

# China's Kitchen Waste Treatment Technology Application under the Normalization of Epidemic Prevention

Xiaojiao Li

Shanghai Yimai Industrial Co., Ltd., Shanghai, 201506, China

## Abstract

Based on the project practice, this paper analyzes the characteristics and components of kitchen waste in China, summarizes the differences in planning and design, process technology selection, construction and operation mode of kitchen waste treatment facilities under different scales and application scenarios, and the key points of project implementation. It is suggested to adopt the planning idea of combining centralized treatment with decentralized treatment, and adjust measures to local conditions and needs. According to the conditions, reasonably select the treatment technology, pay close attention to the control of environmental pollution factors that are easy to cause "neighbor avoidance effect", and do a good job in sterilization and disinfection in combination with the epidemic prevention requirements under the new situation. On the premise of doing a good job in waste classification, provide reference and suggestions for rapidly and effectively improving the treatment capacity of kitchen waste in various regions.

## Keywords

kitchen waste disposal project; garbage classification; project practice

## 疫情防控常态下中国厨余垃圾处理技术实践

李小皎

上海艺迈实业有限公司, 中国·上海 201506

## 摘要

论文基于工程项目实践,对中国厨余垃圾特性及组分进行分析,并总结不同规模及应用情境下厨余垃圾处理设施在规划设计、工艺技术选择和建设运营模式上的差异性以及项目实施要点,建议采用集中处理与分散处理结合协同的规划思路,因地制宜、因需制宜、因况制宜,合理选择处理技术,密切关注容易引发“邻避效应”的环境污染因子的控制,并结合新形势下的防疫要求,做好灭菌消毒工作。在做好垃圾分类工作的前提下,为各地区快速有效地提升厨余垃圾处理能力提供参考与建议。

## 关键词

厨余垃圾处理项目; 垃圾分类; 项目实践

## 1 引言

近年来,中国多地陆续出台生活垃圾分类管理条例,深入贯彻习近平总书记生态文明思想,扎实推进生活垃圾分类收集、分类运输、分类处理的全程分类体系构建,加快推进垃圾分类处理设施的建设<sup>[1]</sup>。厨余垃圾处理作为垃圾分类体系的重要组成部分,其特性对其处理模式和工艺选择提出了特定的要求。尤其自2020年初新冠疫情暴发至今,如何在疫情防控常态化的新形势下有效遏制厨余垃圾处理环节的防控风险,成为业内专家学者研究的焦点。

基于上述背景,笔者就现今应用较广的几种厨余垃圾处理模式及技术应用案例实践进行分析,以期各地厨余垃圾

【作者简介】李小皎(1987-),女,中国山西昔阳人,本科,助理工程师,从事厨余垃圾处理、高浓度有机质废水处理、垃圾渗滤液处理、生活污水处理等研究。

垃圾处理工作提供参考与借鉴。

## 2 厨余垃圾的主要特性

厨余垃圾高有机物、高水分、高油、高盐、易腐败滋生细菌、散发恶臭等特征已成为行业内的共识。表1为中国广西壮族自治区河池市餐厨垃圾应急处理项目中垃圾的主要物料参数表。

表1 餐厨废弃物主要成分表

物料名称	含固率 (%)	含水率 (%)	含油率 (%)
餐厨垃圾	15	82	3

从组分而言,厨余垃圾的含水率多在75%~92%,但其存在形态仍以大部分固形物为主体,流动的液态物占比较小,且因中国特殊、复杂的饮食习惯,固、液中均含有较多动植物油以及调味料、食盐等带来的一定量盐分,这些成分都为后续处理带来了难度。

此外，在工程实践中，不同地区（南北差异、经济发达与不发达区域差异等）因饮食结构、生活习惯等综合因素的影响，实际分类出的厨余垃圾在成分、外在形态，以及人均产生量都存在着较大的差异性；即便在同一地区的不同单位类型（小区、乡村、公共事业机构、餐饮酒店、企业食堂等），其分类、产生的厨余垃圾仍不尽相同。笔者根据实践总结了几类常见的厨余垃圾来料形态如表2所示。

