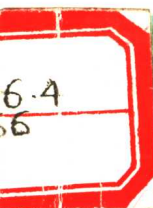


小康型 沼气池

彭景勋

编著

中国农业出版社



小康型沼气池

彭景勋 编著

中国农业出版社

小康型沼气池

彭景勋 编著

* * *

责任编辑 刘 存

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路 2 号 100026)

新华书店北京发行所发行 三河永和印刷有限公司印刷

850mm×1168mm32 开本 6.75 印张 170 千字

1997 年 4 月第 1 版 1997 年 4 月河北第 1 次印刷

印数 1—5 000 册 定价 12.00 元

ISBN 7-109-04638-9/S·2872

(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

小康型沼气是一种技术更完善, 组装配套更齐全, 使用更现代化, 总体效益更好的家庭沼气综合利用致富新模式。本书汇集了小康型沼气建设的最新科研成果, 作者用精练的语言, 流畅的笔触, 系统而又通俗地介绍了小康型沼气的规划设计、优秀池型、施工工艺、浮罩制作、组装配套、发酵管理、庭院生态农业模式、综合利用等内容。本书取材丰富, 内容科学、准确、实用, 配有结构图, 具有广泛的使用价值。

前 言

能源是发展工农业生产、实现四个现代化和提高人民生活水平的重要物质基础，是国民经济中的战略重点。沼气是整个能源结构的组成部分，是自然界取之不尽、用之不竭的生物质能源。我国的沼气建设经过了曲折的道路，在认真总结经验教训的基础上，80年代走上了稳步、健康发展的轨道。

实行改革开放政策以来，我国的经济迅速发展，人民生活水平日益提高。解决温饱后的农户正向小康目标发展，有的已经成了小康户、富裕户，到2000年，我国人民的生活将实现小康水平。如何使沼气充分发挥多功能、高效益的作用，以适应小康经济的发展呢？1990年以来，笔者围绕这一重要问题进行研究和探讨，在少数经济条件已达小康的农户规划、设计、建造了一批档次高、配套齐全、综合效益高的小康型沼气池，对奔小康的广大农民起了很好的示范辐射作用。1994年10月，中国沼气学会在武汉市召开四届二次理事会暨1994年学术交流会，笔者应邀赴会发表《小康型沼气及配套组装技术探讨》论文，影响很大。1995年5月农业部环能司在我县召开全国农村能源产业研讨班期间，环能司领导亲临现场指导，给予很高评价。

今年4月中旬，中央电视台科教节目制作中心摄制组受农业部环能司的委托来我县，根据笔者研究的小康型沼气池型、省柴灶型和发表的论文、专著，现场拍摄《农村能源科教系列片》10集的第1集至第4集，每集15分钟，9月16日开始在中央电视台1台、2台新开辟的《农村科教》栏目轮流向国内外播出。据中央电视台的同志讲，节目播出后，全国各地会有很多人来信购买资料。

为了满足全国广大电视观众的学习需要，特编著《小康型沼气池》一书。

在编写过程中，引用了农业部成都沼科所、中国成都亚太区域沼气研究和培训中心培训处、湖南省农村能源办公室等单位及《中国沼气》等书刊有关同志的文章；得到了湖南省农村能源办公室丰修文、贺龙祥、周雄军、甘长庚、周立华、覃道敏、朱建湘、杨瑞兰、卜静波，宁乡县农村能源办公室陈立三、谢立冬、丁祖和、邓国强、袁国银、李淑辉、姜立新、黄小平、姜移建、刘正良、邓定洪、谢秋桥和宁乡县科学技术协会谭葵、胡国强等同志的热情帮助与指导。笔者在重病住院治疗期间，女儿彭著文、彭伟文、彭胜文积极协助整理书稿，在此一并表示衷心感谢！

由于笔者学识水平、经验有限，成书仓促，必定有不周之处，错误难免，敬请读者批评指正，以便再版时修订。

作 者

1996年7月

目 录

前 言

第一章 概论	1
一、小康型沼气的特性	2
二、小康型沼气的兴起	2
三、小康型沼气的池型与池址选择	3
四、小康型沼气的组装技术	5
五、建设小康型沼气的基本条件	6
六、小康型沼气的发展前景	8
第二章 小康型沼气池的结构与设计	9
一、小康型沼气池的构造	9
二、小康型沼气池的设计	13
三、沼气池的种类	18
四、沼气池容积和表面积的计算公式	24
第三章 建池密封材料	30
一、常用建池材料的特性	30
二、砂浆	36
三、混凝土	40
四、密封涂料	55
五、沼气池用塑料薄膜防渗漏技术	57
第四章 小康型沼气池	61
一、小康型沼气池采用的新技术	61
二、小康型沼气池型选介	72
三、猪栏室内沼气池的布局	85
第五章 小康型沼气的贮气装置	94
一、贮气装置的作用与分类	94

