

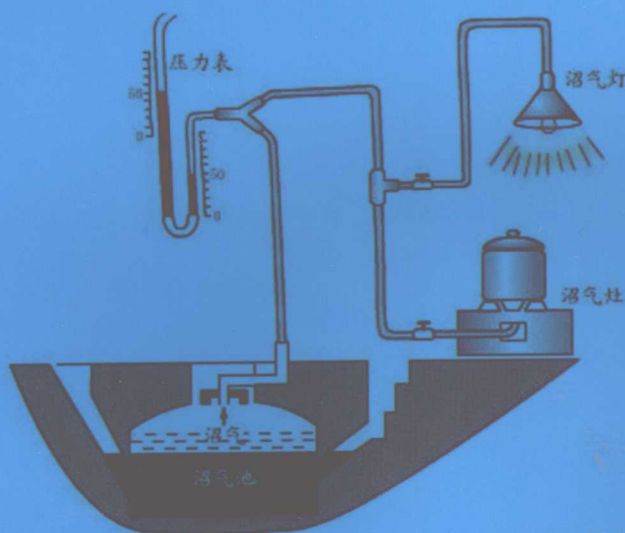
全民科学素质行动计划科普丛书

农村实用技术系列

农村沼气实用新技术

宁夏回族自治区科学技术协会编

NONGCUN ZHAOQI
SHIYONG XINJISHU



宁夏人民出版社

农村沼气实用新技术

宁夏回族自治区科学技术协会编

宁夏人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

农村沼气实用新技术 / 宁夏回族自治区科学技术协会编.
—银川: 宁夏人民出版社, 2006. 12

ISBN 978-7-227-03302-8

I. 农... II. 宁... III. 农村—甲烷—综合利用
IV. S216.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第144833号

农村沼气实用新技术

宁夏回族自治区科学技术协会 编

责任编辑 王 燕

特邀编辑 刘静冰

封面设计 石 磊

责任印制 来学军

宁夏人民出版社 出版发行

出 版 人 高 伟

地 址 银川市北京东路139号出版大厦(750001)

网 址 www.nxcbn.com

电子信箱 angerlaw@hotmail.com

邮购电话 0951-5044614

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏捷诚彩色印务有限公司

开 本 880mm×1230mm 1/32

印 张 3.625

字 数 81 千

印 数 5000 册

版 次 2007 年 5 月第 1 版

印 次 2007 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-227-03302-8/S·185

定 价 6.80 元

版权所有 翻印必究

NONGCUN ZHAOQI SHIYONG XINJISHU

主 编 李锦平

副 主 编 杜可夫 万 韧 (执行) 黄发平

编 著 张平智 李新中 万 韧 刘海茹

XU

序

当前及今后一个时期，农业和农村工作的中心任务是发展现代农业，扎实推进社会主义新农村建设。这是党中央、国务院为解决“三农”问题，促进农业增效、农民持续增收、农村更加和谐发展而提出的重大举措，是一项贯穿于现代化建设全过程的艰巨任务。

发展现代农业，建设社会主义新农村，必须增强农业科技自主创新能力，加快农业科技成果转化应用，提高科技对农业增长的贡献率。为此，就需要大力推广普及农业科技知识，全面提高农民素质，培养造就一大批有文化、懂技术、会经营的新型农民。

为了帮助广大农民提高科技素质、掌握先进适用生产技术，自治区科协组织我区农业界的十多位理论基础深厚、实践经验丰富的专家，用了近一年的时间，编撰了这套农业科普读物。这套丛书，紧扣社会主义新农村建设主题，以农民为服务对象，以推广转化农业科技成果，发展优势产业、特色产业和支柱



产业为重点,全面、系统、分门别类地介绍了种植、养殖和农村新能源建设等方面的先进适用技术。这些都是广大农民非常关注和亟须解决的现实问题,贴近农业生产、贴近农村生活、贴近农民需要。该丛书从编著内容到编著方法,都具有鲜明的特色和很强的创新性,既遵循农业特点,又符合农民的阅读理解水平,基本做到了让农民看得懂、学得会、用得上,是一套很好的农业科普读物。

希望广大农民群众努力学习掌握好这套丛书的知识,掀起讲科学、爱科学、用科学的热潮,积极运用现代科学技术知识,改变传统的生产方式、生活方式和思维方式,大力调整农业经济结构,切实转变经济增长方式,尽快富裕起来。也希望各级组织尤其是农业科技等部门,积极开展科技下乡、送书下乡活动,广泛宣传推广科技知识,及时解决广大农民生产实践中遇到的实际问题,更好地促进科技成果转化应用,为提高农民科学文化素质、推动经济社会发展作出更大的贡献。

