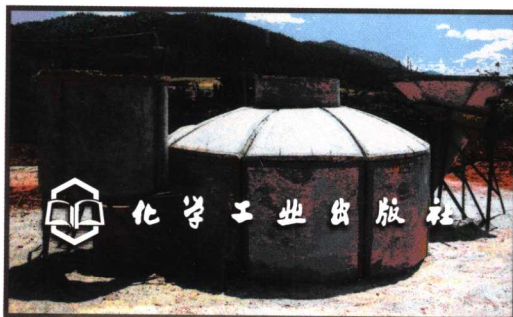




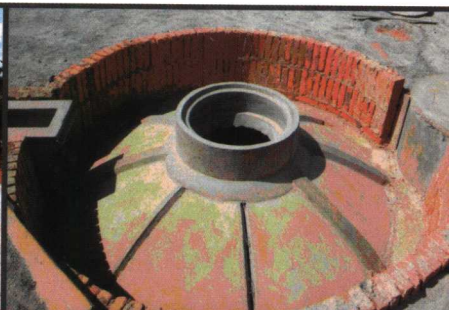
NONGCUN ZHAOQI
SHIYONG JISHU

农村沼气实用技术

宋洪川 主 编 谢 建 董锦艳 副主编
李长生 主 审



化学工业出版社





NONGCUN ZHAOQI
SHIYONG JISHU

农村沼气实用技术

宋洪川 主 编 谢 建 董锦艳 副主编
李长生 主 审



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

农村沼气实用技术/宋洪川主编. —北京: 化学工业出版社, 2007.7
ISBN 978-7-122-00491-8

I. 农… II. 宋… III. 农村-甲烷-综合利用
IV. S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 075169 号

责任编辑: 邵桂林

装帧设计: 张 辉

责任校对: 李 林

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 204 千字

2007 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 16.00 元

版权所有 违者必究

《农村沼气实用技术》

编写人员

主 编 宋洪川

副 主 编 谢 建 董锦艳

编写人员 (按姓氏笔画排列)

尹 芳 兰 青 宋洪川

张万俊 张云梅 施祥星

董锦艳 谢 建

前 言

我国农村沼气的推广和利用已经获得了显著的社会效益、环境效益、经济效益和能源效益。尤其是自 20 世纪 80 年代以来，沼气及沼渣、沼液综合利用的发展，以沼气为纽带的生态农业模式的不断探索和建设，促进了农业的可持续发展。

我国农村户用沼气池的技术水平、数量和发展速度在世界上处于前列，截止 2006 年底已超过 1800 万口。预计到“十一五”末期，我国农村沼气池数量将达到 5000 万口，沼气建设已经成为新农村建设中重要的基础设施建设，发展沼气也成为解决“三农”问题的一个有力手段。

以往，沼气建设主要是解决农村能源问题，考虑的主要是“锅下愁”。进入 21 世纪以来，沼气建设已经从单一的农村能源建设，发展到以沼气为纽带的生态农业建设新阶段。全国许多地方已经在很大程度上开展了沼气及沼液、沼渣的综合利用工作，北方典型的“四位一体”模式、南方“猪-沼-果”模式和西北“五配套”模式均成为了农民致富的有效途径。农村发展沼气已经被广大农民群众所接收。

但在沼气建设过程中还存在重建池、轻管理和使用不正常的现象。为了普及沼气池的管理和综合利用等实用技术，让农村沼气用户更好地掌握和使用沼气，使沼气及沼液、沼渣的综合利用取得更好的效益，避免安全事故的发生，使农民得到实惠，我们根据各地的经验，结合实际工作，编写了《农村沼气实用技术》一书。需要注意的是，由于各地条件不同，农户对某些技术应先试后用，根据以往经验或相关技术逐步探索和试验，不能盲目和急于开展。

本书共有七部分，较为系统地介绍了农村沼气的相关实用知识。由于建造沼气池要求较高，应由专业队伍施工，并且本着管理是关键和充分发挥沼气池的综合效益的宗旨，本书对如何建造沼气

池只做了简单的介绍；结合广大沼气工作者和用户的实际需求，介绍了发展沼气的意义，如何选择合适的沼气池和建池地点，沼气池的日常管理、维护和沼气的使用、安全注意事项，沼气用具及其使用、常见故障处理和维护、安全注意事项，沼气和沼渣、沼液综合利用等实用技术。

