餐厨废水全流程处理技术指南

编制说明

**标准编制组**

**2025年5月**

# 一、工作简况

# （一）任务来源

本标准由南京弗蒙特生物能源技术有限公司提出，无锡市环境保护产业协会归口并发布。本标准于2025年2月27日通过无锡市环境保护产业协会组织的立项评审会（锡环协[2024]第。。。号），计划于2025年5月底前完成《餐厨废水全流程处理技术指南》标准的制订工作。

# （二）承担单位

本标准由南京弗蒙特生物能源技术有限公司、江苏马盛生物科技股份有限公司和江南大学负责编制。

# （三）编制背景

2019 年 6月，我国住房和城乡建设部印发了《关于在全国地级及以上城市全面开展生活垃圾分类工作的通知》，决定自 2019 年起在全国地级及以上城市全面启动生活垃圾分类工作，将垃圾干湿分类后再进行处理。餐厨垃圾是生活垃圾中湿垃圾的重要部分，2020年我国生活垃圾清运总量达到23512万吨，其中餐厨垃圾产生总量达到12775万吨，占生活垃圾的一半左右。餐饮垃圾是餐馆、饭店、单位食堂等的饮食剩余物以及后厨的果蔬、肉食、油脂、面点等的加工过程废弃物。厨余垃圾是家庭日常生活中丢弃的果蔬及食物下脚料、剩菜剩饭、瓜果皮等易腐有机垃圾。

由于餐厨垃圾具有含水率、含油量、含盐量及有机物含量高的特点，常规的焚烧、填埋和好氧堆肥等处理技术不仅无法实现有效处理，造成资源浪费，而且处理过程中易产生二次污染，给环境带来负面影响。因此目前国内针对餐厨垃圾的处理大多选择制浆预处理+三相分离+废水生化处理组合工艺，即餐厨垃圾经过预处理形成餐厨废水后，再经过湿式厌氧发酵和深度处理后排入纳管或下游污水厂处理。

目前国内关于餐厨垃圾预处理后形成的餐厨废水处理技术工艺规范尚不完善，预处理、湿式厌氧发酵以及后续的深度处理等技术仍缺乏标准依据，成为我国餐厨垃圾处理技术推广较慢的制约因素之一。因此，亟需构建以全链条、高效率、高值化为导向的餐厨行业废水处理理论、技术体系和标准规范。本标准的制定以餐厨行业形成的含盐餐厨废水处理为目的，规定了餐厨行业废水处理技术的术语和定义、工艺路线、工艺要求等内容。主要适用于国内关于餐厨行业形成的餐厨废水处理。

# （四）主要工作过程

1.起草阶段

2025年1月上旬：成立标准编制工作组，确定标准编制任务，明确标准的主题、原则和目标。

2025年1月下旬至2月上旬：开展标准调研，梳理国内外现有的餐厨废水处理技术标准或规范文件的主要内容和核心目标。

2025年2月：形成标准内容框架和技术流程总体思路，并向无锡市环境保护协会提交了标准制订立项申请书。

2025年2月20日至3月10日：在全国团体标准信息平台对立项项目进行公示。

2024年3月中旬：起草小组按立项要求起草团体标准。

2024年3月30日：根据无锡市环境保护产业协会标准制订程序，协会组织召开了团体标准立项专家评审会，评审专家一致同意《餐厨行业废水处理技术指南》标准立项。

2.征求意见阶段

2025年4月下旬至4月下旬，完成标准征求意见稿和征求意见稿编制说明。工作组发布征求意见的函件，向有关部门、社区和专家公开征求意见，对征求意见的结果进行汇总和整理。对标准征求意见稿进行修改，形成标准送审稿。

3.审定报批阶段

2025年4月下旬至5月中旬，工作组按照团体标准评审的程序和规定，提交标准送审稿，正式发函通知相关专家和代表，组织召开标准审查会。根据审查意见进行稿件的修改完善，形成标准报批稿和标准编制说明，完成标准审定并报批。