于华胜
二〇〇二年四月廿六日

MU LU

目录

- ❖ **第一章 概述**
 - 第一节 什么是沼气 /2
 - 第二节 制取沼气需要的条件 /2
- ❖ **第二章 农村沼气工程与宁夏主要推广的农村能源技术**
 - 第一节 户用农村沼气工程的北方模式 /10
 - 第二节 户用农村沼气工程的南方模式 /15
 - 第三节 目前宁夏正在推广“一池三改”
能源生态模式 /24
- ❖ **第三章 农村沼气工程设计与施工**
 - 第一节 确定沼气池容积和建池位置 /35
 - 第二节 备足、备好建沼气池所需材料 /47
 - 第三节 沼气池产品安装及维护 /50
- ❖ **第四章 沼气池的运行与管理**
 - 第一节 沼气池快速启动 /59
 - 第二节 沼气池的科学管理 /65



第三节 沼气池的安全运行 /68

❖ 第五章 沼气系统常见故障与解答

第一节 沼气发酵故障与解答 /73

第二节 沼气输配系统故障与排除 /80

第三节 输气系统的日常维护内容 /82

❖ 第六章 沼气的综合利用

第一节 沼气综合利用的作用和重要性 /83

第二节 沼气的综合利用技术 /86

第三节 沼液的综合利用技术 /95

第四节 沼渣的综合利用技术 /108

第一章 概 述

农村沼气在宁夏固原地区是从 20 世纪 70 年代末期和 80 年代初期在相关项目(课题)的资金支持下,从研究入手,开始试验、示范直至推广,经过近三十年的探索和实践,逐步形成和找出了一条适合当地农村沼气发展的可行之路。特别是从 2003 年开始,在国家农业部、发改委下达固原市农村沼气“一池三改”国债项目以来,不仅推动了农村沼气建设步伐,更重要的是将农村沼气“一池三改”生态模式科学有效地加以推广,使广大项目户在最短的时间、以最少投资得到最快的回报,成为农民节资增收的有效途径。这一项目的实施,不仅使农民家庭经济收入明显增加,节时省力,保护生态植被,而且促进了农村产业结构的调整,使家庭舍饲畜牧养殖得到快速发展。农村沼气“一池三改”生态模式的推广实施已显现出良好的经济、社会、生态效益,深受广大农民的欢迎。

为了使农村沼气“一池三改”这一生态模式得到更好的推广,被更多的人接受,把宁夏农村沼气技术推进到规范化发展的新阶段。因此,对所涉猎的相关内容逐一介绍,使广大农民从理论上、建设上、操作上、安全上、应用上、维修上等各个环节有一个系统的了解,以便更好的操作使用。



第一节 什么是沼气

沼气是有机物在厌氧条件下经微生物发酵而生成的一种可燃性气体,其主要成分是甲烷和二氧化碳。沼气是一种方便清洁的气体燃料,可以直接进行炊事和照明,也可以供热、烘干、贮粮。这种可燃气体由于最初是从沼泽地中发现的,所以叫做“沼气”。沼液、沼渣是一种高效有机肥和养殖营养料,对其加以利用,可产生显著的综合效益。

第二节 制取沼气需要的条件

人们在观察了沼气泡从沼泽、池塘水面下的污泥中和粪坑的底部冒出的现象以后受到启示,认识到丰富的有机物质在隔绝空气和保持一定水分、温度的条件下,便能生成沼气。于是人们在实验室里,对沼气的产生过程进行了深入研究,逐步弄清了人工制取沼气的工艺条件。那么,满足哪些条件才能制成质好、量多的沼气呢?

一、发酵原料

沼气发酵原料是沼气微生物赖以生存的物质基础,也是沼气微生物进行生命活动和不断地产生沼气的物质基础。沼气发酵原料按其物理形态分为固态原料和液态原料两类,按其营养成分又有富氮原料和富碳原料之分。现将沼气发酵的营养成分分类及特性分别介绍如下。

富氮原料通常指富含氮元素的人、畜和家禽粪便。这类原料

经过了人和动物肠胃系统的充分消化,一般颗粒细小,含有大量低分子化合物——人和动物未吸收消化的中间产物,含水量较高。因此,在进行沼气发酵时,它们不必进行预处理,就容易厌氧分解,而且产气很快,发酵期较短。

富碳原料通常指富含碳元素的秸秆和秕壳等农作物的残余物,这类原料富含纤维素、半纤维素、果胶以及难降解的木质素和植物蜡质。干物质含量比富氮的粪便要高,且质地疏松,比重小,进沼气池后容易飘浮形成发酵死区——浮壳层。为了提高原料的产气速度和利用率,在发酵前一般需要经预处理。富碳原料厌氧分解比富氮原料慢,产气周期较长。

