

建设社会主义新农村图示书系



农村户用沼气 安全使用与维护 一点通

鲁植雄 主编



中国农业出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

建设社会主义新农村图示书系

农村户用沼气安全 使用与维护 一点通

鲁植雄 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

东亚三国志/金文学著. —贵阳: 贵州人民出版社, 2010. 12
ISBN 978 - 7 - 221 - 09210 - 6

I. ①东… II. ①金… III. ①中国 - 历史 - 研究 ②日本 - 历史 - 研究 ③韩国 - 历史 - 研究 IV. ①K207 ②K313.07
③K312.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 244274 号

东亚三国志

作 者 金文学
责任编辑 阎循平
出版发行 贵州人民出版社
地 址 贵阳市中华北路 289 号
印 刷 山东新华印刷厂
版 次 2011 年 3 月第 1 版
印 次 2011 年 3 月第 1 次印刷
开 本 710mm × 1020mm 1/16
字 数 135 千字
印 张 8.5
定 价 22.00 元

版权所有·侵权必究 未经许可, 不得转载

凡购本社图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本公司负责退换。

服务热线: 010 - 59623775

内容提要

本书全面系统地叙述了农村户用沼气池的设计、建造、安装、安全使用、保养、故障排除等内容。全书共分五章，分别介绍了沼气产生原理、户用沼气池的设计制作、户用沼气池的安全使用与故障排除、沼气输配系统的安装与使用和“三沼”（沼气、沼液、沼渣）的综合利用。

本书以图示为主，并附有相应的图解文字加以说明，简单明了，易于理解，尤其适合于广大农村沼气用户、技术人员阅读，也可作为农村沼气使用技术培训教材。

前 言

经过多年的建设与发展，我国农村沼气实现了历史性跨越，取得举世瞩目的成就，全国沼气用户稳步跨上 1 000 万户、2 000 万户、3 000 万户三个台阶。《2011 年中国沼气市场趋势观察研究预测报告》预测中国户用沼气 2010 年将达到 4 000 万户，2015 年有望达到 6 000 万户。农村沼气建设既是农业生产方式的变革，也是农民生活方式的革新，更是炊事能源方式的转变，这项工程被广大干部群众誉为民心工程、致富工程、生态工程。为了充分发挥沼气的效益，适应农村沼气用户对沼气池及其配套设施的安全使用和正确维护的需要，我们编写了《农村户用沼气安全使用与维护一点通》一书。书中不涉及高深的专业知识，您通过阅读本书，按照本书的指引，通过自己的努力，很快就可以正确建造沼气池，安全使用沼气，并能迅速排除沼气池和沼气设施的常见故障，从而延长沼气池和沼气设施的使用寿命，降低使用成本，提高使用效率。

本书全面系统地叙述了农村户用沼气池的设计、建造、安装、安全使用、保养、故障排除等内容。全书共分五章，分别介绍了沼气产生原理、户用沼气池的设计制作、户用沼气池的安全使用与故障排除、沼气输配系统的安装与使用和“三沼”（沼气、沼液、沼渣）的综合利用。

本书以图示为主，并附有相应的图解文字加以说明，简单明了，易于理解，尤其适合于广大农村沼气用户、技术人员阅读，也可作为农村沼气使用技术培训教材。

本书由南京农业大学鲁植雄主编。李晓勤和席鑫鑫副主编，参加本书编写的有赵兰英、赵苗苗、李正浩、徐煌、逢小凤、殷新东、陆垚忠、袁俊、王文伟、类雪、田丰年、王庆、白学锋、常江雪、党振如等同志。

在本书编绘过程中，得到了许多沼气用户大力支持和协助，并参阅了大量参考文献，在此表示诚挚地感谢。

编 者
2010年8月

目 录

前言

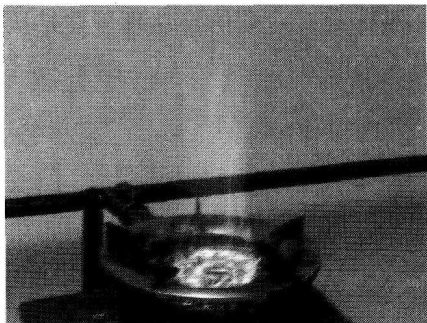
第一章 沼气产生原理	1
一、沼气的组成与特性	1
二、沼气的形成	4
三、沼气池的工作原理	16
第二章 户用沼气池的设计制作	18
一、户用沼气池设计制作的基本流程	18
二、选择户用沼气池的类型	19
三、选择建池地点	31
四、制订建池方案	31
五、选用建池材料	39
六、测量放线	43
七、开挖池坑	45
八、修筑池体	48
九、密封层施工	56
十、施工检验	60
十一、几种沼气池的设计尺寸	61
十二、户用玻璃钢沼气池的安装	109
十三、户用软体沼气池的建造	111
十四、沼气池保温增温措施	115
第三章 户用沼气池的安全使用与故障排除	117
一、沼气池的启动	117

