

杨运英 ◆ 编著



沼气综合利用技术



广东省出版集团
广东科技出版社



沼气综合利用技术

杨运英 编著

广东省出版集团
广东科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

沼气综合利用技术/杨运英编著. —广州: 广东科技出版社, 2004.11 (2007.9 重印)

(全面建设小康社会“三农”书系·民居工程编)

ISBN 978-7-5359-3774-2

I. 沼… II. 杨… III. 甲烷—综合利用
IV. S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 098827 号

Zhaoqi Zonghe Liyong Jishu

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E - mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

印 刷: 广东肇庆科建印刷有限公司

(广东省肇庆市星湖大道 邮码: 526060)

规 格: 787mm × 1 092mm 1/32 印张 4 字数 80 千

版 次: 2004 年 11 月第 1 版

2007 年 9 月第 2 次印刷

印 数: 10 001 ~ 15 000 册

定 价: 4.80 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

沼气是农村发展能源的种类之一。本书全面系统地介绍了农村生态沼气实用技术,内容主要包括沼气的发酵原理及条件,沼气池的种类与建造,沼气的输送系统和利用,南北方农村沼气生态农业模式,以及沼气发酵物的综合利用。本书重点介绍了沼气池施工、南北方农村能源生态模式建造和沼气、沼液、沼渣的综合利用等有关技术。

本书充分反映了我国发展农村沼气的技术水平、先进经验和研究成果,通俗易懂,可操作性强,可作为广大农民建设沼气池及利用沼气、沼液、沼渣的技术参考书。

《全面建设小康社会“三农”书系》编委会

组织单位名单

中共广东省委宣传部

广东省精神文明建设委员会办公室

广东省新闻出版局

广东省农业厅

广东省科学技术厅

广东省海洋与渔业局

广东省出版集团

编委会成员名单

顾问：蔡东士

主任：胡中梅

副主任：陈俊年 谢悦新 谢明权 李珠江 朱仲南
黄尚立 王桂科

编委：李夏铭 李和平 刘曦 郭仁东 姚国成
黄建民 黄达全 刘蔚

出版策划成员

总策划：李夏铭

策划：黄达全 陈锐军 崔坚志 冯常虎

序

朱小丹

高度重视并认真解决“三农”问题，是我们党一以贯之的战略思想。党的十六大提出，要把建设现代农业、发展农村经济、增加农民收入，作为全面建设小康社会的重大任务。

改革开放以来，广东依靠党的政策指引和优越的地理位置，大胆探索，开拓进取，改革不断深化，经济发展迅猛，社会全面进步。广东农业产业化水平也不断提高，农村面貌发生了巨大的变化，农民收入大幅度增加。但是，我们也看到，农村经济与整个经济社会发展不尽协调，科学文化发展相对滞后，城乡居民收入差距较大等问题仍然比较突出，制约着广东城乡协调发展的水平和全面建设小康社会的进程。广东真正解决“三农”问题，任重道远。

党的十六大以来，在“三个代表”重要思想的指引下，广东省委、省政府认真贯彻以人为本、全面协调可持续发展的科学发展观，为进一步解决“三农”问题，作出一系列重大决策，统筹城乡产业发展，着力提升农村工业化、农业产业化水平；统筹城乡规划建设，加快推进城镇化，努力形成以城带乡、城乡联动的发展格局；统筹城乡体制改革，维护好农民的合法权益，建立有利于城乡一体化发展的新体制；统筹城乡居民就业，促进农村劳动力战略性转移；统筹城乡社会



事业发展，加快建立健全农村社保体系，促进农村社会的全面进步，等等，全省广大农村经济社会发展呈现新的面貌。

为了更好地促进广大农民思想道德和文化科技素质的提高，向广大农民提供智力和信息服务，中共广东省委宣传部、广东省文明办、广东省新闻出版局、广东省农业厅、广东省科技厅、广东省海洋与渔业局和广东省出版集团等单位，组织专家学者编写了这套《全面建设小康社会“三农”书系》。这是贯彻落实中央和省委关于解决“三农”问题精神的一个实际行动，为广大农民做了一件实事和好事。