本书的第一章、第二章由宋洪川、董锦艳、谢建、张云梅、张万俊编写，第三章和第四章由董锦艳、张万俊、谢建、宋洪川、兰青编写，第五章由董锦艳、尹芳、张云梅、谢建、张万俊编写，第六章由董锦艳、宋洪川、谢建、张万俊、施祥星编写，第七章由宋洪川、谢建、张云梅、施祥星编写，全书主要由谢建、张万俊和胡向军修改，并由李长生研究员主审。董诗旭参与了部分文字的录入工作。

限于编写人员知识水平，书中不妥之处敬请广大读者和专家提出宝贵意见。

编写组

2007年3月

目 录

第一章 概述	1
一、发展沼气的意义或作用	2
二、国内外沼气技术的主要发展历史和思路	7
第二章 沼气发酵过程与影响因素	13
第一节 沼气发酵过程	13
一、沼气发酵的概念	13
二、沼气发酵的基本过程	13
第二节 沼气发酵的影响因素	14
一、温度	14
二、酸碱度 (pH 值)	15
三、氧气含量	16
四、沼气发酵原料的碳氮比	16
五、沼气发酵接种物 (厌氧活性污泥)	16
六、发酵料液浓度	17
七、毒性物质或添加剂	18
八、搅拌	19
九、压力	20
第三节 沼气发酵工艺	21
一、按发酵温度分	21
二、按投料方式分	22
三、按发酵浓度分	22
四、按发酵级差分	23
五、按发酵阶段分	23

第三章 农村家用沼气池	25
第一节 农村家用沼气池池型	25
一、沼气池的构造	25
二、沼气池的工作过程	29
三、农村典型户用沼气池	30
四、商品化沼气池	36
第二节 沼气池的建造	41
一、建池地点和沼气池容积的选择	41
二、建池材料	42
三、沼气池的建池过程	45
四、沼气池池体施工	46
第四章 沼气用具或设备	55
第一节 沼气燃烧器具	55
一、燃烧及燃烧器	55
二、沼气灶具的主要参数	58
三、家用沼气灶	60
四、家用沼气灯	65
五、家用沼气热水器	68
六、沼气饭煲	71
第二节 沼气输气管及配件	73
一、沼气输气管道	73
二、管道配件	74
三、沼气压力表	75
四、集水器	76
五、脱硫器	77
六、输气管道的安装	79
第三节 沼气池出料设备	81
一、人力活塞泵	81

二、机动液肥泵	82
三、液肥车	83
第四节 沼气用具常见故障、处理和日常维护	84
一、常见故障判断与处理方法	84
二、日常维护和保养	90
第五章 沼气的综合利用	92
第一节 沼气的基本性质和特性	92
一、沼气的性质	92
二、沼气的燃料特性	93
第二节 沼气发电	93
一、沼气发动机的特点	93
二、沼气发动机的类型	94
三、双燃料式柴油发动机的改装	95
四、沼气发电的效益	98
第三节 沼气在种植业中的利用	99
一、沼气在蔬菜大棚温室中的利用	99
二、沼气应用于温室育秧	103
第四节 沼气在养殖业中的热利用	105
一、沼气养蚕	105
二、沼气在养鸡中的利用	107
三、沼气燃烧控温孵化鹌鹑	112
四、沼气控温养蛇	113
第五节 利用沼气烘烤农副产品	114
一、沼气烤莲子	114
二、沼气烘干玉米	115
三、沼气烘干棉花	116
四、沼气烘制花茶	116
五、沼气催化燃烧烘干粮食	117
六、沼气灯保温贮藏红薯	118

第六节 沼气和调贮藏水果·····	119
一、沼气保鲜的原理和贮藏形式·····	119
二、沼气贮柑橘·····	121
三、沼气保鲜山楂·····	124
四、沼气保鲜苹果·····	126
五、沼气保鲜荔枝·····	127
第七节 沼气和调贮藏粮食·····	128
一、沼气贮粮防虫的方法·····	128
二、沼气贮粮灭虫效果·····	130
三、沼气贮粮注意事项·····	132
第八节 沼气灯诱虫养禽和鱼·····	132
一、诱虫方法·····	133
二、诱虫效果·····	133
第六章 沼渣和沼液的综合利用·····	134
第一节 沼渣和沼液的特点·····	134
一、沼气发酵的特点·····	134
二、沼渣和沼液中营养成分的特点·····	136
三、沼渣和沼液中有机生物活性物质的多样性·····	138
四、沼渣和沼液中的无机营养元素·····	142
第二节 沼渣和沼液用作肥料·····	143
一、沼肥与堆肥的肥效对比·····	143
二、沼液作为肥料的施用技术·····	145
三、沼肥的施用技术·····	147
四、沼液用于果树叶面喷施技术·····	149
五、沼肥培育杉木苗技术·····	150
六、沼肥在作物上的应用及效果·····	150
七、沼肥在蔬菜水果中的应用及效果·····	155
第三节 利用沼渣和沼液改良土壤·····	159
一、沼渣和沼液改良土壤的效果·····	160
二、沼渣和沼液改良土壤的一般方法·····	161