4.发布实施阶段

2025年5月下旬完成标准的发布与实施。

# 二、标准制修订原则

本标准为制订标准，遵循系统性、指导性和规范性原则，与国家现行的法律法规、部门规范性文件以及相关资料整编规程相衔接，充分考虑标准的前瞻性、可操作性和规范性，并按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定起草。

1.系统性原则

围绕餐厨行业形成的餐厨废水全流程处理内容完整、技术工艺合理的原则，按照餐厨废水处理技术的术语和定义、工艺路线、工艺要求等内容等分别开展相关具体内容的编制。

2.指导性原则

在已发布实施的《地表水环境质量标准》（GB/T 3838）、《生活垃圾处理处置工程项目规范》（GB/T 55012）、《餐厨垃圾处理技术规范》（CJJ 184）、《餐厨垃圾全流程处理要求》（T/CAQI 335-2023）、《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962）和《固体废弃物防治法》等基础上，结合当前我国餐厨垃圾处理现场和发展需求，所规定的技术标准既符合国家政策及规范性文件要求，又满足实际，发挥标准能效。

3.规范性原则

召开标准编写研讨会，专家及相关人员就标准的框架、结构、内容广泛讨论，发表意见。标准的格式和语言表述符合GB/T 1.1-2020 的要求，确保标准内容的规范性。

# 三、标准主要条文或技术内容的依据；专利情况说明；修订标准应说明新旧标准水平的对比情况

《餐厨行业废水处理技术指南》共8章，主要内容包括餐厨行业废水处理技术范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、工艺设计、厂区布置、排放要求和安全要求等内容。

1.关于本标准的范围

本文件规定了餐厨行业废水处理的术语和定义、工艺路线、工艺要求、工艺设计、预处理、湿式厌氧发酵、深度处理和厂区布置等内容。

本文件适用于餐厨行业处理餐厨废水过程，过程中采用的预处理、厌氧发酵等技术，可作为餐厨行业的高盐餐厨废水处理的技术依据。2.关于本标准的引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

3.关于术语和定义

本标准定义了“餐厨垃圾”、“预处理”、“湿式厌氧处理”、“全流程”等术语。

4.关于基本要求

本标准明确有关餐厨垃圾的收集、运输和处置的相关要求。

5.关于工艺设计

为了将餐厨废水高效处理，本标准将处理工艺细致划分，并描述了相关工艺参数以及要求。其中最主要的为预处理工艺、湿式厌氧发酵工艺和深度处理工艺，预处理是将餐厨垃圾制浆化处理形成餐厨废水，收运来的餐厨垃圾经称重后倒入接料系统。餐厨垃圾进入接料系统然后通过双螺旋输送机送入分选制浆系统完成有机质浆化、杂质分离环节；分离后的有机浆液通过泵送入加热系统，分离出的杂质进入挤压机，挤压后外运焚烧处置。筛分机缓存罐浆液泵入三相离心机中分离成油、水、渣三相，油脂经过油过滤机深度过滤杂质后，泵入室外毛油罐暂存，定期外售。有机固渣则通过螺旋输送菌剂系统制作有机肥料。分离后的餐厨废水经过水过滤机进一步分离杂质后，再泵送入厌氧消化系统。部分餐厨浆料进入常规厌氧消化系统产沼气处理，部分餐厨浆料可经过产酸发酵形成碳源产品自用或外售。常规厌氧消化的产品需再经过深度处理，其中包括脱氨的铵盐回收和AOMBR的生物处理，最终经过气浮系统完成处理，达标排放。

6.关于工艺流程的描述

餐厨垃圾需要经过预处理形成餐厨浆料，其流程主要包括水力制浆+加热+除砂+筛分+三相分离+过滤等。水力制浆是将餐厨垃圾进行破碎分选，破碎后的浆液穿过筛网到后端加热，筛上物的渣被分选出，经过螺旋送至垃圾车中外运焚烧。加热是通过蒸汽直喷方式将浆料加热到一定温度，分出油脂，同时达到灭菌作用。加热后的浆液进入除砂装置，去除砂、贝壳等较重的细小杂质。筛分是通过孔径更小的筛网，分出更小的杂质外运焚烧。三相分离是利用离心机进行油水分离，油外售，过滤后的浆液进入湿式厌氧系统进行生物发酵。