二、圆筒形浮罩的设计计算	95
三、浮罩式贮气柜的结构	99
四、钢丝网水泥浮罩	100
五、水泥浮罩的设计与制作	103
六、钢浮罩的制作施工	109
第六章 小康型沼气池的施工与检修	112
一、池坑放样开挖	112
二、池体施工	113
三、密封层施工	117
四、小康型沼气池的施工质量检验	122
五、沼气池渗漏检修	123
第七章 小康型沼气的组装配套及综合利用	128
一、小康型沼气的组装配套	128
二、庭院生态农业模式	137
三、沼气综合利用	138
第八章 沼气发酵与管理	160
一、沼气发酵微生物	160
二、沼气发酵的基本原理	164
三、沼气发酵的基本条件及其控制	166
四、沼气发酵技术	170
五、沼气发酵的产物	183
六、沼气发酵管理	187
附录一 沼气安全操作规程	199
附录二 习用非法定计量单位与法定计量单位的换算	202
主要参考文献	204
后记	206

第一章 概 论

目前，解决温饱后的农户正向小康目标发展，有的已经成了小康户、富裕户，到 2000 年我国人民的生活将实现小康水平。如何使沼气充分发挥多功能、高效益的作用，以适应小康经济的发展呢？1990 年以来，笔者围绕这一重要问题进行研究探讨，在少数经济条件已达小康的农户规划、设计、建造了一批档次高、配套齐全、效益好的小康型沼气池，对目前奔小康的广大农民起了很好的示范辐射作用。1994 年 5 月，湖南省农村能源办公室在我县举办全省沼气新技术培训班期间，组织 50 多名学员现场参观了我县城郊乡石泉村朱志仁、关心村胡季文家的小康型沼气池，给予了很高的评价。

1994 年 10 月 19 日至 21 日，中国沼气学会在湖北省武汉市召开了四届二次理事会暨 1994 年学术交流会，笔者应邀赴会发表《小康型沼气及配套组装技术探讨》论文，全国中文核心期刊《中国能源》、《中国沼气》等杂志在 1995 年先后发表了该文，笔者收到了全国各地很多读者的来函和来信，有的还到我县现场参观学习。

1996 年 4 月 10 日至 14 日，中国中央电视台科教节目制作中心摄制组受农业部环能司的委托到我县开机拍摄《农村能源科教系列片》10 集中的第 1 集至第 4 集，每集 15 分钟，9 月 16 日开始在中央电视 1 台、2 台新开辟的《农村科教》栏目中播出，通过卫星转播，全国各地和世界各国均可收看。为拍制好该片，笔者向中央电视台摄制组提供了小康型沼气池、省柴灶的现场建造全部操作过程、关键技术及出版的《小型高效沼气池》、《家用省柴

灶》等4部专著和有关学术论文资料。

一、小康型沼气的特性

小康型沼气池是一种技术更完善、组装配套更齐全、使用更现代化、总体效益更好的家庭沼气综合利用新模式。其整体功能更适应小康农户、富裕户在生产、生活方面的新需求，也更能为广大奔小康的农户实现小康目标创造条件。它在池型、池址的选择和组装配套方面有自己的技术要求，这就决定了其能源、生态、环境卫生等综合效益高于其它沼气利用模式。小康型沼气池为中国农村户用沼气的发展指明了方向。

二、小康型沼气的兴起

沼气技术水平和综合效益的提高与农村经济的发展是正相关的。实行改革政策以来，我国农村沼气的发展，曾经出现过三种具有代表性的沼气类型。

一是炊事节能型沼气。“六五”期间，刚刚实行联产承包责任制的农户，在种好责任田的同时，开始扩大养猪业。湖南省农村能源办及时提出了“择优发展”的沼气建设方针和“由补充能源变为建池农户当家能源”的奋斗目标，着重发动养猪多的农户办沼气。当时带头建池的农户，大多是种三四分田，养四五头猪的粮猪型农户。他们建池的目的大都为了解决部分烧柴困难。据湖南省农村能源办1986年抽样调查，这个时期新建的近2万个沼气池，每户每年用气 360m^3 ，一年中有8-10个月可以完全不烧柴和煤。与70年代相比，能源效益显著提高。这种类型的沼气，现在仍在少数经济不甚发达的地区和温饱型农户中逐步发展。

