

# 餐厨垃圾处理方式及建设经验的探讨

蔡衍龙

上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司 上海

**摘要:** 随国民经济发展, 餐饮行业不断扩张, 餐厨垃圾产生量也随之迅猛增加。出于卫生防疫需求及地沟油管控、资源化回收需要, 国内各地在2010年后陆续开展了餐厨垃圾处理设施的建设。为响应当前生活垃圾分类号召, 厨余垃圾处理设施建设也在陆续推进。餐厨垃圾性状、回收价值均明显优于厨余垃圾, 其处理工艺也更为成熟, 大量工程及运营经验也可供厨余垃圾处理设施借鉴, 相关建设经验教训也值得推广总结。

**关键词:** 餐厨垃圾; 处理方式; 方式探讨

## Discussion on Disposal Methods and Construction Experience of Kitchen Waste

Cai Yanlong

Shanghai Municipal Engineering Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai

**Abstract:** With the development of the national economy and the continuous expansion of the catering industry, the amount of kitchen waste generated has also increased rapidly. Due to the needs of sanitation and epidemic prevention, waste oil control and resource recycling, various parts of the country have successively carried out the construction of kitchen waste treatment facilities after 2010. In response to the current call for domestic waste classification, the construction of kitchen waste treatment facilities is also being promoted. The properties and recycling value of kitchen waste are obviously better than those of kitchen waste, and its treatment process is also more mature. A large number of engineering and operational experience can also be used for reference by kitchen waste treatment facilities. The relevant construction experience and lessons are also worth promoting and summarizing.

**Keywords:** Kitchen waste; Treatment method; Method discussion

### 引言:

本文定义餐厨垃圾, 指代由餐饮行业及单位食堂产生的、已经过前端简单分选分类过的有机垃圾, 垃圾中含水率较高(一般 $\geq 80\%$ ), 固相所含各类有机物成分及含量相对丰富, 且可提取毛油比率较高(一般 $\geq 3\%$ )。其可生化性好、提油经济效益高, 催生了诸多不同类型处理工艺。

### 1 餐厨垃圾特性

餐厨垃圾本质属于城市生活垃圾的一种。国内餐饮行业随经济水平不断发展扩大, 人们对饮食需求量与日

俱增, 法制法规对卫生防疫及地沟油的管控越来越严格, 餐厨垃圾的产生量和清运量在未来相当一段时间内仍将会有明显增长。从处理需求段而言, 餐厨垃圾处理工艺需要契合无害化和资源化两方面需求。

就危害性而言, 作为高有机物含量的食物废料, 其呈现高度易腐性, 具体表现在腐烂速度和腐烂程度。在高湿条件下, 无论是否隔绝空气, 细菌等微生物均能加速餐厨垃圾的腐烂, 且温度越高, 腐烂速度越快。而微生物参与反应时间越长, 餐厨垃圾腐烂程度越彻底。同时, 餐厨垃圾在腐烂过程中产生的腐臭味和大量的垃圾渗滤液, 对城市公共卫生环境产生极大负面影响, 也对原末端生活垃圾焚烧设施造成不必要的热损负荷。

就资源化而言, 餐厨垃圾所含有的各种丰富有机物以及氮磷钾钙等微量元素, 既是微生物腐化的养料, 也

---

**作者简介:** 蔡衍龙, 出生年月: 1988.11, 民族: 汉, 籍贯: 广东汕头, 学历: 硕士研究生, 职称: 工程师, 研究方向: 环境工程咨询设计。

可厌氧反应产生沼气或好氧反应制成肥料的底料。而垃圾中的高含油量，经提取提纯，可制成高经济附加值的生物柴油。

## 2 对餐厨垃圾的处理方式

### 2.1 厌氧消化产沼

厌氧消化产沼作为国内主流餐厨垃圾处理工艺，因为其处理线成熟（预处理+湿式厌氧）资源化产品标准（产沼气发电）而被广泛应用，但由于预处理和厌氧涉及大量非标设备，设备配套的车间建设以及其他脱水出渣、除臭设施，以及沼气发电所需配套的沼气净化、储存等甲类生产类别设备，都导致厌氧工艺要求的吨垃圾设备投资额较高，大部分项目吨垃圾工程费用投资额在40元以上，部分项目甚至达到60元，因此只有在处理规模较大时，才凸显一定的经济效益。

