

# 寒地高效户用沼气罐发酵工艺的研究

裴占江, 边道林, 王大蔚, 刘杰

(黑龙江省农业科学院 农村能源研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**以户用沼气罐为基础,以牛粪为发酵底物,进行中温发酵,结果表明:连续加温,温度最高可升高到45℃,在加热到35℃后,温度一直维持在30℃左右;户用沼气罐持续产气42d,累计产沼气8.7m<sup>3</sup>,日平均产气率为0.26m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup>,产气高峰时最高日产气率0.5m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup>;一次投料后罐体发酵进入30d后产气量逐渐降低,说明原料中可分解利用的有机质含量减少,如需维持产气高峰应在发酵30d前适时补充发酵原料。

**关键词:**沼气罐;寒地;发酵工艺

中图分类号: S216.4 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)06-0125-02

## Study on the High Effective Household Biogas Digesters Anaerobic Fermentation System in the High-cold Region

PEI Zhan-jiang BIAN Dao-lin, WANG Da-wei, LIU Jie

(Rural Energy Resources Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** The text is based on the household biogas digesters, in cow dung for anaerobic fermentation on middle temperature. It is showed that continue warming up the highest temperature could up to 45℃, when temperature up to 35℃, the temperature keep 30℃ all the time; household biogas digesters produce biogas in 42 days the whole measured biogas production was 8.7 m<sup>3</sup>, the average measured biogas production was 0.26 m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup>, the highest biogas production was 0.5 m<sup>3</sup>·d<sup>-1</sup>; after 30 days the biogas production begin reducing, it's to say, the organic content could be used in the material was reduced, if keeping the biogas production, you must supply the cow dung before 30 days.

**Key words:** biogas digesters; high-cold region; fermentation system

以发酵罐体体积小、适用高寒地区、产气率高等方面为突破口,打破了传统的北方能源生态建设模式,自行设计、研制地上沼气发酵装置,适合北方寒地低温气候条件下使用的半自动户用沼气罐。通过对沼气发酵工艺深入、细致的研究,有效提高冬季沼气发酵罐内原料分解、利用率,显著提高装置的池容产气率,做到满足冬季农村户用沼气能所需。此项研究的结论将大大推进黑龙江省农村在沼气能源方面的应用,为今后大、中型沼气的建设提供必要的理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 菌种

混合菌:由黑龙江省农业科学院农村能源研究所

从沼气发酵罐中提取沼液自行分离得到。

### 1.2 试验方法与分析方法

1.2.1 TS、VS 采用常规分析法,测定原料、活性接种物发酵前后料液的TS、VS。

1.2.2 半自动沼气发酵罐发酵温度测定 通过自动数显调温控制器每日定时测定罐体内发酵温度。

1.2.3 发酵阶段pH测定 采用pH计测定发酵过程中的pH的连续变化,测试精度为0.01。

1.2.4 COD测定 采用分光光度计法。

1.2.5 气体成分测定 CH<sub>4</sub>含量的测定采用气相色谱仪,气相组分由气相色谱仪(GC-7890A,美国安捷伦科技有限公司生产)测定,使用热导检测器(TCD);气化温度100℃,柱温50℃,检测器温度250℃;高纯氮气、氢气为载气,流量为30 mL·min<sup>-1</sup>。通过外标法定量分析气体中各组分的含量。H<sub>2</sub>S含量的测定采用亚甲基酚蓝分光光度比色法。

收稿日期:2009-08-27

基金项目:哈尔滨市科技创新人才研究专项资金项目(RC2009QN008006);黑龙江省农业科学院创新工程资助项目

第一作者简介:裴占江(1980),男,黑龙江省人,硕士,研究实习员,从事可再生能源研究。E-mail: neaupzj@163.com。

通讯作者:刘杰, E-mail: lujie1677@126.com。

## 2 结果与分析

### 2.1 户用沼气罐沼气发酵系统的结构

沼气罐结构见图1, 沼气发酵罐罐体采用PVC板质结构, 容积 $1\text{ m}^3$ , 罐体上设有气压表、出料口、进料口、温度传感器等。沼气罐上部设有进料口、温度传感器, 出料口在沼气罐底部。沼气罐内设有蛇形盘管, 两端与沼气锅炉相连接, 实现循环加热的目的。

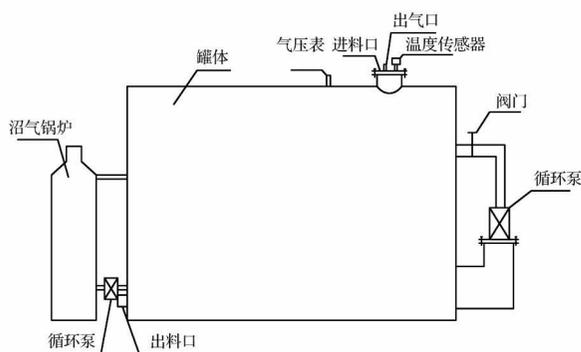


图1 沼气罐结构示意图

### 2.2 温度与产气体积间关系

由图2可知, 在加温 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 后的3 d内, 发酵罐内温度超过 $45\text{ }^\circ\text{C}$ ; 此后将温度控制器设定在 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 中温发酵, 在罐体发酵9~19 d内, 罐体温度维持 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 中温发酵, 产气规律同时也趋于稳定, 产气量维持在 $0.13\sim 0.26\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ 由此可看出, 发酵温度恒定对于产气稳定起着关键性作用。