二是庭院经营型沼气。“七五”期间，种、养、加专业户和庭院经济迅速发展。湖南省各地农村能源办及时选择庭院经济比较发达、家庭经营项目较多、规模较大的农户带头办沼气。这个时期我省新建的4万多个沼气池，不仅取得了更好的能源效益，每

户每年平均用气 400m³ 以上，而且取得了很好的生态经济效益，涌现了一大批以沼气为纽带的庭院生态户。从而有效地提高了全省的沼气综合利用水平，使湖南省的沼气建设进入了一个新的发展阶段。

三是小康型沼气。目前，解决温饱后的农户正向小康目标发展，有的已经成了小康户、富裕户。他们在物质文明和精神文明方面出现了新的追求：

1. 对能源的要求提高了 食物结构改变，饭菜花样增多，对洗澡、取暖也有所讲究。这不仅使能源的消耗急剧增加，而且大多把目光转向了优质洁净的高档能源。有的秸秆不烧了，柴也不砍了，甚至对烧煤也感到不满足。

2. 对环境卫生的要求提高了 过去推而不广的农村“两管五改”（管水、管粪、改环境、改厕所、改畜圈、改水井、改炉灶），现在已成为许多农民的自觉要求。而且栽花种树，美化环境，在许多地方已蔚然成风。

3. 减轻劳动强度的愿望增强了 特别希望减少笨重、肮脏和低效益的劳动投入，增加学习、娱乐和休息的时间。

4. 科技致富的观念增强了 越来越多的人重视庭院经济的发展和生态环境的改善，许多劳动密集型产业正向知识密集型转化。所有这些，反映了他们对于发展小康型沼气的客观要求也越来越高。即使每个沼气池要花费一两千元也乐于投资。小康型经济的发展是小康型沼气迅速兴起的真正动力。小康型沼气除了能源效益、生态效益都比上述两类沼气更好以外，其突出的特点是提高了环境卫生效益，文明程度比较高，具有鲜明的时代特征。小康型沼气的产生和进一步发展，预示着我国沼气建设水平又将踏上一个新台阶。

三、小康型沼气的池型与池址选择

事实证明，要实现小康户的用气需要，关键在于选好沼气池

池型与建池地址。

1. 池型选择 小康型沼气要求其发酵装置具有产气率高、能常年保证供气、气体使用压力稳定、管理简便、环境美观卫生的性能。

水压式沼气池，是目前我国的主要池型。其优点是结构简单，造价低廉。但产气率低，冬季难以保证正常供气，它不大适合于小康型沼气选用。

曲流布料沼气池，是在保留水压式沼气池优点的基础上，在其发酵装置内增加曲流布料和固菌、破壳装置，池容产气率和原料利用率都较高，目前已在我国部分省、市、区推广。但发酵池与贮气间在一主池内，气体压力波动范围大，给使用高档沼气燃具带来一定困难。

湖南省农村能源办公室研究成功的上流式浮罩沼气池，已在全国部分地区推广使用。它与水压式沼气池、曲流布料沼气池相比，由于它的结构不同而具有许多突出的优点：

(1) 设有浮罩式贮气柜，使气箱从发酵间分离出来，不仅气体收集效果好，而且压力稳定，它的气压大小取决于浮罩的重量，它的压力可根据燃烧器的额定压力来设计制作，有利于使用高档燃烧灶具和供发电、保鲜等，提高沼气的热能利用率。

(2) 装有闸阀出料装置或手摇式出料器，通过地下暗沟流到贮粪池。不仅便于池内搅拌和污泥回流，可以不揭活动盖出沉渣，从根本上解决了沼气池“出料难”问题。

(3) 底层进料，上层溢料，一些活性高的絮状污泥在自身重力作用下下沉或悬浮在池内，使沼气池内保留了较多的活性高的微生物。发酵原料由下向上流动，与菌种有良好的接触，并延长了在池内的流程，原料产气率高，自溢出来的沼液有良好的无害化处理效果。

(4) 提高了自然温度下发酵的池容产气率和消化能力。池温在 10—15℃ 时，池容产气率达到 $0.20—0.30\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ；池温在

