

建设社会主义新农村新家庭文化屋丛书

农村沼气实用

NONGCUN ZHAOQI SHIYONG JISHU WENDA

技术问答

科技致富
丛书

盛奎川 洪一前 方 坤 编著

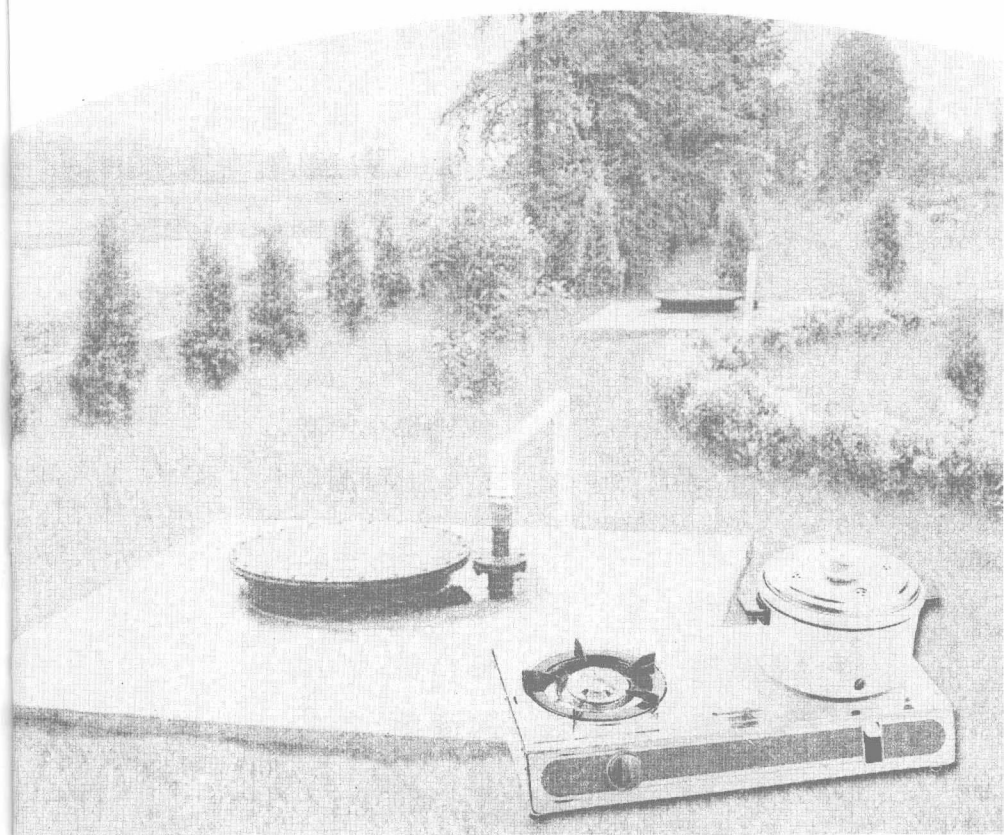


中国人口出版社

建设社会主义新农村新家庭文化屋丛书

农村沼气实用技术问答

盛奎川 洪一前 方 坤 编著



中国人口出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农村沼气实用技术问答/盛奎川, 洪一前, 方坤编著. —北京: 中国人口出版社, 2008. 1

(建设社会主义新农村新家庭文化屋丛书·科技致富系列·技能)

ISBN 978-7-80202-473-1

I. 农… II. ①盛…②洪…③方… III. 农村—甲烷—综合利用—问答
IV. S216.4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 182356 号

农村沼气实用技术问答

盛奎川 洪一前 方坤 编著

出版发行	中国人口出版社
印 刷	北京普瑞德印刷厂
开 本	850 × 1168 1/32
印 张	3.75
字 数	80 千字
版 次	2007 年 12 月第 1 版
印 次	2007 年 12 月第 1 次印刷
印 数	1 ~ 3 000 册
书 号	ISBN 978-7-80202-473-1/S·10
定 价	21.00 元 (共三册)

社 长	陶庆军
电子信箱	chinapphouse@163.net
电 话	(010) 83519390
传 真	(010) 83519401
地 址	北京市宣武区广安门南街 80 号中加大厦
邮 编	100054

