



建设社会主义新农村科技丛书

沼气与生态农业 实用技术

辽宁省科学技术协会 编



辽宁科学技术出版社

LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

建设社会主义新农村科技丛书

沼气与生态农业 实用技术

辽宁省科学技术协会 编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

© 2010 版权归辽宁省科学技术协会所有, 授权辽宁
科学技术出版社使用

图书在版编目 (CIP) 数据

沼气与生态农业实用技术 / 辽宁省科学技术协会编.
沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2010.2

(建设社会主义新农村科技丛书)

ISBN 978-7-5381-6305-6

I. ①沼… II. ①辽… III. ①甲烷-生态农业-农业
技术 IV. ①S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 022936 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

幅面尺寸: 140 mm × 203 mm

印 张: 3

字 数: 70 千字

印 数: 1~10 000

出版时间: 2010 年 2 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 2 月第 1 次印刷

责任编辑: 李伟民

特邀编辑: 方春晟

封面设计: 嵘 嵘

责任校对: 丁东戈

书 号: ISBN 978-7-5381-6305-6

定 价: 6.00 元

联系电话: 024-23284360

邮购热线: 024-23284502

<http://www.lnkj.com.cn>

《建设社会主义新农村科技丛书》
编委会

主 任 康 捷
副 主 任 于明才 金太元 王元立 尹承恕
宋纯智
委 员 (以姓氏笔画为序)
于明才 王元立 王玉惠 方春晟
尹承恕 冯玉沈 朱玉宏 刘中敏
刘占军 孙 丹 孙红军 杜 楠
李伟民 谷 军 宋纯智 张纯玉
金太元 赵玉礼 康 捷 鞠恩功
主 编 康 捷
执行主编 尹承恕 方春晟

《沼气与生态农业实用技术》
编写人员

执 笔 曹玉瑞

序 言

《建设社会主义新农村科技丛书》已经编辑出版了两批共 20 种，总的看反响不错，有的根据农村需求已再版印刷。建设社会主义新农村，是党和国家为全面贯彻落实科学发展观、构建社会主义和谐社会作出的重大战略部署。科协作为党领导下的科技工作者的群众组织，在发挥自身优势、促进农民素质全面提高这一基础性社会工程中完全可以大显身手，有所作为。建设社会主义新农村是一项艰巨的历史任务，既要靠党的政策，又要靠科学技术；既是物质文明建设，又是精神文明建设；既要彻底改变农村面貌，又要培养农民的全面发展。我们必须树立以农民为主体的观念，想农民所想，急农民所需，从根本上促进“三农”问题的解决。目前，把建设社会主义新农村的实用新技术送往农村，让村村户户都能有“明白人”，真正掌握一两项技能，不断提高致富本领，给农民带来看得见、摸得着的实惠，这是各级科协组织的当务之急，也是今后一段时间的基本任务。我们组织编写《建设社会主义新农村科技丛书》，是直接送技术知识给农民，同时也是为广大科技工作者施展聪明才智、服务“三农”搭建一个有效平台。

《建设社会主义新农村科技丛书》涵盖了种植、养殖、林果、土肥、植保、设施农业、农副产品加工、经纪人培养等专业的实用新技术，下一步还要扩大范围，广泛组织水

利、农机、生态能源、储运保鲜、农村专业技术协会发展及经营等领域的专家、学者参与这项工作，努力用通俗的语言，把最新的优良品种和实用技术深入浅出地撰写出来，提供给农户。编写中，尽量做到介绍的技术具体、完整，可操作性强，可以比照操作。为了便于广大农民尽快掌握这些实用技术，加深对问题的理解，本套丛书还比较注意介绍一些基础知识。在侧重介绍新技术、新品种时，也适当地介绍一些常规性的目前还不能被完全替代的优良品种和实用技术，对一些没有经过严格实验，把握不大的品种，我们都严格把关，不致受社会上个别商业性炒作所左右，以防给农民造成不应有的经济损失。

