

餐厨垃圾制气发电工业化探讨

王雪 王智 朱建国 田新民 (湖北省电力勘测设计院有限公司, 湖北 武汉 430040)

摘要: 餐厨垃圾是城市垃圾的重要组成部分, 其综合利用极具经济效益和社会效益。常规的处理工艺有填埋、焚烧、堆肥、发酵等, 其中发酵处理可实现餐厨垃圾深度综合利用, 且副产品同样具备较高的经济价值, 值得工业化推广。本文探讨餐厨垃圾发酵制气发电的工业化工艺流程。

关键词: 餐厨垃圾; 综合利用; 发酵

Abstract: Kitchen waste is an important component of urban waste, and its comprehensive utilization has great economic and social benefits. Conventional treatment processes include landfill, incineration, composting, fermentation, etc. Among them, the fermentation treatment can realize the deep comprehensive utilization of kitchen waste, and the by-products also have high economic value and are worthy of industrialization. This paper discusses the industrialized process of kitchen waste fermentation to produce gas for power generation.

Keywords: Kitchen Waste; Comprehensive utilization; Fermentation

1 引言

餐厨垃圾主要是指食品加工行业和餐饮行业产生的食品残余及废料^[1], 其主要成分包括: 水、碳水化合物、油脂、蛋白质、纤维素及无机盐^[2]等。目前实现工业化的餐厨垃圾综合利用工艺有焚烧、堆肥、发酵等。其中发酵处理可实现餐厨垃圾深度综合利用^[3], 且副产品(油脂、沼渣、沼液等)同样具备较高的经济价值, 值得工业化推广。本文以武汉市某餐厨垃圾综合利用项目为例, 探讨餐厨垃圾发酵制气发电的工业化工艺流程。

2 项目简介

武汉市某餐厨垃圾综合利用项目由某环保能源公司特许经营。项目位于武汉市东西湖区循环经济产业园内, 用地面积约 40 亩, 设计最大处理能力为 240t/d, 总投资约 1.2 亿元。项目采用油水分离、厌氧发酵制气发电、沼液沼渣制造肥料等工艺, 以餐厨垃圾为原料, 生产油脂、沼气、沼肥等产品, 并利用沼气发电。

项目可服务于汉口一半地区(江汉区、硚口区、汉阳部分地区、东西湖区、蔡甸区), 达产运营后, 每天可回收废油脂约 25t/d(处理油脂 30t/d, 包括自身产生的油脂及外来的地沟油), 沼气约 $1.5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$, 沼渣约 40t/d, 沼气发电约 $864 \times 10^4 \text{kWh/a}$, 废水经处理后达标排放。

3 收集模式及流程

3.1 收集模式

3.1.1 餐饮行业

餐饮行业的餐厨垃圾通常采用人工收集的方式。饭店食堂的剩菜剩饭由工作人员收集在专用的餐厨垃圾桶中, 再通过专用的垃圾车转运至生物天然气企业厂内的收集池中。

3.1.2 食品加工行业

食品加工行业的餐厨垃圾包括屠宰场、蔬菜加工厂、食品加工厂的废弃物。中小型屠宰场和食品加工厂大多采用人工收集的方式, 大型屠宰场和食品加工厂大多采

用机械收集的方式。不论哪种收集方式, 均采用专用的垃圾车转运至生物天然气企业厂内的收集池中。

3.1.3 厂内储料池

餐厨垃圾进厂后, 卸至厂内储料池储存。厂内储料池通常为地下或半地下布置, 有效容积以贮存 7~10 天的餐厨垃圾为宜^[4]。若需要收集餐厨垃圾上的浮油, 厂内储料池中设隔板, 分为隔油池和储存池。储料池多数采用钢筋混凝土结构, 池内部涂防渗材料。池顶设进料口, 供餐厨垃圾收集车卸料。池底设输送泵, 可将餐厨垃圾输送至发酵罐。输送泵通常采用螺杆泵或柱塞泵, 泵的出力和扬程根据发酵罐的进料要求而定。

3.2 收集流程

3.2.1 企业直接收购

从企业手中直接收购餐厨垃圾的流程如下:

企业垃圾桶→餐厨垃圾收集车→厂内储料池→发酵罐。

生物天然气企业与食品加工企业签订收购协议, 每天将企业产生的餐厨垃圾通过专用运输车辆运输至厂内储料池储存。运输车辆由生物天然气企业自备或租赁。不论采用哪种运输形式, 运输成本最终都将体现在原料的进厂价格上。

企业直购模式的优点如下: ①收购价格透明, 没有中间商赚取差价, 在降低原料成本的同时, 与养相关企业实现利益共享; ②可根据不同企业餐厨垃圾品质不同的特点, 制定不同的收购价格, 最大程度降低原料成本。

企业直购模式的缺点如下: ①收购价受市场供需关系影响, 波动较大, 原料成本控制的难度较大; ②当签约企业的数量较多时, 生物质天然气企业需设立专门的部门和人员进行管理, 管理的工作量和成本较高; ③进厂原料的含水率、杂质含量等参数参差不齐, 品质差异较大; ④部分企业的合约意识和法律意识淡薄, 当有其他利润更高的销售渠道时, 企业的毁约风险较大。

3.2.2 第三方企业收购

从第三方企业收购餐厨垃圾的流程如下:

