



下乡家电选购、使用与维修丛书

沼气生产、利用与设备

《下乡家电选购、使用与维修丛书》编委会主编



◆下乡家电选购、使用与维修丛书

沼气生产、利用与设备

《下乡家电选购、使用与维修丛书》编委会 主 编

电子科技大学出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

沼气生产、利用与设备 / 《下乡家电选购、使用与维修丛书》编委会主编. -- 成都 : 电子科技大学出版社, 2010. 10

(下乡家电选购、使用与维修丛书)

ISBN 978-7-5647-0673-9

I. ①沼… II. ①下… III. ①农村—甲烷—综合利用—基本知识 IV. ①S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 198841 号

沼气生产、利用与设备

《下乡家电选购、使用与维修丛书》编委会 主 编

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 张 鹏

责任编辑: 张 鹏

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都华兴印务有限公司

成品尺寸: 140mm×203mm 印张 11 字数 298 千字

版 次: 2010 年 9 月第一版

印 次: 2010 年 9 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-0673-9

定 价: 16.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

目前，中国沼气池的推广应用规模居世界首位，据统计到2010年止，已实现达到2600万余口。由此，建池数量将占到全国适宜沼气发展农户的20%。然而，如此巨大的建池量和惊人的发展速度，虽给农村用户带去了极大的方便，但同时也带来了维护维修等诸多方面的问题。特别是新建池的规划、放线、施工，旧池管护使用中出现的各种故障的排除，及沼气设备的合理科学应用和综合利用技术的指导、培训等工作，在农村都显得颇为稀缺。

本书就是针对农村用户，在未来新建设沼气池，以及对沼气池的维护维修、设备使用与维护维修方面做出指导，以方便农村沼气用户更加科学合理安全的使用沼气。为国家节能减排做出贡献。

本书作为《下乡家电选购、使用与维修丛书》的系列丛书之一，将切实结合农村用户知识文化水准较低的现状，采取的描述方法颇为通俗易懂，再配以图片，更加生动形象的对沼气池及设备方面知识进行讲解，非常适合农村沼气工程建设施工人员、农村沼气管理基层干部及沼气农村用户阅读。

在本系列丛书编辑中，虽深入农村进行了解，并对四川部分现有农家书屋管理员作了“什么样的书最受农村和农户欢迎”的调查，但由于时间仓促，现有相关沼气的资料相对较少，以及编著者的水准等问题，难免有些不足和错误，欢迎广大读者给予批评指正，以便于在再版时进行修改！

编委会

2010年9月

目 录

第一章 概 述.....	1
第一节 沼气的起源及发展历史	1
一、沼气的起源	1
二、沼气的成分及燃烧特性	2
三、沼气的发展历史	4
第二节 沼气能产生的效益	7
一、经济效益	8
二、生态效益	9
三、社会效益	10
第三节 沼气发展前景	12
第二章 沼气发酵原理与条件.....	14
第一节 沼气细菌及其代谢规律	14
一、沼气细菌	14
二、沼气细菌代谢规律	15
第二节 沼气发酵过程	18
一、液化阶段	18
二、产酸阶段	18
三、产甲烷阶段	19

第三节 沼气发酵条件	21
一、沼气细菌	21
二、严格的厌氧环境	22
三、充足和适宜的发酵原料	22
四、适宜的发酵温度	24
五、适宜的干物质浓度	25
六、适宜的 pH 值	26
七、持续动态发酵	26
第三章 农村沼气池设计与施工	28
第一节 农村沼气池的类型与特点	28
一、水压式沼气池	28
二、浮罩式沼气池	30
三、变异型沼气池	31
第二节 农村沼气池构造与原理	32
一、旋流布料自动循环太阳能增温沼气池	33
二、气动搅拌自动循环太阳能增温沼气池	36
第三节 建池材料的准备	39
一、建池原材料	39
二、密封涂料	40
三、建池混凝土	41
四、砂浆	44
第四节 沼气池施工	47

一、池址选择	47
二、池容设计	48
三、建池时间	49
四、放线挖坑	49
五、池体施工	50
六、养护与拆模	55
七、密封层施工	55
八、沼气池质量检查验收	57
第五节 沼气池保温系统的建造	58
一、庭院太阳能暖圈建设	58
二、日光温室畜禽舍建造	59
第四章 沼气灶具与输气系统	60
第一节 沼气灶具	60
一、优质灶具标准	60
二、沼气灶具构造	61
三、沼气灶具的使用	63
四、沼气灶具的故障及其排除	64
第二节 沼气灯	66
一、沼气灯结构	66
二、沼气灯工作原理	68
三、沼气灯的使用	68
四、常见故障及其排除	69

