

太阳能沼气池

郑爱平, 张旭

(长安大学, 西安 710061)

摘要: 我国农村户用沼气池大都采用常温发酵。由于发酵温度随四季气温的变化而变化, 所以冬春季节沼气池产气率不足的问题, 是目前农村普及沼气技术亟待解决的问题之一。详述了太阳能沼气池的结构和工作原理, 并通过经济分析, 说明将太阳能热水供给技术与沼气池技术改造相结合, 利用太阳能热水循环技术提高沼气池冬季产气率, 降低沼气池一年四季供气量的波动范围, 经济效益显著。太阳能沼气池实现了炊事用能、照明、冬季采暖等沼气供给和太阳能热水供应一体化, 是解决农村能源紧缺问题, 改善农民生活、生产条件, 促进农业产业结构调整, 保护农村生态环境, 繁荣农村经济, 增强农村可持续发展能力的重要举措。

关键词: 太阳能; 沼气池; 技术改造; 可持续发展

中图分类号: TU833.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-7237(2008)04-0058-03

Solar Energy Methane-Generating Pit

ZHENG Ai-ping, ZHANG Xu

(Chang'an University, Xi'an 710061, China)

Abstract: Most of methane-generating pit in the country ferments on ordinary temperature. Because the ferment temperature waves along with season temperature, biogas is not enough in spring and winter. And this is the biggest obstruction to popularize methane-generating pit. The structure and the principle of methane-generating pit were described. According to the economic analysis, the result shows that the combination of the solar energy hot water supply technology and methane-generating pit technological transformation which can enhance the efficiency of the methane-generating pit in winter by using the solar energy hot water circulation and reduce the undulation scope of methane supply by the methane-generating pit throughout the year. And great economic benefit was obtained. The solar methane-generating pit can realize the integration of the methane supply and the solar energy hot water supply, which can provide the energy used in the kitchen, illumination and heating in winter. Therefore, energy scarcity problem of the countryside will be solved. The farmer living and working condition will be improved. The countryside industrial structure adjustment will be promoted and the countryside ecological environment will be protected. And the integration also can make the rural economy prosperous and strengthen the ability of sustainable development in the countryside.

Key words: solar energy; methane-generating pit; technological transformation; sustainable development

0 引言

我国是沼气开发利用较早的国家之一。早在 20 世纪 20 年代, 当绝大多数城镇均无电力供应的时候, 我国人民已经开始制取沼气为一些商店、寺庙提供照明。1929 年夏季一位叫罗国瑞的归国留学生在汕头开设了我国第一个沼气商号“国瑞瓦斯灯商行”, 后来在十几个省建立了分行, 沼气池遍及全国 13 个省份。

20 世纪 80 年代我国沼气事业再次掀起新高潮, 在人民政府的大力支持下, 对沼气发酵原理和应用技术进行了大量的研究工作, 取得了许多出色的研究成果。通过国际的学术交流以及对沼气发酵的微生物学原理研究, 先后分离出几十种甲烷菌, 在沼气发酵工艺方面基本上达到了世界先进水平^[1]。

目前全国已经建成户用沼气池 1800 万座, 沼气

总产量已经达 63.5 亿 m³, 相当于替代 1090 万 t 标准煤的能源消耗和 396.2 万 hm² 林地的年蓄积量。全国大、中型沼气工程已建成 1100 多处, 向 16.4 万户居民集中供应管道沼气。城镇建设了 8 万多处生活污水净化沼气池, 总池容量达 280 万 m³, 可处理 280 万人的生活污水。根据我国农村沼气建设发展规划, 到 2010 年, 全国农村户用沼气达到 4000 万户, 适宜农户普及率达到 28.4%, 到 2020 年力争使适宜农户普及率达到 70%, 基本普及农村沼气^[2]。

沼气的产气量与沼气的发酵温度密切相关。当发酵温度为 50~60℃ 时, 沼气细菌特别活跃, 有机物分解快, 产气率高, 每立方米料液每天可产气 20 m³ 以上, 称为高温发酵, 高温发酵的最适宜温度是 53℃ 左右。当发酵温度为 30~35℃ 时, 沼气细菌也比较活跃, 有机物分解较快, 每立方米料液每天可产气 1 m³ 以上, 称为中温发酵, 中温发酵的最适宜温度为 35℃。