湿式厌氧处理系统工艺采用高效湿法中温厌氧消化技术。餐厨垃圾浆料经厌氧发酵处理后，产生的沼气进入沼气处理系统；产生的沼液经储存后，泵入高效厌氧分离系统，清液进入污水处理单元。为了提高厌氧发酵处理负荷，部分餐厨废水可进入产酸厌氧发酵罐进行产酸，再经过沼液分离后可以形成有效的碳源产品，可以用于后续深度处理系统，部分碳源产品可以出售。厌氧底部少量排砂进入污泥脱水系统。离心脱水后的污泥外运焚烧，离心脱水滤液回流污水处理系统。厌氧处理系统主要包括均质系统、厌氧消化系统、沼液暂存系统、产酸发酵系统，沼液分离系统。

厌氧出水泵入调节池，经调节后进入脱氨系统脱除厌氧出水中90%以上的氨氮。脱氨系统出水进入污水生化处理系统，通过两级AO生化系统，进一步脱除氨氮，然后用泵将生化池内的污泥-水混合液直接打入外置MBR膜管内，在压力的驱动下进行固液分离，透过膜的清水进入产水箱，再通过气浮处理去除总磷，出水达标排放，超滤浓液再次回到生化池提高池内污泥浓度。

四、主要试验、验证及试行结果

在本标准文本制定前，江南大学环境资源研究室开展了高浓度湿式厌氧发酵装置和高效分离装置耦合的试验装置（AnMBR）对比常规CSTR反应器处理餐厨废水的性能，以外置式 AnMBR 为依托，以实际餐厨废水为研究对象，考察 AnMBR在高脂肪餐厨废水处理过程中的厌氧消化特性及膜污染行为；同时，通过合理的过程调控强化厌氧消化性能，改善污泥过滤特性并减缓膜污染；此外，对厌氧消化过程中的特征性产物 LCFAs 进行跟踪测定，探究其代谢过程、累积效应及抑制机理；并采用 16S rRNA 高通量测序分析 AnMBR 内微生物群落结构变化，阐明产氢产乙酸菌和嗜氢产甲烷菌的互营关系，明确微生物应激反应机制；最后，借助三维荧光（Excitation-emission Matrix Spectroscopy, EEM）、共聚焦光学显微镜（Confocal Laser Scanning Microscopy, CLSM）、傅里叶红外光谱（Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR）、扫描电镜-能谱分析（Scanning Electron Microscope-energy Dispersive X-ray Spectroscopy, SEM-EDX）等手段解析膜污染成分性质及分析膜面污染物特征，并提供一种高效的膜清洗方法，为AnMBR 处理餐厨废水工程化应用提供理论指导和技术支撑。主要的研究结果如下：

（1）考察传统全混式厌氧消化反应器（Continuous Stirred-tank Reactor, CSTR）处理餐厨废水的运行效能及面临问题，并确定以 CSTR 反应器内厌氧消化污泥为过滤介质的膜运行参数。当 CSTR 有机负荷（Organic Loading Rate, OLR）为 4 kg-COD/(m3·d)左右时，沼气产量为 16000 m3/d，化学需氧量（Chemical Oxygen Demand, COD）去除效率为90%，出水混合液悬浮固体浓度（Mix Liquid Suspended Solid, MLSS）达到 5 g/L，污泥上浮及流失严重。采用 CSTR 内的厌氧消化污泥进行长期的膜过滤实验，确定最佳的膜运行参数为运行压力 0.23 Mpa，错流速率为 2.2 m/s，长期运行下获得稳定的膜通量为32 L/(m2·h)，且膜对 MLSS 和大分子物质有很好的截留作用。

