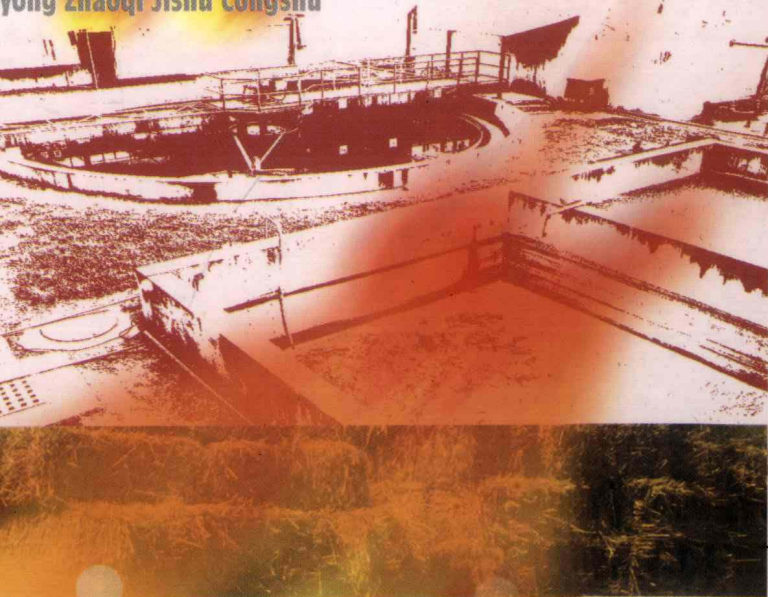


沼气发酵残留物综合利用技术

Zhaoqi Fajiao Canliu Wu Zonghe Liyong Jishu

Yong Zhaoqi Jishu Congshu



■ 张无敌 编著
■ 宋洪川
■ 尹芳

云南科技出版社

实用沼气技术丛书

沼气发酵残留物 综合利用技术

张无敌 宋洪川 尹 芳 编著

云南科技出版社

· 昆明 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

沼气发酵残留物综合利用技术/张无敌, 宋洪川, 尹芳编著. —昆明: 云南科技出版社, 2003.6

(实用沼气技术丛书)

ISBN 7 - 5416 - 1739 - 3

I . 沼 ... II . ①张 ... ②宋 ... ③尹 ... III . 甲烷 - 发酵 - 废物综合利用 IV . ①S216.4②X71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 042990 号

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

滇黔桂石油勘探局昆明印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 850mm × 1168mm 1/32 印张: 7.5 字数: 188 千字

2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 2000 全套定价: 57.00 元 (共六册)

内 容 提 要

本书系统而通俗地介绍沼气发酵残留物的各种综合利用技术，内容涉及：①沼气发酵残留物是优质有机肥，详细介绍了沼气发酵残留物作肥料的技术；②沼气发酵残留物是理想的土壤改良剂，利用沼气发酵残物改良土壤简单易行、效果好；③沼气发酵液富含许多营养物质，可以用作农作物种子的浸种剂；④沼气发酵液不但营养丰富，而且含有许多生物活性物质，能有效防治农作物的某些病虫害，是发展绿色农产品的替代农药；⑤沼气发酵残留物具有较好的饲料营养价值，添加沼气发酵残留物养猪技术效果好；⑥沼气发酵残留物替代肥水养鱼具有很多优点，利用沼气发酵残留物养鱼的技术值得推广；⑦沼气发酵残留物栽培蘑菇技术；⑧沼气发酵残留物的其他利用技术；⑨以沼气为纽带的生态农业模式。本书取材丰富，内容科学、准确，侧重于技术的规范化和可操作性，通俗易懂。对科研人员有参考价值，对农村科技人员、管理干部有指导作用，对广大农户有较强的实用性和可操作性。

序

虽然早在 1630 年比利时布鲁塞尔的医生 Van Helment 就已经认识到了沼气，但对沼气发酵的科学认识却始于 1901 年。百年来，沼气的发展十分迅速，沼气微生物的研究从技术方法、群体代谢、个体水平到分子生物学、基因研究、*Methanococcus jan-naschii* 全基因组序列的测定，沼气发酵从工艺过程到设备配套技术，沼气技术的应用从废弃物能源利用到环境和生态的可持续发展等方面均取得了长足的发展。