三、沼气发酵残留物改良土壤的实际应用·····	162
第四节 沼液浸种·····	163
一、浸种的效果和原因·····	163
二、沼液浸种的技术·····	167
三、几种农作物种子的浸种技术·····	168
四、沼液浸种注意事项·····	171
第五节 沼液防治农作物病虫害·····	171
一、沼液防治农作物病虫害的种类和效果·····	171
二、沼液对病菌的抑制·····	174
三、沼液防治病虫害的一般方法·····	177
四、沼液防治水稻病虫害技术·····	178
五、沼渣、沼液防治小麦病害技术·····	179
六、沼液防治棉花枯萎病技术·····	180
七、沼渣和沼液防治西瓜枯萎病技术·····	181
八、沼液防治果树虫害技术·····	181
九、沼渣和沼液防治农作物病虫害的一些经验·····	182
第六节 利用沼渣、沼液栽培食用菌·····	183
一、利用沼渣和沼液栽培食用菌的效果·····	183
二、利用沼渣和沼液栽培食用菌的一般方法·····	185
三、沼渣栽培平菇技术·····	188
四、沼渣瓶栽灵芝技术·····	190
五、沼渣和沼液中棚蘑栽培技术·····	191
六、沼渣和沼液栽培金针菇技术·····	194
第七节 利用沼渣养殖蚯蚓、土鳖虫·····	195
一、沼渣养殖蚯蚓·····	195
二、沼渣养殖土鳖虫·····	199
第八节 添加沼渣和沼液养猪·····	200
一、添加沼液养猪的一般方法·····	201
二、添加沼渣养猪的一般方法·····	201
三、添加沼渣和沼液喂猪的注意事项·····	202

四、添加沼渣和沼液喂猪的实际应用·····	202
第九节 沼渣和沼液养鱼·····	203
一、沼肥池塘养鱼·····	203
二、沼肥稻田养鱼·····	207
三、沼渣和沼液养鱼的实际应用·····	209
第七章 沼气为纽带的生态农业模式 ·····	211
第一节 北方“四位一体”能源生态模式·····	211
一、概念和布局·····	211
二、特点和效益·····	212
第二节 南方猪-沼-果沼气能源生态模式 ·····	214
一、模式的组成·····	214
二、模式的特点和效益·····	215
第三节 西北“五配套”能源生态模式·····	216
一、西北“五配套”模式的原理·····	216
二、各单元的功能·····	217
三、模式的效益·····	217
第四节 沼气为纽带的典型生态农场和农村·····	219
一、杭州浮山养殖场生态农场·····	219
二、沼气为纽带的生态农村·····	220
三、沼气为纽带的西单生态农业模式·····	222
四、以沼气为纽带促进城郊型生态农业发展·····	224
参考文献 ·····	229

概述

沼气是有机物质在厌氧条件下经过多种微生物协同发酵产生的一种可以燃烧的混合气体。常见的有机物质有农作物的秸秆、杂草、人畜粪便、有机垃圾、生活污水和工业有机废水等。根据沼气的来源和产生沼气的原料，人们把沼气又称为污泥气、粪气、阴沟气、生物气。沼气与天然气相似，主要成分是甲烷、二氧化碳，只是沼气的甲烷含量通常为 50%~70%，二氧化碳含量为 30%~50%，发热量（热值）比天然气低 40% 左右，1 立方米沼气燃烧产生的热量约为 20930~25120 千焦，大约相当于 5.8~7 千瓦·时电。沼气是一种无色、稍有臭鸡蛋味的混合气体，难溶于水，很难液化，密度为 1.095~1.347 千克/立方米，比空气轻。沼气中的主要成分甲烷可以与卤素发生化学反应，生成卤代甲烷，也可以与氧发生反应，生成甲醇、甲醛、甲酸等化工产品，所以沼气还可以作为重要的化工原料。

在农村利用沼气不仅能解决农户炊事和照明等日常生活用能问题，而且还能用于农业生产。修建一个沼气池，每天投入至少相当于 3 头体重 50 千克以上猪的粪便，产生的沼气基本能满足普通家庭点灯、做饭等日常生活用能。用沼气做饭、做菜既方便、又卫生，没有烟熏火燎的痛苦；用沼气点灯，可以达到电灯一样的亮度，具有成本低、使用方便、且无触电的危险。

