

# 农业固体有机废物综合治理与资源化

孟志国<sup>1</sup>, 徐晓晨<sup>2</sup>, 靳文尧<sup>2</sup>, 杨凤林<sup>2</sup>

(1. 东旭蓝天新能源股份有限公司, 北京 100036; 2. 大连理工大学, 辽宁 大连 116024)

**摘要:** 我国作为传统农业大国, 除了要提高农业生产效率, 满足人民群众的需求之外, 还要加强生产过程中产生的固体有机废物治理。只有将固体废物进行合理处理, 才能进一步满足农业发展需求和社会资源需求。本文先后探讨了传统农业固体有机废物处理方法与危害、农业固体有机废物处理技术及资源化对策、农业固体有机废物处理技术保障措施等, 以期对相关专业的参考依据。

**关键词:** 农业固体有机废物; 综合治理; 资源化

中图分类号: X705 文献标识码: A 文章编号: 1008-9500(2018)05-0062-04

## Comprehensive Treatment and Resource Utilization of Agricultural Solid Organic Waste

Meng Zhiguo<sup>1</sup>, Xu Xiaochen<sup>2</sup>, Jin Wenyao<sup>2</sup>, Yang Fenglin<sup>2</sup>

(1. Tunghsu Azure New Energy Limited by Share Ltd., Beijing 100036, China; 2. Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

**Abstract:** As a big country of traditional agriculture, in addition to improving the efficiency of agricultural production and meeting the needs of the people, we should strengthen the treatment of solid organic waste produced in the process of production. Only if we deal with solid wastes properly can we further meet the needs of agricultural development and social resources. The methods and hazards of the traditional agricultural solid organic waste treatment, the technology for the treatment of solid organic waste in agriculture and the Countermeasures for the protection of the agricultural solid organic waste are discussed in this paper, in order to provide reference for the related major.

**Keywords:** agricultural solid organic waste; comprehensive treatment; resource utilization

### 1 传统农业固体有机废物处理方法及危害

近年来, 我国集约化农业和加工业发展迅速, 同时大量农业和加工业的固体有机废弃物被浪费掉, 如水稻、小麦、玉米、油菜等作物秸秆就地焚烧, 规模化养殖后的畜禽粪便和加工业的下脚料等随意弃置, 这不仅严重污染了环境, 也极大地浪费了有机肥产品的原料。下面将列举传统的农业固体有机废物处理方法, 并对其劣势与危害进行详细探讨<sup>[1]</sup>。

#### 1.1 露天焚烧法及其危害

我国作为农业传统大国, 在所有固体有机废物组成中, 农作物秸秆是非常主要的一项, 据不完全统计, 我国每年农作物秸秆固体废物高达7亿t, 其中水稻、

小麦、玉米等都是主要的来源, 由于我国相关技术并不完善, 在处理这类农业固体有机废物时, 很多农民都采取直接焚烧法, 这不仅会造成资源浪费, 还会导致环境污染, 具体来说危害有以下几种。

##### 1.1.1 损伤地力

土壤中含有许多对农作物有益的微生物, 其对促进土壤有机质的矿质化、加速养分释放和改善植物养分供应起着重要作用。在有机固体焚烧过程中, 土壤以下的微生物受到了损害, 会影响农作物养分的转化和供应, 导致土壤肥力下降。

##### 1.1.2 污染大气

农作物秸秆中含有氮、磷、钾、碳、氢元素及有机硫等。特别是刚收割的秸秆尚未干透, 经不完全

收稿日期: 2018-03-07

作者简介: 孟志国(1977-), 男, 北京人, 博士研究生, 高级工程师, 研究方向: 环境污染治理。

通讯作者: 徐晓晨(1973-), 男, 辽宁大连人, 博士研究生, 副教授, 研究方向: 环境污染控制。

燃烧会产生大量氮氧化物、二氧化硫、碳氢化合物及烟尘,氮氧化物和碳氢化合物在阳光作用下还会产生二次污染物臭氧等。在城市热岛效应的作用下,城郊四周产生的大气污染物便自然向市区流动,造成严重的大气污染。

### 1.1.3 影响交通

我国耕地倒茬时间短、复种指数高,需要抢收、抢种,客观上造成焚烧农作物秸秆的时间较为集中。燃烧秸秆形成的大量烟雾,使能见度大大降低,严重干扰正常的交通运输。

## 1.2 自然排放法及其危害

除了农作物固体废物之外,农业固体有机废物还包括家畜的粪便。改革开放以来,我国农畜业发展速度越来越快,集体饲养规模已经初步形成,可以说农畜业是我国农业的重要组成部分。当然,随着农畜业的规模化与集体化,家畜粪便以及相关固体废物的处理成为一个困扰相关农户的问题。2017年6月,中国农业部副部长于康震在新闻发布会上透露,我国每年产生畜禽粪污约38亿t,其中有近一半没有经过有效处理直接进行排放<sup>[2]</sup>。由此可以看出,我国农畜业固体有机废物直接排放危害非常严重。