在产甲烷菌的研究方面，个体产甲烷菌的分类地位逐渐提高，短短几十年，产甲烷菌由 1 个科上升至 5 目、10 科、25 属；对产甲烷菌细胞壁结构、膜质成分、16Sr RNA 亲缘关系、7 种辅酶因子形成甲烷的机制等的揭示，改变了种系发生的传统二分法理论，提出了生命三领域学说 (Three domains theory): Arachaea (古核生物)、bacteria (细菌) 和 Eucarya (真核生物)。在沼气发酵的工艺方面，从简单的沼气发生器出现后，先后又提出和发展了一系列工艺技术，如高速消化器、厌氧接触消化器、UASB、AF、两相厌氧消化器、厌氧流化床和厌氧膨胀床等，这些技术的开发和应用拓宽了厌氧消化技术的服务范围，大大提高了厌氧消化的效率。从能源的开发与利用来看，沼气技术是利用有机废弃物生产能源，即在有效治理有机污染的同时开发清洁能源；这种能源开发利用方式能够保持大气中二氧化碳的循环，或二氧化碳零排放。农村沼气推广应用已经获得了显著的社会、生态、能源和经济效益，沼气及其残留物的综合利用，已形成了我国北方

“四位一体”和南方“猪—沼—果”生态农业模式，这种发展方式正好体现了可持续农业发展的合理内涵，是我国以及其他发展中国家农业发展的新思路。在有机废水治理方面，厌氧消化技术的应用已越来越广泛，对高浓度有机废水的处理已显示出了巨大的潜力。

沼气发酵系统涉及内容广泛，理论、应用与实践共同发展，多学科交叉与渗透十分突出，沼气的推广应用涉及多部门间的合作与协调。既有基础微生物学、分子生物学研究，又有发酵工程的内容；既有工艺学的研究，又有现实工程的建筑与设计；既有微生物代谢与代谢产物的研究，又有沼气发酵残留物的各种综合利用；既有废物的处理与能源利用，又有环境与生态工程的实践；既有以沼气为纽带的可持续发展农业理论探索，又有各种生态农业模式的涌现；既有农村家用沼气池的应用，又有大中型沼气工程的运行；既有禽畜场大中型沼气工程、工厂有机废水处理沼气工程，又有城镇生活污水沼气净化工程。

截止到 2001 年底，全国已拥有农村户用沼气池 956.8 万口，年产沼气近 30 亿米³，530 万农户用上了清洁的沼气生活能源；大中型沼气工程 1 359 处，总池容 63 万米³，年处理畜禽粪便 3 404 万吨，年沼气发电量达 328.5 万千瓦小时，集中供气 16.4 万户；农作物秸秆沼气工程 1 171 处，年产沼气 31.4 万米³，年处理废弃物 1 400 万吨；城镇生活污水净化沼气池技术逐步标准化，已建立城镇生活污水净化沼气池 96 123 口，其中公厕 5 793 处，居民楼 84 045 处，其他 1 159 处，年产沼气 37.5 万米³；北方“四位一体”沼气模式 32 万户，南方“猪—沼—果”模式 215 万户。

农村户用沼气池的综合利用为农民增加了经济收入，1999 年全国完成沼液浸种播种面积达 84.6 万公顷，增产粮食 5% 以上；添加沼液喂猪 832 万头，节约饲料 41 万吨；利用沼气发酵

残留物养鱼水面面积达 6.7 万公顷，增产鲜鱼 10%~30%；利用沼气发酵残留物种蘑菇面积达 572 万米²。在沼气庭院经济建设方面，甘肃的陇南地区，开展沼气及其综合利用，每个沼气户每年增加经济收入 550 元，每年给农业提供优质沼肥 2.265 亿千克，可保证 6 044 公顷农田使用，有力地促进了农、林、牧、副、渔业全面发展。

进入 21 世纪以来，我国沼气的推广应用发展迅猛，计划“十五”期间新增农村户用沼气池 600 万口，其中湖南省计划发展 180 万口，广西壮族自治区计划发展 130 万口，云南省计划发展 100 万口，贵州省计划发展 50 万口……城镇生活污水沼气工程、有机工业废水沼气工程不断涌现。2002 年 10 月 15 日~17 日在江西吉安召开了“全国农业生态环境与可再生能源建设工作会议”，提出了新阶段生态环境与可再生能源建设工作的总体目标，大大加强了全国沼气发展的力度。新阶段的总体目标要求，2003~2005 年，即“十五”期间的后三年，预计全国新增农村户用沼气池 1 100 万户，到 2005 年底，全国农村户用沼气池数量将达到 2 000 万口，使 1/10 的农户使用沼气，适宜地区沼气普及率达到 15%；2006~2010 年，再新增农村户用沼气池 3 100 万户，到 2010 年底，全国农村户用沼气池将达到 5 000 万口，使全国 1/5 以上的农户受益，适宜地区沼气普及率达到 35%。同时，重点在东部沿海城市和部分省会城市郊区“菜篮子”养殖基地支持建设沼气工程，到 2005 年新建沼气工程 2 500 处，2006~2010 年新建 5 000 处。因此，随着沼气池的推广普及率的不断增加，沼气综合利用的前景将越来越广阔。