在编写过程中，辽宁省老科技工作者协会、沈阳农业大学老科技工作者协会等单位做了大量具体工作，辽宁科学技术出版社对本套丛书的出版给予了大力支持，在此一并表示感谢！由于水平所限，科学技术发展迅速，编写过程中会有不完善甚至错误之处，恳请广大读者批评指正。

康 捷

2009年3月于沈阳

目 录

一、沼气与沼气池建造技术	1
(一) 沼气基本知识	1
(二) 户用沼气池类型	2
(三) 沼气池的设计	10
(四) 沼气池施工技术	14
二、沼气池的使用及日常管理	21
(一) 沼气发酵原料的配备	22
(二) 沼气池的运行及管理	31
(三) 秸秆生产沼气新型工艺简介	37
(四) 沼气池渗漏检查及维修	41
(五) 沼气池使用过程中常见故障及处理方法	43
(六) 沼气池的安全管理及使用	44
三、沼气的综合利用	46
(一) 种植业中的沼气综合利用技术	47
(二) 养殖业中的沼气综合利用技术	50
(三) 沼气灶具及沼气的科学使用	53
四、“四位一体”农业生态模式	58
(一) “四位一体”农业生态模式的概念	59
(二) “四位一体”农业生态模式的结构类型	60
(三) “四位一体”生态模式的设计	61
(四) “四位一体”生态模式的施工	62
(五) “四位一体”生态模式的功能	64
(六) “四位一体”农业生态模式的特点与效益分析	66

五、“四位一体”模式内的猪舍建造技术	68
(一) 猪舍的结构	68
(二) 猪舍的施工顺序	70
六、日光温室的设计与建造技术	72
(一) 概述	72
(二) 日光温室的类型	72
(三) 日光温室的结构设计与建造技术	76
(四) 日光温室的热工设计	81
(五) 日光温室地下热交换土壤蓄热系统的设计	83
七、猪舍与日光温室的环境条件	85
(一) 猪舍的环境条件	85
(二) 日光温室的环境条件与调控技术	87

一、沼气与沼气池建造技术

（一）沼气基本知识

1. 沼气及其产生过程

沼气是有机物质在厌氧环境中，在一定的温度、湿度、酸碱度的条件下，通过微生物发酵作用，产生的一种可燃气体。由于这种气体最初是在沼泽、湖泊、池塘中发现的，所以人们叫它沼气。沼气含有多种气体，主要成分是甲烷和二氧化碳。沼气细菌分解有机物，产生沼气的过程，叫沼气发酵。根据沼气发酵过程中各类细菌的作用，沼气细菌可以分为两大类。第一类细菌叫做分解菌，它的作用是将复杂的有机物分解成简单的有机物和二氧化碳等。它们当中有专门分解纤维素的，叫纤维分解菌；有专门分解蛋白质的，叫蛋白质分解菌；有专门分解脂肪的，叫脂肪分解菌。第二类细菌叫做含甲烷细菌，通常叫甲烷菌，它的作用是把简单的有机物及二氧化碳、氧化或还原成甲烷。因此，有机物变成沼气的过程，就好比工厂里生产一种产品的两道工序。首先是分解细菌将粪便、秸秆、杂草等复杂的有机物加工成半成品即结构简单的化合物；其次是在甲烷细菌的作用下，将简单的化合物加工成产品即生成甲烷。

2. 沼气的成分

沼气是一种混合气体，它的主要成分是甲烷，其次有二氧化碳、硫化氢、氮及其他一些成分。沼气的组成中，可燃成分包括甲烷、硫化氢、一氧化碳和重烃等气体；不可燃成分包括二氧化碳、氮和氨等气体。在沼气成分中甲烷含量为 55%~70%，二氧化碳含量为 28%~44%，硫化氢平均含量为 0.034%。