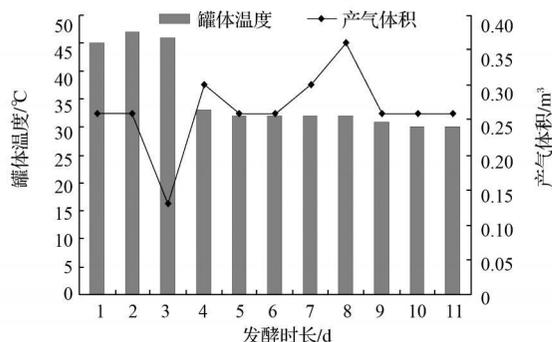


图2 发酵温度与产气体积间关系

### 2.3 发酵罐整个发酵周期的温度变化

由图3可知, 在一次性加温 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 后, 发酵罐内温度在随后的3 d中温度自然升高, 此后温度一直维持在 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 左右, 这也是维持中温发酵的理想温度, 稳定的温度是获得高产气率, 减少原料滞留期的关键因素。因此, 在罐体一次性加温后, 做好保温, 使得能量尽可能少地向外界损失, 这样维持罐体中温发酵的电能损耗也将大大降低。

### 2.4 发酵启动后罐体在整个周期内产气情况

由图4可知, 户用沼气罐总投料量的理论产气总量为 $12\text{ m}^3$ , 截至记录停止, 户用沼气罐已持续产气42

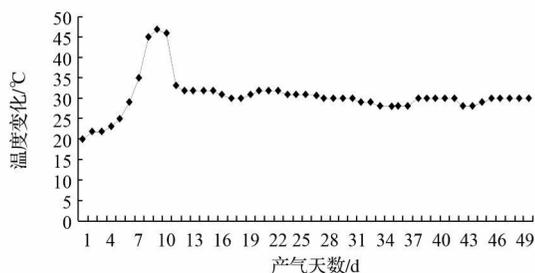


图3 发酵过程中的温度变化

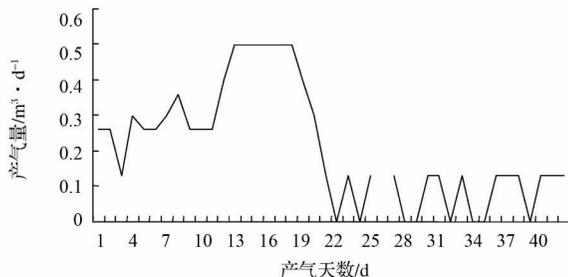


图4 发酵过程中的产气情况

d 累计产沼气 $8.7\text{ m}^3$ , 日平均产气率为 $0.26\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ , 产气高峰时最高日产气率 $0.5\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ 。

## 3 结论

3.1 自行设计保温、加温半自动户用沼气罐及相应配套的沼气发酵装置, 容积 $1\text{ m}^3$ , 水循环加热, 循环泵密闭循环搅拌。

3.2 连续加温, 温度最高可升高到 $45\text{ }^\circ\text{C}$ , 在一次性加温 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 后, 发酵罐内温度在随后的3 d中温度自然升高, 此后温度一直维持在 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。

3.3 户用沼气罐持续产气42 d, 累计产沼气 $8.7\text{ m}^3$ , 日平均产气率为 $0.26\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ , 产气高峰时最高日产气率 $0.5\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ 。

3.4 一次投料后罐体发酵进入30 d后产气量逐渐降低, 说明原料中可分解利用的有机质含量减少, 如需维持产气高峰应在发酵30 d前适时补充发酵原料。

### 参考文献:

- [1] 韩阳. 东北地区沼气池增温的问题及对策[J]. 黑龙江科技信息, 2007(17): 143.
- [2] 鄂佐星, 周曙光, 冯江, 等. 高寒地区户用秸秆燃气采暖锅炉的设计及试验[J]. 可再生能源, 2004, 116(1): 28-30.
- [3] 柳自强, 王新成, 南瑛. 户用沼气池使用效果差的主要原因[J]. 农民科技培训, 2006(1): 12.
- [4] 史立山. 中国能源现状分析和可再生能源发展规划[J]. 可再生能源, 2004, 116(5): 1-4.
- [5] 孙静. 严寒地区利用太阳能加热制沼气的实验研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士论文, 2006: 3-7.
- [6] 张艳丽. 我国农村沼气建设现状与发展对策[J]. 可再生能源, 2004, 116(4): 5-7.
- [7] 朱洪光. 中国沼气产业发展展望[J]. 新能源产业, 2007(3): 8-12.
- [8] 张茂成, 翟胜祥, 朱瑞洪. 21世纪农村沼气发展新趋势[J]. 可再生能源, 2004, 116(4): 55-56.