

A Complete System of Restaurant-kitchen-waste Collection and Transportation, Resource Disposal and Supervision—Taking Fuzhou, China as an Example

Zhongfeng Huang Xingwen Yan

Fuzhou ZCK Utilization of Renewable Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350000, China

Abstract

In order to solve the problem of food waste pollution, ensure food safety, improve the level of urban ecological civilization, improve investment and living environment, and promote the development of circular economy, Fuzhou City began to build food waste treatment plants in 2017. The collection, transportation, and disposal of food waste in the central urban areas of Fuzhou (Gulou, Taijiang, Jin'an, Mawei, Cangshan, University City, and High tech Zone) were entrusted to a single franchised enterprise for collection, transportation, and disposal. By adopting innovative collection and transportation models, introducing advanced technologies, introducing management methods, and building information platforms, a complete system for the collection, transportation, and supervision of food waste has been established and improved, providing valuable reference for the management of food waste in other cities.

Keywords

restaurant kitchen waste; resource utilization disposal; supervision; resource utilization

餐厨垃圾收运、资源化处置及监管的完整体系——以中国福州市为例

黄忠锋 严杏文

福州中城科再生资源利用有限公司，中国·福建 福州 350000

摘要

为解决餐厨垃圾污染问题、保障食品安全、提高城市生态文明水平、改善投资及人居环境以及推动循环经济发展，2017年福州市开始建设餐厨垃圾处理厂，将福州市中心城区（鼓楼、台江、晋安、马尾、仓山、大学城及高新区）餐厨垃圾的收运、处置交由唯一的特许经营企业负责收运、处置工作，通过采取创新收运模式、引进先进工艺、出台管理办法和搭建信息平台等手段，建立健全了餐厨垃圾收运、处理、监管的完整体系，为其他城市餐厨垃圾的治理提供了有价值的借鉴。

关键词

餐厨垃圾；资源化处置；监管；资源化

1 引言

餐厨垃圾是指除居民日常生活以外的从事餐饮服务、集体供餐、食品加工等活动中产生的食物残余和废弃食用油脂。餐厨垃圾中含有大量的蛋白质，可以作为动物的饲料蛋白质的来源，废弃食用油脂也可作为生物柴油或化工原料回收利用，因此餐厨垃圾具有很高回收价值。但餐厨垃圾中也含有大量的有毒有害物质，未经处理直接用来饲喂动物或者直接将废弃食用油脂回流到餐桌危害极大，这些危害包括对饲喂动物的危害，对食品安全的危害以及对环境卫生和生活

垃圾终端处置设施的危害。为解决餐厨垃圾污染问题、保障食品安全、提高城市生态文明水平、改善投资及人居环境以及推动循环经济发展，福州市建立健全了餐厨垃圾收运、处理、监管的完整体系。

2 收运体系建设

根据《特许经营协议》，由福州市城市管理委员会牵头下发相关文件，各区域管及街道上门告知商户须做好餐厨垃圾的分类工作，并将分类好的餐厨垃圾交由特许经营企业收运，不得交由其他任何单位和个人，否则予以相应的处罚。

餐厨垃圾收运按行政区域管理，采用直接收运模式（即餐厨垃圾不经过转运，直接通过餐厨垃圾收运车运至终端处置场进行处理），即收运车—产生源—餐厨垃圾处置厂。

福州市根据行政区域占地面积、餐饮企业分布、日均

【作者简介】黄忠锋（1987-），男，中国福建福州人，本科，工程师，从事水处理、环保工程施工、餐厨垃圾研究。

生产量、道路情况等综合情况进行收运线路的规划，各区的收运车辆划分如表 1 所示。因大部分宾馆、酒楼、饭店、商业综合体餐饮店及部分沿街餐饮店的餐厨垃圾产生主要集中在 18:00—23:00，因此这些点位的收运时间主要安排在 19:00—3:00，其余点位根据产生时间段和餐饮单位需求安排在白天收运。

表 1 收运线路规划

序号	区域	车辆分配	特点
1	鼓楼区、台江区	8 辆 5 吨车	市中心位置餐饮单位集中、道路较窄、较拥堵，使用 5 吨小车
2	晋安区	4 辆 5 吨车	市中心边上，离餐厨垃圾处理厂较近，沿街收运点位不多，路况较好，使用 5 吨大车 +5 吨小车配合收运
3	马尾区	1 辆 8 吨车	离市中心较远，区域东西纵深，考虑到道路、收运点位及成本，使用 8 吨大车收运
4	仓山区	7 辆 5 吨车	离市中心及餐厨处理厂均较远，路况较好，使用 5 吨大车 +5 吨小车配合收运
5	大学城、高新区	1 辆 8 吨小车和 1 辆 5 吨车	离市中心及餐厨厂远，学校居多，考虑到道路、收运点位及成本，使用 8 吨小车及 5 吨车配合收运

