

大型养殖场沼气工程 ——以北京德青源沼气工程为例

潘文智

(北京合力清源科技有限公司,北京 100081)

[摘要] 结合国内外大中型沼气工程情况,以德青源沼气工程为例,介绍了农村废弃物变废为宝的工艺流程,提供了农村能源解决方案,并结合我国沼气工程现有问题提出几点建议,以使大中型沼气工程走向规范化。

[关键词] 沼气工程;德青源沼气工程;核心技术;展望与建议

[中图分类号] TK6 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)02-0040-04

1 前言

随着石油资源的日益枯竭及石油化工制品对环境污染的加剧,寻求石油替代品,开发新能源、新材料的任务迫在眉睫,清洁可再生能源的开发成为各国研究的重点。据计算,全球每年由光合作用产生而储存于各种植物体中的碳多达 2×10^{11} t,含能量多达 3×10^{18} t,可开发的能量大约相当于目前全世界总能耗的 10 倍。

我国是能源生产和消费大国,同时我国又是一个农业大国,农村人口占我国总人口的 70% 以上。长期以来,我国广大农村地区主要依靠秸秆、薪柴和粪便等生物质来获取能源。传统上,秸秆、薪柴用于炊事和取暖等生活用途,直接燃烧。畜禽粪便直接堆沤制肥。由于能源转化效率低,直接燃烧获得的热量很少,并且会产生颗粒物和烟雾造成严重的污染,畜禽粪便直接堆放严重影响农村面貌,增加疫病发生的几率。因此,以沼气工程为纽带,通过新的技术和科学的管理手段,合理利用这些生物质能,提高能源转化率是满足农村能源消费、减少环境污染的有效途径。

相对于发达国家来说,我国的沼气发电工程比较少。据统计,我国沼气工程中沼气发电的比例不

到 3%,而德国近 3 000 处沼气工程都发电上网,其中 80% 的沼气工程是热电联产工程,发电余热用于发酵罐加热。与欧美国家相比,中国的农村沼气起步较晚,但由于政策和资金的倾斜使其发展速度较快,目前,国内的一些大型养殖场如北京德青源、山东民和、内蒙古蒙牛等,都建设了沼气发电工程,文章以北京德青源沼气工程为例,简要介绍该项目的工艺流程及投资收益情况。

2 基本情况介绍

2.1 沼气工程介绍

沼气工程以农作物秸秆、垃圾、粪便为原料,既达到了废物利用的目的,同时还生产了清洁能源,并起到了改善农村环境的作用,因此是一种一举多得的生物质能利用技术。此外,沼气工程在城市污水处理、大型酿酒企业、淀粉生产企业应用,不仅可以降低这些企业污水处理费用,同时还可以生产沼气,是经济、社会效益都比较明显的生物质能利用技术^[1,2]。

2.2 德青源沼气发电工程简介

北京德青源农业科技股份有限公司拥有亚洲最大的现代化蛋鸡养殖生产基地和蛋品加工基地,为国内品牌鸡蛋生产的龙头企业,存栏蛋鸡 300 万只,

[收稿日期] 2010-12-05

[作者简介] 潘文智(1970—),男,天津市人,主要研究方向为生物质能源开发利用;E-mail:panwenzhi@dqy.com.cn

存栏量排名亚洲第一,世界第六。在全球,德青源开创了可持续发展的生态农业模式,建立了全球领先的生态养殖、食品加工、清洁能源、有机肥料、订单农业、有机种植的循环经济模式。

德青源沼气发电项目采用高浓度沼气发酵技术和热电联供沼气发电机组,对蛋鸡场每年产生的

8万t鸡粪和12万t污水进行处理,不仅实现了园区内废弃物和污水的零排放,每年还向华北电网提供1400万kW·h的绿色电力和 16×10^4 t的优质有机肥料,实现二氧化碳减排 8.4×10^4 t。

2.3 沼气工艺流程

沼气工艺流程见图1。

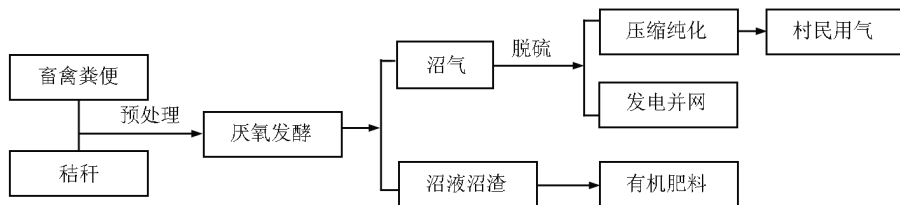


图1 大型养殖场沼气工程工艺流程

Fig.1 Process flow of large farms biogas project

3 沼气发电工程核心技术

3.1 预处理系统

由于动物自身消化生理因素的影响,动物粪便中经常含有一定量的砂砾,如蛋鸡鸡粪中砂含量为8%,主要是饲料中添加的贝壳粉和砂砾,这些砂与消化液粘在一起,分离难度大。如果直接发酵,贝壳粉和砂在厌氧罐和管道内的沉积、堵塞,会给后续工艺带来诸多不便。德青源利用自主研发的螺旋除砂装置及除砂工艺,通过生物及物理方法,可去除80%~90%的砂,保证后续工艺正常运行。

