

农村固体废弃物资源化循环利用系统研究

刘建波

(绵阳市鑫科源环境科技有限公司, 四川 绵阳 621000)

摘要:农村固体废弃物环境污染问题对自然生态环境带来巨大危害,严重制约了中国美丽乡村的构建和乡村振兴的战略部署。针对农村有机固体废弃物的特性,文章首先介绍了农村固体废弃物资源化的重要性,全面梳理了农村固体废弃物在能源化、肥料化、饲料化和材料化方面的重点技术和主要发展方向,并对农村有机废弃物资源化利用的典型技术模式的优缺点和应用情况进行了归纳,最后结合实际给出了农村固体废弃物分布式预处理和集中处理处置的基本思路,以期对农村固体废弃物资源化利用提供技术支持。

关键词:农村固体废弃物;资源化利用;乡村振兴;对比研究;典型模式

中国的农村地区占用耕地量很大,再加上人口较多,导致农村每年都会产生大量的固体废弃物。而绝大多数废弃物被随意丢弃或者直接排放到环境中,这将导致这部分“资源”变为“污染源”,对自然生态环境带来巨大危害。农村固废主要是来源于人们日常的生产生活,包括生活垃圾、人畜排泄物、农作物秸秆、塑料制品等,农村地区大部分固废会被村民随意扔在村子各处,不采取任何处理措施,这种行为不仅会造成农村环境以及耕地污染,还会对村民的身体健康造成威胁。而实现对农村固体废物变“废”为“宝”,进而有效降低环境污染,改善了我国农村的自然环境状况,对国家全面建设小康社会和实现农业经济的可持续发展,都具有重大意义。因此为了最大程度的恢复农村自然环境,地方政府就必须采取更加经济合理的手段,根据各个农村经济结构和地域的不同特点,无害化处理农村固体废弃物,以建设一个美丽的新农村。为解决农村资源浪费、利用率低、无序堆放等问题,本研究以部分农村有机固废为例,研究一套农村固废资源化循环利用系统。

一、农村固废资源化技术

近些年来,农村固体废弃物处理技术在能源化、肥料化、饲料化和材料化等领域都取得了较明显的成果。在能源化方面,对禽畜粪便采用厌氧消化、对农作物秸秆利用热解气化,以及生物质能高新转换技术等关键技术进行了攻关研发,并已做出了部分研究成果。这些技术不仅解决了农民对优质资源的迫切需要,而且同时也在乡镇企业等行业中得到了应用。

农村固体废弃物饲料化技术的研究方向主要有:对家畜粪便开发研究成生态型肥料和土壤修复剂等技术;对不同原料好氧堆肥技术的研发;对高效发酵的微生物菌种筛选技术开发研究;将生物接种剂和其他添加剂与普通有机肥结合制作出高效有机肥生产工艺等。目前在有机固体废弃物饲料化方面:以秸秆、木屑等植物废弃物为原料,使用微生物转化技术合成微生物蛋白产品;将青绿秸秆进行生物发酵,实现青储饲料化的技术研究;对秸秆等废物进行氨化处理技术研究。

(一) 生活垃圾的无害化、减量化、资源化研究

餐厨垃圾的主要成分包括蛋白质、脂类、无机盐及纤维素等,

针对我国餐厨垃圾特性,通过对餐厨垃圾组分及成分进行分析,来对餐厨垃圾预处理技术与装备进行选择。当前餐厨垃圾的主要处理技术是厌氧消化法,主要分为水解阶段、酸化阶段、产氢产乙酸阶段和产甲烷阶段等四个阶段,技术特点是利用微生物的分解实现餐厨垃圾减容减量和循环利用,且自动化程度高,管理方便,优点在于易于高效地抑制恶臭,产品还具有多样化、经济价值高。拟采用“预处理+水解酸化+厌氧消化技术+沼渣制肥”处理工艺,实现餐厨垃圾粗分选、细分选、破碎、制浆、除砂、除渣、除油,并通过实际工程项目完成预处理系统的优化设计。采用水解酸化与厌氧消化处理工艺进行处置,生成沼气后提纯制备成生物天然气或发电上网,沼液采用制备成营养土和园林绿化用肥。