贴近实际、贴近生活、贴近群众，是书系的重要特点。书系包括政策法规、文明生活、医疗保健、民居工程、创业、农民工、蔬菜、果树、植保土肥、畜牧、兽医、水产、食用菌、加工、培训教材等15编，共130个品种。既有农业种养生产技术知识，又有农村精神文明建设的内容；既注意满足在农村务农者的需要，也考虑到外出务工者的需求，是一套比较完整、全面、实用的知识性、大众化、普及型读物。而且，书系深入浅出，通俗易懂，图文并茂，价格低廉，可谓“‘三农’书系，情系‘三农’”。

“知识就是力量”。愿书系能使广大农民得益，能为我省建设经济强省、文化大省、法治社会、和谐广东和实现富裕安康提供智力支持。

是为序。

《全面建设小康社会“三农”书系》读者调查表

恳请您将宝贵意见赐予我们，以便我们更好地满足您的需求。

姓名：_____ 电话：_____ 邮政编码：_____

单位：_____

通讯地址：_____

●您是通过什么途径得到本书的？

购买☐ 借阅☐ 赠送☐ 其他☐

●您对本书的评价：

定价 高☐ 适中☐ 低☐

封面 好☐ 一般☐ 差☐

可读性 好☐ 一般☐ 差☐

版式图片 好☐ 一般☐ 差☐

印刷质量 好☐ 一般☐ 差☐

●您认为本书的哪些内容对您有帮助？

1. _____ 2. _____

3. _____ 4. _____

●您认为哪些内容您想得到而本书没有介绍？

1. _____ 2. _____

3. _____ 4. _____

●您认为我们应该进行哪方面的改进？

1. _____ 2. _____

3. _____ 4. _____

●您还想得到《“三农”书系》中的哪些图书？

1. _____ 2. _____

3. _____ 4. _____

请寄：广州市环市东路水荫路11号1305房 广东科技出版社农业编辑室

邮政编码：510075

联系电话：020-37606958

凡寄回读者调查表者，将得到由广东科技出版社出版的“乐科隆”品牌图书1本。

一、沼气发展概述	1
(一) 农村沼气发展历史和概况	1
(二) 农村发展沼气的意义	3
二、沼气发酵原理及条件	8
(一) 沼气的概念、性质及发酵原理	8
(二) 沼气发酵的条件	11
三、沼气池种类及建造	18
(一) 沼气池的种类、构造及工作原理	18
(二) 沼气池的建造	27
(三) 沼气池的科学管理	37
(四) 沼气池常见的故障及处理方法	40
四、沼气的输送系统和利用	50
(一) 沼气的输送系统	50
(二) 沼气燃烧技术及其利用	54
五、农村沼气生态农业模式	62
(一) 北方农村沼气生态农业模式	62
(二) 南方农村沼气生态农业模式	76
六、沼气发酵物的综合利用	81
(一) 沼气肥的概念	81
(二) 沼气的综合利用	82
(三) 沼液的综合利用	96
(四) 沼渣的综合利用	106
参考文献	117

一、沼气发展概述



(一) 农村沼气发展历史和概况

在自然界中,沼气广泛存在于自然界,如江河湖海的底层、动物的消化道。由于人们最先注意到在湖泊或沼泽中常常有气泡从水底的污泥中冒出,这些气体收集起来可以点燃,便称这种气体为“沼气”。

虽然人们发现沼气产生这种现象已经有很长历史,但把沼气收集起来加以利用,还是近几十年的事。

我国研究制取沼气的历史很早,1920年罗国瑞在广东省汕头市建造生产沼气的沼气池,1930年后在全国13个省区修建了沼气池。20世纪50年代末,为了解决农村炊事用能,曾引起全国范围内农村沼气建设的热潮,但由于技术不成熟和采取群众运动的方式,此项活动时间不长。

由于农村生活燃料严重短缺,为缓解农村日益突出的生活用能矛盾,20世纪70年代初在湖北、四川、江苏和河南等省农村又一次开始兴办沼气,如湖北沔阳县在沼气建



设上曾有过辉煌历史，当时的口号是“日建大寨县，夜建沼气池”，不到3年时间，全县建设沼气池达到1.8万口，但是由于急于求成，加之资金、建材不足等原因，使沼气的平均使用寿命只有3~5年时间，到70年代末，即有大量的沼气池报废。