3. 沼气的理化性质

沼气是一种无色、有毒、有臭味的气体，它的主要成分甲烷在常温下是一种无色、无臭、无毒的气体。甲烷分子式是 CH_4 ，是1个碳原子与4个氢原子结合的简单碳氢化合物。甲烷对空气的重量比是0.54，比空气约轻一半。甲烷溶解度很小，在20℃、0.1千帕时，100单位体积的水，只能溶解3个单位体积的甲烷。

甲烷是简单的有机化合物，是优质的气体燃料。燃烧时呈蓝色火焰，最高温度可达1400℃左右。纯甲烷每立方米发热量为36.8千焦。沼气每立方米的发热量约23.4千焦，相当于0.55千克柴油或0.8千克煤炭充分燃烧后放出的热量。从热效率分析，每立方米沼气所能利用的热量，相当于燃烧3.03千克煤所能利用的热量。

（二）户用沼气池类型

随着我国沼气科学技术的发展和农村家用沼气的推广，根据当地使用要求和气温、地质等条件，户用沼气池有固定拱盖的水压式池、大揭盖水压式池、吊管式水压式池、曲流布料水压式池、顶返水水压式池、分离浮罩式池、半塑式池、全塑式池和罐式池。形式虽然多种多样，但是归总起来，大体是由水压式沼气池、浮罩式沼气池、半塑式沼气池和罐式沼气池四种基本类型变化形成的。与四位一体生态型大棚模式（简称“模式”）配套的沼气池，一般为水压式沼气池，它又有几种不同形式。

1. 固定拱盖水压式沼气池

固定拱盖水压式沼气池有圆筒形（图1）、球形（图2）和椭球形（图3）三种池型。水压式沼气池结构如图示，在池的中心部位设有发酵间，其左侧安置1~2个进料管。下管口插入到发酵间下部，发酵料液便可流入到发酵间内。发酵间上

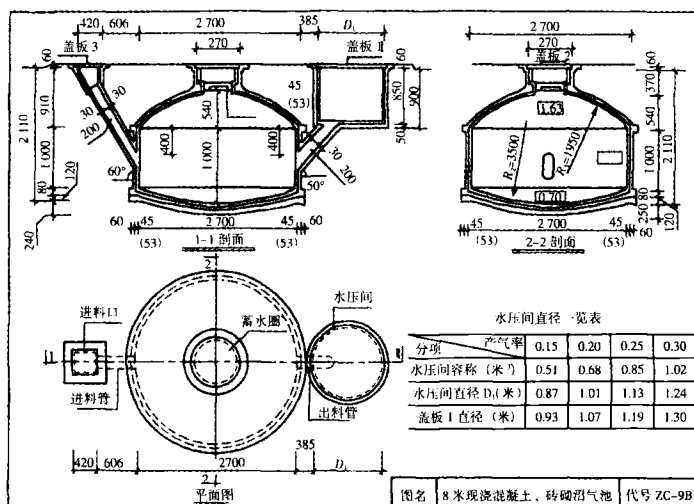


图 1 8 立方米圆筒形水压式沼气池型 (单位: 毫米)