餐厨垃圾厌氧工艺应用到厨余垃圾上，最大的处理工艺区别在于前端。由于厨余垃圾含杂、纤维量较餐厨垃圾多，预处理工段需要配备的设备大相径庭，且由于各地厨余垃圾不同，预处理线也无法完全复制。也正因为厨余垃圾杂质多、纤维多，其1%左右的低提油率以及同比餐厨垃圾50%低产气率，使得厨余垃圾处理吨成本更高，部分甚至达到80元。厌氧工艺应用到厨余垃圾处理设施还面临的一个问题，部分城市为积极相应上级政策号召，在生活垃圾分类未完全开展或分类工作已开展但收效甚微的前提下，启动末端厨余垃圾厌氧处理设施建设，在项目可行性研究报告阶段通过拉高进场垃圾量，实现较低补贴价下的内部收益率指标，但实际清运进场垃圾量却很少，从而导致设施运营难以为继，必须依靠政府重新核算补贴价或者其他非正规手段才能继续支撑。国内部分城市主管部门在客观评估建设成本和生活垃圾分类工作推进成效后，尝试将市政污水厂污泥与预处理后的厨余垃圾沼液混合厌氧，扩大了吨投资发电率同时，解决了市政污泥出路问题，值得推广。

### 2.2 好氧堆肥

好氧堆肥本质属于生物制肥的一种，通过人为制造高温有氧环境，好氧微生物（主要为好氧细菌）透过微生物细胞壁，直接吸收餐厨垃圾中的可溶性有机质，同时分泌胞外酶，将垃圾中的部分其他不溶性有机质转化为可溶性。进入微生物中的有机质，参与微生物自身代谢，经过氧化还原和合成代谢两阶段，部分分解为简单无机物供作微生物养料，部分转换合成为微生物细胞物质，供作繁殖。与厌氧工艺相反，由于餐厨垃圾含水率高、盐分高，不适合单独应用好氧工艺，工程上多数掺

加了园林绿化垃圾、菜场垃圾或厨余垃圾。

### 2.3 物化/生化处理

物化处理技术，又称为饲料化处理技术，指通过高温加热、烘干处理、除去盐分、杀毒灭菌等物理手段，将餐厨垃圾制成蛋白饲料添加剂、再生水等可利用物质。

生化处理技术，区别于厌氧、好氧技术，一般是指通过选取特殊培育的生命力强、增殖能力强的高温复合微生物菌种或虫饲生物，将其与餐厨垃圾按比例时序加入到特制的生化处理设备中进行高温快速发酵，降解转化餐厨垃圾中的有机质，产出高活菌、高能量、高蛋白的活性微生物菌群，再通过一定的配方和加工工艺，进一步加工制成高品质的微生物肥料菌剂或生物蛋白饲料，产品可应用于农业种植、畜禽水产养殖。

国内应用生化处理技术较多，其中黑水虻养殖处理的工程案例占大部分。黑水虻养殖设施初始土建设备投资一般只有厌氧工艺的20%~40%，随着养殖设备逐步自动化、集约化，厂区占地面积可做到与厌氧工艺相当，但由于处理环节缺失提油环节，一般更适用于分类较好的厨余垃圾。而其运营过程仍需供给大量热源和辅料，导致其运行总体能耗高，若最终产品没有稳定的销路，该工艺相较于厌氧工艺并不具备优势。国内目前一般将其作为厌氧工艺产生沼渣的二次资源化手段。

## 3 建设经验探讨

### 3.1 前端收运粗放失察

结合笔者近年来接触的十余座城市餐厨垃圾本底值调研结果和实际清运量对比，在监管严格、法规到位的城市，本底值与清运量是区域一致的。但出于地沟油的高经济附加值，导致仍有部分餐厨垃圾未能进入正规末端处理环节。这一方面归因于部分地方地情，使得餐厨垃圾的前端收运和末端处理分属于不同甚至多家单位。但在更多本底值与清运量差距较大的地方，本质上则是监管的粗放以及罚则法规的缺失。

### 3.2 处理工艺盲目选择

部分地方财政吃紧，在工艺选择上片面追求初始投资较低的好氧处理或饲料化工艺，甚至在项目可研阶段，刻意拔高肥料或饲料的产品单价，从而实现后续补贴的费用的降低。而社会企业为迎合政府需求，夸大自身工艺处理能力及制成产品销路，在保证自身设备利润差价基础上，通过低水平或者不符合建设投资预期的建设方案竞得标的后，“偷工减料”建设交付甚至转让，导致项目最后难以正常运行。