收稿日期: 2007-12-23; 修回日期: 2007-12-26

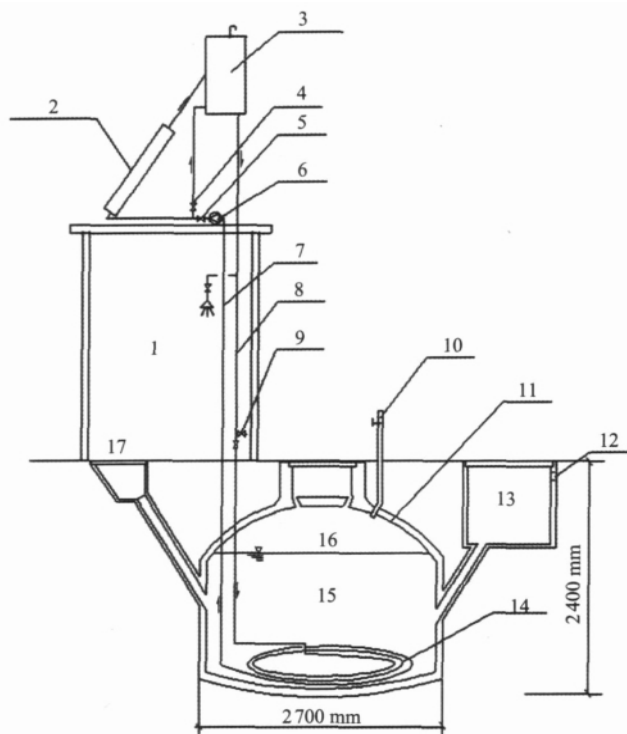
基金项目: 西安市科技计划 - 农业攻关项目(GG06138)

左右。当沼气池发酵温度在自然变化的温度下进行
时,称为常温发酵,常温发酵温度一般在 30 以下,
最适宜温度为 15 左右。为了保证正常的产气率,发
酵温度不宜低于 10 。

我国农村的沼气池,因为受各种条件限制,大都
采用常温发酵。由于发酵温度随四季气温的变化而变
化,所以在冬春季节,当室外气温低于 15 时,就会
影响沼气池的产气率。因此,冬春季节沼气池产气量
不够用的问题,是农村户用沼气池当前亟待解决的关
键性问题之一。

1 太阳能沼气池的构造和工作原理

太阳能沼气池见图 1 所示,由沼气池本体以及热
水循环系统组成。



1.洗浴、卫生间;2.太阳能集热器;3.贮热水箱;4.旁通阀;5.控制阀;
6.循环泵;7.循环管;8.下降管;9.补水管;10.导气管;11.沼气池;
12.溢流口;13.水压间;14.换热盘管;15.发酵间;16.贮气间;17.进料口

图 1 太阳能沼气池工作原理图

Fig.1 Operational Principle of Solar Energy Methane-Generating Pit

沼气池本体由发酵间、贮气间、水压间、进料口等
组成。进料口上方建有浴室、卫生间以及猪栏、鸡舍
等。太阳能热水循环系统由太阳能集热器、贮热水箱、
热水循环泵、循环管道、换热盘管、控制阀门以及补水
管等组成。换热盘管敷设在沼气池底部,沿池壁呈螺
旋环状布置。

冬、春寒冷季节,当室外气温低于 15 时,打开
热水循环泵出口的控制阀,启动热水循环泵,使储存在
贮热水箱中的太阳能热水,通过下降管进入沼气池
底部换热盘管,与发酵池内的发酵原料进行热量交
换,从而提高沼气池发酵温度。热水经过换热盘管换
热之后,温度下降,再通过循环管由热水循环泵送入

太阳能集热器,吸取太阳热能,进入热水贮水箱,如此
不断循环,利用太阳能,提高沼气池冬、春季节发酵
温度,从而提高产气率。

夏秋炎热季节,或不需要向沼气池供热的时候,
关闭热水循环泵出口的控制阀,停止热水循环泵的运
行,打开旁通阀,贮热水箱中的热水不再进入沼气池,
而使太阳能集热器与贮热水箱组成一套自然循环式
热水系统,通过自然循环将太阳热量贮存在贮热水箱
中,为人们提供洗浴用生活热水。