版权所有 侵权必究 质量问题 随时退换

编 委 会

顾 问 赵白鸽

技术顾问 何 勇 马国瑞 王秀峰

主 编 陶庆军

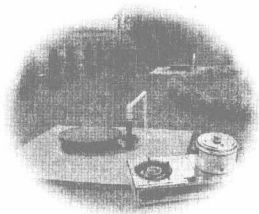
副 主 编 邱 立

编 委

安秀荣	安玉建	代伟程
冯丽肖	何 军	胡同乐
黄家章	刘 建	刘可平
刘世琦	刘玉升	刘 震
路兴涛	牟少飞	王国英
王金信	王艳艳	魏 珉
奚文斌	闫 童	杨凤娟
杨向丽	杨玉文	尹燕东
于金凤	张国栋	张立荣
赵 曦		

目 录

MULU



一、概 述

什么是沼气?	1
沼气含有哪些成分?	2
沼气的物理、化学性质是什么?	2
沼气发酵过程有哪几个阶段?	3
不产甲烷微生物有哪些种类?	4
产甲烷菌有什么特点?	4

二、沼气发酵的主要原料

作为沼气发酵的原料有哪些?	6
采用富含碳素的发酵原料需要注意哪些问题?	7
怎样估算沼气发酵原料的数量?	8
什么是发酵原料的碳氮比?	9
如何计算混合发酵原料的碳氮比?	10
什么是发酵原料的总固体和挥发性固体含量?	11
常用发酵原料的产气量怎样?	13
什么是发酵原料的产气速率?	14
什么是混合原料的浓度?	14
如何计算发酵料液的加水量?	15
怎样根据碳氮比和总固体浓度计算配料量?	16

怎样做到合理配料？	17
原料预处理的方法有几种？	19
为什么秸秆应该先粉碎然后入池？	19
怎样采集和使用接种物？	20
农村家用沼气池的发酵配料有哪些技术要点？	21
沼气发酵应忌用哪些毒性原料？	21

三、沼气发酵的工艺条件

沼气发酵有哪些工艺类型及特点？	23
怎样制定农村家用沼气池的发酵工艺流程？	25
为什么沼气发酵必须有严格的厌氧环境？	26
温度对沼气发酵有什么影响？	27
怎样测定和调节沼气发酵液的酸碱度？	29
如何控制干物质浓度和有机物负荷量？	30
沼气发酵与池内气体压力有什么关系？	31
为什么要经常搅拌发酵料液？	32
沼气发酵可以采用哪些搅拌方法？	33
干发酵有哪些技术要点？	33

四、农村沼气池的结构与建造

农村家用沼气池有哪些类型？	36
农村家用水压式沼气池的特点是什么？	36
农村家用水压式沼气池由哪几部分组成？	37
水压式沼气池有哪些优缺点？	37
圆形沼气池的优点是什么？	39

“三结合”沼气池有哪些优点？	39
为什么水压式沼气池要留出空间作为气室？	39
沼气池进料管安装形式有几种？	40
水压式沼气池的活动盖有什么功能？	41
进、出料管为什么不能合建在一个部位？	41
拱托式水压箱的主要优点有哪些？	41
有哪些变型的水压式沼气池？	42
浮罩式沼气池有哪些优点？	44
半塑式沼气池有哪些优缺点？	47
罐式沼气池有哪些优缺点？	49
水压式沼气池设计的基本原则是什么？	50
设计农村家用水压式沼气池要考虑哪些工艺参数？	51
怎样确定沼气池的容积？	52
修建混凝土沼气池有哪些主要技术要求？	53
混凝土水压式沼气池有几种常用的施工工艺？	53
沼气池施工的一般要求是什么？	54
怎样处理池底地下水？	55
沼气池的池底怎样施工？	56
怎样进行沼气池的池墙施工？	56
墙外回填土的技术要求是什么？	57
池盖支座如何施工？	58
拱顶如何施工？	58
整体建池施工技术要点是什么？	59
密封层施工有哪些技术要点？	59
沼气池有哪些密封材料或涂料？	61
混凝土沼气池施工中为什么要特别注意密封技术？	62
造成沼气池漏水、漏气的常见部位和原因在哪里？	63



