

新农村生态家园丛书

沼气生态 农业技术



XINNONGCUN SHENGTAIJIAYUAN CONGSHU
ZHAOQI SHENGTAI
NONGYE JISHU

苑瑞华 主编

中国农业出版社

新农村生态家园丛书

沼气生态农业技术

苑瑞华 主编

中国农业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

沼气生态农业技术/苑瑞华主编. —北京:中国农业出版社, 2001. 9

(新农村生态家园丛书)

ISBN 7-109-07077-8

I. 沼... II. 苑... III. 甲烷—生态农业 IV. S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 053828 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 张洪光 郑剑玲

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月北京第 5 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 5.75 插页: 1

字数: 141 千字 印数: 14 501~19 500 册

定价: 9.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了沼气生态农业实用技术。内容主要包括北方农村能源生态模式和南方猪—沼—果生态模式的结构性能和施工要领，深入浅出地介绍了沼气池、节能日光温室和太阳能禽畜舍的施工工艺以及沼气制取、综合利用等有关技术。充分反映了我国沼气生态农业工程开发研究的成果、技术水平和先进经验，技术体系完整，可操作性强，科学实用，是农民建设生态家园不可缺少的技术顾问。

主 编 苑瑞华

编写人员 陈士军 王 莹 钟学锐

周 昱 周立华 苑瑞华

出版说明

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战略性调整为主线之外，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。农业部计划在“十五”期间实施的“生态家园富民计划”，就是从农民最基本的生产和生活单元内部，挖掘潜力，以可再生能源的科学利用为切入点，引导农民改变落后的生产生活方式，达到增加收入，保护生态环境，实现可持续发展的目标。

“生态家园富民计划”包括政策和技术两方面的内容，在政策上就是引导农民按生态家园模式安排生产和生活，在技术上就是建设以农村户用沼气池为纽带的各类能源生态模式工程，根据实际需要配套建设太阳能利用工程、省柴节煤工程和小电源工程，使土地、太阳能和生物质能资源得到更有效的利用，形成农民家庭基本生产生活单元内部能流和物流的良性循环，达到家居温暖清洁化、庭院经济高效化和农业生产无害化的目标。同时按照各地不同的生态、社会和经济情况，把生态家园富民计划的执行区分为：黄土高原旱作农业区、西北风沙区农牧交错带、西南诸河流石质山区、西南浅山丘陵区、新疆绿洲农业区、青藏高原区、东北平原农业

区、华北平原农业区和东部沿海平原农业区等 9 个生态类型区，按照各区域不同的生态类型特点和农村经济发展状况，因地制宜实施不同的项目内容。

为了配合“生态家园富民计划”的实施，我们组织专家编写了“新农村生态家园丛书”，旨在向农民朋友普及农村可再生能源技术和科普知识，以推动“生态家园富民计划”在全国的顺利开展。

农业部科技教育司

2001 年 3 月 7 日

前 言

20 世纪 90 年代以来,我国各地根据地域资源条件的不同,通过农业科技工作者的努力研究和农民的反复实践,逐渐形成了各种沼气生态农业模式,其中具有代表性的是“北方农村能源生态模式”即“四位一体”和“南方猪—沼—果(菜、菇、鱼等)模式”。这两大模式的形成和发展,使沼气建设从单一追求能源效益发展到以沼气为纽带,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,将农民生活、生产和生态紧密联系在一起,具有多样性、系统性、集约性和持续性的特点,在促进农民脱贫致富、农业生产结构调整和农业与农村经济的可持续发展等方面起着重要作用。

本书是根据辽宁省“北方农村能源生态模式”、江西省“猪—沼—果模式”和南、北方沼气综合利用技术生产实际情况,并本着理论与实践相结合、通俗易懂、简明扼要的原则编写的。

本书全面系统、深入浅出地介绍了沼气生态农业实用技术,包括“北方农村能源生态模式”和“南方猪—沼—果模式”的结构性能和施工要领,沼气池、节能日光温室和太阳能畜禽舍的施工工艺,以及沼气制取、综合利用等有关技术,反映了我国沼气生态农业工程开发研究的成果、技术水平和先进经验,技术体系完整,可