1979年5月召开的全国沼气工作会议上总结了以往工作中的经验教训，并提出了重视质量、稳步发展的方针，逐步形成了以能源、环境保护和生态农业为目标的中国沼气建设模式，从而使中国沼气建设出现了新的转机，走上了稳步、健康发展的道路。目前，我国农村户用沼气池已超过千万口。如云南，2003年全省新建农村户用沼气池达25.38万口，居全国第2位；沼气池的保有量达到了104.37万口，居全国第4位，沼气折合标准煤36.54万吨；推广省柴节煤灶5万余户，到年末累计达689.97万户，居全国第11位。广西结合实施养殖-沼气-种植“三位一体”的农村生态能源建设，积极开展“一池三改”工作，并实现跨越式发展，连续4年全区沼气池年新增总量占全国的1/3，仅2002年，全区共完成新建沼气池40万口，累计建沼气池174万口，占全区农户总数的20%以上。目前，广西沼气池数量已跃居全国首位。

2004年我国投入国债资金10亿元，计划到2010年使我国1/5的农户用上沼气。

此外，各地还兴建了不同形式、处理各种不同原料的沼气工程，尤其是20世纪90年代以来，随着农业科技的发展，逐渐形成了各种农村沼气生态模式，其中最具有代表

性的是“北方农村沼气生态农业模式”和“南方农村沼气生态农业模式”。这两大模式的形成和发展，使沼气建设以沼气为纽带，集种植业、养殖业及农副产品加工业为一体的生态农业模式，将农民的生产、生活和生态紧密联系在一起。

(二) 农村发展沼气的意义

在农村推广和利用沼气，设备简单，投资较少，见效快，并且有产气、造肥和除害等综合效益，所以农村利用生物物质能源建造沼气是农业现代化的能源建设、肥料建设和环境卫生建设，对科学文化水平的提高和小康社会的新农村建设都具有重大的战略意义，其经济效益也是十分显著的。

① 使资源变废为宝

生产沼气的原料主要为大量废弃资源，如农作物秸秆、柴草、烂瓜、烂果、烂菜和鸡鸭牛羊猪犬人等动物粪便等，生产沼气实现了真正意义上的“利用资源，变废为宝”。

② 节约矿物燃料，改变农村能源结构

沼气是取之不尽、用之不竭的再生能源，又是清洁的生态能源，既能满足农村生活用能的需要，又能大量节约煤、电。沼气既可用于做燃料和照明，也可用于农业生产（如温室保温、贮备粮食、烘烤农产品、沼气防蛀、水果保

鲜、烧锅炉、加工食品和取暖等)。在自然资源日见减少的现实情况下,利用废弃物生产沼气无疑是增加生活能源的一种有效方式。

③改变农业生产条件,促进农业生产发展

人畜粪便及秸秆经过密闭发酵后,除了产生沼气外,还产生一定量的优质沼气肥,是各类农作物、花卉、果树和蔬菜等的优良有机肥料,对各类作物均具有促进生产、增产、抗寒和抗病虫的作用。施用沼气肥不但可节省化肥、农药的喷施量,也有利于生产绿色食品。农田施用沼气肥一般可增产10%左右。如广西把沼气技术推广与养猪、养鱼、种菜和种果结合起来,大力推广“养殖-沼气-种植”三位一体的生态能源模式,起到了“三省”(省柴、省电、省劳)、“三增”(增肥、增产、增收)、“两减少”(减少生产投资、减少病虫害发生)和“一净化”(净化环境)的作用,有效地解决了贫困地区“三低”(农民素质低、粮食产量低、农民收入低)和“三缺”(缺燃料、缺肥料、缺饲料)的贫困问题,使沼气与发展生态农业有机地结合起来,实现了粮食、生猪、水产和林果业丰产丰收,推动了农村第二、第三产业的发展,加快了农村脱贫致富奔小康的步伐。目前,广西各项农村能源设施为农民增收节支约21亿元。沼气建设能把种植业、养殖业、特色农产品发展与农村生活用能紧密结合,提高农业生产水平,提高农民的科技意识和水平,促进无公害农产品的生产与发展。