为了更好地普及和推广沼气技术，我们编写了《实用沼气技术丛书》。本套丛书涉及的内容有：《沼气发酵与综合利用》、《农村户用沼气池知识问答》、《沼气发酵残留物综合利用技术》、《沼气综合利用技术》、《沼气发酵实验教程》、《产甲烷菌的某些生物

学特征》6个分册。该丛书尽力做到深入浅出，既有较系统的基本理论，又有可操作性实用技术；既有基础实验，又有现代研究与发展的热点问题；既适合于广大农民读者，也可作为相关农业院校、研究人员的参考用书。

张无敌

前 言

能源、环境、人口、粮食、资源是当今世界所面临的五大问题。农业及其发展问题和这五大问题的关系十分密切。现实农村能源短缺，导致生态资源破坏、森林砍伐、水土流失、自然灾害频度增加，由此直接影响和制约着农业的发展。秸秆烧毁、农药化肥用量不断增加，土地质量每况愈下，为使有限的土地生产出更多的农副产品的的问题已严峻地摆在我们的面前。

在发展中国家，尤其在我国的，大量的农村有机废弃物得不到有效利用和开发。秸秆直接作燃料，不但热效率低，而且无休止地掠夺了土地的N、P、K等养分，是耕地土质恶化的主要原因。人畜粪便处置不当，既损失了高效的有机肥料，又造成了农村环境的污染，影响着农民的身心健康。耕地长期依赖于化肥农药，增产作用越来越差，反而对耕地的土质影响越加显著，而且对环境的各种危害已为众所周知。在环境与发展并举的要求下，农业的发展必将是走因地制宜的“大农业”体系发展的道路。

沼气发酵系统不仅能有效地回收农村有机废弃物的能量，解决农村生活用能问题，改善农村环境卫生，保护森林，建立良性的农村生态环境；而且开展其残留物的综合利用——沼肥取代或部分替代化肥，沼肥作为土壤改良剂，利用沼液浸种和防治作物病虫害，能够有力地促进种植业的发展；沼气发酵残留物作饲料养猪、养鱼，能为畜牧业、养殖业的发展增收节支；沼气发酵残留物栽培蘑菇、养殖蚯蚓、黄蟮等，能较好地带动农村副业的发展。如此等等，把农村有机废弃物变废为宝，综合开发利用前景

十分广阔。沼气发酵系统渗透到农业发展的各个领域，不但具有社会、生态效益，而且还能获得显著的经济效益。以沼气为中心的农村庭院生态发展方式，能使农户收入增加一倍以上，对农民脱贫致富起着积极的作用。以沼气为纽带的生态农业，已成为一些地区发展农村经济的主要途径，亦是农民创收致富的理想而有效的途径之一。

沼气技术正在不断深入发展，截止到 2001 年底，全国已拥有农村户用沼气池 956.8 万口，年产沼气近 30 亿米³，530 万农户用上了清洁的沼气生活能源；大中型沼气工程 1 359 处，总池容 63 万米³，年处理畜禽粪便 3 404 万吨，年沼气发电量达 328.5 万千瓦小时，集中供气 16.4 万户；农作物秸秆沼气工程 1 171 处，年产沼气 31.4 万米³，年处理废弃物 1 400 万吨；城镇生活污水净化沼气池技术逐步标准化，已建立城镇生活污水净化沼气池 96 123 处，年产沼气 37.5 万米³；北方“四位一体”沼气模式 32 万户，南方“猪—沼—果”模式 215 万户。农村户用沼气池的综合利用为农民增加了经济收入。1999 年全国完成沼液浸种播种面积达 84.6 万公顷，增产粮食 5% 以上；添加沼液喂猪 832 万头，节约饲料 41 万吨；利用沼气发酵残留物养鱼水面面积达 6.7 万公顷，增产鲜鱼 10% ~ 30%；利用沼气发酵残留物种蘑菇面积达 572 万米²。在沼气庭院经济建设方面，甘肃的陇南地区，开展沼气及其综合利用，每个沼气户每年增加经济收入 550 元，每年给农业提供优质沼肥 2.265 亿千克，可保证 6 044 公顷农田使用，有力地促进了农、林、牧、副、渔业全面发展。以沼气为中心的庭院经济户、生态农业村、生态农业乡和生态农业县不断涌现，形成了以大棚、蔬菜种植、养猪和沼气池结合“四位一体”的北方沼气生态模式，以及以“猪—沼—果”为特色的南方农村生态经济模式。在这样的形势下，更应该因地制宜、因势利导地提高沼气残留物利用的科学性。