操作性强，科学实用，是农村能源工作者和广大农民建设生态家园必不可少的技术顾问。

由于编写水平有限，不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2001 年 8 月

目 录

出版说明

前言

一、沼气生态农业技术概论	1
(一) 沼气生态农业技术的基本原理	1
(二) 沼气生态农业技术的作用	4
二、沼气发酵的原理、条件及运行管理	10
(一) 沼气发酵的原理	10
(二) 家用沼气池的启动与日常管理	15
三、农村户用沼气池的建造	41
(一) 建池材料	41
(二) 建池位置的选择	42
(三) 建沼气池的要求	43
(四) 底层出料水压式沼气池结构及建造	45
(五) 强回流沼气池的结构及建造	57
(六) 上流式浮罩沼气池的结构及施工	69
(七) 两步发酵自循环太阳能增温沼气池	81
四、北方农村能源生态模式	89
(一) 建设原则与规划	89

(二) 北方模式配套技术施工	95
(三) 与北方模式配套的日光温室	103
五、南方“猪—沼—果”模式	118
(一) 规划与设计	118
(二) 建设技术	118
六、沼气发酵产物的综合利用	127
(一) 沼气综合利用的发展概况	127
(二) 沼气综合利用的基本原理	127
(三) 沼气的综合利用	130
(四) 沼液的综合利用	146
(五) 沼渣的综合利用	154
参考文献	174

一、沼气生态农业技术概论

沼气生态农业技术是依据生态学原理，以沼气建设为纽带，将畜牧业、种植业等科学、合理地结合在一起，通过优化整体农业资源，使农业生态系统内做到能量多级利用，物质良性循环，达到高产、优质、高效、低耗的目的，是一项可持续农业技术。通俗地说，就是农户通过建沼气池，利用人畜粪便、生活污水、农业废弃物等入池发酵，产生的沼气、沼液和沼渣用于日常生活和农业生产，从而形成农户生活—沼气发酵—生态农业的良性发展链条。

20 世纪 90 年代以来，我国各地根据地域资源条件的不同，通过农业科技工作者的努力研究和农民的反复实践，逐渐形成了各种沼气生态农业模式，其中具有代表意义的是北方农村能源生态模式（即“四位一体”，以下简称北方模式）和“南方猪—沼—果（菜、菇、鱼等）模式”（以下简称南方模式）。这两大模式的形成和发展，使沼气建设跳出了单纯围绕能源建设的小圈子，将农民生活、生产和生态农业紧密联系在一起，在促进农民脱贫致富、农业生产结构调整和农业与农村经济的可持续发展等方面起着重要的作用。

（一）沼气生态农业技术的基本原理

沼气生态农业技术的核心部分是沼气发酵，它起着联结养殖

与种植、生产与生活的纽带作用。北方模式和南方模式的沼气池均以水压式沼气池为主。两种模式的根本区别是，北方模式受自然条件限制，沼气池建在日光温室或三结合畜禽舍内，而南方模式则是沼气池与养殖业、林果业、种植业紧密联系。

1. 北方模式的发展及其基本原理 北方模式是辽宁省农业科技工作者在群众实践基础上研制出的高产、优质、高效农业生产模式。它以土地资源为基础，以太阳能为动力，以沼气建设为纽带，通过生物质能转换技术，在农户庭院或田园，将沼气池、畜（禽）舍、厕所、日光温室组合在一起，构成能源生态综合利用体系。从而在同一块土地上，实现产气、积肥同步，种植、养殖并举，能流、物流良性循环，成为发展生态农业的重要技术措施。

根据生产结构和配套技术的组成，又可分为“三位一体”和“四位一体”模式，以“四位一体”为例，该模式的基本要素是：建一个坐北朝南的日光温室，通常 $200 \sim 600 \text{ 米}^2$ ，日光温室内部西侧、东侧或北侧建一个 20 米^2 的畜禽舍和一个 1 米^2 的厕所，畜禽舍下部为一个 $6 \sim 10 \text{ 米}^3$ 的沼气池。