表2 常见厨余垃圾来料形态

类型	小区	食堂、酒店餐饮	农贸菜市场	大中型厨余垃圾处理厂站
垃圾综合特征	多为餐前弃菜、皮类，少量剩饭菜，餐后以骨头、虾皮等为主，含油一般情况相对较少	以剩饭剩菜为主，餐前垃圾为辅，含油量一般较高	大量为尾菜弃菜，少量动物皮毛等附属物，综合市场还会有部分熟食，通常情况含油含盐极少	运来的垃圾大多含有一定杂物，垃圾量大，组分为混合态，剩饭剩菜和尾菜生垃圾并存，各地又存在差异性
单位产生量	居民生活习惯多以节约为主，故产生量相对较少	相对较多	根据菜市场规模，小型多在1~5t/d；中型约5~10t/d；大型批发市场几十吨甚至上百吨	根据区域，中型项目约10~60t/d；大型项目一百乃至上千吨
水分	相对较少	相对较多，有泔水存在	相对较少	适中，各地有差异性
油脂	相对较少	相对较多	较少	适中
纤维类	适中，偶然较多	偏少，偶然存在	较多	一般较多，各地有差异性
肉类	较少，主要为动物骨皮等附属物	较多	较少	适中
谷物类	相对较少	相对较多	较少	适中
杂物（基于全面推行垃圾分类情况下）	相对较少	相对较少	可能存在塑料绳等混入的情况	相对较多，工艺中应充分考虑

因此，厨余垃圾项目设计前应尽可能地了解来料垃圾的真实情况，现场踏勘是非常必要的手段。而在新建类项目无法预判实际垃圾来料情况时，笔者建议按照 T/CECS 656—2020 最新技术规程<sup>[2]</sup>估算厨余垃圾产生量，遵循适度超前原则，参考已有类似项目、同一区域垃圾组分，进行厨余垃圾处理项目的技术设计。人均餐厨废弃物产生量基数如表3所示<sup>[2]</sup>。

经笔者多年调研与实践发现，由于各地区人口、经济、生活习惯等自身的综合差异性，中国城乡在厨余垃圾处置设施在规划、工艺及建设运营模式等方面均呈现多元化发展。现就实践中常见的几种项目设计进行梳理比较，以方便读者按照自身需求针对性选用参考。

表3 人均餐厨废弃物产生量基数

餐厨废弃物产生地点、区域	单位食堂	宾馆餐厅	餐饮饭店	大型城市综合体餐饮区	城镇住宅小区
	kg/(人·次)				kg/(人·d)
数值	0.08~0.12	0.12	0.10~0.28	0.07~0.10	0.10~0.15

### 3 厨余垃圾处理规划及技术分析

按设计处理能力，厨余垃圾处理项目大致可分为三类：

①大型集中处理厂：100t/d及以上，是城市厨余垃圾处理的“中流砥柱”，末端集中处理设施，承担着该区域大部分的处理任务。

②中型区域处理站：10~100t/d，一般情况下多在10~60t/d，常见于小型地级市、县、镇，属于“一镇一站”、在较小区域内的集中处理中心。

③小型源头就地处理点：10t以下，小区街道、机关、学校等多在5t以下，农贸菜市场和大中型批发市场尾菜量有时则会达到5t以上，是在厨余垃圾产生的源头进行减量、资源化和无害化处理的方式。

近年来，业内在厨余垃圾处置规划方面，对选择大型集中处理还是中小型分散式处理一直存有争议。然笔者认为这两种方式不存在绝对的对立关系，就如同城市规划中的高速、国道、省道、乡道，不同规模的处理设施各有所长又彼此依赖，实践证明许多地区采用“集中+分散”相结合的规划思路更加有利于生活垃圾全程分类体系的推进。这三种不同规模项目的特征及选址、工艺要点等分析如下。

