



新型农民培训丛书

农村户用沼气 综合利用技术

(适用中等专业)

农业部农民科技教育培训中心
中央农业广播电视学校

组编



中国农业出版社

新型农民培训丛书

农村户用沼气综合利用技术

(适用中等专业)

农业部农民科技教育培训中心
中央农业广播电视学校

组编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农村户用沼气综合利用技术/农业部农民科技教育培训中心, 中央农业广播电视学校组编. —北京: 中国农业出版社, 2007. 7

(新型农民培训丛书)

ISBN 978-7-109-11673-3

I. 农… II. ①农…②中… III. 农村-甲烷-利用
IV. S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 075769 号

中国农业出版社出版发行

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 白洪信

北京中兴印刷有限公司印刷

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 850 mm×1168 mm 1/32 印张: 5.5

字数: 132 千字 印数: 1~6 000 册

定价: 9.00 元

凡本版教材出现印刷、装订错误, 请向中央农业广播电视学校教材处调换

联系地址: 北京市朝阳区来广营甲 1 号 邮政编码: 100012

电话: 010-84904997

网址: www.ngx.net.cn

并丛附卷月零第第

内 容 提 要

朱姓田味合新产器用白味家

本书内容包括沼气发酵原理、农村户用沼气池
类型、农村户用沼气池的设计和施工、运行和管
理、综合利用技术等。

融股 心中版部育培站林月尔聘业尔
站学厨由器气业尔央中

并期出业尔国中

新型农民培训教材编委会

主 任	曾一春			
副主任	李立秋	邹瑞苍	沙玉圣	刘永泉
	郭智奇			
编 委	刘天金	吴国强	李少华	寇建平
	高尚宾	杨礼胜	王久臣	王青立
	朱 岩	邹 平	严东权	刘红强
	周普国	文承辉	陈 肖	安齐国
	陈 辉	朱闻军	陆荣宝	张敬尊
	童濛濛	袁 平	韩广文	徐建义
	曹春英	赵晨霞		

农村户用沼气综合利用技术

主 编
副主编
编者
审稿

李景明
郑 戈
孙玉芳
寇建平

刘 耕
陈肖安

春一曾
林立季
青皆雅
金天欣
许 春

丑 主
丑主顺
委 副

五青王
殿琰欣
国齐安
尊端米
义数翁

妹来西
肖 耕
定荣胡
文气粹

平 雅
群承文
罕圃米
平 京
霞暴快

崋 米
国普周
群 耕
毅 敦
英春曹

编写说明

当前,我国农业和农村经济已经进入了一个新的发展阶段。新阶段除了以增加农民收入为中心,推进农业和农村经济结构调整为主线外,还有一个显著的特点就是将生态环境建设和保护纳入农业发展目标之中,强调农业的可持续发展。

为了提高农民沼气综合利用技术水平,我们结合农民科技培训的实际需求,组织专家编著了《农村户用沼气综合利用技术》一书,作为新型农民培训丛书之一。

本书较系统地介绍了沼气综合利用技术。内容主要包括沼气发酵原理、农村户用沼气池类型、农村户用沼气池的设计和施工、运行和管理、综合利用技术等。此书既可作为农民朋友的培训教材,也可作为从事沼气生产的技术人员、管理人员的学习参考用书。

由于编写任务紧、时间仓促,编著者水平所限,本书难免有不妥之处,敬请广大读者提出意见。

农业部农民科技教育培训中心

中央农业广播电视学校

2007年5月

目 录

编写说明

一、沼气发酵原理	1
(一) 沼气概述	1
1. 什么是沼气	1
2. 沼气的制取	1
3. 沼气的成分	2
4. 沼气的特性	2
(二) 沼气发酵微生物	3
1. 不产甲烷菌	4
2. 产甲烷菌	4
3. 沼气发酵微生物的作用	5
(三) 沼气发酵过程	6
1. 水解发酵阶段	7
2. 产酸阶段	7
3. 产甲烷阶段	8
(四) 沼气发酵基本条件	8
1. 质优量足的沼气发酵微生物菌种	9
2. 碳氮比适宜的发酵原料	10
3. 适度的发酵浓度	12
4. 适当的酸碱度	12
5. 严格的厌氧环境	13
6. 适宜的温度	13