北方模式是沼气池、畜禽舍、厕所、农作物栽培室都在日光温室内，形成一个封闭的体系。日光温室的作用就是为沼气池、畜禽、温室内的农作物提供适宜的温湿度条件，从而一改过去北方沼气池半年使用半年闲，且冬季极易冻坏的弊病，达到全年正常运行产气；改变北方冬季土地闲置的状况，变淡季为旺季，变无收为有收；改变北方冬季畜禽由于御寒导致能量损失过大，光吃食不长膘的状况，缩短出栏时间，降低生产成本。

日光温室是利用塑料薄膜的透光和阻散性能，并配套复合保温墙体结构，将太阳能转化为热能，同时保护和阻止热量及水分的散失，达到增温、保温目的，使冬季室内、外温差可达到 30°C 以上，也就是在室外温度为零下 20°C 的气候条件下，日光温室内温度可保持在 10°C 以上。从而使北方模式内的喜温果、

菜反季节生产和制取沼气更加安全可靠。同时，饲养的畜禽也能为温室提高温度。据测定，10头50千克以上的猪可为100米²的温室提高温度1℃，10头100千克以上的猪可为100米²的温室提高温度1.5℃。另一方面，畜禽呼吸作用或在日光温室内燃烧沼气，可以为日光温室增温并为农作物提供二氧化碳气体肥，农作物光合作用又能增加畜禽舍内的氧气含量。这样，各组成部分相互利用，相互依存，形成一个能流、物流良性循环的生物圈。北方模式运行示意图见图1-1。

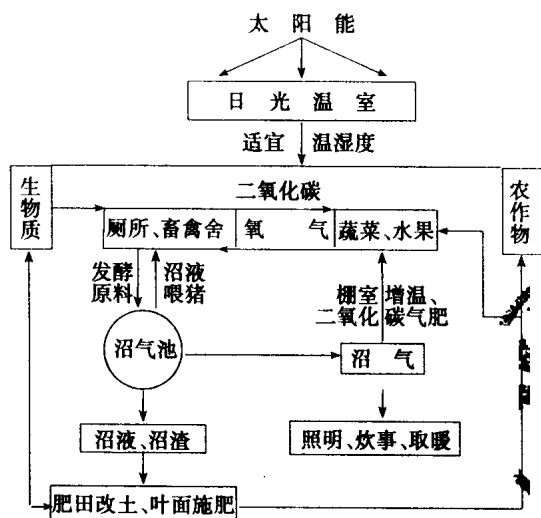


图 1-1 北方模式运行示意图

2. 南方模式的发展及其基本原理 南方模式是江西赣州市、广西恭城县在湖南南县、湖北宜昌市沼气综合利用经验的基础上总结出来的一种成熟的生态农业模式。其基本要素是“户建一口池，人均年出栏2头猪，人均种好1亩果*”。基本运作方式是：沼气用于农户日常做饭点灯，沼肥用于果树或其他农作物，沼液

* 亩为非法定计量单位，1公顷=15亩，下同。

用于鱼塘和拌饲料喂养生猪，果园套种蔬菜和饲料作物，满足育肥猪的饲料要求。其具体内容是广泛的，除养猪外，还包括养牛、养鸡等养殖业；除果业外，还包括粮食、蔬菜、经济作物等。该模式突出以山林、大田、水面、庭院为依托，与农业主导产业相结合，延长产业链，促进农村各业发展。

南方模式运行示意图见图 1-2。

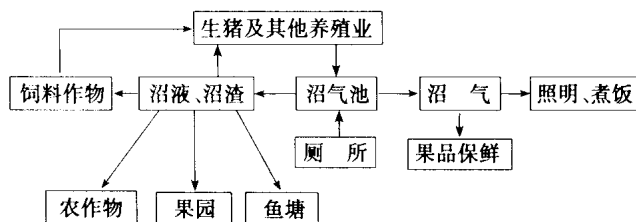


图 1-2 南方模式运行示意图

(二) 沼气生态农业技术的作用

有机物厌氧发酵产生的沼气可用于炊事、照明、储粮、保鲜、孵小鸡、发电、开机器等多项生活、生产活动。同时，沼气发酵的残余物沼液和沼渣可以开展综合利用，用于种植业和养殖业，如种稻、种果、种菜、浸种育苗、培养食用菌、饲喂畜禽、养鱼等，可以起到改良土壤、提高作物产量、品质及其防寒抗病能力等作用。