#### 3.1 大型集中处理厂

大型集中处理厂多建设在该区域常年主导风向的下风向、同时远离居住文教等环境敏感目标的偏远区域<sup>[3]</sup>，常见处理规模多为100~300t，特大城市甚至上千吨，工程投资约在1.2亿到20亿左右。其建设是集垃圾处理、餐饮废油分离、渗滤液等污水处理、恶臭控制等为一体的大规模综合性工程项目，因影响范围较大，行政审批、项目可行性论证及环评均需科学、严谨，整个工程从立项、审批、设计、施工直至正式投入运行一般至少需要3~5年时间；尤其大型集中处理厂在选址及征询意见过程中多会引发周边居民，甚至相关职能部门的反对（行业内称之为“邻避效应”），因此需特别关注选址的合理性。

此外，已建成集中处理厂的有效运作还需辅以垃圾分类管理制度及健全的分类收运体系，从源头扎实推进生活垃圾分类工作，防止末端处理设施出现“吃不饱”“吃不下”的情况：

①“吃不饱”：即运来的厨余垃圾量长期不足，甚至长期远远小于设计日处理量。因此，项目规划时应坚持适度超前原则，结合“光盘行动”等低碳生活新时尚的发展政策，合理确定项目的设计处理量，切不可盲目选大、建大、脱离实际；另外，近年来多地因非洲猪瘟疫情防控等相关政策的

执行，禁止“泔水”外运、严禁使用餐厨剩余物养猪，为厨余垃圾收运提供了有力保障。

②“吃不下”：即因前端垃圾分类工作的不到位，来料垃圾中掺杂过多的金属、塑料等杂物，从而影响处理厂的运行效果（许多处理厂经生化处理后制成的有机肥料无法满足《有机肥料》的指标要求），严重时甚至会破坏处理设施，导致处理工艺无法正常进行。因此，大型处理项目在工艺中均设有分选（自动分选或人工分选，实践中人工分选仍是大多数项目的首选，因自动分选投资较高、占地面积大，分选精度及杂物适应性仍不稳定，故障率较高），但从源头开始的垃圾分类收集、分类运输仍然是解决此问题的根源所在。

大型厨余垃圾集中处理厂宜采用生化处理方式，常见的几种工艺路线如下表4所示。

因此，大型集中处理厂处理能力强，集中化程度高，管理方便，但其工程建设较为复杂，工期较长，项目的顺利运营需统筹推进，扎实当地垃圾分类工作，制定完善的厨余垃圾收运及处置方案。此类项目需特别注意选址问题，可选择建于原有生活垃圾处理厂、污水处理厂附近，逐步形成环境治理、资源再生产业集群，打造静脉产业园，既能较好地规避“邻避效应”，又可形成协同模式，为疏通生态环境全产业链体系打好基础。

### 3.2 中型区域处理站

中型处理站多服务于某一片区、乡镇等相对较小的区域，它进一步缩短了厨余垃圾的运输距离和停留时间，处理的及时性大大提高，实践表明这是一种较为符合厨余垃圾特性的、有效的处理模式。

选址方面，处理站大多在原有的垃圾中转站改造，施工周期短，项目推进难度相对较小，灵活度远高于集中处理厂的建设，还可根据预算逐年推进，先试点、后复制，因而可以在较短时间内提升区域厨余垃圾的处理能力。但此类项目可利用的面积一般较小，设备工艺选择和施工有别于传统。尤其需要注意的是，此类项目往往更加靠近人群居住活动区，如未采取合理的手段对异味、噪声等有效控制，将有可能带来负面影响。

基于上述分析，笔者建议在此类项目规划设计时关注如下几点：

①因地制宜、因需制宜，选择合适的工艺技术：应充分考虑垃圾组分、现场可用面积等因素优化处理工艺，同时严格控制异味、噪声等污染因素，在运营中加强处理场站卫生管理与设备维护。

