

新型沼气发生系统太阳能加热效果研究

张楠¹, 崔昌龙¹, 王伟¹, 苏戈²

(1. 黑龙江省农业科学院 农村能源研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院 信息中心, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:从太阳能加温装置与小型沼气发酵系统相结合入手, 验证了哈尔滨地区仅利用太阳能在冬季为沼气发酵增温的可行性, 旨在完成 2 种可再生能源的合理搭配、综合利用, 克服北方沼气传统生产法的不足。

关键词:沼气发酵; 太阳能加温; 保温措施

中图分类号: S216.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2010)08-0131-02

温度是沼气发酵的一个关键因素, 在相同的发酵条件下, 不同的发酵温度最终决定了沼气的产气量。黑龙江省地处高寒地区, 寒冷天气长达 150 d 左右, 冬季最冷的月份平均气温可达 $-22\sim-18^{\circ}\text{C}$, 全年地下 2 m 深处的地温不超过 10°C 。如果按常规做法建沼气池, 就会出现产气率低, 原料降解慢等一系列问题, 冬季池容产气只有 $0.1\sim0.2\text{ m}^3\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$, 严重影响沼气利用模式在高寒地区的推广应用。而太阳能在所有可再生能源中具有最大的资源潜力, 石油、煤炭、天然气和核矿藏终将枯竭, 充分利用太阳能具有持续供能和环保双重意义。而现在利用太阳能提高产气量技术已研发成功, 具有广阔的发展空间。

为此, 在没有其它辅助加热方式的情况下, 仅

利用太阳能给反应系统加热并配以相应的保温系统, 可以消除高寒气候条件对发酵的影响, 有效提高沼气的产量。从节能、环保、节约等角度为解决沼气池在北方地区发酵温度低的问题开创一个新思路。

1 新型太阳能沼气发生系统的构成

1.1 装置简介

研究装置为自行设计制作的太阳能沼气发生系统, 主要由罐体、加热系统、保温系统、循环系统、监测系统 5 部分组成, 地点在黑龙江省农业科学院农村能源研究所实验基地院内。

该系统的主罐体由不锈钢板焊接制作, 总容积 5 m^3 , 上方设入孔及取样口, 但不单独设进出口。罐体外侧采用 18 cm 厚苯板及珍珠岩保温, 以发泡剂填缝。循环系统主体为循环污水泵, 其兼具循环搅拌和进出料的功能, 也是该装置的一个关键技术。

系统的加热装置主要由太阳能加热管及加热

收稿日期: 2010-05-26

第一作者简介: 张楠(1981-), 男, 黑龙江省哈尔滨市人, 学士, 研究实习员, 从事农村能源开发与应用研究。E-mail: zhangnan_321@yahoo.cn。

间短, 产气量高, 消耗的能量少, 所以干发酵选用中温发酵比较合适。

3 结论

研究表明, 以秸秆为主要原料的干法发酵产沼气在技术上确实可行, 且经过对发酵过程各项技术参数的优化组合, 可在一定程度上克服传统湿式发酵方法的系列问题。另外, 由于研究是在较理想的恒温条件下进行的, 并且根据试验情况主要进行了定性分析, 所以与实际生产过程有一定的差别, 但在理论上揭示了发酵原料的产气规律, 为秸秆资源化利用提供了理论依据, 对净化环境、解决秸秆焚烧具有一定的促进作用。

参考文献:

- [1] 周俊虎, 戚峰, 程军, 等. 秸秆发酵产氢的影响因素研究[J]. 环境科学, 2007, 28(5): 1153-1157.
- [2] 张雪松, 朱建良. 秸秆的利用与深加工[J]. 化工时刊, 2004(5): 1-5.
- [3] 石磊, 赵由才, 柴晓利. 我国农作物秸秆的综合利用技术进展[J]. 中国沼气, 2005, 23(2): 11-18.
- [4] 周孟津, 张榕林, 蔺金印. 沼气实用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [5] 李燕红, 林钰, 杏艳, 等. 农作物秸秆废弃物厌氧发酵生物制氢的研究[J]. 环境科学与技术, 2006, 29(11): 8-9.
- [6] 南艳艳, 邹华, 严群, 等. 秸秆厌氧发酵产沼气的初步研究[J]. 食品与生物技术学报, 2007, 26(6): 65-68.
- [7] 张全国. 沼气技术及其应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

水箱构成,利用了太阳能热水器的构造原理,并实现冷热水的自动循环。为保证加热水箱与料液之间的换热效率,将水箱制作为六边环形,内置在发酵主罐体内,水箱容积 0.26 m^3 。系统内设 3 个温度监测点,分别为加热水箱内(测点 1)、罐体中心(测点 2)、罐体边缘(测点 3)。