全国许多地方，已不同程度地开展了沼气及其残留物的综合利用研究和推广工作，取得了十分可喜的成果。各地有各地的不同特点和不同经验。有鉴于此，我们根据各地的成功经验，结合我们所做的一些实际工作，力图把这些技术规范化的，具有较好的可操作性，完成此书的编著工作。本书在编写过程中，力图详细地叙述使用方法，使之成为农村较为实用的技术用书。

但终究限于水平，错讹疏漏之处在所难免，衷心欢迎广大读者提出批评意见，恳请有关专家学者不吝赐教。本书在编写过程中，承蒙彭谦先生的大力帮助和指教，得到了我们家人的支持与关心，在此一并致谢。

作 者

目 录

第一章 沼气发酵残留物作肥料技术.....	1
第一节 沼气发酵液的施用技术.....	1
一、沼液宜作为追肥使用.....	1
二、沼液的施用量.....	2
三、沼液与化肥配合施用.....	4
第二节 沼气发酵残留物的施用技术.....	4
一、直接施用.....	4
二、沼气发酵残留物与化肥配合施用.....	5
三、沼气腐肥的制作方法和使用.....	5
第三节 沼气发酵液用于果树叶面喷施技术.....	7
一、适宜叶面喷施沼液的浓度.....	7
二、施用时期.....	8
三、使用方法.....	8
第四节 沼气发酵残留物培育杉木苗技术.....	8
第五节 沼气发酵残留物在大田作物上的应用实例	10
实例 1. 沼气发酵残留物在棉花耕作中的应用	10
实例 2. 水稻施用沼肥效果好	12
第六节 沼气发酵残留物在经济作物上的应用实例	13
实例 1. 花椒施用沼肥的对比试验	13
实例 2. 增施沼肥种烟效果好	14
实例 3. 沼气发酵残留物种甘蔗	15
实例 4. 沼液喷施桑叶	15

实例 5. 沼气发酵残留物种花生	16
实例 6. 沼气发酵残留物种茶	17
实例 7. 沼气发酵残留物改造低产油茶	17
实例 8. 江西用沼气发酵残留物改造茶园效果明显	19
第七节 沼气发酵残留物在蔬菜水果中的应用实例	22
实例 1. 施用沼肥是发展庭院绿色食品的好途径 ..	22
实例 2. 沼肥种果树	23
实例 3. 用沼肥培育柑桔的管理技术	24
实例 4. 沼气发酵残留物种西瓜	26
实例 5. 枇杷施用沼肥的技术和效益	27
实例 6. 石榴施用沼肥增产效果	27
实例 7. 沼气发酵残留物种大蒜增产效果好	28
实例 8. 沼气发酵残留物种植藕技术	29
实例 9. 板栗施用沼气发酵残留物增产技术	30
实例 10. 山地果园沼液滴灌技术	32
 第二章 沼气发酵残留物改良土壤技术	35
第一节 沼气发酵残留物改良土壤的一般方法	36
一、沼气发酵残留物的一般施用方法	36
二、几点注意事项	37
第二节 沼气发酵残留物改土与增产技术	37
第三节 沼气发酵残留物培肥土壤建设高产稳产农田技术	38
一、作基肥	39
二、追肥的使用	39
三、效果	40
四、建议	40