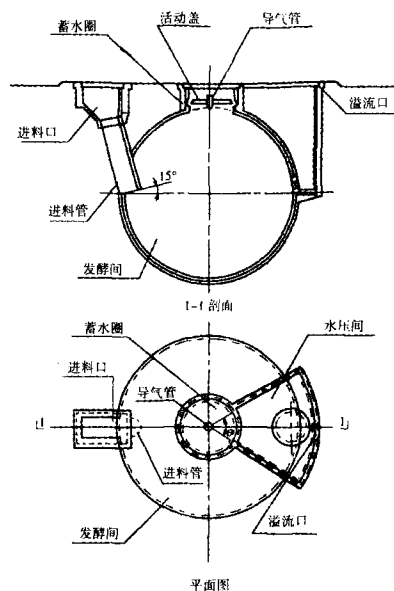


图 2 球形水压式沼气池构造简图

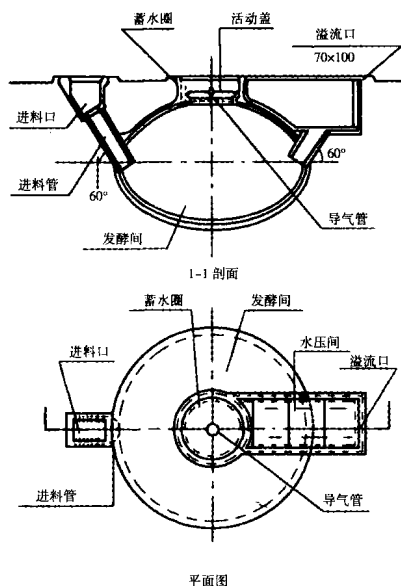


图3 椭球形水压式沼气池简图

部是贮气间，每天产生的沼气便贮存在这密封的贮气间内。在池顶盖上安装一个出气管与输气管相通。在发酵间的右侧是水压间，它的底部与发酵间连通，形成一个连通器。这种池型的池体上部气室完全封闭，随着沼气的不断产生，沼气压力相应升高。这个不断增高的气压，迫使沼气池内的一部分料液进到与池体相通的水压间内，使得水压间内的液面升高。这样一来，水压间的液面跟沼气池体内的液面就产生了一个水位差，这个水位差就叫做“水压”（也就是U形管沼气压表显示的数值）。用气时，沼气开关打开，沼气在水压下排出；当沼气减少时，水压间的料液又返回池体内，使得水位差不断下降，导致沼气压力也随之相应降低。这种利用部分料液来回串动，引起水压反复变化来贮存和排放沼气的池型，称之为水压式沼气池。

水压式沼气池，是我国推广最早、数量最多的池型，是在总结“三结合”、“圆、小、浅”、“活动盖”、“无活动盖”、“直管进料”、“中层出料”等建池的基础上，加以综合提高而形成的。“三结合”就是厕所、猪圈和沼气池连成一体，人畜粪便可以直接打扫到沼气池里进行发酵。“圆、小、浅”就是池圆、体积小、埋得浅。“活动盖”就是沼气池顶加活动盖板。

(1) 水压式沼气池型的优点

①池体结构受力性能良好，而且充分利用土壤的承载能力，所以省工省料，成本比较低。

②适于装填多种发酵原料，特别是大量的作物秸秆，对农村积肥十分有利。

③为便于经常进料，厕所、猪圈可以建在沼气池上面，粪便随时都能打扫入池。

④沼气池周围与土壤接触，对池体保温有一定的作用。

(2) 水压式沼气池型的缺点

①由于气压反复变化，而且一般在4~16千帕压力之间变化。这对池体强度和灯具、灶具燃烧效率的稳定与提高都有不利的影响。

②由于没有搅拌装置，池内浮渣容易结壳，又难以破碎，所以发酵原料的利用率不高，池容产气率（即每立方米池容积一昼夜的产气量）偏低，一般产气率每天仅为 $0.15 \text{ 米}^3 / \text{米}^3$ 左右。