### 1.2.1 污染大气

由于畜禽高度密集,厩舍内混浊灰尘、粪便、霉变垫料及呼出的二氧化碳等散发出恶臭。畜禽粪便自然排在养殖场周边,产生大量恶臭气体,其中含有大量的氨、硫化氢等有毒有害成分,严重影响了畜禽养殖场周围的空气质量,进而对养殖场的畜禽生长和周围居民的健康构成严重威胁。

### 1.2.2 污染水体

畜禽粪便能直接或间接进入地表水体,导致河流严重污染、水体富营养化、水质严重恶化,致使公共供水中的硝酸盐含量及其他各项指标严重超标。畜禽污水排入鱼塘和河流中,还会导致对有机物污染敏感的水生生物逐渐死亡,严重威胁水产养殖业的发展。

### 1.2.3 危害土壤

少量的畜禽粪便不经过无害化处理就直接施入土壤中,其中的蛋白质、脂肪、糖及部分有机污染物在土壤中可以较快地被分解而得到净化。但是,如果污染物排放量超过土壤的自净能力,便会出现降解不完全和厌氧腐解,产生恶臭物质和亚硝酸盐等有害物质,引起土壤的组成和性质发生改变,破坏其原来的基本功能。

## 2 农业固体有机废物处理技术及资源化对策

传统能源煤、石油和天然气从人类几千年文明发展以来就被用于生活、生产,至今绝大多数国家仍以消耗传统能源生产发展为主。为了寻求可持续发展道路,可再生能源的开发利用已成为各国的重要任务。农业固体有机废物的出现,为能源开发利用提供了新的思路,在进行废物处理过程中,可以通过相关技术将有机固体废物进行再利用,这就是所谓的固体有机废物的综合管理与资源化。为了使研究更加有针对性,本文以农作物秸秆、农畜粪便两类固体有机废物处理为主,讨论具体的处理技术与资源化对策<sup>[3]</sup>。

### 2.1 农作物秸秆固体有机废物治理与资源化方案

农作物秸秆是一种清洁、廉价的可再生能源。中国人口尤为密集,粮食年产量巨大,农作物秸秆年产量丰富,除了用于牲畜饲料外,绝大部分都以燃烧方式取热或还田。燃烧产物会给大气造成严重污染,如果将秸秆资源进行有效利用,不仅可以保护环境还可以增加农民的收入。

目前,农作物秸秆糖化水解进行厌氧发酵产甲烷、产氢气是生物质能转变为清洁能源的有效途径之一。由于农作物秸秆原材料低廉、厌氧种菌生长繁殖快、厌氧菌产气能力强、厌氧发酵低污染、厌氧反应器结构简单、反应器容易操作和运行费用低等优点,农作物秸秆厌氧发酵产能技术获得不断发展。但是,受农作物秸秆结构及结晶纤维素等因素影响,要想早日实现农作物秸秆用于工业化产能,需要对农作物秸秆厌氧发酵技术进行更全面、更深入的研究。在各种农作物秸秆产能利用技术中,两相厌氧技术以其高效、稳定等特点具有较大的优越性。然而,反应器利用农作物秸秆厌氧发酵连续产能较为困难,而且反应器不容易启动;在寒冷地区,冬季温度低,导致维持装置恒温消耗的热量,从而阻碍了两相厌氧技术大规模推广。因此,农作物秸秆固体有机废物治理与资源化的重点就是如何提升秸秆水解技术,接下来就具体探讨当前的秸秆水解主流技术。

农作物秸秆主要成分是纤维素、半纤维素和木质素。微生物不能直接利用这些高分子化合物,农作物高效糖化水解是提高厌氧发酵产能的关键因素,所以寻求合适、高效的预处理方法至关重要。秸秆预处理的方法主要分为四种:物理方法、化学方法、酶解法和生物法。目前,绝大多数都不是利用单一方法来实

现秸秆糖化水解的,而是混合选择其中几个方法同时预处理秸秆。比如,碱加热对秸秆中的木质素具有很强的破坏作用,特别是浓度过高的碱溶液对秸秆中的纤维素具有抑制作用,不利于水解秸秆发酵产气。也有相关技术人员通过明碱的预处理,效果比酶处理效果好,生物产气量大。与此相类似的,酸加热对秸秆中纤维素、半纤维素具有很强的分解作用,可以提高秸秆的水解度,酸浓度高低对后续生物产气无影响<sup>[4]</sup>。