沼气还可以用于种植、养殖、农产品加工等农业生产中，如大棚温室保温、烘烤农产品、沼气防蛀、沼气储粮、水果保鲜、孵鸡育雏、蛋鸡增光、诱蛾养鱼、养蚕、育秧等。沼气也可以发电做农

机动力，大中型沼气工程生产的沼气可用来发电、烧锅炉、加工食品、采暖或供给城市居民使用。

一、发展沼气的意义或作用

沼气技术是变废为宝的高效转换技术，在农村大力推广沼气具有显著的综合效益。在我国广大农村地区发展沼气，能够解决农村能源供应不足的问题，提供农户生活所需能源；保护和巩固以退耕还林还草、天然林保护为重点等生态建设工程的实施和取得的成果；减少人畜粪便和生活污水造成的农业面源污染，有效改善农村环境卫生状况，降低室内空气污染，提高农民生活质量和健康水平；以沼气为核心的生态农业建设，可以推动农村种植业和养殖业的发展，促进农业增效和农民增收，具有显著的能源、经济、环境和社会意义。

随着我国农村沼气建设的普及和技术进步，沼气的功能已经从过去以提供能源为主较为单一的作用，扩展到生态农业领域和环境卫生领域等多个方面。现在，农村沼气以提供清洁能源为切入点，与国家重大生态建设工程——生态农业工程、退耕还林还草工程和天然林保护工程等相结合，保护了生态环境；与改厨、改圈、改厕等社会事业相结合，改善了农民的生活方式和生活环境；与种植业、养殖业相结合，促进了农业增效和农民增收。实践证明，沼气建设已经成为改善农村生产生活条件、全面建设小康社会、实现经济社会和生态良性循环发展的重要手段或方法。

1. 在农村能源建设中的作用或意义

随着农村社会经济的迅速发展、人口的不断增加以及农业机械化和化学化的发展，农村生活用能短缺，制约了农村经济的发展和农民生活水平的进一步提高。

发展农村户用沼气池，具有成本低、见效快等优势。一户普通家庭，修建一口户用沼气池，如果管理得好，一个以3~5头50千克以上猪或至少1头牛的粪便为原料、正常发酵使用的户用沼气池，每年可以产生300~500立方米沼气，每天相当于向用户提供

5~8 千瓦·时电，若用于炊事全年可以向用户提供大约 680000~1140000 千焦的能量。若按沼气、薪柴、煤炭和液化气燃烧时的热效率分别为 55%、20%、25% 和 55%，以及沼气、薪柴、煤炭、液化气的低位热值折算标准煤分别为 0.714 千克、0.571 千克、0.714 千克和 1.714 千克计算，一口沼气池年产的沼气相当于 10~17 瓶（约 125~208 千克）液化石油气或者 1000~1700 千克薪柴、660~1100 千克煤炭，基本能够满足一个 3~5 人农户的生活用能需要。据调查，沼气户消费的能源大大少于非沼气户，沼气户每年人均消费煤比非沼气户少 66% 左右，薪柴少 58%，秸秆少 87% 左右，沼气户年人均用能量比非沼气户少 50% 以上。

我国农村各种有机废弃物资源丰富，产沼气潜力巨大，充分利用可以为我国农村地区提供可靠的能源，特别是可靠的优质高品位能源。以我国每年产 6 亿~7 亿吨风干秸秆，其中 50% 的秸秆用于发酵产沼气，平均每吨风干秸秆发酵产 250 立方米沼气计，我国每年利用秸秆可以产生沼气的潜力约为 750 亿~875 亿立方米。以 2000 年我国禽畜粪便可获得量 3.2 亿吨干物质，每吨干物质平均产 250 立方米沼气计，我国每年利用禽畜粪便可以产生沼气的潜力约为 800 亿立方米；若以我国禽畜粪便资源量计，我国每年利用禽畜粪便可以产生沼气的潜力更高达 1500 亿立方米。仅以粪便和秸秆两项资源的低值计，我国农村有机废弃物每年产沼气潜力至少约为 1500 亿立方米，相当于 1 亿多吨标准煤。按我国 9 亿多农民和 2 亿农户计，每个农民每天拥有近 0.5 立方米沼气，每年拥有 160 多立方米沼气；每户农户每天拥有超过 2 立方米沼气，每年拥有 750 立方米沼气，完全能满足农民和农户日常生活用能需要。农作物秸秆、杂草、人畜粪便、有机生活垃圾等有机废弃物通过沼气发酵，一是可以转换成为高品位、高热值的清洁能源；二是比直接燃烧（如秸秆类）的热效率提高约一倍以上，可以节省大约一半以上的能源。因此，发展沼气具有开源和节流的双重作用，是解决农村能源短缺问题的一种重要方法。