第三节 输气系统	71
一、输气管道	72
二、管道配件	72
三、压力表	73
四、凝水器	73
五、脱硫器	76
六、其他管件	76
第四节 输气系统的安装	77
一、室外管路	77
二、室内管路	78
三、管路连接	79
四、管路维修	79
五、工程质量检验和竣工试验	80
第五章 沼气池启动与管理	82
第一节 沼气池启动	82
一、加入丰富的沼气菌种	82
二、选择优质原料并堆沤处理	83
三、装料加水	84
四、调整发酵原料酸碱度	85
五、密封活动盖	85
六、放气试火	86
第二节 沼气池的日常管理	87

一、勤加料，勤出料	87
二、经常搅动	88
三、注意调整发酵液的 pH 值	89
四、保持和提高池温	89
五、安全管理	91
六、安全用气	92
七、安全检修	93
第六章 沼气池检修与故障防除	96
第一节 沼气池的检验	96
一、目测检验	96
二、气密性检验	96
第二节 病态池成因及修复	98
一、沼气池渗漏	98
二、沼气池渗漏原因	98
三、沼气池渗漏检查方法	99
四、病态池修补技术	100
第三节 沼气发酵故障防除	103
第四节 输配系统故障防除	105
一、输气系统漏气	105
二、输气系统堵塞	105
第五节 沼气池常见故障检除	107
第七章 家用沼气池的病态池修复	110

第一节 主要病态池及其问题	110
一、主要病态池	110
二、病态池的主要问题	110
第二节 沼气池漏水	111
一、产生的原因	111
二、检查及修复	111
第三节 沼气池漏气	112
一、产生的原因	112
二、探索与实践	112
三、几种有效的方法	113
第四节 沼气池不产气	116
一、沼气池不产气的一般情况	116
二、沼气池不产气的特殊情况	116
第八章 户用沼气安全使用.....	118
一、安全使用原则	118
二、安全使用须知与安全注意事项	119
三、其他注意事项	120
第九章 沼气设备制作、组装与使用.....	122
一、沼气池的修建与调试	122
六、户用沼气设备常见故障与排除方法	237
第十章 提高家用沼气池产气量的措施.....	273
第一节 家用沼气池使用中存在的主要问题	273

第二节 提高家用沼气池产气量的措施	274
一、沼气池发酵原料干物质浓度的控制	274
二、充分利用秸草适时进行三换两补料	274
三、采用合理的进料方法	275
四、沼气池体的保湿	275
第十一章 家用沼气池综合利用技术	277
第一节 沼气池综合利用概况	277
一、我国农村能源发展方针	277
二、沼气池综合利用概况	278
第二节 沼气池综合利用的原理	280
一、沼气发酵中原料的生物转化	280
二、沼气发酵残留物	281
第三节 沼液的综合利用	282
一、沼液在种植业中的利用	282
二、沼液在养殖业中的利用	289
第四节 沼渣的综合利用	302
一、沼渣的成分和特性	302
二、沼渣的施用方法	303
三、沼渣的肥料效果	304
四、沼渣与其他肥料配合施用方法	305
五、沼渣的其他利用技术	307
第五节 沼气的综合利用	322

一、沼气储粮与保鲜	322
二、沼气在蔬菜大棚中的应用	330

第一章 概 述

沼气是一种重要的、廉价的、具有很大潜力的生物能源。它是有机物在厌氧条件下经微生物的发酵作用而生成的一种可燃性气体，其主要成分是甲烷和二氧化碳。广泛地应用厌氧消化技术处理农、牧业生产的副产物及城市废弃的有机物质，是经济、方便和有效地扩大能源的一个重要途径，也是开发利用太阳能的一个重要方式。由于制取利用沼气具有提供廉价能源、优质有机肥料、处理污水污泥等综合经济效益，已受到世界许多国家的广泛重视。