氮素是构成沼气微生物躯体细胞质的重要原料,碳素不仅构成微生物细胞质,而且提供生命活动的能量,发酵原料的碳氮比不同,其发酵产气情况差异也很大。从营养学和代谢作用角度看,沼气发酵细菌消耗碳的速度比消耗氮的速度要快 25~30 倍。因此,在其他条件都具备的情况下,碳氮比例配成 25:1~30:1 可以使沼气发酵在合适的速度下进行。如果比例失调,就会使产气和微生物的生命活动受到影响。因此,制取沼气不仅要有充足的原料(表 1-1、表 1-2),还应注意各种发酵原料碳氮比的合理搭配。农村常用沼气发酵原料的碳氮比、体积与重量换算关系列于表 1-3 和表 1-4,供使用中参考。

表 1-1 沼气池容积与畜禽饲养量的关系

项 目	成猪	成牛	成羊	成鸡
日排粪量(千克)	4.0	20.0	1.0	0.1
粪便总固体(%)	18.0	17.0	75	30.0
6m ³ 沼气池(头、只)	5	1	20	167
8m ³ 沼气池(头、只)	7	2	28	222
10m ³ 沼气池(头、只)	8	3	32	278



二、沼气发酵微生物

沼气发酵微生物是人工制取沼气的内因条件,一切外因条件都是通过这个基本的内因条件才能起作用的。因此,沼气发酵的前提条件就是要接入含有大量这种微生物的接种物,或者说含量丰富的菌种。

表 1-2 生产 1 立方米沼气的原料用量

发酵原料	含水率 (%)	沼气生产转换率 (米 ³ /千克)	生产 1 米 ³ 沼气的原料用量(千克)	
			干重	鲜重
猪 粪	78	0.25	4.00	13.85
牛 粪	80	0.19	5.26	26.21
鸡 粪	70	0.25	4.00	13.85
人 粪	80	0.30	3.33	16.65
稻 草	15	0.26	3.84	4.44
麦 草	15	0.27	3.70	4.33
玉米秸	18	0.29	3.45	4.07
水葫芦	93	0.31	3.22	45.57
水花生	90	0.29	3.45	34.40

表 1-3 农村常用沼气原料的碳氮比

原料名称	碳素占原料比例(%)	氮素占原料比例(%)	碳氮占比例(C:N)
鲜牛粪	7.30	0.29	25:1
鲜马粪	10.0	0.42	24:1
鲜猪粪	7.80	0.60	13:1
鲜羊粪	16.0	0.55	29:1
鲜人粪	2.50	0.85	2.9:1
鸡 粪	25.5	1.63	15.6:1
干麦草	46.0	0.53	87:1
干稻草	42.0	0.63	67:1
玉米秆	40.0	0.75	53:1
树 叶	41.0	1.00	41:1
青 草	14.0	0.54	26:1

表 1-4 原料体积与重量的换算

原料	1立方米原料的重量 (吨)	1吨原料的体积 (立方米)	备注
鲜牛粪	0.70	1.43	
鲜马粪	0.40	2.50	
鲜猪粪	0.51	1.96	
鲜禽粪	0.30	3.33	
羊圈粪	0.67	1.49	
旧沼渣	1.00	1.00	新堆原料
堆沤秸秆	0.35	2.85	
混合干草	0.055	18.18	
小麦秆	0.038	26.32	
大麦秆	0.048	20.83	

沼气发酵微生物是从自然界来的,而沼气发酵的核心微生物菌落是甲烷菌群,一切具备厌氧条件和含有有机物的地方都可以找到它们的踪迹。它们的生存场所,或者说我们采集接种物的来源主要有如下几处:①沼气池、厕所、湖泊、沼泽、池塘底部;②阴沟污泥中;③积水粪坑中;④动物粪便及其肠道中;⑤屠宰场、酿造厂、豆制品厂、副食品加工厂等阴沟之中以及人工厌氧消化装置中。

给新建的沼气池引进丰富的微生物群落,目的是为了很快的启动发酵,而后又使其在新的条件下繁殖增生,不断富集,以保证大量产气。农村沼气池一般加入接种物的量为总投料量的 10%~30%。在相同的条件下,加大接种量,产气快、气质好,启动不易出偏差(表 1-5)。



表 1-5 接种量与产气量的关系

原料	接种量	沼气量(升)	甲烷含量(%)	产气量(升/克)
人粪 50 克	10	1.435	48.2	0.029
人粪 50 克	20	4.805	56.46	0.096
人粪 50 克	50	10.698	6.3	0.202

注:1. 发酵温度为 28℃,产气量为 28 天累计数;

2. 接种物为沼渣,其产气量已扣除。

三、严格的厌氧环境

沼气微生物是一种厌氧性细菌,对氧特别敏感,它们在生长、发育、繁殖、代谢等生命活动中都不需要空气,空气中的氧气会使其生命活动受到抑制,甚至死亡。甲烷菌只能在严格厌氧的环境中才能生长。所以,修建沼气池,要严格密闭,不漏水、不漏气,这不仅是收集沼气和贮存沼气发酵液的需要,也是保证沼气微生物在厌氧的条件下生活得好,使沼气池能正常产气的需要。这就是为什么把漏水、漏气的沼气池称为“病态池”的道理。