(二) 能源化研究

1. 垃圾焚烧发电。优势在于其处理的彻底性,农村生活有机垃圾焚烧后,减量95%左右。与垃圾填埋和堆肥比较,垃圾焚烧发电占地面积小,不限废弃物的种类,基本上所有垃圾均可焚烧。作为重要的生物质能资源,秸秆的燃烧值大约是标准煤的50%。与煤炭的1%相比,秸秆的含硫量为0.3%,因此,它是一种清洁的能源。以秸秆为燃料实现发电、供暖,不但能够降低标准煤用量,还能够改变农村的能源结构,减少由于秸秆随意燃烧带来的污染,是一个环境节能型的项目。

2. 生物质气化发电。生物质气化发电和燃气利用是最具备中国特色的生物质能分布式经济发展途径。采用生物质热解气化技术研制出的生物质热解气化集中供气系统,解决了广大农村居民炊事和采暖用气的难题,目前有关技术开发成果已获得了初步运用。其中,通过生物质热解炭化技术的研发,生产出生物质炭和生物焦油,实现生物质炭、气、油多联产,社会经济效益良好。研究内容包括预处理后的固废利用高效烟气余热干燥技术,以解决农村有机固废高湿度、高黏度的干燥粘壁问题,提高干燥蒸发强度,提高干燥系统能量利用效率。采用分级高温气化燃烧技术,气化和燃烧分级分区,提高了气化产率,灰渣中重金属转变为稳定态,提高了气化系统热效率。

3. 沼气技术。沼气因其绿色环保的生产工艺,是目前一种无污染可再生的非化石燃料气体。沼气的使用彻底改变了农村传统的能源结构,不再赖以秸秆、木材、煤炭为主要燃料,可明显减少温室废气的排放。作为高效有机肥,沼渣对改良土壤、提升有机质含量有很大的作用。秸秆与畜禽粪便预处理可采用物理法、化学法、生物法等处理方法,目的是提升厌氧发酵的产气量和产气率。其作用原理为:通过破坏秸秆与畜禽粪便中的木质素与纤维素结构,增加与厌氧菌的接触面积,使有机组分利用率得到大提升。利用沼气自动化装置以及相对完善的生产工艺可以节省人力资源。在严寒地区,太阳能、沼气催化剂等技术的使用能够解决随着温度的逐渐下降无法正常产气的问题。

(三) 饲料化研究

餐厨垃圾一般直接作为家禽以及牲畜饲料,在食用后很容易

造成人畜的交叉感染，造成各种病毒细菌的传播。植物类农村固体废弃物经过工艺处理后可作为饲料使用的原因是其中含有大量的蛋白质和纤维类物质。主要的技术有：以秸秆、木屑等植物废弃物为原料，使用微生物转化技术合成微生物蛋白产品；将青绿秸秆进行生物发酵，实现青储饲料化的技术研究；对秸秆等废物进行氨化处理技术研究。固态发酵作为处理的常规工艺，其优点包括费用相对便宜，运行要求低、设备费用低，生产率高，且基质中的水分含量相对低、可减轻废水处理压力、生产过程简单，不会产生有毒气体等。为此，本研究将从众多的食用酵母菌和霉菌中，筛选出发酵高效、蛋白质利用率高的发酵活性菌种，进一步探索优化最适宜菌种的发酵工作条件，以期提高其蛋白质发酵转化率。

(四) 肥料化研究

肥料化利用主要分为两种：直接利用和间接利用。秸秆直接还田技术，是指利用农业机械把收获后的秸秆加以捣碎，并抛在田地后耕翻埋或粉碎、整棵或高留茬，直接覆盖在土壤上。因为大量秸秆还田后，产生的土壤环境湿度高、地温升高快，为农业病虫害的发生和传播创造了良好的环境条件。同时也因为废弃秸秆在短时间内无法完全腐解，会降低下茬作物的播种质量、影响出苗和苗期生长发育。间接利用技术，主要包括好氧堆肥、过腹、培植、厌氧发酵、炭化等方式，将废弃物进行还田或生产成商品有机肥。