第四节 应用实例：沼气发酵残留物改良土壤增产效果好 40

第三章 沼气发酵液浸种技术	42
第一节 沼气发酵液浸种技术	42
一、对沼气发酵液的要求	42
二、浸种前的准备	43
三、浸种方法	44
四、沼气发酵液浸种应注意的问题	44
第二节 几种主要农作物沼液浸种技术要点	45
一、水稻	45
二、小麦	46
三、玉米	46
四、红薯（甘薯、红苕）	46
五、棉花	47
六、烟种	47
七、油菜	48
第三节 沼气发酵液浸种实例	48
实例 1. 各地推广沼液浸种技术的效果	48
实例 2. 早、中稻沼液浸种试验	50
实例 3. 沼液浸泡水稻的两点新经验	50
实例 4. 沼液浸种有利于增强秧苗抗寒能力	52
实例 5. 沼液浸种实效显著	53

第四章 沼气发酵残留物防治农作物病虫害技术	55
第一节 沼气发酵液防治农作物病虫害的一般方法	56
一、对沼气发酵液的有关要求	56
二、具体做法	56

三、与农药配合防治	57
第二节 沼气发酵残留物防治水稻病虫害技术	58
一、施沼肥防治水稻病虫害	58
二、沼气发酵液防治水稻白叶枯病和纹枯病	59
第三节 沼气发酵残留物防治小麦病害技术	60
一、沼气发酵残留物防治小麦全蚀病	60
二、沼气发酵液防治小麦赤霉病	61
第四节 沼液浸种防治玉米虫害	61
一、浸种方法	61
二、用沼液加农药防治玉米螟幼虫的方法	62
三、注意事项	62
第五节 沼液浸甘薯种育苗防治黑斑病	62
第六节 沼气发酵液防治棉花枯萎病技术	63
一、技术方法	63
二、防治效果	63
第七节 沼气发酵残留物防治大麦黄花叶病技术	64
第八节 沼气发酵残留物防治西瓜枯萎病技术	64
第九节 沼气发酵液防治果树虫害技术	65
第十节 沼气发酵残留物防治农作物病虫害的一些小经验	65

第五章 添加沼气发酵残留物养猪技术	68
第一节 猪的营养需要与饲养标准	68
一、能量需要	68
二、蛋白质需要	70
三、碳水化合物	71
四、粗脂肪	72
五、粗灰分	73

六、维生素	73
七、猪的饲养标准	73
第二节 饲料是养猪的物质基础	76
第三节 添加沼气发酵残留物养猪的方法	78
一、添加沼液养猪	79
二、添加沼气发酵残留物养猪	80
第四节 添加沼气发酵残留物养猪的安全性	81
一、营养物质和生物活性物	81
二、有害物质、有害病菌及虫卵	81
三、有关毒理实验	82
四、食物链问题	83
第五节 添加沼气发酵残留物养猪注意事项	83
第六节 添加沼气发酵残留物养猪应用实例	84
实例 1. 湖南省南县利用沼液添加剂养猪	84
实例 2. 沼液拌配合饲料养猪	84
实例 3. 风干沼气发酵残留物猪日粮配合饲料配制 举例	86
实例 4. 沼液拌料喂鸡效果好	89
 第六章 沼气发酵残留物养鱼技术	90
第一节 池塘养殖的主要鱼种及其特性	91
一、青鱼	91
二、草鱼	91
三、鲢鱼	91
四、鳙鱼	92
五、鲤鱼	92
六、鲫鱼	92
七、鳊鱼	93

八、鲂鱼	93
九、鲢鱼	93
十、非洲鲫鱼	93
第二节 沼气发酵残留物池塘养鱼方法	94
一、鱼苗培育	94
二、鱼种培育	96
三、成鱼养殖	98
第三节 沼气发酵残留物稻田养鱼技术	99
一、稻田整理成型	100
二、鱼苗选配及投放数量	100
三、沼气发酵残留物施用方法	101
四、田间管理及收获	102
五、注意事项	102
第四节 沼气发酵残留物莲田养鱼技术	103
一、沼气发酵残留物莲田养鱼的主要特点	103
二、沼气发酵残留物莲田养鱼的主要技术	103
第五节 沼气发酵残留物养鱼技术应用实例	105
实例 1. 沼气发酵残留物养鱼好, 鱼粮共生效益高	105
实例 2. 浙江省余杭县沼液养鱼效果好	106
实例 3. 利用沼气发酵残留物稻田养鱼, 促进稻鱼 双丰收	107
实例 4. 河北省用沼气发酵残留物养鱼效果好	107
第七章 沼气发酵残留物栽培食用菌技术	110
第一节 沼气发酵残留物栽培食用菌的一般方法	110
一、培养料的制作方法	110
二、菇床和菇房	112