什么叫抗碱玻璃纤维增强普硅水泥沼气池?	64
建造抗碱玻璃纤维增强普硅水泥沼气池有什么优点?	65
抗碱玻璃纤维沼气池应采用哪种施工工艺? 各种材料的 配比是多少?	66
抗碱玻璃纤维沼气池的预制件如何组装?	66
检查沼气池渗漏有哪些方法?	67
怎样维修沼气池?	69
沼气池的维护保养要注意哪些问题?	71
沼气池的维修中要注意哪些安全事项?	72

五、沼气发酵的科学管理

农村家用沼气池的启动运行有哪几个主要步骤?	73
怎样准备沼气池的发酵原料?	73
沼气池为什么要拌料?	74
沼气池进料要注意哪些问题?	75
发酵原料入池前为什么先要经过堆沤?	75
秸秆怎样堆沤入池?	76
为什么要先进料、后进水?	77
为什么要对沼气池进行日常管理?	78
沼气池日常管理的主要任务有哪些?	79
怎样做好日常进料或出料的管理工作?	80
大进料时为什么要配有沼气接种物?	81
沼气池大换料后为什么常出现有气点不燃现象?	82
保证沼气池的正常发酵必须采取哪些安全措施?	83
沼气池有哪些越冬保温措施?	84
怎样做好沼气池的日常安全管理工作?	86

六、沼气的能源利用技术

农村沼气作为能源利用需要哪些设备？	87
输气管道安装前要做哪些准备工作？	87
如何处理管道中的冷凝水？	88
如何保证灶具有良好的技术状态？	88
如何保证给灶供给空气，减少热量损失？	89
沼气炉的炉火不旺有哪些原因？	89
为什么沼气火焰有多种颜色？	90
沼气灯由哪些部件组成？	90
燃烧后为什么不能用手摸沼气灯罩？	91
沼气灯常见故障有哪些？	91
沼气作为发动机燃料需要哪些净化措施？	92
沼气脱水有哪些方法？	93
怎样进行沼气脱硫？有哪些运行参数？	94
脱硫剂脱硫的运行操作有哪些注意事项？	94
沼气发电系统主要有哪些设备构成？	95
怎样操作使用双燃料发动机？	95

七、沼气发酵产物的综合利用

沼气作为能源之外，还有哪些用途？	97
什么叫沼液？	98
怎样利用沼气发酵液作无土栽培的营养液？	99
果树施用沼气肥有什么好处？	99
如何在水产养殖业中利用沼液？	100

沼渣具有哪些特性?	101
沼渣作为肥料应如何施用?	101
如何利用沼渣进行秸秆堆肥处理?	102
什么是沼气生态家园?	103
近年来我国以沼气为纽带的生态农业有哪些发展模式? ...	104
什么是北方“四位一体”模式?	105
规模化养殖场粪便的沼气生态化处理的工艺特点如何? ...	106

一、概 述

什么是沼气?

沼气是有机物质在厌氧条件下,经微生物分解作用而产生的一种可燃性混合气体,因此,一般又称它为生物气。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(CH_4)。沼气在自然界中分布极广,不仅池沼中有,其他许多地方,像粪窖、阴沟、水田、海洋深处以及人和动物的消化道中都有存在。譬如,牛的瘤胃就相当于一个沼气池,每天吃进去的饲料,经瘤胃中微生物的作用,产生出大量气体,其中就含有甲烷成分,只不过含量较低而已,并在嗝气时逸出。总之,在自然界各种厌氧生态系统中,都普遍存在微生物产生甲烷的作用,都可以产生沼气。人们利用这一自然规律进行沼气发酵(又称厌氧消化)分解有机物,既可生产沼气作为一种可再生能源,又可处理有机废物以保护环境,经沼气发酵后的沼液、沼渣又是优质的有机肥料。沼气发酵是综合利用有机废物,保护生态环境,促进农业可持续发展的重要措施之一。

沼 气 含 有 哪 些 成 分 ？

沼气不是一种单纯的气体，而是一种混合气体。其中主要成分是甲烷（ CH_4 ），占总气体体积的 50% ~ 70%，其次是二氧化碳（ CO_2 ），占 30% ~ 40%。除此之外，还有少量的氮、氢、氧、氨、一氧化碳（ CO ）和硫化氢（ H_2S ）等气体。甲烷、氢和一氧化碳是可以燃烧的气体，主要是利用这一部分气体的燃烧来获得能量。