③由于活动盖直径不能加大，对以秸秆原料为主的沼气池来说，大出料比较困难。因此，出料的时候最好采用机械出料。

2. 变型的水压沼气池

(1) 中心吊管式沼气池

如图4所示，将活动盖改为钢丝网水泥进、出料吊管，使其有一管三用的功能（代替进料管、出料管和活动盖），简化了结构，降低了建池成本。又因料液使沼气池拱盖经常处于潮湿

状态，有利于其气密性的提高，而且出料方便，便于人工搅拌。但是，新鲜的原料常和发酵后的旧料液混在一起，原料的利用率有所下降。

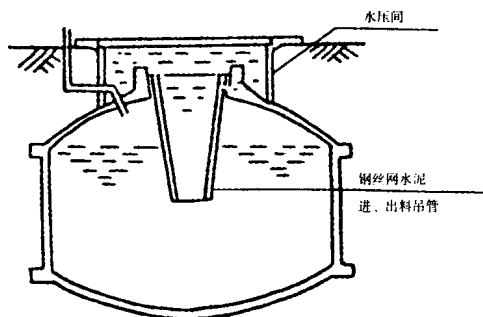


图4 中心吊管式沼气池

(2) 曲流布料水压式沼气池

如图5所示，该池型是由昆明市农村能源环保办公室于1984年设计成功的一种新池型。它的发酵原料不用秸秆，全部

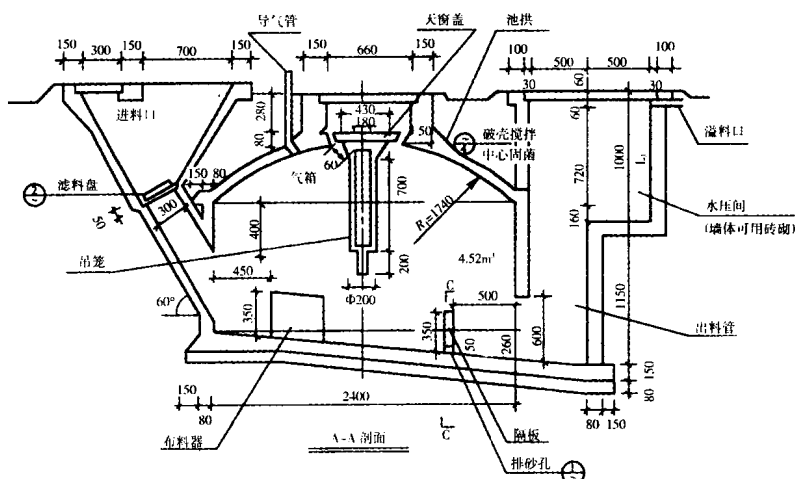


图5 曲流布料水压式沼气池剖面图

采用人、畜、禽粪便。原料的含水量在 95% 左右（不能过高）。该池型有如下特点：

① 在进料口咽喉部位设滤料盘。

② 原料进入池内由布料器进行半控或全控式布料，形成多路曲流，增加新料扩散面，充分发挥池容负载能力，提高了池容产气率。

③ 池底由进料口向出料口倾斜。

④ 扩大池墙出口，并在内部设隔板，塞流固菌。

⑤ 池拱中央、天窗盖下部安一吊笼，产生沼气入气箱。该吊笼利用内部气压的变化引起沼液上下运动产生搅拌作用，缓解了上部料液结壳问题。

⑥ 把池底最低点放在水压间底部。在倾斜池底作用下，发酵液可形成一定的流动推力，实现进出料自流，可以不打开天窗盖就把全部料液由水压间取出。

3. 无活动盖底层出料水压式沼气池

无活动盖底层出料水压式沼气池是一种变型的水压式沼气池。该池型将水压式沼气池活动盖取消，把沼气池拱盖封死，只留导气管，并且加大水压间容积，这样可避免因沼气池活动盖密封不严带来的问题。在我国北方农村，与“模式”配套新建的沼气池提倡采用这种池型。无活动盖底层出料水压式沼气池的构造如图 6 所示。沼气池为圆柱形，斜坡池底。它由发酵间、贮气间、进料口、出料口、水压间、导气管等组成。