从南、北两大模式的运行效果来看，沼气生态农业技术使庭院经济与生态农业紧密地结合起来，变革了农村传统的生产、生活方式和思想观念，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，具有经济、生态和社会等方面的综合效益。因此，在南方，农民称沼气池是“小康池”、“致富池”、“聚财池”；在北方，农民称模式是“绿色小工厂”、“致富大车间”，纷纷靠模式“盖新房、娶新娘、奔小康”。

1. 沼气生态农业技术是农民脱贫致富的金钥匙 (图 1-3)

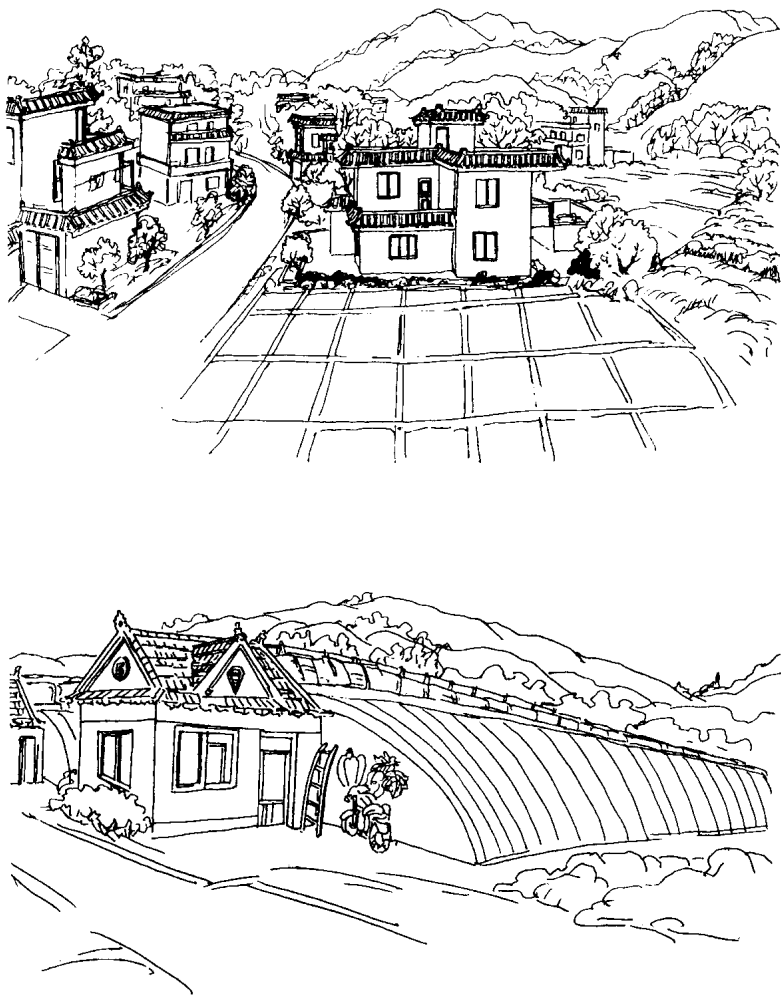


图 1-3 北方“四位一体”大棚模式(下)与南方“猪—沼—果”模式(上)

北方模式的初始投资依据日光温室材质的不同，一般从 5 000 元到 6 万元；年效益依据饲养畜禽数量和种植果、菜品种的不同，

可以达到 5 000 元到几万元。一般投资回收期为 1~2 年，个别需 3~5 年。南方模式的初始投资为 1 500~2 000 元，年效益通常在 3 000 元左右，收入多的可以达到几万元。一般回收期为 1~2 年。因此，沼气生态农业技术是投资少、风险小、见效快的高效农业技术，是农民脱贫致富的金钥匙。

(1) 开发沼气能源，节约生活用能 (图 1-4) 沼气是一种优质燃料，其热值为 $2.18 \times 10^4 \sim 2.77 \times 10^4$ 千焦/米³，与空气