农村户用沼气综合利用技术

7. 持续的搅拌	14
8. 添加剂和抑制剂	15
二、农村户用沼气池类型	17
(一) 沼气池发展概况	17
(二) 沼气池的基本类型与构造	18
1. 底层出料水压式沼气池	18
2. 强回流沼气池	20
3. 分离储气浮罩沼气池	23
4. 旋流布料自动循环沼气池	25
5. 曲流布料沼气池	29
6. 商品化沼气池	30
三、农村户用沼气池的设计与施工	34
(一) 沼气池的设计	34
1. 设计参数	34
2. 池型设计	35
3. 容积设计和位置的选择	41
(二) 沼气池的施工	43
1. 基本要求	43
2. 建池材料	45
3. 施工工艺	45
(三) 农村户用沼气输配与使用	52
1. 沼气输配系统	52
2. 压力表	53
3. 脱硫器	54
4. 沼气灶具	55
5. 沼气灯	55
6. 沼气饭锅	56
7. 沼气热水器	57

四、农村户用沼气池的运行和管理	58
(一) 沼气池的启动	58
1. 密封性能检验方法	58
2. 发酵原料的准备	59
3. 启动操作技术	59
(二) 沼气池的运行与维护	61
1. 常见故障判断与排除方法	61
2. 病态池常见故障类型、产生原因与维修	66
(三) 沼气池的安全管理	68
1. 安全用气	68
2. 安全进出料	68
3. 应急措施	69
五、生态家园模式	70
(一) 概述	70
1. 基本原理	71
2. 主要内容	71
3. 规划布局	72
(二) 北方“四位一体”能源生态模式的规划	74
1. 设计原则	74
2. 建设技术	78
3. 配套设施	88
(三) 南方“猪沼果”能源生态模式的规划	95
1. 规划与设计	95
2. 建设技术	97
3. 配套设施(果园的设计与施工)	101
(四) 西北“五配套”能源生态模式的规划	103
1. 规划与设计	103
2. 建设技术	105
3. 配套设施	107

六、综合利用技术	110
(一) 概述	110
1. 发展状况	110
2. 基本原理	111
(二) 沼气的综合利用技术	112
1. 沼气在日光温室中的应用	112
2. 沼气保鲜技术	119
3. 沼气贮粮技术	122
4. 沼气孵鸡技术	125
5. 沼气养蚕技术	128
6. 沼气灯光诱虫技术	129
(三) 沼液的综合利用技术	130
1. 沼液的成分与特性	130
2. 沼液浸种	131
3. 沼液拌料喂猪	134
4. 沼液叶面施肥	135
5. 沼液防治病虫害	137
(四) 沼渣的综合利用技术	139
1. 沼渣的成分与特性	139
2. 沼渣制营养钵	140
3. 沼渣种菇技术	140
4. 沼渣养殖蚯蚓技术	146
(五) 沼液沼渣混合(沼肥)综合利用技术	148
1. 沼肥的特性与概念	148
2. 沼肥种花	148
3. 沼肥种柑橘	150
4. 沼肥种梨	151
5. 沼肥种西瓜	153
6. 沼肥早育稻秧	153
7. 沼肥种大蒜	155

目 录

8. 沼肥育桑	155
9. 沼肥种烟技术	155
10. 沼肥池塘养鱼	157
11. 沼肥稻田养鱼	158
12. 沼肥养黄鳝技术	159
参考文献	162

一、沼气发酵原理

(一) 沼氣概述

1. 什么是沼气

沼气发酵是有机物（如秸秆、人畜粪便、工农业有机废水和废物等）在一定水分、温度和厌氧条件下被特殊微生物分解的过程。地球上由于光合作用生成的有机物每年大约为 4 000 亿吨，其中大约有 5% 在厌氧条件下被微生物分解掉。沼气发酵产生的沼气是一种方便、清洁、优质、高品位的气体燃料，可以直接用于炊事、照明，也可以用于供热、发电、烘干和贮粮；燃烧后生成二氧化碳，又可被植物吸收，通过光合作用再生成有机物，因而又是一种可再生能源。沼气发酵还可有效处理有机废弃物以保护环境，发酵剩余物沼液、沼渣又是一种高效有机肥料和养殖辅助养料，与农业主导产业相结合，进行综合利用，可产生显著的综合效益。所以，沼气发酵时综合利用有机废弃物，是保护生态环境，促进农业生产可持续发展的重要措施。