根据 CJT280—2008《塑料垃圾桶通用技术条件》和《生活垃圾分类标志》，餐厨垃圾收集容器统一使用 120L 的绿色桶（带轮加盖），并喷有相关标识。餐厨垃圾先分类收集到餐厨垃圾专用桶后，放置指定收集点，由餐厨垃圾收运车统一收运。

3 处置体系建设

采用以“预处理 + 厌氧发酵”为主的工艺实现餐厨的减量化、无害化、资源化。餐厨垃圾经过预处理除杂、提油后进入厌氧发酵系统发酵产生沼气，产生的沼气主要用于厂内锅炉自用，剩余的可用于发电；过程产生的废水进入园区渗沥液处理厂进一步处理，产生的固体废物和沼渣送至园区焚烧厂协同处理，危废送至园区危废处理厂统一处理。

处理系统主要包括餐厨垃圾预处理系统、废弃油脂预处理系统、厌氧发酵系统、沼气净化及利用系统、沼渣脱水系统、污水预处理系统、臭气处理系统，具体如下。

3.1 餐厨垃圾预处理系统

餐厨垃圾预处理采用的是“物料接收 + 分选除砂 + 加热制浆 + 油水分离”处理工艺。分选除砂系统由大物质分拣、精分拣以及除砂三级自动分选系统组成；加热制浆是利用蒸汽直接加热，将物料在 120℃~140℃高温下加热分解成浆料；浆料经过卧式离心机将物料实现油、液和渣三相分离。液相、固相厌氧发酵处理，油相用于制备生物柴油。

其中“加热制浆”采用“高温热水解”工艺，利用高温蒸汽将餐厨垃圾结合态油脂转化成可浮油，最大效率的提高提油率，并能有效灭活病菌，保证了餐厨垃圾的无害化处理；同时该工艺采用气力输送物料，相较于螺旋和机泵，输送速度快，且可以大大降低物料堵塞情况，降低运维成本。

3.2 废弃油脂预处理系统

采用“物料接收 + 除杂 + 加热 + 离心提油”的工艺实现预处理，预处理后的油脂用于制备生物柴油。

厌氧发酵系统：项目设置 2 座 CSTR 厌氧发酵罐，罐体有效容积 4500m³，厌氧发酵时间约为 30d。厌氧消化后的沼液通过隔膜压滤机进行脱水，沼气进入沼气净化系统进行脱硫处理。

3.3 沼气净化及利用系统

以“湿法脱硫 + 干法脱硫”的处理工艺实现沼气中 H₂S 的去除。

湿法脱硫：采用纯碱为脱硫剂、添加催化剂，经过吸收、氧化、再生达到脱除硫化氢的目的。

干法脱硫：以氧化铁为固体脱硫剂，硫化氢与脱硫剂接触反应生成硫化铁。

3.4 沼渣脱水系统

厌氧发酵后的沼液经过添加助凝剂、絮凝剂后用板框压滤机实现固液分离。固相送至焚烧厂焚烧处置，液相预处理后排入渗沥液处理厂深度处理。沼渣含水率低于 60%。

3.5 污水预处理系统

板框压滤机压出的污水经曝气设备降低 NH₃-N 和 COD，再通过气浮装置去除 SS 和油脂，达到渗沥液处理厂进水水质要求后排入渗沥液处理厂深度处理。

3.6 除臭系统

根据臭气源的特点，采用不同区域、不同源强臭气分区处理，在保证除臭效果的同时，节约设备投资和运营成本。

重点污染区域包括餐厨垃圾处理设备、废弃油脂处理设备以及厌氧区调温罐的臭气，处理工艺为“预洗涤 + 生物除臭 + 植物液洗涤”。

一般污染区域包括一期卸料车间、预处理车间、沼渣脱水车间、杂物间、油脂卸料以及污水预处理等区域的臭气，处理工艺为“两级植物液洗涤”。

另外卸料口、卸料车间、杂物间、预处理车间以及沼渣脱水车间等场所采用植物液空间雾化辅助除臭，参观通道设置离子新风系统和风幕机。

4 智慧化管理体系

4.1 前端收运

为避免餐厨垃圾被非法饲养动物，产生“泔水猪”、“地沟油”，有效地解决收不上、不及时、不规范的餐厨垃圾难点，项目搭建了一套信息化收运监管系统。在收运需求环节，开发了“e 福州”“闽政通”和微信公众号线上申报功能，产废单位可以在线上填报需求，包括地点、时间、质量和联系

方式等,提交的需求将上报至系统后端的监管平台,为产废单位和项目公司建立直接联系,提供及时、精准的收运服务。在收运环节,收运车辆安装了GPS、多个视频监控,可以在监管平台上实时监管人员作业情况、车辆位置、车辆收运线路、车辆行驶公里数和垃圾质量。同时监管系统还具有商户信息、收集点位信息、合同管理、车辆信息和收运人员等管理功能,还具有异常报警功能,对收运异常情况进行提示,便于管理人员及时发现和解决问题。

