

生物质厌氧发酵制气项目调研

Research on Biomass Anaerobic

Fermentation for Gas Production Project

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)

Wang Xue Wang Zhi Zhu Jianguo Tian Xinmin (Hubei Electric Power

Survey & Design Institute, Hubei Wuhan 430040)

摘 要: “十四五规划”提出“碳中和”的概念,明确了发展可再生能源的基本国策。生物质资源作为可再生能源的重要组成部分,其综合利用极具经济效益和社会效益。本文以湖北省内某生物质综合利用项目为例进行调研,探讨生物质厌氧发酵制气项目的工艺流程。

关键词: 生物质; 综合利用; 发酵

Abstract: The “14th Five-Year Plan” puts forward the concept of “carbon neutrality” and clarifies the basic national policy for the development of renewable energy. Biomass resources are an important part of renewable energy, and its comprehensive utilization has great economic and social benefits. This paper takes a comprehensive utilization project of biomass in Hubei Province as an example to investigate the process flow of biomass anaerobic fermentation gas production project.

Keywords: Biomass; Comprehensive utilization; Fermentation

1 概述

我国“十四五规划”提出“碳中和”的概念,明确了发展可再生能源的基本国策。生物质资源作为可再生能源的重要组成部分,其深度综合利用具备广阔的发展前景。本文以湖北省内某生物质综合利用项目为例进行调研,探讨生物质厌氧发酵制气项目的工艺流程。

2 项目简介

本项目地处宜城市东南部的流水镇,以西瓜种植为主导产业,有“湖北西瓜第一镇”的美誉。除西瓜外,水稻、花生、玉米等农作物也占有较大比例。当地农业废弃物多采用传统的秸秆还田、粪污翻堆等处理方式,存在利用率低、二次污染等问题。2015年,项目业主从德国引进沼气发酵技术,建造了专门回收处理秸秆、禽粪、尾瓜烂果等农业废弃物的“沼气工厂”,实现了农业废弃物的资源化处理和循环利用。每年处理5万t各类干湿农作物秸秆、3万t畜禽粪便以及0.4万t尾瓜烂果等农业废弃物,可消化掉半径20km范围内的农业废弃物。项目公司获批为国家发改委、农业部“规模化生物天然气产业融合发展示范工程项目”。

3 工艺流程

3.1 原料收集及运输

本项目原料有两类,一类是秸秆,以玉米秸秆为主,其收集半径约15km,到厂价格140元/t,水份要求在40%~50%,厂内露天料场可储存约15000t。秸秆收购后,堆放在料场,用塑料布遮住,以隔绝空气,减缓自然氧

化损失。本项目15km范围内无其他项目与本项目竞争原料,原料供应有保障且有价格优势。另一类原料是禽畜粪便,以猪粪为主,通过槽罐车运输,禽畜粪便约占原料总量的30%。禽畜粪便由项目运营团队自行向各农场农户去收集并运回项目现场,每天来回运输8次左右,由政府提供补贴60元/t。厂区预留了一套餐厨垃圾预处理系统,但目前没有运行,正在与政府商谈餐厨垃圾的收集模式和财政补贴等事宜。如果补贴到位,后续将准备增加餐厨垃圾作为原料。从现场调研情况来看,卸料间、沼液池周边卫生环境较差,未利用的沼渣也是露天堆放,存在较大异味,而且蚊蝇等昆虫较多。通过与现场运行人员交流得知,该项目作为工业园的一部分,只做了园区整体环境影响评价,未针对项目做具体环评。此部分还需要在后续项目需进行改进。

3.2 厌氧发酵系统

采用二级半干式发酵工艺,发酵液有机质含量高,含固率约20%,为粘稠沥青状。

3.2.1 进料方式

秸秆进发酵罐之前只做简单破碎处理,未做酸碱处理。厂内设秸秆破碎机,出力6t/h,秸秆破碎粒度小于10cm。破碎后的秸秆,通过铲车送入发酵罐前干料储存箱,再通过储存箱内的螺旋给料机送入发酵罐内。秸秆供料设备为德国进口备,采用罐顶进料。厂外运来的猪粪采用槽罐车运输,倒入粪便储存池,储存池紧靠发酵罐布置,通过输送泵将粪便送入发酵罐。发酵罐及秸秆

给料设备见图 1。



图 1 发酵罐及秸秆给料设备

3.2.2 碳氮比

生物质和粪便的进料量由电脑全自动控制, 根据发酵液的碳氮比控制进料量和进料比例, 该项目碳氮比为 0.3。

3.2.3 接种物

在沼气发酵启动时, 通常需要加入一定比例的接种物 (20%–30%), 从而达到快速启动和提高厌氧反应速度。当接种量 (或者料菌比) 小时, 发酵启动时间延长, 产甲烷的速度变慢, 而且有可能由于产甲烷菌数量不足造成酸的积累从而使沼气发酵启动失败。本项目启动时未添加接种物, 运行期间也未添加任何微生物发酵菌。