④保护和改善生态环境

一般农户建一口 $6 \sim 8$ 米³ 沼气池，以 3~5 头生猪的粪便作为发酵原料，每口沼气池每年处理人畜粪尿 15 吨以上，每年产沼气 400~600 米³，可满足一农户全年的炊事和照明用能需要，年节约薪柴 2.5 吨。每口沼气池每年可保护 4~5 亩（亩为废除单位，1 亩 = 1/15 公顷 $\approx$ 667 米²）林地免遭砍伐（根据当地用柴林的实际情况进行估计）。沼气替代薪柴，能有效减少森林的砍伐，达到保护森林的目的，是间接植树造林的有效措施；沼肥的还田，能有效改良农田土质，提高土壤质量，有力促进农业的良性和可持续发展。养猪在农村十分普遍，大量的人畜粪便污染着农村庭院，极不卫生；加之落后的传统用能方式，农村庭院显而易见就是“三大堆”——草堆、柴堆和粪堆，晴天臭气熏，雨天脏水流，蚊蝇成群，沼气的推广使用完全消除了“三大堆”现象，庭院从此可以栽花种草种果树，面貌焕然一新。农舍周围干净整洁，特别是在制取沼气过程中，人、畜粪便和有机污水在池中厌氧发酵，可杀死 90% 以上的寄生虫卵和致病菌。所以，发展沼气从根本上改变了农村环境卫生，减少了疾病的发生。

以沼气为龙头把生态家园建设与改厕、改路、改厨、改水、改房和改猪牛栏舍结合起来，农民居住的环境卫生大有改观，农村面貌和农民的精神面貌焕然一新，不少村成为文明村、卫生村和小康村。



⑤可节省劳动力，提高生活质量

据调查，普通农户每年花在砍柴的工日为 50 ~ 60 个，占全年的 1/6。推广沼气后，农村炊事节约了砍柴工日，减轻了劳动强度，也解放了农村妇女。利用沼气作生活燃料生火做饭，具有方便、卫生、快捷等多种优点，从而告别烟熏火燎的落后时代，农村妇女从不卫生和繁重的家务中解放出来。纯蓝色的火焰在厨房里燃起，农村、城市的差别被明显缩短，彻底改变了农村落后的生活方式，提高了生活质量。

⑥推动了农村社会的文明进步

在农村大力推广使用沼气，实现了点灯不用油，煮饭不用柴，洗澡用沼气热水器，农业增产，农民增收，农民得到了实惠，从而促进了农民思想观念和生活方式的转变。首先，群众真正感到党和政府为他们办实事做好事，党在群众中的威信得到提高，号召力、凝聚力增强，密切了党群、干群关系；其次，农民崇尚科学移风易俗的多了，封建迷信活动少了，发家致富奔小康的多了，违法犯罪的少了。

⑦经济效益显著

以每口沼气池每年节柴 3 000 千克计，每吨柴 200 元，即一口沼气池的年直接经济效益为 600 元。一般而言，体重 20 ~ 30 千克的猪即可开始添加沼液进行饲养，可缩短育

肥期1个月，每育肥1头猪节约饲料50~100千克，猪不易得病，饲料报酬高，直接增加经济效益50~100元/头。一口沼气池按添加沼液养猪3头计，每头猪增加收入50元，则年直接经济效益就可达150元。一口沼气池建成后，拟推广沼液浸种播种面积达5亩，平均增产粮食按5%计，每亩可增产粮食23千克，总计增收粮食115千克。每口沼气池年产沼肥10~20吨，每吨沼肥仅以50元计，一口沼气池的沼肥经济效益可达500~1000元。

沼气发酵残留物应用于水果、蔬菜的栽培，其所获得的经济效益更高。随着沼气综合利用广度和深度的不断开发，沼气池必将获得更加显著的经济效益。



二、沼气发酵原理及条件



(一) 沼气的概念、性质及发酵原理

① 沼气概念及性质

沼气是有机物（秸秆、杂草、人畜粪、垃圾和污泥等）在隔绝空气和一定的温度、湿度、酸碱度等条件的沼气池内，经过多种发酵微生物进行分解代谢作用产生的一种混合可燃气体。在这个过程中，微生物是最活跃的因素，它们把各自固体或溶解状态的复杂有机物，按照各自的营养需要，进行分解转化，最终生成沼气。因为这种气体最早在沼泽中发现的，所以被称为沼气，主要成分是甲烷（ CH_4 ），其余为二氧化碳（ CO_2 ）、氧气（ O_2 ）、氮气（ N_2 ）和硫化氢（ H_2S ）。甲烷是无色、无臭的可燃烧气体，难液化，但可贮存于钢瓶之中备用。

② 沼气发酵的原理

沼气发酵在自然界中广泛存在，如在人和动物的肠道，