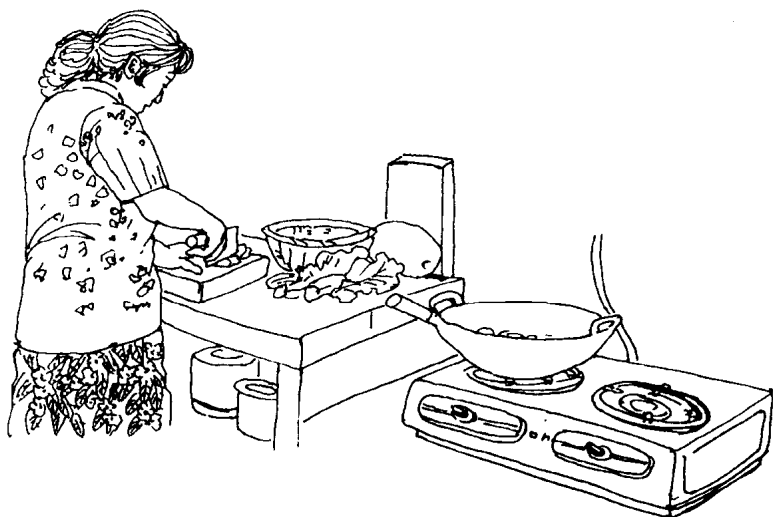


图 1-4 利用沼气做饭

混合燃烧时温度可高达 1 200℃。由于沼气灶的热效率约是煤炉灶热效率的 3 倍，因此每立方米沼气相当于 3.3 千克原煤，可使 65 千克水从 20℃ 煮沸，能使一盏沼气灯 (亮度相当于 60 瓦电灯) 照明 6 个多小时。在北方地区，一个 8 米³ 的沼气池常年运行，可产沼气 300~400 米³，基本满足一家 4 口日常炊事、照明的需要，年节约资金 180 元。在南方，农村建起一口 8 米³ 的强回流沼气池，常年养 4 头猪，就可解决 4 口之家的日常生活用能需要。按每户每天烧柴 7 千克、照明 0.5 千瓦时电计算，使用沼

气后，一年下来，可节约生活用能开支 600 元左右。据调查，沼气户消费的能源除沼气和电外，消费的其他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。

(2) 增加饲料来源，改变传统养殖方式，促进养殖增收 在模式系统中，人畜粪便经过厌氧发酵所产生的沼液和沼渣是优质的饲料添加剂，可加快动物体内肝糖、肌糖的积存，减少发病率，提高饲料转化率，提高畜禽质量，缩短出栏时间，从而增加沼气户的养殖效益。以养猪为例：在北方地区，模式通过为猪生长提供适宜的环境条件和饲料添加剂，使猪育肥期由过去的 10 个月缩短到 4 个月，料肉比由过去的 5:1 减少到 3.5:1，每年可多出栏一批。猪舍上部还可以放笼养鸡，冬季产蛋率提高 20% 左右。在南方，利用沼肥种植饲料作物，为生猪生产提供丰富的基础日粮；用沼液、沼渣喂猪，猪贪睡、长膘快，4 个月就可以出栏。南北模式每头猪纯利都在 80 元以上，建池户与没有建沼气池的农户相比，户均多养 4~6 头猪，由此可增加纯收入 320~480 元左右。据调查，沼气户人均猪肉产量比非沼气户高 2.8 倍多，人均牧业收入高近 2.7 倍。

(3) 提供优质沼肥，促进种植业增收 沼液和沼渣是优质、高效、无污染的有机肥料，可用于作基肥、追肥、叶面肥和浸种，起到提高作物产量、品质和抗病能力的作用。模式生产的果、菜品质好、口感正、色泽佳、无污染，在市场上具有很强的竞争力。北方模式内由于沼肥、二氧化碳气肥充足，使叶菜类可提高产量 20%~30%，果菜类可提高产量 10%~20%，而且年可收获 2~3 茬，提高了复种指数。以平均种植面积 200 米² 计算，纯利可在 3 500 元左右。在南方地区，过去由于缺乏有机肥料，果业和其他农业生产普遍使用化肥，不仅投入大，产量难于提高，而且品质还有不断下降的势头。农民建沼气池后，能充分