沼 气 的 物 理、化 学 性 质 是 什 么 ？

沼气是一种无色、有味、有毒、有臭的气体，其主要成分的理化性质如下。

（1）甲烷：甲烷是一种饱和烃，常温下是一种无色、无味、无毒、无臭的气体。甲烷对空气的比重是 0.54，比空气约轻一半。甲烷对水的溶解度很小，可以用水封的办法来贮存沼气。甲烷的临界温度较低，为 -82.5°C （1 个大气压下），因此，液化比较困难。需在 -82.5°C ，45.8 个大气压下才能液化。但甲烷气体可以压缩，可贮存于钢瓶中备用。甲烷是一种简单的有机化合物，是优质的气体燃料。纯甲烷燃烧时呈浅蓝色火焰，最高温度可达 2000°C 左右。一般沼气中含甲烷 50% ~ 70%，每立方米沼气的发热量约 4300 ~ 6000 千卡，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。

（2）二氧化碳：二氧化碳对水的溶解度极大， 20°C 时，100 体积的水约可吸收 87.8 体积二氧化碳（已换算成标准状态）。

40℃时为53体积。可以利用石灰水来吸收沼气中的二氧化碳，形成碳酸钙沉淀，提高沼气中甲烷的含量和热值。

(3) 硫化氢：为有毒气体，微量时具有恶臭，沼气中的臭味主要是它造成的。一般沼气中含万分之几的硫化氢。硫化氢燃烧以后被氧化成硫或二氧化硫，失去臭味，毒性减轻。因此，直接燃烧一般可以不去除硫化氢。如果用于内燃机，为了防止造成腐蚀，应进行脱硫化氢处理。

(4) 沼气的含水量：沼气中含有一定量的水分。含水量的多少直接影响沼气的热值。沼气中的实际含水量取决于收集沼气时的温度。一般来讲，沼气在离开消化器时，其含水量是饱和的，而沼气在导气管中冷却使水分凝积。

📖 沼气发酵过程有哪几个阶段？

沼气发酵的实质是微生物自身物质代谢和能量代谢的一个生理过程。沼气发酵过程一般可以分为液化、产酸和产气3个阶段，这3个阶段是由三大代谢类群的微生物所完成的。

第一阶段。由微生物的胞外酶，如纤维素酶、淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶等对有机物质进行体外酶解，将多糖水解成单糖或二糖、蛋白质分解成多肽和氨基酸、脂肪分解成甘油和脂肪酸。通过这些微生物对有机物质进行体外酶解，把固体有机物转变成可溶于水的物质。这些水解产物可以进入微生物细胞，并参与细胞内的生物化学反应。

第二阶段。进入细胞的各种可溶性物质，在各种胞内酶的作用下，进一步分解代谢，生成各种挥发性脂肪酸，其中主要是乙酸，同时也有氢、二氧化碳和少量其他产物。由于有机酸

的生成是其主要特点，此阶段称为产酸阶段。

第三阶段。产甲烷菌分解乙酸生成甲烷和二氧化碳，或利用氢还原二氧化碳生成甲烷，或转化甲酸生成甲烷。在生成的甲烷中，约 30% 来自氢还原二氧化碳，70% 来自乙酸的分解。因此，乙酸的降解在甲烷生成过程中具有重要作用，是主要代谢途径。

📖 不产甲烷微生物有哪些种类？

不产甲烷微生物的种类从分类上说，可以分为细菌、真菌和原生动物 3 大类；其中以细菌为主。

(1) 细菌。不产甲烷阶段的细菌种类很多，数量也很大，但具有水解活性的细菌只占总群体的很小部分。其中专性厌氧菌数量最大，是不产甲烷阶段起主要作用的菌类。对于不产甲烷细菌，根据它们的生理群又通常分为纤维素分解菌、半纤维素分解菌，淀粉分解菌、蛋白质分解菌、脂肪分解菌、产氢细菌和其他特殊细菌 7 大类。