近年来,有研究利用厌氧消化剩余沼液对秸秆进行预处理,该种预处理方法可显著破坏秸秆表层结构,破坏连接纤维素与木质素间的酯键,降解效率可提高 30% 以上。瘤胃微生物被认为是自然界纤维素降解能力最强的微生物菌群之一,其可以在短时间内高效水解纤维素类物质。研究表明,在厌氧消化系统内添加瘤胃微生物菌群,系统停留时间可缩短至 15 d, VFAs 产量可达到 0.7 g/g VS, 提升效果显著<sup>[5]</sup>。

## 2.2 农畜粪便固体有机废物治理与资源化对策

畜禽粪便中的含水量一般为 75% ~ 85%, 该含水量难以进行堆肥。由于湿度大,堆体透气性差,温度很难达到腐熟要求,从而大大限制了畜禽粪便固体废物的肥料化利用。因此,畜禽粪便的脱水和堆肥干燥是堆肥要解决的关键问题。国外自 20 世纪 30 年代开始,就对固液分离的机械设备开展研发工作。经过数十年的发展,其已经研发出技术成熟且系统化用于畜禽粪便固液分离的机械设备。

虽然畜禽粪便脱水后含水率较低,部分可以用于好氧堆肥生产有机肥,但脱除后的污水仍然需要处理。厌氧消化作为一种绿色、可持续技术近年被广泛应用于畜禽养殖粪污的处理。厌氧消化技术相对于好氧堆肥技术,其最大优势是在处理畜禽养殖粪便的同时,处理养殖污水,尤其是针对养猪场、养牛场等,厌氧消化技术有更广泛的应用空间。但是,单独畜禽养殖粪污厌氧消化存在 C/N 比较低、产气效率不高的特点,如何与秸秆等富碳类底物协同发酵也是近年研究的热点<sup>[6]</sup>。

在单独畜禽粪污厌氧消化系统中添加秸秆类物质,其停留时间长达 40 ~ 60 d,存在秸秆上浮、结壳进而影响系统稳定性与产气效率的问题。研究表明,以瘤胃微生物为接种物,采用改良型 CSTR 厌氧消化反应器,可以实现在同一反应器内高效降解秸秆类物质的同时,协同降解禽畜粪便。系统产气率可达到 350 m<sup>3</sup>/(t·TS),底物降解效率达到 75%,系

统停留时间 15 ~ 20 d,产生的沼液可回用于秸秆氨化预处理,剩余部分可加工成为液体肥料或叶面肥;沼渣再与少量秸秆和畜禽粪便好氧堆肥生产优质有机肥或人工基质。

## 3 农业固体有机废物处理技术保障措施

上文对我国农业固体有机废物的处理原则、目的以及相关技术进行了分析,那么在未来实施过程中,如何保证有机废物治理与资源化顺利实施值得进一步探讨。

### 3.1 基层部门强化组织结构建设

我国农业固体有机废物综合管理与资源化实施时间不长,与其他废物垃圾处理技术相比,还是处于发展阶段。由于运行时间短,其存在一些不合理的问题,包括组织结构不合适、固体有机废物处理部门的业务分工不明晰、管理不到位以及人员冗余等。这些问题的存在,影响了固体有机废物综合管理以及资源化发展,因此需要对其进行生产工艺优化。这就要求管理者按照以下要求进行改变。

一是在作业出现问题时,管理者应第一时间出现在作业现场;二是管理者应该经常了解生产设备、人员状态,对出现的问题要查找原因;三是在明确问题发生的原因后,应该及时采取必要措施;四是将解决问题的过程形成标准,杜绝同一问题再次发生。

在农业固体废物处理作业现场,技术、设备组成都比较复杂,为了协调一致地开展生产工作,全体人员要通力合作,保证生产任务顺利开展。为了实现这个目标,企业内部应该建立一个通畅的信息沟通渠道,这样才能保证作业现场出现问题时,作业员工了解应该通知谁,能够第一时间告知到位,防止问题出现后贻误处理时机。此外,国内大多数农业固体废物处理项目规模较小,组织结构很简单,有的部门甚至担负了几项责任,如果项目规模变大,在生产过程,特别是原料收集过程中很容易出现主次区别不到位,管理目标不明确的问题。为了顺利开展生产,有效提高生产效率,企业应该细化组织结构,将每一项管理任务具体分工到人。另外,还应该借鉴同行业其他成熟企业的组织结构的建设经验,规划本企业的组织结构建设<sup>[7]</sup>。