16—25℃时，池容产气率达到 0.30—0.60m³/m³.d，比水压式沼气池提高一倍以上。

实践证明，上流式浮罩沼气池是目前我国较好的小康型沼气池型，小康户的发酵池容积可在 10—20m³、浮罩容积 2—4m³ 的范围内选用。

宁Ⅴ小康型沼气池，是笔者为小康户、富裕户设计、建造、使用的一种具有现代文明特征的小型高效新池型。它具有结构紧凑，施工容易，占地面积小，整体性能好，自流进料，固菌破壳，方便出料，产气率高等优点，是中央电视台科教节目制作中心受农业部环能司委托拍制向全国重点推荐的小康型沼气池型。湖南省农村能源办领导称之为“宁乡能源模式”走向全世界。

宁乡Ⅳ型高效沼气池，是湖南省宁乡县农村能源办公室的科技人员（笔者）研究成功的一种小型高效沼气池型。该池具有结构简单，取材容易，自流进料，曲流布料，自动破壳，污泥回流，方便出料，产气率高等优点。由于该池未设计贮气柜、水封池，是建池成本最低、档次低的小康型沼气池型之一。

随着我国农村商品经济的发展和科学技术的进步，今后将会涌现更多的适合小康户、富裕户使用的沼气新池型。

2. 池址选择 兴建小康型沼气池应与农房建设统一规划，在“三结合”的前提下，做到住房、厨房、猪栏、厕所、沼气池等合理布局，沼气池址最好选在猪栏（或杂屋）室内地皮下。沼气池建在室内，能防寒保温，是提高沼气池冬季产气率的重要途径。据笔者本人多年观察测试记载：室内沼气池的池温一年内只有 4 个月时间（6 月下旬至 10 月中旬）比室外沼气池的池温低，其余 8 个月时间均比室外沼气池的池温高，寒冬季节比室外沼气池提高池温 2—3.8℃，也可满足小康户冬季的用气需要。

四、小康型沼气的组装技术

大量事实证明，相同的发酵装置，由于组装配套技术不同，其

综合效益是大不相同的。小康型沼气其所以高效益、多功能、更具现代文明特征，一个重要原因是在组装配套上根据沼气自身的功能和建池农户生产生活上的要求，从发酵管理、气体和发酵残余物的综合利用以及环境卫生等各个方面合理配套，使之成为一个协调统一、运转自如的系统工程。虽然组装配套的投资比发酵装置的投资高出一两倍，但办沼气的各项综合效益成倍增长。小康型沼气的组装配套，主要从以下三个方面考虑：

1. 按照“高档能源”的要求，搞好输配系统和燃烧器具的配套 一是安装规范化，选用硬塑管道和铜质开关，标准化安装，做到安全方便。二是燃烧器具高档化，选用不锈钢双眼电子点火灶、燃烧快速热水器洗澡、辐射式气体烤火炉等，使之与彩电、冰箱一样，成为现代家庭文明、富裕的标志。

2. 按照“文明庭院”的要求，进行环境卫生建设配套 改厨房，改厕所、浴室，改造猪栏，使建池农户都有清洁的厨房、干净的浴室、卫生的厕所和无蚊蝇的猪栏。同时，通过暗沟系统把厕所、猪栏和厨房倒水池与沼气池相连通，使人畜粪尿和生活污水自流入沼气池发酵后，再经暗沟系统输送到菜地、果园、鱼塘和农田，使地面看不到脏水、沟凼。

3. 按照“生态农业”的要求，进行多种农业技术和工程、设施建设配套 如沼气发电、孵鸡、贮粮、保鲜和沼渣沼液养猪、养鱼、培养食用菌等技术和设施的配套。把变废为宝的沼气池，变成连接农、林、牧、副、渔各业的纽带，使吨粮田、林果山、禽畜圈、水产池连成一片，“能流、物流、经济流”进入良性循环。许多办了小康型沼气的农户已经成为知识密集型的生态庭院。

五、建设小康型沼气的基本条件

1. 要有足够的沼气建设资金 小康型沼气是农村现代文明的重要标志之一，它是改善农房建设、居住条件的一项新兴能源生态工程，与沼气有关的直接经济投入达 3000 元左右，加其它配

套工程，其资金投入就更多，因此，只有实现小康水平的种、养、加农户才可兴办小康型沼气池。

2. 拥有足够的人、畜、禽粪便量，作入池发酵原料 如一户四口之家，只要求生活用能全部烧沼气，每天需要有 60kg 以上鲜粪入池（即重量为 50kg 左右的 10 头存栏猪粪尿入池），可以满足需要。若需增加用气量，就要增加日均进料量。