3.2 高浓度厌氧发酵技术

沼气发酵的实质是一系列微生物活动的过程。从厌氧反应器类型看,有全混式厌氧反应器(CSTR)、厌氧接触反应器(AC)、上流式厌氧污泥床(UASB)、升流式固体床(USR)等,但多数为全混工艺^[3],其中CSTR适用于畜禽粪污发酵工艺。欧洲沼气工程技术主要以高浓度有机废弃物联合消化工艺为主,绝大多数配备热电联产系统。CSTR工艺是先对各类畜禽粪便及其他高产气量的有机废弃物进行预处理,调整进料TS浓度在8%~13%范围内,进入带有机机械搅拌的CSTR反应器,不同种类畜禽粪污VS产气率在 $0.25 \sim 0.5 \text{ Nm}^3/\text{kg}$ 之间^[4]。德青源沼气工程采用全混式厌氧反应器,在沼气发酵罐内采用搅拌和加温技术,这是沼气发酵工艺中的一项重要技术突破。搅拌装置使发酵原料和微生物完全混合,搅拌和加热使沼气发酵速率大大提高。固体浓度高可使畜禽粪便污水全部进行沼气发酵处

理。此工艺处理量大,产沼气量多,便于管理,易启动,运行费用低。由于这种工艺适宜处理含悬浮物高的畜禽粪污染污和有机废弃物,具有其他高效沼气发酵工艺无可比拟的优点,现已经在欧洲等沼气工程发达地区广泛采用。

3.3 沼气脱硫技术

由于厌氧发酵产生的沼气硫化氢含量大,未经处理的沼气不符合发动机气体品质的要求,沼气直接进入发动机会对后端的设备产生腐蚀作用;同时,其水分、含尘量、压力、温度等均不符合机组要求,会引起机组功率波动、机组敲缸、停机甚至爆炸。所以利用沼气前都必须对沼气进行必要的脱硫、脱水、除尘等处理。常用的脱硫方法有干法脱硫、湿法脱硫及生物脱硫方法,目前在大型的脱硫工程中,一般采用先湿法进行粗脱硫,之后再通过干法进行精脱硫。但是干法脱硫需要定期换料,运行费用高;湿法脱硫工艺复杂,需专人值守,设备需要保养,而且物理和化学湿法脱硫方法均存在 H_2S 再处理的问题,易形成二次污染。

德青源沼气工程采用生物脱硫工艺,在无色硫杆菌作用下,氧化态的含硫污染物先经生物还原作用生成硫化物或 H_2S ,然后再经生物氧化过程生成单质硫,运用此工艺,沼气中的 H_2S 由1000ppm($1 \text{ ppm} = 10^{-6}$)降至100ppm以下。不需要催化剂和氧化剂(空气除外),不需要处理化学污泥,而且不产生二次污染。

3.4 沼液沼渣综合利用

经过厌氧发酵后的残留物——沼肥(沼液、沼

渣),是一种优质的有机肥料。经过沼气发酵后,各种养分元素基本都保留在剩余物中,而且其中的有机物质分解充分、有效养分释放快,并且保肥效果好,其中水溶性的物质保留在沼液中,而不溶解或难分解的有机、无机固态物等则保留在了沼渣中,并且在沼渣表面还吸附了大量可溶性有效养分。所以沼渣含有非常全面的养分元素和丰富的有机物质,具有速缓兼备的肥效特点。与未发酵禽畜粪便和堆沤肥相比,沼肥是一种富含养分且很有实用价值的有机肥料。沼肥具有广泛的应用前景:a. 沼液用于各种农作物、果园、饲料地的优质液态有机肥料;b. 沼液用于无土栽培营养液;c. 沼渣用于蔬菜大棚土壤修复剂。

4 效益分析

4.1 社会效益分析

北京德青源沼气发电项目为养殖场普遍存在的粪尿处理问题找到了科学的解决办法,畜禽场周围的环境问题也因此得到很大程度的改善,成为养殖场粪尿处理问题解决的典范,将原来的污染物变成有机肥料,变废为宝。沼液和沼渣能增加土壤有机质、碱解氮、速效磷及土壤酶活性,使作物病害减少,降低农药使用量 77.5%,提高农作物产量和品质,促进了有机种植业的发展,创造就业机会,促进农民增收。德青源沼气发电工程得到了国内外专家及领导的好评,被 CNN、半岛电视台、凤凰卫视等国内外媒体争相报道,为我国在国际上争取温室气体减排与可持续发展话语权提供了坚实的案例支持。

4.2 生态效益分析

德青源沼气发电工程利用鸡舍每天所产生的 212 t 鸡粪及 300 多吨生产和生活污水进行发酵,发酵后沼气用于发电,沼液和沼渣通过订单农业的模式出售给当地的农民作为有机肥料,真正实现了整个生态园区鸡粪及污水的零排放。每年实现二氧化碳减排 8.4 万 t,通过推广使用沼肥,减少农业化肥使用,促进低碳农业发展。