### 3.2 配套资金筹措

农业固体废物进行治理,实现资源化,离不开政策的支持。但政策支持不可能长远进行,由于

处理工艺优化是一个持续渐进的过程,在项目运营过程中,要求处理厂每年安排专项资金来进行支持,主要用于生产工艺改善知识普及、推广、项目建立、项目实施的经费。同时,安排一部分经费,用于评测和优化生产工艺的改善效果。在经费支出时,要简化经费审批流程,以免造成不必要的时间浪费,同时要求赋予不同管理层以一定的费用支出审批权限,使得用于生产工艺优化项目的经费能够及时并足额划拨,保障项目按进度实施。

另外,建立相应的经费管理机制,要通过审核来保障所划拨的经费能够足额地用于生产工艺优化方案的实施中,保证项目经费能够有效地改善生产状况,提高生产效率。通过审核,掌握经费的支出与产出的比例,保证每一笔经费都能发挥最大作用,避免不必要的浪费。

### 3.3 建立与完善技术考核体系

农业固体废物处理厂为了优化生产工艺,要建立科学的考核体系,促进优化措施的执行。在考核体系中,重要的考核依据就是员工岗位职责,具体包括设备指标完成程度、设备运转状态以及修复情况等。为了保证生产安全、持续地进行,生产员工要经常对设备进行检查,具体包括每天定期检查以及平时不定期的抽查。在考核员工在生产中的表现时,企业要从员工的工作态度、成绩、技术革新、设备改造等环节来评测,对表现突出的员工进行表彰,尤其是在检查重大生产安全隐患时,对于表现突出的员工,要从精神和物质两方面进行表彰。对于工作态度落后、违反劳动纪律,甚至造成重大安全问题的员工,要进行相应的处罚,甚至待岗处理,在员工待岗期间,只享受基本生活保障的待遇。

对农业固体废物处理厂的一线生产员工的岗位职责要求主要包括以下几方面:

首先,巡查员工要按照规定时间针对固体废物处理的每个生产场地以及生产设备进行巡查,并认真记录生产现场的各个仪表中的数据。特别是对那些需要焚烧或者掩埋的固体,要注重技术、设备的运转情况,如果发现某设备运转不正常,要及时向上级进行汇报。

其次,生产员工要在安全生产规定下来使用生产设备,并保证设备能够正常运行。对生产设备要按照规定,定期进行保养,包括上润滑油、吸泥机堵塞清除、清晰脱水机等工作。对于出现生产事故的员工

要进行相应的处理,比如员工误操作或者工作疏漏造成生产设备运转异常甚至损坏的情况,要进行警告、通报甚至扣除绩效奖金等。

最后,生产员工要保证固体废物处理各个工序的顺利执行,保证生产有序进行,生产员工要根据每天固体废物和废物的污染浓度适当调整工艺参数,按照计算后得出的药剂的需求量,投入药剂。如果生产疏忽,造成污染,要追究相关责任人生产事故责任。

## 4 结语

农业固体有机废物的管理与资源化,是任何一个国家在发展过程中必须要面对的重要课题。在固体废物处理技术实施过程中,人们要对相关技术进行研究,对流程予以优化,从而提高废物处理效率。本文主要针对农业固体有机物的治理与资源化进行讨论,分析了传统的固体废物处理法及其危害。笔者认为,要想适应当前社会发展要求,农业固体有机废物处理方法要考虑环境、技术等多种因素。笔者研究了农作物秸秆、农畜粪便两项代表性固体废物处理技术,提出了相关技术的保障措施,展望了其发展前景,以期促进我国建立完善的农业固体有机废物处理系统,实现废物资源化。

### 参 考 文 献

- 1 罗梓宸. 新农村建设中的固体废物污染及其对策研究[J]. 农村经济与科技, 2017, 28(8): 5.
- 2 冯丽丽. 浅谈循环经济在我国农村固体废物污染治理中的应用[J]. 甘肃科技纵横, 2009, 38(2): 70-71.
- 3 再协. 《2016年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》印发——解读危废行业[J]. 中国资源综合利用, 2016, (12): 10-11.
- 4 彭力. 大渡口区固体废物污染防治工作调研报告[J]. 资源节约与环保, 2017, (2): 94-95.
- 5 张赫华. 固体废物污染对环境的危害及其防治研究[J]. 环境与发展, 2017, (7): 61.
- 6 张弛. 基层固体废物污染防治管理经验[J]. 黑龙江科技信息, 2016, (8): 104.
- 7 Jin W, Xu X, Gao Y, et al. Anaerobic fermentation of biogas liquid pretreated maize straw by rumen microorganisms in vitro[J]. Bioresource Technology, 2014, 153(2): 8-14.