2. 沼气的制取

沼气按照来源不同,可分为天然沼气和人工沼气两大类。天

然沼气是在没有人工干预的情况下，由于特殊的自然环境条件而形成的。人类在分析掌握自然界产生沼气的规律后，便有意识地模仿自然环境建造厌氧发酵装置，将各种有机物质作为原料，用人工的方法制取沼气，我们称之为人工沼气。

3. 沼气的成分

沼气是一种混合气体，其成分不仅随发酵原料的种类及相对含量不同而有变化，而且因发酵条件和发酵阶段各有差异。一般情况下，沼气的主要成分为甲烷（俗称瓦斯，占 55%~70%）、二氧化碳（占 25%~40%），以及少量的硫化氢、一氧化碳、氢、氮和氨气等气体。沼气中的甲烷、一氧化碳和氢气等是可以燃烧的气体，人类主要利用这些气体的燃烧来获得能量。

4. 沼气的特性

沼气的主要成分是甲烷，它的理化性质也近似于甲烷（表 1-1）。

表 1-1 甲烷与沼气的主要理化性质

理化特性	甲烷 (CH ₄)	标准沼气 (CH ₄ 60%, CO ₂ <40%)
体积百分比 (%)	54~80	100
热值 (千焦/立方米)	35 820	21 520
密度 (克/升 标准状态)	0.72	1.22
比重 (与空气相比)	0.55	0.94
爆炸范围	5~15	8.80~24.4
气味	无	微臭

(1) 热值。沼气的主要成分是甲烷，甲烷也是天然气的主要成分。甲烷无色、无味、无毒，和一定数量的空气混合，可点燃，并发出蓝色的火焰和产生大量的热，最高温度可达 1 400℃，每立方米甲烷燃烧所获得的热量为 35.8 兆焦耳。沼气中因还含

有其他气体，发热量在 20~25 兆焦耳，最高温度可达 1 200 ℃，属于热值较高的可燃气体。因此，在人工制取沼气中，应创造适宜的发酵条件，以提高沼气中甲烷的含量。各类燃气热值比较见表 1-2。

表 1-2 各类燃气热值比较

燃气种类	液化石油气	天然气	沼气	水煤气
低位热值 (兆焦耳/立方米)	114	43.8~48.4	20~25	10.4

(2) 比重。与空气相比，标准沼气的比重为 0.94。所以在沼气池气室中，沼气较轻，分布在上层；二氧化碳较重，分布在下层。沼气比空气轻，在空气中容易扩散，扩散速度比空气快 3 倍。当空气中甲烷含量达 25%~30% 时，对人畜有一定的麻醉作用。

(3) 溶解度。甲烷在水中的溶解度很小，在 20 ℃、一个标准大气压下，100 单位体积的水只能溶解 3 个单位体积的甲烷，这就是沼气不但在淹水条件下生成，还可用排水法收集的原因。

(4) 燃烧特性。甲烷是一种优质的气体燃料，一个体积的甲烷需要两个体积的氧气才能完全燃烧。按照空气中的氧气占 1/5，沼气中甲烷含量为 60% 计，一个体积的沼气需要 6 个体积的空气才能够充分燃烧。这是正确使用沼气用具的重要依据。

(5) 爆炸极限。在常压下，标准沼气与空气混合的爆炸极限是 8.80%~24.4%；沼气与空气按 1:10 的比例混合，在封闭条件下，遇到火会迅速燃烧、膨胀，产生很大的推动力。因此，沼气除了可以用于炊事、照明外，还可以用做动力燃料。

(二) 沼气发酵微生物

沼气发酵微生物是人工制取沼气最重要的因素之一，只有存

在大量的沼气微生物，并使各种类群的微生物得到基本的生长条件，沼气发酵原料才能在微生物的作用下转化为沼气。

沼气发酵是一种极其复杂的微生物和化学过程，这一过程的发生和发展是五大类群微生物生命活动的结果。它们是：发酵性细菌、产氢产乙酸菌、耗氢产乙酸菌、食氢产甲烷菌和食乙酸产甲烷菌。这些微生物按照各自的营养需要，起着不同的物质转化作用。从复杂有机物的降解，到甲烷的形成，就是由这些微生物分工合作和相互作用而完成的。