②有条件的情况下采用多台并联、互为备用的设备配置方式：单台设备额定处理能力多在2~5t/d，一台设备保养时仍可保持一定处理能力，同时垃圾量少时仅需启动一台设备，灵活、节能，避免了“大马拉小车”引起的设备损坏、能源利用率低等问题。

③提高智能化水平<sup>[4]</sup>，为未来信息化管理做基础：在

建设时应处理设备及其他设施的信息化水平提出要求，考虑到未来多站点统一管理的便捷性，并为最终纳入智慧环卫、智慧城市管理体系打好软硬件基础。

中型区域处理站常选用的工艺技术对比如表5所示。

表4 大型集中处理厂常见工艺路线分析

工艺名称	好氧堆肥	厌氧产沼、制肥	垃圾焚烧	垃圾填埋
1. 技术路线	有机垃圾进行分拣、破碎等预处理后，通过好氧微生物菌群在15~28天左右的生物分解	预处理（分拣、破碎、油水分离）+ 厌氧微生物消化、废水处理、沼液、沼渣及沼渣等处理	脱水 + 机械脱水 + 焚烧发电 + 油脂利用工艺，与生活垃圾焚烧发电厂合建	多与生活垃圾一起进行专业卫生填埋
2. 特色优势	①有机垃圾最终可腐熟成为生物有机肥料；②设备及工艺成熟，属传统工艺，应用广泛	①密闭式处理；②沼气可转化为可利用能源（电能、热能）；③制成的有机肥品质优于好氧生化，沼液、沼渣均可转化为液体肥等	①减量率高，灭菌；②工艺成熟；③焚烧可将生物能转化为可利用能源（焚烧发电、热能）	工艺成熟、处理简单
3. 占地面积	大	较大	较大	大
4. 灭菌防疫情况	需菌类繁殖	需菌类繁殖	好	一般
5. 难点分析	需设置大面积的堆肥场，异味严重，且容易滋生蝇蚊，卫生状况较差；且多数处理厂因运来的厨余垃圾已腐败，产出的肥料无法达到有机肥标准	厌氧微生物的培养环境因素较为严格、复杂；沼液如处理不当也存在安全隐患；沼液沼渣去向仍未形成产业链	厨余垃圾本身水分含量较高，对焚烧不利；焚烧厂更易引发邻避效应，焚烧后烟气污染需着重控制	占地面积大，且厨余垃圾含水量、油分高，更易形成渗滤液，填埋过程中异味严重，处理不当极易导致土壤、地下水等污染
6. 建议		是大型厨余垃圾处理相对较好的工艺选择	可与分散处理联动结合，源头脱水除油杀菌后再集中运至焚烧发电厂利用	

### 3.3 小型源头就地处理设备

小型源头就地处理设备多以一体式设备为主体，厨余垃圾就地处理、源头减量，是厨余垃圾处理的一种理想模式。现主要鼓励有条件的单位（如公共事业机构、学校等）和农贸市场等产生量较大的单位推广。其中，机关单位日处理规模一般在100kg~2t左右，可用面积小，多设置在食堂附近