二、农村有机废弃物资源化利用典型技术模式对比

对农村固废资源化利用的五种典型技术的优缺点及典型案例进行对比，结果见表 1。

表 1 农村有机固废资源化利用五种典型技术模式优缺点一览表

序号	资源化方式	优点	缺点	典型案例
1	反应器堆肥	自动化水平较高，便于臭气、渗滤液等污染物收集处理	建设成本较高	浙江省衢州市衢江区
2	焚烧发电	处理彻底、快捷，减量率高，并能产生能源	建设费用高，原料集中收集、运输成本高，易产生有害气体	
3	堆沤还田	操作简单、建设和运行成本较低	发酵周期较长，需采取臭气和蚊蝇控制措施	福建省南平市光泽县
4	厌氧发酵协同处理	沼气经过净化、提纯处理后可作为清洁能源使用，沼肥可还田利用或生产有机肥；资源化利用率较高	对稳定运行、安全管理等技术要求较高	甘肃省武威市凉州区
5	蚯蚓养殖处理有机废弃物技术	资源化利用率较高、经济效益较好；蚯蚓粪可用于生产有机肥或还田利用，成品蚯蚓可用于提取蚯蚓活性蛋白等	需配套土地用于养殖蚯蚓，并采取污染物防控措施，对养殖技术、管理水平、气候条件要求较高	天津市静海区

从表中看出，上述五种技术所具有的特点和适用条件各不相同，建设成本和技术条件也有很大的差别。因此，针对我国农村固废数量大、种类杂的特点，在推进资源化利用的过程中，不能照搬照抄任何一种典型技术模式，应该多种方式协同创新，因地制宜，根据具体情况科学论证，选择适应本地情况的技术模式。

而且，我国农村固体废弃物资源化利用还有许多典型技术模式，国内外很多学者和地方政府也在努力攻克技术难关，积极探索适应农村固废资源化的新技术模式。但不管采取哪种技术模式或技术集成，都必须以固体废物的“三化”处理（无害化、资源化和减量化）为准则，并以绿色低碳循环利用为发展目标。

三、结论

我国农村有机固体废弃物具有数量巨大、成分复杂、性状差异较大、分布范围广等特点，综合以上分析，本研究拟采用原料分布式预处理、集中处理处置的思路。主要工艺流程如图 1。

通过分析，本研究重点研究在于集中处置，并与其他已有技术进行工艺组合，形成城乡有机固废处理处置及资源化成套装备。生活垃圾的无害化、减量化、资源化、能源化，农业固体资源的饲料化、肥料化，均可实现形成循环系统，可以大量的减少资源浪费。

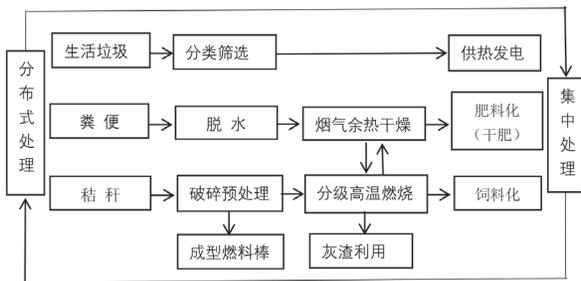


图 1 系统流程图

参考文献：

[1] 李颖, 吴秉诚. 农村固体废弃物资源化处理存在问题及对策 [J]. 乡村科技, 2022, 13 (18) : 3.
 [2] 杨明珍. 农村固体废弃物收集、处理及资源化利用技术分析 [J]. 清洗世界, 2022 (003) : 038.
 [3] 陈浩. 农村固体有机废弃物无害化处理工艺中的机械配置效应研究 [D]. 宁夏大学, 2022.
 [4] 李波. 固体废弃物资源化应用驱动城市可持续发展 [J]. 中国经贸导刊, 2023 (4) : 4.
 [5] 王必. 城市固体废弃物处理及综合利用策略探讨 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023 (3) : 4.