（2）根据相关参数构建 AnMBR 并成功启动运行反应器后，评价其厌氧消化性能和膜污染情况，分析其存在的潜在问题。采用 AnMBR 处理餐厨废水可获得良好的出水水质，COD 去除效率达到 99%，挥发性有机酸（Volatile Fatty Acid, VFA）低于 200 mg/L。稳定运行时 OLR 为 4.5-4.9 kg-COD/(m3·d)，沼气生产量为 2.2 m3/d 左右，消化效率在后期运行过程中逐渐降低。此外，原水中较高浓度的脂肪导致了其水解产物-LCFAs 累积，可能对消化效率和污泥性质产生不利影响。同时在运行过程中发现污泥体积平均粒径从26.5μm 下降至 6.5μm，而可溶性微生物产物（Soluble Microbial Products, SMP）浓度则由 47.7 mg/g-VSS 累积至 98 mg/g-VSS，以及污泥相对疏水性从 28.2%上升至 68.1%。污泥性质发生恶化，进一步加剧了膜污染，致使平均膜通量从 32 L/(m2·h)衰减至 10 L/(m2·h)。皮尔逊相关性测试表明，膜通量与污泥粒径存在显著的正相关关系，而与 SMP 和污泥相对疏水性存在较强的负相关关系。

（3）为了有效地回收能源，针对餐厨废水温度高的特点，研究以中温 m-AnMBR 内消化污泥为接种污泥的高温 t-AnMBR 启动运行特性，并与中温 m-AnMBR 效能进行比较。此外，对比 t-AnMBR 和 m-AnMBR 反应器内 LCFAs 累积效应和生物毒性，考察不同温度下微生物群落结构的差异性。在高温条件下（55℃），AnMBR 能保持稳定运行的OLR 为 7.5 kg-COD/(m3·d)，而在中温条件下（39℃），OLR 达到 12.0 kg-COD/(m3·d)时仍具有良好的稳定性。相比于中温厌氧，LCFAs 在高温厌氧下生物毒性增强，累积速率增大，对系统耐受负荷和稳定性具有明显影响。温度改变对系统内微生物多样性差异影响较为明显，在从中温升为高温的过程中，非耐高温性细菌 Bacteroidales 和Anaerolineales 逐渐消失，且在高温条件下出现了新物种-MBA08。在中温 AnMBR 中，主要的产甲烷途径为以乙酸和氢气为底物产甲烷，而在高温 AnMBR 中，主要的产甲烷途径为以氢气为底物产甲烷。此外，高温对污泥性质影响较大，膜污染加剧。

（4）膜清洗通量的恢复是保证 AnMBR 能否正常运行的关键，本研究分析 AnMBR主要污染源成分性质及膜面污染特征，并提供一种有效的清洗方法。SMP 是反应器内主要的有机污染物，由于超滤膜的截留作用，其容易在反应器内累积，在膜表面形成凝胶层，堵塞膜孔。EEM 表明 SMP 主要的成分为色氨酸类蛋白质和 F420。此外，进水中高浓度的钙离子是主要的无机污染，其在运行过程中易生成沉淀累积在反应器内。FTIR 和CLSM 表明膜面主要污染物质为多糖、蛋白质和微生物，SEM-EDX 分析膜面主要的无机污染元素为钙离子。采用组合试剂次氯酸钠+盐酸+乙二胺四乙酸钠（Ethylenediamine Traacetic Acid, EDTA）可获得良好的清洗效果。

目前马盛生物科技股份有限公司（弗蒙特的总公司）在全国多地应用了该技术，累积日处理量可达2000吨以上，验证了AnMBR处理餐厨废水的可行性。同时，后续处理深度脱氮和污水工艺已在全国各地项目成功应用，技术稳定可靠。

# 五、与相关标准的关系分析

本标准与现有法律、法规和国家标准没有矛盾和抵触。不存在标准题目为：《餐厨行业废水处理技术指南》现行有效的国家标准、行业标准、江苏省地方标准。不存在有题目不完全一样但实质内容相近的标准文件。