2. 在生态环境保护中的作用或意义

很长时期,甚至至今,我国广大农村地区居民的主要生活用能仍是柴草,柴草约占农村生活用能的60%。由于林木等资源长期被人类当作生产和生活燃料大量不合理地利用,致使森林植被严重破坏,生态环境严重恶化。

通过在农村推广使用沼气,可以切实有效地保护森林,降低二氧化碳和二氧化硫的排放,恢复和治理生态环境。2006年底,全国有1800多万户用沼气池,以每个沼气池年产沼气400立方米计,可以替代薪柴约1.2吨,全国每年可以节约2000多万吨薪柴,至少相当于保护了3000多万亩林地。以广西壮族自治区为例,在1960~1985年的25年间,全区的森林覆盖率一直处于22.01%~22.32%之间,森林资源消耗量大大超过生长量。1985年后,自治区大力推广使用沼气和节柴灶,到1990年时全区森林覆盖率从23.1%增长至25.34%,到2001年达到41%,森林资源蓄积量从1991~1995年的3.1亿立方米增加到1996~2001年的4亿立方米,5年内净增9000万立方米。一个沼气池年节约煤炭880千克,折合标准煤628千克,按燃烧每千克标准煤排放二氧化碳2.664千克和二氧化硫0.0224千克计算,每个沼气池每年可减少排放1672千克二氧化碳和14.1千克二氧化硫,全国每年可以减少3000多万吨二氧化碳和25万多吨二氧化硫。

人畜粪便经过沼气发酵后,剩余的沼气发酵液和沼渣(统称沼气发酵残留物)含有丰富的有机质、氮磷钾等常规元素和铁锌锰等多种微量元素,养分齐全,速效肥和缓效肥兼备,矿质化和腐殖化程度高,可以作为基肥、追肥和叶面喷施使用。大量的试验和实践均表明,通过施用沼气发酵残留物,可以疏松土壤,有利于土壤微生物的活动和土壤团粒结构的形成,提高土壤有机质含量和土壤肥力。施用沼气发酵残留物3年后,分别提高紫黄泥和褐土土壤有机质含量0.17%和0.59%;施用沼气发酵残留物4年后,分别提高潮泥田和青紫泥土壤有机质含量0.17%和0.41%。长期施用沼气发酵残留物,土壤容重降低,总孔隙度增加,活土层深度比对照

增加 8 厘米以上，能够显著改善土壤的物理性状。

沼气发酵液对 17 种农作物的近 30 种病害具有防治作用，能防治 19 种农作物的 19 种虫害，其中对 11 种农作物的 23 种病害和 13 种农作物的 14 种虫害具有非常理想的防治效果，与目前使用的农药效果相似，并且通过沼气发酵残留液饲喂家畜等动物证实，目前还未发现沼气发酵残留物具有毒害作用。因此，通过喷施沼气发酵液，不仅可以降低农药的使用量，并且可以切实降低因施用农药引发的环境污染问题或中毒事件。

3. 在生态农业建设中的作用或意义

沼气的生态农业技术就是依据生态学原理，以沼气为核心，通过沼气发酵，使人畜粪便和作物秸秆等有机废弃物中蕴藏的能量转换到沼气中，使各种矿物质营养元素和部分未利用的有机质成为发酵残余物——沼液和沼渣，进入到下一级的农业生产和日常生活中，从而将种植业、养殖业、副业以及加工业等有机地结合和统一起来，实现了农业废弃物资源化、农业生产高效化、农村环境清洁化和农民生活文明化，多层次和多样性地、有效地利用有机废弃物的能量和物质，成为资源再生和生态农业中的重要环节，在生态农业建设中起到纽带的作用。

经过长期的沼气建设与发展，我国各地依据当地实际，逐渐形成和发展起了许多以沼气为核心的生态农业模式，其中具有代表性的有北方农村能源生态模式（即“四位一体”模式）、南方“猪-沼-果（菜、菇、鱼等）模式”和西北“五配套”模式。

4. 改善居住环境卫生条件，减少疾病发生

采用传统的炉灶直接烧柴，利用效率较低，燃烧不完全，通常伴随着大量的烟尘，这不仅浪费了能源，还直接污染了居住环境，造成室内空气污染，在农村由此引起的呼吸道疾病是导致死亡的重要因素。沼气本身是一种优质的清洁能源，正常燃烧后无烟无尘，不会造成污染，以沼气为主要燃料的厨房干净明亮。

沼气池与厕所、畜厩结合建设，可以改变农村粪便、垃圾随意堆放的不良状况，解决农村生活环境脏、乱、差的问题。此外，人