或垃圾房内；高校则因人数较多，日处理规模在 2~6t 较多；农贸市场项目则以连续压榨减量为主要处理形式，处理规模常见如表 2 所示。

表 5 餐厨（有机）垃圾处理站常用工艺对比分析

工艺名称	生物发酵制肥	生物处理（养黑水虻）	生物或酶处理（全部化水或全部降解消失）	快速物理高温杀菌
1. 技术路线	沿用餐厨垃圾处理厂好氧发酵工艺生产有机肥料	利用黑水虻等生物消纳餐厨垃圾	宣传通过酶或生物降解，垃圾全部转化成水，或全部降解消失	冲洗、油水分离、粉碎、高温下杀死有害病菌，确保残渣利用的安全性
2. 特色优势	如发酵彻底可直接施用于农田果园等地	黑水虻等高蛋白生物可用于其他领域	减量率已达到 97% 乃至 100%	短时高效，餐厨垃圾停留时间最短；占地面积小，方便选址；不发酵无恶臭，高温消毒杀菌更安全；减量 90% 以上
3. 占地面积	较大	大	中等	小
4. 灭菌防疫情况	需菌类繁殖	需菌类繁殖	需菌类繁殖或酶生存	100℃以上高温灭菌
5. 难点分析	处理时间与垃圾产生频率无法匹配，大多数宣传在 24h 完成发酵，违背科学常理，尤其设备运行时异味非常严重	需要征用大量土地，且运行时异味非常严重，环境卫生状况极差	业界许多专家均提出质疑，不符合物质守恒定律，存疑	产物经济价值偏低，下游企业积极性一般
6. 建议				是中小型分散处理相对较好的技术选择

源头处理项目大大降低了收运和终端处置的难度与成本，环境效益显著。但其实质将处理设施前置于产生源头，项目投入费用来源存在不确定性；同时，因其更加靠近居民区、办公区，故在工艺选择中须着重关注噪音、异味等因素，综合考虑用地、环境影响、设备安全等选择适宜的处理技术，常见工艺与中型处理站类似（可参考表 5）。

还有一种源头处理的形式需特别指出，即参照其他国家在民用住宅厨房排水槽安装微型粉碎机，将厨余垃圾粉碎后排入污水管道。此类方式对建筑排水系统要求较高，与中国排水系统的适应度还需进一步论证，加之中国厨余垃圾成

分与其他国家有非常大的差异，管道存在被杂物和板结的油脂堵塞的风险，油脂和有机垃圾附着沉积也极易腐败产生异味、滋生细菌，因此暂不建议大范围推广试行。

## 4 项目建设运营模式

现有项目运营模式主要分为两种：①政府出资建设、由环卫部门实施运营；②政府以购买服务的方式交由专业企业，企业负责建设运营，向政府提供服务。这两种模式在各地均有良好的实例应用，前者需要较多初期投入，但在后期运营中把控度较强、项目实际运行效果更好；后者无需承担资金压力，但项目建成后容易存在企业实际运营成本高于政府所支付的服务收入，扯皮而导致项目无法良好、真正运行的情况。选择时应根据自身情况充分论证，尽可能规避风险。

## 5 结论与建议

①厨余垃圾处理项目在设计处理工艺时必须充分考虑来料垃圾的特殊性，在全面了解项目需求及当地相关政策、要求的前提下，结合防疫工作落实消毒灭菌工作，因地制宜、因况制宜地制定项目方案，以确保项目建成实施后产生良好效果；不合理的工艺选择极易引发“邻避效应”导致设备系统闲置、甚至成为“垃圾桶”。

②不同规模的处理设施各有所长又彼此依赖，以集中处理为主、分散处理为辅<sup>[4]</sup>的协同共生规划模式更有助于各地按照资金预算和需求灵活、快速、高效地提升厨余垃圾处置能力。

③处理设施的建设必须与垃圾分类工作结合推进，前端分类越好，处理效果就越好。厨余垃圾处理设施是按照餐厨、有机垃圾特性设计，虽然会考虑因意外存在筷子、塑料瓶等情况，但做到彻底完全的分选是不现实也缺乏经济性的，我们不可单纯寄希望于使用智能、自动分选系统来解决分类问题，垃圾处理设施并非垃圾分类工作的“替代执行者”，即垃圾分类是一切技术手段的前提与基础。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部等.关于进一步推进生活垃圾分类工作的若干意见(建城〔2020〕93号)[Z].2020.
- [2] 中国工程建设标准化协会标准.T/CECS 656—2020 餐厨废弃物智能处理设备应用技术规程[S].2020.
- [3] 中华人民共和国行业标准.CJJ184—2012餐厨垃圾处理技术规范[S].2012.
- [4] 国家发展改革委,住房和城乡建设部.“十四五”城镇生活垃圾分类和处理设施发展规划(发改环资〔2021〕642号)[Z].2021.