第一节 沼气的起源及发展历史

一、沼气的起源

沼气，顾名思义，就是指沼泽里的气体。人们经常看到，在沼泽地、污水沟或粪池里，有气泡咕嘟咕嘟往外冒出，气温越高，气泡冒得越多，如果我们把这些小气泡收集起来，用火一点，它就会燃烧。这些气泡内的气体，就是沼气。由于最初人们是在沼泽中发现这种气体的，所以就命名它为“沼气”。又因沼气是生物在厌氧条件下产生出来的气体，因此又叫生物气。

根据沼气的来源不同，沼气分为天然沼气和人工沼气两大类。天然沼气是在自然环境条件下有机质被微生物厌氧分解产生的，是自发的厌氧发酵产物。人工沼气是在人为创造厌氧微生物所需要的

营养和环境条件下，在特定的装置里，积累高浓度厌氧微生物，分解发酵配制好的有机质而产生的。

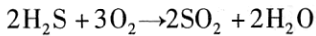
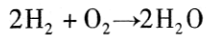
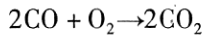
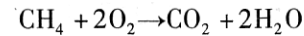
在自然界中，沼气分布非常广泛。除人工制取沼气外，沼泽、粪窖、阴沟、城市下水道、海洋深处以及人和动物的消化道中都有沼气存在。譬如：反刍动物的瘤胃就是一个典型的沼气发生器，在牛的瘤胃中有大量的沼气发酵细菌，这些细菌通过消化分解纤维，形成甲烷和二氧化碳，当其打嗝时，这些气体就被释放出来。自然界的稻田中，有机质在厌氧情况下经微生物作用也会释放出甲烷。城市生活污水的地下管网、生活垃圾的填埋场等，都在自然环境下进行着沼气发酵。总之，沼气发酵是自然界普遍存在的厌氧发酵过程，只要存在厌氧生态系统，就能产生沼气，每年从这些地方释放到大气中的甲烷可达 13 亿吨之多，约占大气中甲烷来源总量的 90 %。天然气也是一种生物气，它是远古年代地底下的动植物残体及其他有机物质在厌氧条件下，经微生物分解产生的高品位气体燃料，其甲烷含量比沼气中甲烷含量高，一般在 95 % 左右。

二、沼气的成分及燃烧特性

沼气是各种有机物质在隔绝空气中，并有适宜温、湿度条件下，经过微生物的发酵作用而产生的一种可燃性气体。它不是单一的气体，而是由多种气体组成的混合气体，含有甲烷（ CH_4 ）、二氧化碳（ CO_2 ）、硫化氢（ H_2S ）、一氧化碳（ CO ）、氢气（ H_2 ）、氧气（ O_2 ）、氮气（ N_2 ）等。其中主要成分是甲烷和二氧化碳，甲烷占总体积的 55 % ~ 70 %，二氧化碳含量为 30 % ~ 45 %。其他几种气体含量较少，一般不超过总体积的 2 %。沼气燃烧主要是甲烷的燃烧。甲烷是一种理想的气体燃料，它无色、无味、无毒，分子式为 CH_4 ，相对分子质量为 16.04，它和适量的空气混合后即可燃烧，每立方米纯甲烷发热量为 34000 焦耳，燃烧时发出蓝色的火焰，并放出大量热能。每立方米沼气的发热量为 20800 ~ 23600 焦耳，即 1 立方米沼气完全燃

烧后，能产生相当于 0.7 千克无烟煤提供的能量。由于沼气中含有硫化氢，常会闻到形如臭鸡蛋的气味，点火燃烧后，这种气味就没有了。

沼气燃烧，就是沼气中的可燃成分甲烷、氢气、一氧化碳、硫化氢等，在一定条件下与氧气发生激烈的氧化作用，并产生大量的热和光的物理化学反应过程，其燃烧反应方程式为：



沼气的燃烧需要供给适量的氧气，氧气过多或过少均对燃烧不利。当沼气与空气混合到一定浓度时，遇到明火则引起爆炸。但若空气浓度低于一定限度时，氧化反应产生的热量不足以弥补散失的热量时，沼气则无法燃烧。