企业垃圾桶→第三方企业的专用运输车→厂内储料池→发酵罐。

第三方企业可以是完全独立的企业,也可以是生物天然气企业独资或合资成立的原料收储公司。生物天然气企业与第三方公司签订长期供应协议,明确餐厨垃圾的供应量、含水率和进厂频次。餐厨垃圾的收集和运输均由第三方企业完成,生物天然气企业仅对进厂的餐厨垃圾品质和量进行管控。第三方企业为了能够获得稳定的餐厨垃圾供应,最好能取得政府相关部门支持,若是能获得特许经营权最为稳妥。

第三方企业收购模式的优点如下:①第三方企业收购模式可降低原料资源供应成本;②第三方企业可以规避原料资源供应中的风险

第三方企业收购模式的缺点如下:①与企业直购模式相比,采用第三方企业收购模式的原料成本较高;②收购渠道掌握在第三方企业手中,如果第三方企业不受控制,生物天然气企业存在一定的风险。

3.2.3 委托市政部门收集

市政部门通常均配备了专用的垃圾收集车。如果可以获得当地政府的支持,协调市政部门收集餐厨垃圾并移交生物天然气企业处理,可以免去企业购置(或租赁)餐厨垃圾收集车以及运维的费用。当然,生物天然气企业可能需要向市政部门支付一定的运输费用。

市政部门收集模式的优点如下:①生物天然气企业无需要配备专用运输车辆和工作人员,降低运行成本;②原料的供应量和可靠性均有保障。

市政部门收集模式的缺点如下:①与政府部门协调的工作量较大;②可能需要支付一定的收集费用。

4 处理工艺流程

餐厨垃圾综合利用的工艺流程包括垃圾的分选预处理、制浆、发酵、沼气收集、沼液处理等环节。

4.1 分选预处理

很多餐馆往往将台布、一次性碗筷、饮料瓶等不可降解的东西与餐厨垃圾一起丢弃,因此必须经过分拣才能进行下一步工序。

分选预处理工艺流程主要包括:原料接收及输送、原料分选、破碎及制浆、除砂及缓冲罐系统等。经过分拣、除砂、制浆后,垃圾中的杂物、油脂和食物残渣分别进行不同处理。杂物进行焚烧或填埋处理。油脂经过一定的处理后制成工业油脂,可提供给其他企业炼制生物柴油,成为低能耗、低排放的燃料。1t油脂可生产约950kg生物柴油^[1],也可用于制造肥皂和涂料。餐厨垃圾经过制浆和除砂工序后,用螺杆泵输送至厌氧发酵罐内,所产生的沼气经脱硫净化后,可以用于供热、发电或热电联产。发酵后的沼渣和沼液可制成有机肥。垃圾接收料斗带顶盖及除臭吸气口,以防止臭气外泄;底部采用变频控制的多条螺旋挤压出料,以调节输送量。

分选预处理系统采用破碎、制浆、分选一体化设计,结构比较紧凑,且采用全自动控制,操作也比较简便。在该系统中完成破碎制浆、杂质分离、调整浆液浓度等工作。从分选设备出来的浆液进入缓冲罐储存,并进一步破碎、搅拌,以减小颗粒尺寸。从缓冲罐出来的浆液进入除砂装置,以进行重物质杂质的分离。除砂装置采用二级旋流分离器,具有除沙效率高、有机物损失低、去除重物质杂质粒径范围广、设备体积小、无臭气溢出等特点。从除砂装置出来的浆液通过螺杆泵送入均值缓冲罐储存。

4.2 厌氧发酵

浆液中的有机物在缓冲罐中水解为有机酸,为产甲烷阶段积累大量可消化物质,然后进入厌氧发酵罐进行厌氧发酵以产生沼气^[4]。厌氧发酵罐上布置有中央搅拌器,以使发酵罐内物料,温度,酸碱度均匀分布。中央搅拌器为可抽取式,维护简单快捷。均值缓冲罐与厌氧发酵罐并列布置。

从厌氧发酵罐出来的沼气进入脱硫罐进行净化处理。沼气提纯系统采用生物法脱硫+除水工艺,沼气在脱硫罐中进行脱硫、脱水、稳压、除杂质等处理,以保证发电或燃烧的沼气品质。其中可实时调节气体温度、压力、流量。净化后的沼气通过罗茨风机加压后送入储气柜储存。主要设备包括脱硫罐、过滤器、罗茨风机等。

4.3 沼气发电

为利用发酵产生的沼气,系统设有燃气内燃机,所发电量除一部分自用外,多余电量上网。现阶段,内燃机系统还未安装。系统设有一台燃气热水锅炉,以提供工艺所需(冬季保温)的热水。

5 结论

目前,利用餐厨垃圾发酵制沼气发电的工艺流程成熟,处于工业化推广阶段。由于项目兼具经济效益和社会效益,加上政策支持,项目极具工业化推广的价值和前景。

参考文献:

- [1] 常燕青,黄慧敏,赵振振等.餐厨垃圾资源化处理与高值化利用技术发展展望[J].环境卫生工程,2021(01):33-36.
- [2] 张爱军,吴靖宇,戴小东.餐厨垃圾与生活垃圾焚烧协同处理探讨[J].环境与可持续发展,2021(01):20-23.
- [3] 李杰伟,高仁富,罗宇.餐厨垃圾高效厌氧消化稳定产气研究[J].节能与环保,2020(03):42-47.
- [4] 李诗宣,温沁雪,季业等.甘油投加对餐厨垃圾厌氧产酸性能的影响[J].环境科学学报,2020(10):86-88.

作者简介:

王雪(1982-),女,黑龙江克山人,2004年毕业于河海大学热能与动力工程专业,高级工程师,从事电力设计及研究工作。