2 太阳能沼气池经济性能分析

在农村新建 1 座 8~10 m³ 户用太阳能沼气池,
集猪栏、鸡舍、厕所、浴室等辅助建筑物与太阳能集热
器于一体,猪栏上建鸡舍,猪栏旁建厕所,厕所旁建浴
室,浴室顶上建太阳能集热器,猪圈下建沼气池,鸡粪
落下来喂猪,猪粪下池产沼气,沼气供炊事、照明、冬季
采暖,沼液饲养家畜家禽,沼肥下田种粮种菜,秸秆、谷
糠不但可以喂猪,还可以作为沼气池投料提高产气率;
太阳能集热器为沼气池提供动力,同时为人们提供生
活热水。如此一座集沼气供给和太阳能热水供应一体
化的太阳能沼气池,冬春季节太阳能贮热水箱的供水
设计温度为 45 ,回水温度为 35 ,换热盘管及循环
管道均采用公称直径为 DN20 的交联聚乙烯管,使沼
气池发酵温度保持在 15 左右,并且考虑沼气池池体的
耗热量,通过热力计算,可以得到所需换热盘管的长度
约为 52 m,即敷设在沼气池底部的换热盘管,须沿池
壁呈螺旋环状布置 7~8 圈。考虑沼气池以及附属建筑
物的建筑材料费、太阳能热水循环系统材料费、沼气灶
具、灯具、采暖设备及配套材料、电气控制材料、安装
施工等费用,大约需投入资金 8350 元。

8~10 m³ 太阳能沼气池,预计年产沼气体积 18826 m³,
年产沼肥约 131.4 m³,沼气按 0.8 元/m³ 计,全年可获
益 1506 元。每 10 t 沼液其肥效相当于硫酸铵 20 kg+
过磷酸钙 16 kg+ 氯化钾 6 kg;每 t 沼渣相当于氮素
3~4 kg,磷 1.25~2.5 kg,钾 2~4 kg。有关计算数据表
明,每个农户使用沼气后所创造的经济收入每年可达
3755 余元^[3]。用于建造太阳能沼气池的总投资大约可
以在 2.2 年内收回。

太阳能沼气池充分利用了时间、空间和劳动力,
实现了以太阳能为动力,以沼促粮,以粮促畜,以畜促
沼的良性循环。我国是一个具有太阳能开发潜力的国
家,沈阳—北京—石家庄—太原—成都—昆明—线以
西和以北地区大气透明度都在 4 级以上,尤其是西藏、
新疆、甘肃、青海、宁夏等地区的日照率大多都在
50%以上^[4],且日照时数长而辐射强度高,在太阳能利
用研究领域很有发展前途。

3 影响沼气池产气率的其他因素

沼气池的产气率还与发酵原料的充足与否有关。

沼气细菌的正常生命活动需要有两种足够的营
养物质:一种是碳素营养,一种是氮素营养。碳素营养

大多蕴藏在杂草和农作物秸秆中,氮素营养大多集中在人粪尿中。沼气发酵时,这两种营养不但要充足,而且要有适当的搭配,一般要求保持 20:1~30:1 的碳氮比,并满足 6%~10% 的发酵浓度。如果缺碳或缺氮,或浓度不足,都会影响沼气的产生和细菌的正常生长繁殖。

冬季杂草枯萎,农作物秸秆缺乏,沼气池因为碳素原料供应不足而致产气量大大下降,这也是造成冬季沼气不足的重要原因之一。为此,要及早做好沼气池越冬备料工作:夏季采集大量杂草和农作物秸秆,并将其切碎埋土堆沤,到秋季分期、分批取出,按适当比例投入沼气池,以供给足够的碳素营养。此外,冬季还应适当提高畜粪比例,增加一些禽粪、豆饼或花生饼等,妥善解决原料搭配失调造成的营养供应不足问题,是提高冬季沼气池产气率的一项重要举措。

沼气是高品质生物质能,其热值约为 $2 \times 10^4 \text{ kJ/m}^3$,属中等发热量可燃气体。据推算,如将农作物秸秆直接用作燃料,一个 5 口之家每天约需消耗 25 kg 秸秆,而将秸秆制成沼气,由于其热效率提高,每天仅需消耗 14.4 kg 秸秆,可节省燃料 42.4%^[5]。

4 结语

农村沼气建设联结了农村生产、生活和生态三个环节,涉及农业和农村经济发展、农产品质量安全、农村生活能源利用、农村公共环境卫生、农村生态建设、农村环境保护等六大领域,已经成为各级政府落实“三个代表”重要思想为民办实事的重要举措,为解决“三农”问题和推进农村全面小康建设的重大工程措施。