我们可以通过实验自制沼气，观察其燃烧。其方法是将菜皮、菜根、萝卜之类切碎捣烂，紧紧地堆在一起。把一根玻璃管插在堆积物中心，堆积物周围用稀泥糊起来，封成小丘状，玻璃管的一端管口露在土堆外面。为了保证清洁卫生，可将这堆材料装在一塑料袋里，玻璃管口应露在袋外。用一只曾吹过一次的气球套在玻璃管口，用棉线扎紧，使整套装置不漏气。如果气温在 25~35℃，经过 3~5 天，可以观察到气球慢慢地鼓了起来，待气球膨大后，可将棉线剪去，取走气球。找一个瓶子，瓶口向下套在玻璃管口上，几小时后将瓶子缓缓抽出，瓶口仍应保持向下。此时迅速地用一根点燃的火柴放到瓶口，可见瓶内气体着火燃烧。由于沼气比空气轻，因此我们采取瓶口向下，用排气集气法来收集沼气。当瓶子移出玻璃管口时，瓶中充满了沼气，所以点火能燃烧（图 1-1）。



图 1-1 自制沼气实验

三、沼气的发展历史

很久以前，人们就发现了沼气，但对沼气微生物的研究仅有 100 多年的时间。1776 年，意大利科学家沃尔塔通过分析，测定沼气的主要成分为甲烷和二氧化碳。1781 年，法国科学家穆拉发明人工沼气发生器。之后，沼气逐渐被人们所利用。20 世纪 80 年代中后期，随着沼气生产使用技术的日趋完善，沼气生产发展较快。除农村家用沼气池外，一些大型沼气工程也有了迅速发展。

我国虽然很早就发现了沼气，但是真正开始推广应用是在 20 世纪 20 年代后期。一个叫罗国瑞的人，在广东的潮梅地区建成了我国第一个有实际使用价值的混凝土沼气池，并成立了“中华国瑞天然瓦斯总行”（当时称“沼气”为“瓦斯”），专门建造沼气池和生产沼气灯具等，推广沼气实用技术。到了 30 年代，我国许多地方都建造了这种类型的沼气池。新中国成立后，我国政府曾多次组织推广沼气技术。

20 世纪 60 年代末到 70 年代初，我国出现了兴建沼气的热潮，全国建起了 600 多万个沼气池，基本上都是农村家用沼气池及少量大中型人畜粪便沼气池。但由于技术水平的限制及发展速度过快，

沼气池的设计和施工都很不规范，缺乏正确的技术管理，能有效施用的沼气池为数很少。1979年，国务院成立了全国沼气建设领导小组，认真总结了沼气工作中的经验教训，1988年又成立了中国沼气协会，组织1700多名沼气技术工作者，对沼气的关键技术进行协作攻关，提出了“因地制宜、坚持质量、建管并重、综合利用、讲求实效、积极稳步发展”的沼气建设方针，开展了大规模的基础应用技术研究，引进消化国外厌氧研究新成果，逐步形成了规范标准的水压式沼气池及相配套的科学建池技术、发酵工艺及配套设备，使我国沼气建设进入了健康、稳步发展的阶段。至1997年底，全国农村户用沼气池638万个，大中型沼气工程600多处，年产沼气13亿立方米。

2002年，全国户用沼气池总量达到1000万个，畜禽养殖场沼气工程1100多处，城镇污水沼气净化池近10万处。同时，建立了从国家到省、地、县的沼气管理、推广、科研、质检及培训体系，探索了一些以沼气池为纽带的农村生态模式，将农村沼气和农业生态紧密结合起来，促进了农村经济和农业生产的发展，使农村沼气更具生命力。如广西恭城的“养殖—气—种植”“三位一体”模式，江西赣州的“猪—沼—果”能源生态模式，辽宁的塑料大棚、沼气池、禽畜舍和厕所相结合的“四位一体”北方能源生态模式等。这些模式将厕所、猪圈和沼气池、种植业结合在一起，人畜粪便自动排入沼气池，经发酵后生产沼气供人们使用，沼液、沼渣用来发展种植业、养猪和生产蚯蚓、食用菌等，综合经济效益、生态效益很高，为广大群众所欢迎，发展速度较快。

与此同时，我国大中型沼气工程也有了较快发展。1936年，由中华国瑞天然瓦斯总行宁波分行负责承建的浙江舟山普陀山洪筏禅院内一个125.172立方米的沼气池，用于煮饭、照明，发酵原料为粪便、厨房废物和青草。1958年在广东番禺建成了我国最大的农业沼气工程，即番禺市沼气发电站，容积为3000立方米，开动44千瓦的沼气发电机。1964年在我国河南南阳酒精厂建成了一座2000