3. 具有能够实行“三结合”（沼气池、猪栏、厕所联通）的场地 因户制宜地把沼气池建在猪栏室内地皮下或紧靠猪栏的背风向阳、土质坚实、地下水位低及出料方便的地方，做到建池与改猪栏、厕所相结合，使人畜粪尿能自动流入沼气池内发酵。

4. 选择合适的小康型沼气池型 密封保气性能好的沼气发酵装置（即沼气池），可以说是整个能源系统工程的心脏，选择一个最佳的池型结构是人工制取和利用沼气的先决条件。要根据发酵原料的种类、数量、发酵工艺及用气量等情况，选择大小合适的小康型沼气池型。要按国标 GB4750—4752-84 施工，池体用 150 号混凝土整体现浇一次成型，池内粉刷采用三灰四浆的多层防渗密封技术，内表面刷密封涂料；从沼气导气管至贮气柜，贮气柜至厨房灯、炉具阀门（开关）前的输气管道采用内径 $\phi 10\text{mm}$ 的聚氯乙烯硬管，使之输气畅通。新建沼气池及输气管道安装完毕后，一律进行施工质量检查验收，经试压检查证明质量合格（即不漏水、不漏气）后，方能交付使用。

5. 沼气发酵启动要有足够的高活性污泥菌种量 培养高活性的污泥菌种是加快小康型沼气池发酵启动、实现高产气率的必要要件。必须先储备或培养菌种，菌种可从老沼气池、粪坑、池塘和下水道中收集富含菌种污泥，经筛除杂物后，再加适量的猪粪进行富集培养，使菌种一直保持较高的活力。加入小康型沼气池的污泥菌种量应占发酵原料的 30% 以上，才封池启动。提高沼气的发酵温度，增加菌种量和培养高活性污泥，是提高小康型沼气池产气率的关键措施。

6. 做好小康型沼气池的正常运转和日常管理及设备的维护工作 要经常进料，适时出料，冬季防寒保温，以利沼气池正常产气使用。

六、小康型沼气的发展前景

小康型沼气反映了当前农村沼气建设的水平和趋向。它的出现进一步引起了各级领导对沼气的重视。江泽民总书记在浙江视察时，高度赞扬办沼气“有利于提高农民生活，有利改善生态环境”。湖南省委扩大会议的决议中，把是否办沼气作为衡量是否实现小康目标的重要标准。广大奔小康或实现了小康目标的农户，纷纷把兴办小康型沼气作为乡村文明建设的“硬件”，农村现代家庭建设的重要内容。随着小康目标的逐步实现，一个以小康型沼气为主体的农村沼气建设高潮必将到来。即使将来农村完全实现了现代化、电气化，沼气的能源功能逐渐衰退了，但它作为农村文明卫生建设的重要支柱，发展前景仍然是很广阔的。

第二章 小康型沼气池的结构与设计

我国是研究推广沼气较早的国家。沼气，又称瓦斯，沼气池也称瓦斯库。我国把沼气微生物分解有机质厌氧密闭的发酵装置叫沼气池，印度称为戈巴装置，有的国家则称为发酵罐、厌氧消化器或沼气发生器。

一、小康型沼气池的构造

目前，我国农村推广的沼气池主要有水压式沼气池、小型高效沼气池、小康型沼气池等池型。我国利用水压式沼气池制取沼气已有近百年的历史，对水压式沼气池论述的书籍比较多，1985年，中国标准出版社出版了《农村家用水压式沼气池标准图集》(GB4750-84)，本书不再详述水压式沼气池。80年代末至90年代初，我国一些科研单位、大专院校、推广部门研究出各具特色的第四代“小型、高效、工厂化”沼气池。所谓小型高效是指在达到一定原料产气率的基础上，能获得高的容积产气率，并在满足一定用气指标的基础上，尽可能地缩小池容，降低造价，以利推广。小康型沼气是一种技术更完善，组装配套更齐全，使用更现代化，总体效益更好的家庭沼气综合利用新模式。

1. 小型高效沼气池的构造 小型高效沼气池的类型很多，但其构造基本相同。它主要是由发酵间、贮气间、进料管、出料管(出料口)、水压间、活动盖、蓄水圈、导气管等部件组成。图2-1为宁乡N型高效沼气池的构造。

(1) 发酵间和贮气间 发酵间是堆放发酵料液进行沼气发酵的主体部件，通称主池。在主池内，以发酵液的液面为界，下部