3.2.4 发酵温度及发酵时间

本项目采用的是高温沼气发酵方式, 沼液温度控制在 53℃ 左右。沼气发酵罐内设置有加热盘管, 利用沼气发电机的烟气余热加热发酵罐内沼液, 提升了沼液产气速度。此外, 采用高温发酵可以有效地杀灭粪便中各种致病菌和寄生虫卵。总发酵时间较长, 一般为 60–80 天。

3.2.5 发酵级数

本项目采用两级发酵系统: 设两个容积相等的沼气池, 第一个供初步消化, 总产气量达到 80% 时, 将发酵液输送到第二个沼气池内, 使残余的有机物彻底分解。第一个沼气池主要是产气, 安装有加热和搅拌系统。第二个沼气池主要地对有机物进行彻底处理, 不需要加热和搅拌。延长沼气池中发酵原料的滞留时间和滞留路程, 可提高产气率。

3.2.6 发酵液搅拌方式

本项目发酵罐采用机械搅拌方式, 沼气发酵罐底部均匀布置有 3 处电动搅拌器, 根据发酵罐内产汽情况, 不定时的对发酵罐内发酵液进行搅拌, 保持管内物料及微生物菌混合均匀。

3.2.7 发酵罐

本项目发酵罐采用的是发酵、储气一体化结构, 采用的是 CSTR 反应器, 顶部有膜式储气柜。一期发酵罐直径 20m, 高 8m, 发酵罐半地下布置, 其中有 5m 在地下, 每两个发酵罐组成一组, 两级发酵。罐体设有 3 台搅拌器, 间歇运行, 确保发酵液充分发酵, 不发生分层。二期发酵罐直径 22m。发酵后发酵液经分离器分离, 沼渣排除发酵罐外, 用于制肥。沼液回流到发酵罐, 继续发酵新入罐原料。发酵罐、给料系统、发酵液干湿分离系统均为德国进口设备。

3.3 沼气脱硫及发电机组

发酵产生的沼气采用一级生物脱硫工艺, 厌气发酵

产生的沼气进生物脱硫反应器, 脱硫后的沼气进入沼气发电机组, 利用尾气余热, 采用换热器产生热水, 用于厌氧发酵罐加热维持发酵温度。厂内设有一座放散塔。一期内燃机采用德国进口, 二期沼液内燃气采用颜巴赫产品。

3.4 沼液沼渣综合利用

沼渣用于制作有机肥、育苗基肥等, 沼液免费在附近农田施用。有机肥生产设施主要有车库式堆肥间、槽式堆肥间。沼渣脱水后自然晾晒进一步脱除水分, 然后掺入稻糠降低水分含量, 送入车库式堆肥间发酵 15 天, 再倒运到槽式堆肥间熟化 15 天, 生产出的成品即为有机肥散料。有机肥散料通过添加不同营养剂后, 可制成不同种类的有机肥。

4 调研结论

该项目已成功商业化运营, 主要原因是该项目原料成本低, 有机肥售价高, 生产负荷率高。秸秆到厂价格低于市场均价, 猪粪不需要花钱购买, 还可以向养殖户收取猪粪处理费。当地是湖北省重要瓜果产区, 有机肥销量好, 售价高。该项目主要原料为玉米秸秆, 并处理一部分猪粪。秸秆只经简单破碎, 未做酸碱处理, 发酵依靠自然菌种, 发酵启动和过程中也未补充特殊菌种。当然这个项目发酵时间为 60–80 天, 是比较久的。现在行业内技术通过对秸秆原料进行化学预处理和添加特殊菌种, 可以将发酵时间控制在 30 天以内, 产气率提升 20%; 这也存在另一个问题, 就是增加了投资, 也增加了运行成本, 经济上是否合理, 值得商榷。另外, 如果有有机肥收益占大头, 提高产气率意义也并不高。综合考虑, 本项目所选择的工艺路线, 是比较务实的。该项目发酵罐给料设备为进口设备, 给料方式为罐顶进料, 与国内设备进料方式不同。

秸秆发酵存在的技术难题是秸秆在发酵罐内容易形成浮渣, 导致结壳。本项目采用高粘度半干式发酵工艺, 发酵液呈粘稠沥青状, 解决了秸秆浮渣问题。具体技术手段和运行细则还需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 蔡世欣, 李敏, 侯余勇等. 芦苇秸秆混合发酵制备乙醇的工艺优化 [J]. 化学与生物工程, 2021, 09(02): 17-19.
- [2] 袁艳文, 孟海波, 姚宗路等. 生物质厌氧消化技术标准体系研究 [J]. 中国农学通报, 2021(02): 132-134.
- [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.
- [5] 李涛. 生物质厌氧发酵制氢工艺条件及影响规律研究 [D]. 郑州: 郑州大学, 2009.

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, 工学学士, 高级工程师, 从事电力设计及研究工作。