(2) 真菌。有霉菌和酵母菌参与消化过程。

(3) 原生动物。从数量上看并不多，在沼气发酵过程中不会起重要作用。

📖 产甲烷菌有什么特点？

沼气中的主要成分甲烷是由产甲烷菌产生的。因此产甲烷菌又是沼气微生物的核心。产甲烷菌是一群非常特殊的微生物，其特点是：

(1) 产甲烷菌严格厌氧，对氧和氧化剂非常敏感，即使存在微量的氧也会对产甲烷菌造成不利影响。因此，农村沼气池要求严格密封，不仅是为了不漏水、不漏气，同样是为了使沼气池处于严格厌氧的环境之中，使产甲烷细菌能够维持正常的代谢活动，增加产甲烷菌的繁殖速度，提高沼气池的产气量。

(2) 产甲烷菌只能利用比较简单的有机化合物和无机化合物。所有产甲烷菌都能利用氢和二氧化碳作生长基质，代谢产生甲烷，其中绝大多数还能利用甲酸。在沼气发酵中，乙酸是一个生成甲烷的关键性底物，大约有 70% 的甲烷来自于乙酸。

(3) 产甲烷菌的生长繁殖相当缓慢。产甲烷菌的繁殖倍增时间一般都比较长，长的达 4~6 天。因此，农村家用沼气池，在大换料或新进料时，在条件允许的情况下，多加些富含产甲烷菌种的发酵原料，能早产气，多产气。



二、 沼气发酵的主要原料

📖 作为沼气发酵的原料有哪些？

许多有机质都可以作为沼气发酵的原料。根据沼气发酵原料的成分和来源不同，可将它们分为以下几类。

(1) 富含碳素的原料。农作物秸秆、野生杂草、枯枝落叶等是含碳素较高的有机物，是产生沼气的主要原料来源。在农村家用小型沼气池中，约占沼气发酵原料中总固体含量的70%~80%。特别是纤维素比例较高的发酵原料，其碳氮比高达30:1至90:1，是沼气生产的主要原料来源，是农村发展沼气生产的主要物质基础。

(2) 含氮素较高的原料。这类原料主要是人、畜粪便，其特点是颗粒较细，纤维素裸露较彻底，低分子化合物较多，含氮量较高，入池发酵一般不经过预处理，产气也较快，是沼气发酵的优质原料。其缺点是有机物中的热能已被消耗了相当大的部分，因而发酵周期较短，总产气量较低。

(3) 综合性原料。有下水道污泥、屠宰场污泥、酒厂污泥及其他微生物发酵工业的废渣废水等。这类原料由于来源不同，其化学成分差异很大，使用时要注意。

(4) 江、河、湖、海中的水生生物。在这些环境中，由于

水分、光照和营养物质充足，有大量快速生长的水草、藻类和其他水生生物。如水葫芦、水花生、水白菜、萍类等。其组织鲜嫩，易于被微生物分解消化，是沼气发酵的好原料。

(5) 动物尸体。动物尸体作为沼气发酵的氮素原料是很理想的。它含氮量高，易于消化，与含碳量高的农作物秸秆配合使用，能更好地调节发酵原料的碳氮比例。

(6) 其他原料。作为沼气发酵的补充原料，可以用尿素、碳酸氢铵等作为补充氮源的添加剂，增加沼气产量；也有的向沼气池投入煤矸石、褐煤等作为补充碳源的原料，也有增加沼气产量的效果。

采用富含碳素的发酵原料需要注意哪些问题？

采用富含碳素的发酵原料有两点需要注意：第一，它的碳氮比太大，含碳量过高，容易造成发酵液酸化，影响产气，甚至不产气。因此，应该进行综合酸碱度的预处理工作，不能等到沼气池已经出现酸化再去解决，这样调节酸碱比较费事，也易影响正常产气、用气。第二，因含纤维素较多，在厌氧消化中分解的速度很缓慢。沼气池中纤维素分解的快慢是制约沼气发酵速度的。由于秸秆结构严密，有蜡质包围，或其他难于分解的物质如木质素等相连接，使它不受微生物的浸蚀。所以，秸秆在入池前必须经过粉碎，让更多的纤维露出来，再入池发酵，效果较好。