月 10 日，宝安区沙井餐厨垃圾厌氧制酸项目商业运行，占地 3163 m²，设计规模为 18t/h，最大处理能力 200t/d。



图 4 深圳市宝安区沙井餐厨垃圾厌氧制酸项目

6 主要技术内容及说明

6.1 设计

正文 5.1、5.2、5.3 和 5.4 条分别规定了设计中的一般要求、工程选址、设施设备、辅助工程、工艺设计等方面要求。

6.2 施工与验收

正文 6.1-6.8 条分别从建筑、安装工程应符合相关设计文件要求、设计变更、建(构)筑物、道路等工程施工、专用设备安装施工、工程验收、生产线验收等方面做出了明确规定。

7 标准实施的环境效益与经济技术分析

厨余垃圾厌氧发酵生产短链脂肪酸技术是目前国际上先进的资源化技术,与传统的产甲烷工艺相比具有显著优势,不仅产生了更具价值的短链脂肪酸,产生更大的经济效益,而且节约占地 50%以上,温室气体减排效果显著。

本标准的实施,将为有机废弃物发酵产酸技术的推广应用提供引领,对城镇废弃物处理行业将产生深远影响,提高我国环保产业的核心竞争力;提高公众对环境的满意度,形成良好的社会效应和环境效益。

8 标准实施建议

本标准发布后,可为厨余垃圾制备乙酸型化学品的设计、施工验收和运营提供技术依据。建议标准发布后,作为行业的一种推荐标准实施,在厨余垃圾处理厂(场)、设计院、研究院、工程公司等相关单位进行广泛宣贯。

9 征求意见处理情况说明(送审稿)

10 技术审查工作情况说明(报批稿)