1.2 发酵原料

发酵原料是冬季冻牛粪,经室内储存融化后使用,取自哈尔滨市松花江奶牛场,接种物为以牛粪为原料自行培养的厌氧污泥。为验证太阳能加热系统及保温系统在寒冷季节的应用效果,试验选在哈尔滨冬季最冷的 1、2 月份进行。试验开始时一次性加入牛粪(干物质含量 20%)1 580 kg,加入自来水约 2.3 t,使料液的浓度在 8% 左右。

2 太阳能加热效果及分析

试验实际观察监测期为 60 d,由于太阳能管束对太阳光的吸收有效时间为白天日出时间,所以试验观测为 8:00~16:00,每隔 1 h 记录 3 个探头温度情况。另外,试验受天气阴晴等状况影响,分析数据采用试验过程中相对稳定、典型的时间来进行,具有一定代表性。

2.1 系统 1 日内温度变化情况

表 1 数据取自 2009 年 1 月 2 日 8:00~3 日 8:00,期间天气晴,室外气温最高 -9°C 、最低 -22°C 。从表 1 中可以看出,加热水箱中温度变化情况与气温每日的变化规律基本一致,只是时间稍有错后。在清晨 8:00 后水箱温度逐渐上升,11:00 过后温度上升加快,直至 13:00~14:00 时达到最高,之后缓慢下降。而罐体温度相对较稳定,均随着水箱温度的升高缓慢上升,但测点 2 温度白天上升稍快,测点 3 温度上升时间主要为夜间。

表 1 1 日内不同时间点的温度情况
(连接加热设备) $^\circ\text{C}$

时间	测点 1	测点 2	测点 3
8:00	10	8	6
9:00	10	8	6
10:00	11	8	6
11:00	12	8	6
12:00	14	8	6
13:00	18	9	6
14:00	20	9	6
15:00	19	10	7
16:00	18	10	7
次日 8:00	15	10	9

2.2 系统加热周期内温度变化情况

试验开始后,首先不采取任何加热措施,观察了罐体内 10 d 的温度变化情况。结果发现,装料封盖后罐内温度为 12°C ,随后温度逐日下降,5 d 后罐内温度逐渐稳定在 $5\sim 6^\circ\text{C}$ 。说明系统内热量达到平衡,保温措施效果良好。

随后连接太阳能加热装置,对系统进行升温,数据采集自 2009 年 1 月 7 日 8:00~16 日 8:00。因为在此期间室外气温较稳定,始终维持在 -11°C (白天最高)~ -23°C (夜间最低气温),期间有 2~3 d 为阴转多云天气,但整体影响不大。

由表 2 可知,加热水箱、罐体中心及边缘平均日升温分别为 0.8 、 0.7 和 0.5°C ,且是连续稳定的过程,其中第 4 天温度有所下降是受阴天影响。另外监测 3 点间存在较明显温差是由于为准确观察沼气发酵罐内温度的变化情况,在升温期间未开启循环搅拌系统。

表 2 发酵系统 10 d 的温度变化情况 $^\circ\text{C}$

观测日期	测点 1	测点 2	测点 3
01-07	16	14	13
01-08	16	15	13
01-09	18	16	14
01-10	17	16	13
01-11	18	17	14
01-12	19	17	15
01-13	20	18	15
01-14	22	19	16
01-15	23	19	17
01-16	24	21	18

3 结论

研究历时 2 个月,采用 0.26 m^3 太阳能加热水箱为容积 5 m^3 的沼气发酵装置进行升温试验取得了明显的效果:(1)证明了即使在哈尔滨地区冬季最冷的 10 d 时间,该加热系统仍可使沼气发酵装置内温度持续稳定上升;(2)通过整个试验周期的观察,该系统冬季可每日升温 $1\sim 2^\circ\text{C}$ 。(3)达到以上试验结果的前提必须是该沼气发生系统的保温措施效果良好。

沼气发酵的温度控制是黑龙江省沼气事业发展的关键环节,利用可再生能源,尤其是资源量巨大的太阳能为沼气发酵提供温度保障的前景广阔,同时也是一种必然的选择,该研究验证了这种选择的可行性,可进行深入研究。

参考文献:

- [1] 郑爱平,张旭.太阳能沼气池[J].建筑节能,2008(4):58-60.
- [2] 石磊,陈立东,马淑英,等.太阳能加热型玻璃钢沼气池的研制[J].农机化研究,2008(8):81-83.
- [3] 丁羽,周岭,李传峰.新型太阳能恒温沼气反应罐的设计[J].农机化研究,2007(3):49-53.
- [4] 杨海玉.户用全封闭沼气发酵罐的研究及应用[J].可再生能源,2005(6):9-11.
- [5] 马春生.主动式温室太阳能地下蓄热系统的研究[D].太谷:山西农业大学,2003.
- [6] 刘树民,韩靖玉,岳海军,等.中国北方寒冷地区沼气的综合开发利用[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2002,12(2):83-85.
- [7] 吴创之,马隆龙.生物质能现代化利用技术[M].北京:化学工业出版社,2003:80-81.
- [8] 焦庆余.以沼气为纽带北方庭院能源生态系统工程技术[J].农村能源,1995(2):17-21.