4.3 经济效益分析

德青源沼气发电工程不仅具有良好的社会效益及生态效益,而且创造了显著的经济效益,包括电力收入、清洁发展机制(CDM)收入、沼肥收入及供气收入等,沼气发电并入国家电网,不仅有基本电价收入而且还有国家发展和改革委员会的补贴,通过减排创造的 CDM 收入可观,沼液沼渣一部分直接或者

加工后出售给农民,一部分用于发展有机种植园,提高蔬果的品质及产量,创造了良好的经济效益。

5 我国发展大型养殖场沼气发电工程前景展望与建议

5.1 我国发展大型养殖场沼气发电工程前景展望

与欧美国家相比,中国的农村沼气起步较晚,但由于政策和资金的倾斜使其发展速度较快。据农业部统计数据显示:截至 2008 年年底,我国畜禽养殖场沼气工程达 39 510 处,总池容 451.476 万 m^3 ,年产沼气约 5.2 亿 m^3 。其中:大型沼气工程 2 761 处,年产沼气约 2.7 亿 m^3 ;中型沼气工程 12 864 处,年产沼气约 1.8 亿 m^3 ;小型沼气工程 23 885 处,年产沼气 7 096 万 m^3 。

大型养殖场大中型沼气工程在能源建设、环境卫生建设和肥料建设等方面都有显著的经济效益和社会效益。有机废弃物资源量大,畜牧场发展又很快,沼气工程发展有很大潜力和前景。同时,兴建沼气工程对利用废弃物,变废为宝,大搞综合利用,消除环境污染,发展生态农业都有重要的意义和深远影响。经过多年实践和科技事业的发展,已有许多能承担大中型沼气工程的研究设计力量和施工队伍,具有成熟的经验和先进技术,为我国兴建沼气工程开辟了更广泛的前景。

5.2 我国大型养殖场大中型沼气工程建设的几点建议

1) 工程设备标准化。在大中型沼气工程中,应抓紧对相关设备制定行业标准,包括厌氧消化器,脱水、脱硫净化装置,新型储气设备等。

2) 设备生产专业化。沼气工程发达国家的工艺和技术装备已趋于成熟,达到了设计标准化、产品系列化、生产工业化,相关的发电设备、机械搅拌装置、自动控制系统、余热利用技术等已开始进入专业化和制造阶段,工程自动化程度比较高,计算机技术、模型预测(产量等)工具广泛应用于大中型沼气工程。而我国沼气工程装备技术方面还有一些技术瓶颈需要解决,设备专业化生产有利于降低生产成本并保证工程质量。

3) 统筹规划,精心设计,监理规范化。沼气工程需要合理的工艺技术和严格的密封措施,要请有实践经验的工程技术人员承担设计和施工建设。既要使发酵装置产气量高,又要考虑减轻环境污染。重视工程设计标准和施工质量,严格按标准规范进

行施工和验收。同时,要培训沼气技术管理人员,加强运行管理,确保沼气建设、管理、运营的完善和优化。

4)加强科研与技术交流。大中型沼气工程是一个新兴的产业,又是跨行业多学科的系统工程,涉及建筑设计、发酵技术、热工、仪表和化验分析等多学科技术。针对畜禽养殖场大中型沼气工程存在的问题,重点加强国外先进技术的引进,对重点关键技术进行科研攻关,总结分析,消化吸收先进工艺和装置技术。重视人才培养和配备,争取科研立项,加强发酵技术研发,选择先进的发酵工艺和反应器结构,提高产气率和降解转化率。同时制订出一套发展沼气的管理办法,使大中型沼气的管理走向

规范化。

参考文献

- [1] 叶安珊.我国农业废弃物资源化问题探讨[J].经济前沿,2008(6):29-31.
- [2] 袁桂兰,邓昌武.大中型沼气工程助推现代农业发展[J].农业环境与发展,2007(3):52-54.
- [3] Sannaa Mohamed Najib. The development of biogas technology in Denmark: Achievements & obstacles[C]//Denmark: Department of Environment, Technology and Social Studies. Denmark: Roskilde University RUC. 2004:11.
- [4] 邓良伟,陈子爱,龚建军.中德沼气工程比较[J].可再生能源,2008,26(1):110-114.

Analysis of the large farms biogas projects —take the Beijing Deqingyuan Biogas Project as an example

Pan Wenzhi

(Beijing Helee Bio - Energy Technology Co., Ltd., Beijing 100081, China)

[Abstract] Combining the large and medium scale biogas project at home and abroad, taking the Beijing Deqingyuan Biogas Project as an example, the process that can turn the rural waste into treasure was introduced, and rural energy solutions were project. Combining with existing problems of biogas project, several recommendations to make the large and medium biogas project to be standardization were also put forward.

[Key words] biogas project; Deqingyuan Biogas Project; core technology; prospects and advises