农村办沼气,除了解决农民烧柴难的问题之外,还扩大了肥源,提高了肥效,增加了饲料,促进了养猪、养鱼等家庭副业的发展。同时,改进了农村卫生条件,起到了美化环境、减少疾病、促进人体健康的重要作用。

太阳能沼气池集各功能建筑物于一体,实现了沼气供给和太阳能热水供应一体化,具有良好的生态、环保、经济等社会综合效益和广阔的发展前景,既符合国家生态环境综合治理的要求,又能紧密结合本地经济发展实情,对发展现代生态农业,提高农民生活水平和生活质量有着重大的现实意义,具有切实的可行性、必要性的和使用价值。

参考文献:

- [1] 张密.从突尼斯看发展中国家推广中国沼气技术的前景[J].中国沼气,2003,21(4):50-52.
(ZHANG Mi. Foreground of Extension of Chinese Biogas Technology in Developing Country[J]. China Biogas,2003,21(4):50-52.)
- [2] 王锡吾.中国沼气技术与展望[J].农村能源,2000,94(6):19-22.
(WANG Xi-wu. Development and Prospect of Chinese Biogas Technology [J]. Rural Energy,2000,94(6):19-22.)
- [3] 刘亚洁.沼气技术的应用效果及其作用[J].江西农业科技,2000(6):46-48.
(LIU Ya-jie. Effects and Functions of Using Biogas[J]. Jiangxi Agricultural Science & Technology,2000(6):46-48.)
- [4] 郑爱平,张俊礼.太阳能供暖与蒸发冷却技术适用性分析[J].长安大学学报:建筑与环境科学版,2003,20(3):52-54,60.
(ZHENG Ai-ping, ZHANG Jun-li. Analysis of Applicability of Solar Energy Heating and Evaporation Cooling in China[J]. Journal of Chang'an University: Architecture and Environment Science Edition,2003,20 (3): 52-54,60.)
- [5] 黄飞,何明.沼气在农村能源和环保中的作用[J].农村能源,2000,94(6):25.
(HUANG Fei, HE Ming. Short Discussion on the Function of Biogas on Rural Energy and Environment[J]. Rural Energy, 2000,94(6):25.)

作者简介: 郑爱平(1948),女,山西省夏县人,长安大学建筑环境与设备工程系主任,暖通空调学科教授(zhengaiping48@163.com)。

行业动态与资讯

山东通报建筑节能执法检查情况

本刊讯,为贯彻落实国家、山东省节能减排工作要求,推动墙体材料革新与建筑节能工作健康发展,山东省建设厅、监察厅、财政厅、国土资源厅、经贸委、节能办等部门组成 4 个检查组,对 2006 年以来全省建筑节能、禁止使用实心黏土砖(以下简称“禁实”)和新型墙体材料专项基金(以下简称“专项基金”)征管情况进行了执法检查。

此次共检查辖区城市 17 个,县(市)17 个,抽查工程(小区)119 个,检查组与各市政府分管领导签署整改意见书 17 份,提出整改意见 72 条,对 12 个工程项目责令限期整改,对严重违反国家法律和省政府 181 号令的“菏泽花城经济适用房小区部分住宅楼”和“临清市教育局核算中心办公楼”2 个工程项目提请当地依法予以处罚。从检查的情况看,各地墙体革新与建筑节能工作取得较大进展。

2006 年,全省县城以上城市规划区内建设工程全面执行建

筑节能标准,建成节能建筑面积 3600 万 m^2 ;县城以上城市规划区内建设工程基本实现“禁实”目标,新型墙材生产量达到 270 亿标块,占墙材生产量的比例达到 75%。实现节能 280 万 t 标煤,节地 2935 hm^2 ,利废 2600 万 t,减排 CO_2 744.8 万 t, SO_2 5.6 万 t,为全省实现节能减排目标做出了积极贡献。

各地在工作中创造了许多好经验、好做法,主要体现在组织领导明显加强,政策体系逐步完善,加强工程建设全过程管理,建筑节能实现新突破;“禁实”工作深入开展,墙材革新工作取得新成效;基金征收力度加大,政策调控作用增强;依靠技术进步,技术创新能力显著提高,宣传培训扎实有效,人员素质普遍提高。综合全省建筑节能与墙材革新工作全面情况及发展状况,济南、青岛、烟台、济宁等市总体推进情况较好,泰安、日照、滨州等市工作有了较快进展。

(山东省墙改节能办 韩保华、孟庆良)