——在沼气发酵过程中，从各类群微生物的生理代谢产物或它们的活动对发酵液酸碱度（pH）的影响来看，沼气发酵过程可分为产酸阶段和产甲烷阶段。前三群微生物的活动可使有机物形成各种有机酸和氢，统称为不产甲烷菌。其他类群微生物的活动可使各种有机酸转化成甲烷，统称为产甲烷菌。

1. 不产甲烷菌

在沼气发酵过程中，不产甲烷菌能将复杂的大分子有机物分解为小分子量的物质。它们的种类繁多，目前观察到的包括细菌、真菌和原生动物三大类，其中以细菌种类最多。根据微生物的呼吸类型可将其分为好氧菌、厌氧菌和兼性厌氧菌三种类型，厌氧菌数量最大，比其他两种多出 100~200 倍。根据作用基质来分，有纤维分解菌、半纤维分解菌、淀粉分解菌、蛋白质分解菌、脂肪分解菌和其他一些特殊的细菌，如产氢菌和产乙酸菌等。

2. 产甲烷菌

产甲烷菌是沼气发酵微生物的核心，是一群非常特殊的微生物。它们严格厌氧，对氧和氧化剂非常敏感，适宜在中性或微碱性环境中生存繁殖。它们依靠二氧化碳和氢气生长，并以废物的形式排出甲烷，是要求生长物质最简单的微生物。

产甲烷菌的种类很多，目前已发现 3 目、4 科、7 属和 13

种, 根据它们的细胞形态、大小、有无鞭毛、有无孢子等特征, 可分为甲烷杆菌类、甲烷八叠球菌类、甲烷球菌类和甲烷螺旋形菌类 (图 1-1)。产甲烷菌生长缓慢, 繁殖倍增时间一般都比较长, 长者达到 4~6 天, 短的也要 3 小时左右, 大约为产酸菌繁殖倍增时间的 15 倍左右。由于产甲烷菌繁殖较慢, 在沼气池发酵启动时, 需要加入大量的产甲烷菌种。

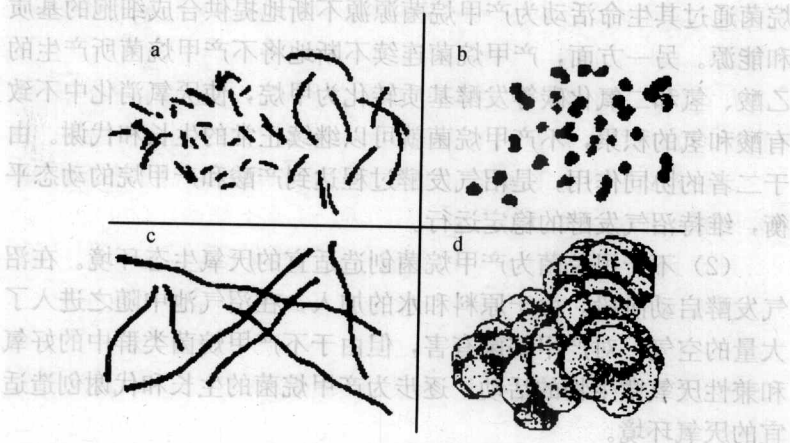


图 1-1 产甲烷菌的形态

a. 甲烷杆菌类 b. 甲烷球菌 c. 甲烷螺旋形菌类 d. 甲烷八叠球菌类

产甲烷菌在自然界中广泛分布, 如土壤中, 湖泊、沼泽中, 反刍动物的胃肠道和粪便, 淡水或碱水池塘污泥中, 下水道污泥, 腐烂秸秆堆, 以及城乡生活垃圾中都大量存在产甲烷菌。由于产甲烷菌的分离、培养和保存都有较大的困难, 迄今为止, 所获得的产甲烷菌的纯种并不多。目前国内外一些科研机构都在开展产甲烷菌的培养及其生理生活特性研究。产甲烷菌的纯种能否提取和培养, 应用于规模化生产, 对我国的沼气事业意义重大。

3. 沼气发酵微生物的作用

在沼气发酵过程中, 不产甲烷菌与产甲烷菌相互依赖, 互为