本标准符合《中华人民共和国标准法》、《固体废弃物防治法》以及《地表水环境质量标准》（GB3838）的相关要求。本标准是对国家现行标准《城市垃圾分类标志》（GB/T 19095-2019）、《餐厨垃圾处理技术规范》（CJJ 184）、《餐厨垃圾全流程处理要求》（T/CAQI 335-2023）、《污水综合排放标准》（GB 8978）、《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962）等的整合，结合餐厨行业废水处理技术标准形成相互衔接、相互补充的整体。

# 六、采用国际标准的程度及水平说明

不涉及。

# 七、重大分歧或重难点的处理经过和依据

不涉及。

# 八、标准推广应用措施及预期效果

为了保证标准的落实与应用，进一步扩大宣传，增加社会认知，筑牢垃圾分类处理理念，实现城镇湿垃圾高效资源转化。

一是组织措施。厂区作为“餐厨处理”建设的基本单元，应发挥本标准编制和发布机构的优势，可以通过微信公众号、官方网站、当地主流媒体平台以及宣贯培训等方式开展标准宣贯，组织各有关单位进行本标准的学习和培训，提升标准的知晓度和应用范围。

1.宣贯对象

面向监管者：通过宣贯，增强污水处理厂区所在的街道（镇）政府和有关行业主管部门对本标准的理解、掌握和运用。

面向厂区运行负责人：加强学习餐厨垃圾处理的理论及应用知识的学习，包括有：技术要点、工艺特性以及工艺相关构筑物、设备的构建等。

面向厂区员工：落实技术培训，牢抓生产要义，加强安全意识。

2.宣贯方式

可通过微信公众号、官方网站、当地主流媒体平台以及宣贯培训等线上方式开展标准宣贯。同时，可在日常监管过程中采取发放标准文本、上门解疑答惑等线下方式开展标准宣贯。

二是技术措施。厂区作为餐厨垃圾处理的微观空间，是实现餐厨垃圾全流程规范处理的重要载体。南京弗蒙特生物能源技术有限公司在餐厨垃圾处理等方面开展了大量工作，具有餐厨垃圾处理技术支撑。选取具其在张家港市、仁怀市和宜宾市等餐厨垃圾处理项目作为实践对象，尽快将标准应用于实践，不断收集反馈信息，及时总结经验，开展关键内容研究，为下一次修订奠定基础。

# 评审意见及处理

标准论证研讨和专家咨询会过程中，各专家均提出了建设性意见、建议共有8条。标准编制组对相关意见进行分类归纳处理，经讨论分析，采纳或部分采纳的建议7条、不采纳1条。意见处理如表1所示：

表1 意见处理汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 专家意见 | 处理情况 | 备注 |
| 1 | .标准名称调整 | 完全采纳 | 已将名称修改为《餐厨废水全流程处理技术指南》 |
| 2 | 标准中对于餐饮和厨余垃圾的定义需要修改 | 完全采纳 | 已对标准中餐饮和厨余垃圾的定义进行修正 |
| 3 | 补充处理流程中相关工艺描述或系统、设备参数要求 | 部分采纳 | 已补充相关参数 |
| 4 | 参考的标准号按顺序排列 | 完全采纳 | 已将参考标准按序排列 |
| 5 | 文本错别字进行修改 | 完全采纳 | 已对文本错别字修改 |
| 6 | 文本关于厂区布置部分冗余 | 未采纳 |  |
| 7 |  预处理过程中，蒸汽直接加热？在加热到80℃的时候，是否有挥发性有机物产生?产生后的对策？论证直接加热的必要性。 | 完全采纳 | 已补充 |
| 8 | 参照设计规范，本文“换气次数宜为（2~3）次/h；单体设备宜为（6~8）次/h”来源，需要再确认好，以确保效果。 | 完全采纳 | 已确认 |
| 9 |  |  |  |
| 10 |  |  |  |
| 11 |  |  |  |
| 12 |  |  |  |
| 13 |  |  |  |
| 14 |  |  |  |