(1) 进料口与进料管

进料口与进料管分别设在猪舍地面和地下。厕所、猪舍及收集的人畜粪便，由进料口通过进料管流入沼气池发酵间。

(2) 出料口与水压间

出料口与水压间设在与池体相连的日光温室内。其目的是便于蔬菜生产施用沼气肥，同时出料口随时放出二氧化碳进入日光温室内促进蔬菜生长。水压间的下端通过出料通道与发酵

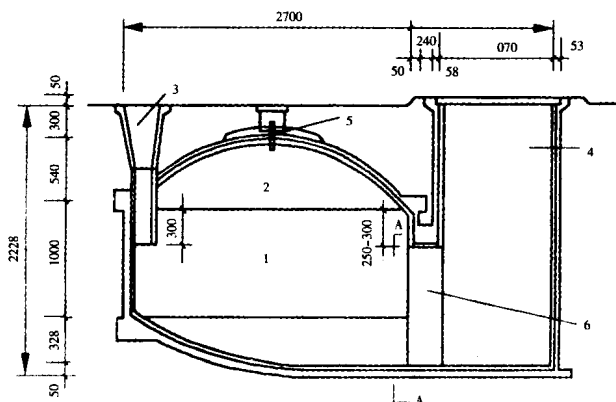


图6 底层出料水压式沼气池构造

1. 发酵间 2. 贮气间 3. 进料口 4. 出料口 5. 导气管 6. 出料口通道

间相通。出料口要设置盖板，以防人、畜掉入池内。

(3) 池底

池底呈锅底形状，在池底中心至水压间底部之间，建一U形槽，下返坡度5%，便于底层出料。

(4) 工作原理

① 未产气时，进料管、发酵间、水压间的料液在同一水平面上。

② 产气时，经微生物发酵分解而产生的沼气上升到贮气间，由于贮气间密封性好，沼气不断积聚，便产生压力。当沼气压强超过大气压力时，便把沼气池内的料液压出，进料管和水压间内水位上升，发酵间水位下降，产生了水位差，由于水压作用而使贮气间内的沼气保持一定的压力。

③ 用气时，沼气从导气管输出，水压间的水流回发酵间，即水压间水位下降，发酵间水位上升。依靠水压间水位的自动升降，使贮气间的沼气压强能自动调节，保持燃烧设备火力的稳定。

④ 产气太少时，如果发酵间产生的沼气跟不上用气需要，则发酵间水位将逐渐与水压间水位相平，最后压差消失，沼气停止输出。

4. 玻璃钢沼气池（罐）

随着科学技术的发展，各种材料也被应用在沼气事业中。各地区根据沼气池的施工和运转工艺，结合当地的环境条件及经济状况，先后研发了玻璃钢材料的沼气池，使沼气建设有了新的变化。近几年来，出现了一大批生产玻璃钢沼气池（罐）工厂，如四川宜宾美乐康玻璃钢沼气池（罐）厂，山东鑫盛玻璃钢沼气罐厂，赤峰洁源玻璃钢厂等。他们采用了有机和无机两种材料的玻璃钢，生产各种类型的沼气池（罐）。

（1）有机玻璃钢沼气池

它是由不饱和聚酯树脂、胶衣树脂、短切毡、优质玻璃纤维布等材料配合成型的模具，经多道工序复合制作而成。池体内表面采用胶衣树脂，保证了优良可靠的密封性，具有强度高、重量轻、耐腐蚀、耐老化、防渗漏的特点。产品池体由上、下两半部组装成型，并分别设有出气孔，进、出料口和水压间。其池壁厚度为 6~8 毫米，拉伸强度为 93.5 兆帕，弯曲强度为 109 兆帕，具有很高的机械强度和延伸率，大大超过了水压式沼气池所需的强度要求。

目前，玻璃钢沼气池规格一般在 6~12 立方米不等，在使用过程中，占地面积小，埋设方便，施工快捷，可满足不同地区、不同地理环境的需要。在使用过程中无须对池体进行维护，为用户带来诸多方便。

有机玻璃钢（简称树脂）的优点是韧性好、强度高、防水性能好、重量轻（同尺寸的无机玻璃钢的重量大约是有机玻璃钢的 3 倍）、使用寿命在 30 年以上。

（2）无机玻璃钢沼气池

它是以氧化镁作为胶凝材料，添加具有抗水、增韧、耐老