四、适宜的发 酵温度

温度是影响沼气发酵产气率的重要外部条件,温度适宜则细菌繁殖旺盛,活力强,厌氧分解和生成甲烷的速度快,产气多(表 1-6),从这个意义上讲,温度是产气好坏的关键。

表 1-6 沼气原料在不同温度下的产气率

发酵原料	发酵温度(℃)	产气率(米 ³ /米 ³ ·天)
猪粪+稻草	29~31	0.55
猪粪+稻草	24~26	0.21
猪粪+稻草	16~20	0.10
猪粪+稻草	12~15	0.07
猪粪+稻草	8 以下	微量

研究发现,在 10~60℃的范围内,沼气均能正常发酵产气,低于 10℃或高于 60℃都严重抑制微生物生存、繁殖,影响产气率。在这一温度范围内,一般温度愈高,微生物活动愈旺盛,产气量愈高。微生物对温度变化十分敏感,温度突升或突降,都会影响微生物的生命活动,使产气状况恶化。

通常把不同的发酵温度区分为三个范围,即把 46~60℃称为高温发酵,28~38℃称为中温发酵,10~26℃称为常温发酵。农村沼气池靠自然温度发酵,属于常温发酵。常温发酵虽然温度范围较广,但在 10~26℃范围内,温度越高,产气越好。这就是为什么沼气池在夏季,特别是气温最高的 7 月产气量旺盛,而在冬季寒冷的 1 月产气很少,甚至不产气的原因,也是农村沼气池在管理上强调冬天必须采取越冬措施,以保证正常产气的原因。

五、适宜的酸碱度

沼气微生物的生长、繁殖,要求发酵原料的酸碱度保持中性或微偏碱性(pH6.5~7.5),过酸、过碱都会影响产气。测定表明,酸碱度在 pH6~8 时可产气,以 pH6.8~7.4 产气量最高,pH 值低于 4.9 或高于 9 时均不产气。农村家用沼气池发酵初期由于产酸菌的活动,池内产生大量有机酸,导致 pH 值下降。所以,在正常的发酵过程中,沼气池酸碱度变化可以自然进行调解,先由高到低,然后又升高,最后达到恒定的自然平衡,即适宜的 pH 值,一般不需要进行人为调节。只有在配料和管理不当,使正常的发酵过程受到破坏的情况下,才可能出现挥发酸大量积累,发酵液过于偏酸。此时,可取出部分料液,加入等量的新料液,稀释挥发酸,或添加适量的草木灰、石灰澄清液调整发酵原料中的酸碱度。



六、适当的负荷

农村沼气池的负荷常用容积有机负荷表示,即单位体积沼气池每天所承受的有机物的数量,通常以千克 COD/(立方米·天)为单位。容积负荷是沼气池设计和运行的重要参数,其大小主要由厌氧活动污泥的数量和活性决定。

农村沼气池的负荷通常用发酵原料浓度来体现,适宜的干物质浓度为 8%~12%,即发酵原料含水量为 88%~92%。发酵浓度随温度变化而变化,夏季一般为 6%~8%,冬季一般为 10%~12%。浓度过高过低,都不利于沼气发酵。浓度过高,则含水量过少,发酵原料不易分解,并容易积累大量酸性物质,不利于沼气菌的生长繁殖,影响正常产气;浓度过低,则含水量过多,单位容积里有机物含量相对减少,产气量也会减少,不利于沼气池的充分利用。

七、搅拌与动态发酵

静态发酵沼气池原料加水混合与接种物一并投进沼气池后,按其比重和自然沉降规律,从上到下将明显地逐步分成浮渣层、清液层、活性层和沉渣层。这样的分层分布,导致原料和微生物分布不均,对微生物以及产气是很不利的。大量的微生物集聚在底层活动,接种污泥多,厌氧条件好,但原料缺乏;而富碳的秸秆做原料时,容易漂浮到料液表层,不易被微生物吸收和分解,同时形成密实结壳,不利于沼气的释放。为了改变这种不利状况,需要采取搅拌措施。

农村户用沼气池常用强制回流的方法进行人工搅拌,即用人工、泵或其他动力将沼气池底部料液抽出,再泵入进料部位,促使池内料液强制循环流动,提高产气量。

实践证明:适当的搅拌方法和强度,可以使发酵原料分布均

匀,增强微生物与原料的接触,使之获取营养物质的机会增加,活性增强,生长繁殖旺盛,从而提高气量;搅拌又可以打碎结壳,提高原料的利用率及能量转换效率,并有利于气泡的释放。采用搅拌的措施后,平均产气量可提高 50%以上。