同时,为防止司机疲劳驾驶和车辆盲区产生的安全隐患,车辆还安装一套盲区监测及防疲劳驾驶系统,为司机安全保驾护航。

4.2 后端处置

本着“实用性、可靠性、先进性、易维护性”原则,建立了一套自动化中控系统。中控系统不仅可以对生产运行参数进行监控与统计并生产报表,如温度、压力、流量、液位及设备运行时间等。系统可以实现对设备的远程操作,通过设定程序和运行参数,实现对各工艺处理系统自动化控制,减少操作步骤,降低误操作风险。同时系统具备联动程序、保护机制和报警功能,能及时发现故障,保护设备,并对设备运行状态进行记录,便于分析和溯源,提高生产管理效率。

此外,厂区各个关键生产工段及重要场所装有视频监控,能记录现场情况,随时调取历史记录。

5 常态化考核体系建设

通过强化监管,保证项目规范运行,福州市城管委、环卫中心、红庙岭园区根据项目特许经营协议及相关管理要求定期进行巡检考核和运行指导。

5.1 月度考核

红庙岭中心委托有资质的第三方单位每月进场检查和指导项目运行情况,包括称重计量、厂区环境卫生、工艺制程、厂区安全管理、设备管理、副产品管理、环保工作开展、环保达标排放、规章制度健全、应急保障。

5.2 季度考核/半年度考核

①前端收运。城管委每季度/每半年度从专家库中抽取专家考核和指导项目收运运行情况,考核内容:运管理及要求、收运作业要求、收运安全、餐厨垃圾质量;②后端处理。委托有资质的第三方检测单位(中环智慧)考核和指导项目后端运行情况,主要考核内容:称重计量、厂区环境卫生、工艺制程、厂区安全管理、设备管理、副产品管理、环保工作开展、环保达标排放、规章制度健全、应急保障。

5.3 安全专项监管

红庙岭中心委托有资质的第三方单位(中安智环)每半年进场检查和指导项目安全工作,包括检测特种设备管理情况、特种设备作业人员持证情况、安全设备设施运行情况、安全教育培训情况等。

5.4 环保专项监管

红庙岭中心委托有资质的第三方检测单位(福建中凯)

每月进场检测项目的污染物排放情况,包括污水、锅炉尾气、臭气、噪声等。同时委托有资质的第三方每月进场检查和指导项目的环保管理工作,包括自行监测、三废排放、环保设备设施运行、台账管理等。

5.5 日常监管巡检

此外,环卫中心和红庙岭中心也组织人员对收运情况和处理情况进行日常监管巡检。

6 餐厨垃圾使用者付费相关政策体系建设

为规范生活垃圾处理计量和收费工作,促进生活垃圾源头减量,福州市城市管理委员会、福州市发展改革委及福州市财政局联合印发《福州市城区非居民厨余垃圾超定额累进加价收费方案》。

6.1 收费范围和对象

鼓楼区、台江区、仓山区、晋安区、马尾区行政区域内的非居民户,在“水消耗量折算系数法”或按桶核定计收生活垃圾处理费基础上,厨余垃圾产生量超过定额标准的,纳入厨余垃圾处理费超定额加价收费范围。

非居民厨余垃圾,是指非居民从事餐饮服务、集体供餐、食品加工等活动中产生的食物残余和废弃食用油脂。

6.2 定额管理

非居民户上年度(前12个月)厨余垃圾产生量作为本年度厨余垃圾定额标准。12个月为一个计费周期。新设立单位服务期满一年(12个月)后,纳入厨余垃圾处理费超定额管理。

6.3 收费标准和计收方式

当非居民户年度厨余垃圾产生量超出定额标准,超出部分按照96元/吨或8元/桶(120L)加收。

超定额加价费用由与餐饮垃圾特许经营企业签订餐饮垃圾收运处置协议的非居民户或生活垃圾分类管理责任人(楼宇物业单位)缴纳。

6.4 实施步骤

非居民厨余垃圾超定额加价收费机制先行在党政机关、部队、事业单位等有集体食堂的单位实行,其他非居民单位待条件成熟后适时实施。

6.5 征收方式

征收工作由市渣土中心负责组织,各区生活垃圾处理费收费部门负责具体实施。市渣土中心也可依法委托餐饮垃圾特许经营企业代收超定额加价费用,代收手续费可参照自来水代收手续费标准。

参考文献

- [1] 李小燕.厦门市餐厨垃圾收运与资源化处理体系的建设、问题及对策研究[J].理论观察,2022,38(12):29-33.
- [2] 黄世钊.禁止将餐厨垃圾混入其他生活垃圾存放收运[N].广西法治日报,2023-07-15(003).
- [3] 王雅楠.餐厨垃圾实现无害化资源化处置[N].河北日报,2024-10-30(009).