### 3.3 设施运营监管缺失

由于多数餐厨垃圾处理设施招投标均是以最低价中标,对于继续履约的企业,在总补贴额一定的情况下,运行过程的各种“简化方式”层出不穷,从减少除臭风量收集、不合理延长工人在恶劣环境下的工作时间,到处理工艺简化、未达标处理水偷排,甚至以协议约定不充分为由变相“强迫”政府提高补贴额。政府主管部门招投标负责人和监管人员因职责分离,也难以从自身追究核查。

#### 4 理想建设模式

综合上述餐厨垃圾处理工艺特点及建设经验,适用于国内城市餐厨垃圾集中处理设施建设的基本流程推荐如下:

(1) 全面摸排城市餐厨垃圾、厨余垃圾、菜场垃圾、园林绿化垃圾、市政污泥等有机垃圾的本底值,以及当前各类垃圾的清运、处理、处置情况。

(2) 结合本底值,合理规划近中远期末端集中处理设施收出垃圾种类及规模。

(3) 审慎编制可行性研究报告,除涵盖上述(1)、(2)内容外,还应包括:

①各类垃圾性状的抽样检测结果。垃圾检测结果是科学选择工艺的前提,不可或缺。

②综合垃圾性状、建设需求及地情,科学比选适配工艺。工艺选择,优先考虑垃圾适配性,再者评估远期扩建的经济合理性,但根本是要避免盲目响应政策号召、忽略地情因素,大干快上造出一座“晒太阳的”垃圾车或“垃圾的”垃圾厂。

③厂区方案设计遵循“环境宜人第一,稳定运行第二,去工业化第三”。评价餐厨垃圾处理厂是否做到环境宜人,重点在于臭气的收集和处理,体现为“物理隔断设计是否充分、除臭风量的换气次数设计是否合理、重点区域风量收集布置是否科学”三个要素。厂区的稳定运行一方面是可靠的工艺,但更重要的是工艺设备能否匹配清运垃圾的趋势量和波动性。切忌盲目“口头”追求面子,鼓吹去工业化设计。

④重视前端垃圾产生端的分类管控。餐厨垃圾产生端应投入人力物力,辅以制定行政执法法规,通过不定

期抽查辅以严格的行政处罚手段,对分类不佳、私贩垃圾的单位予以严惩。

⑤科学规划垃圾清运。运用实地调研及模型模拟,规划制定科学清运路线,配置不同规格清运车辆,设定不同的运输班次,同时反馈末端设施设计,建设能够满足前端清运进场需求的垃圾储料空间,避免“前端欠收,末端塞车”的工况。

⑥财务评价上审慎、客观评估。多数分期建设项目,基本都是土建一次建成、设备分期配置,因此在财务评价模型上,要着眼于项目的全生命周期,有依据地制定设备折旧、维修、更新费率,规划制定项目近远期不同进场垃圾量,对应计算出实际应有的补贴额。

⑦运营监管要严格,违约罚则要严苛。项目建成后,应定期巡检以及不定期抽查并行,通过自动采样数据,评估运营单位是否严格履约,切实对违规单位采取行政处罚,或在招标合同中明确违约成本并严格考核执行。

#### 5 结束语

综上,餐厨垃圾处理,既契合餐厨垃圾自身特点,结合设施建设所在地区的实际条件选择工艺也是设施成功建设运行的重要因素。避免政策跟风,招投标时谨慎设置惩处条款,合理制定投资额和补贴价,避免追求最低价中标,严格监管前端收运和末端设施运行,充分认识到“甩手掌柜”运行不了好项目,将工艺比选、监管措施和协议细则落到实处,才能避免被项目绑架、避免浪费国家税收资源,最大程度正面引导社会公众自觉积极参与绿色低碳生活。

#### 参考文献:

[1]刘旭晔,张家豪,张静媛.餐厨垃圾处理方式探究[J].建设科技,2021(16):26-28.

[2]李雁,常红晨,李根灿.餐厨垃圾无害化处理方案探析[J].低碳界,2020,10(04):19-20.

[3]餐厨垃圾处理有妙招[J].环境与生活,2021(12):90-93.

[4]林辉斌.关于餐厨垃圾处理技术及资源化利用的相关思考[J].皮革制作与环保科技,2022,3(02):108-110.