二、沼气池的日常管理	126
三、沼气池的季节性管理	131
四、沼气池的安全运行管理	134
五、沼气池的运行故障排除	137
第四章 沼气输配系统的安装与使用	143
一、沼气输配系统的构成	143
二、输气管路的安装与使用	144
三、管路附件的安装与使用	155
四、沼气用具的安装与使用	168
第五章 “三沼”的综合利用	191
一、沼气的综合利用	193
二、沼液的综合利用	207
三、沼渣的综合利用	218
四、沼气建设生态家园	227
参考文献	234

第一章 沼气产生原理

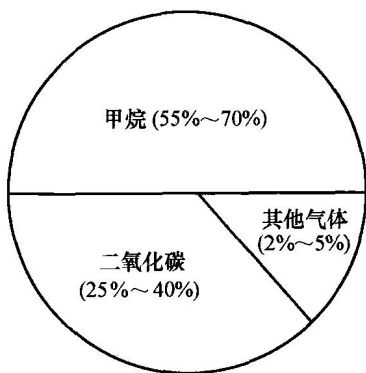
一、沼气的组成与特性

1. 什么是沼气



在日常生活中，特别是在气温较高的夏、秋季节，细心的人们经常可以看到，从死水塘、污水沟或储粪池中，咕嘟咕嘟地向表面冒出许多小气泡，如果把这些小气泡收集起来，用火去点，便可产生蓝色的火苗，这种可以燃烧的气体就是沼气。由于它最初是在沼泽中被发现的，所以被称为沼气。

2. 沼气的成分



沼气是一种混合气体，其成分不仅随发酵原料的种类及相对含量不同而有变化，而且因发酵条件和发酵阶段各有差异。一般情况下，沼气的主要成分为甲烷（俗称瓦斯，占55%~70%）、二氧化碳（占25%~40%），以及少量的硫化氢、一氧化碳、氢气、氮气和氨气等气体。沼气中的甲烷、一氧化碳和氢气等是可以燃烧的气体，人类利用这些气体的燃烧来获得能量。

沼气的组成

成 分	所占比例	特 性
甲烷	55%~70%	无色、无臭、无毒的易燃气体
二氧化碳	25%~40%	无色、无臭、无毒的气体
其他气体（硫化氢、一氧化碳、氢气、氮气、氨气等）	2%~5%	硫化氢是有毒、有恶臭的气体，一氧化碳是无色、无臭、有毒的气体

3. 沼气的类别 沼气按来源不同，可分为天然沼气和人工沼气两大类。天然沼气是在没有人工干预的情况下，由于特殊的自然环境条件而形成的。人类在分析掌握自然界产生沼气的规律后，便有意地模仿自然环境建造厌氧发酵装置，将各种有机物质作为原料，用人工的方法制取沼气，我们称之为人工沼气。

4. 沼气的特性

沼气的特性

特征参数	主 要 特 性
热值	沼气的主要成分是甲烷，甲烷也是天然气的主要成分。甲烷无色、无臭、无毒，和一定数量的空气混合，可点燃，并发出蓝色的火焰和产生大量的热，最高温度可达 1 400 ℃，每立方米甲烷燃烧所获得的热量为 35.8 兆焦耳。沼气中因还含有其他气体，发热量在 20~25 兆焦耳，最高温度可达 1 200 ℃，属于热值较高的可燃气体。因此，在人工制取沼气中，应创造适宜的发醇条件，以提高沼气中甲烷的含量
比重	与空气相比，标准沼气的比重为 0.94。所以在沼气池气室中，沼气较轻，分布在上层；二氧化碳较重，分布在下层。沼气比空气轻，在空气中容易扩散，扩散速度比空气快 3 倍。当空气中甲烷含量达 25%~30% 时，对人畜有一定的麻醉作用
溶解度	甲烷在水中的溶解度很小，在 20 ℃、一个标准大气压下，100 单位体积的水只能溶解 3 个单位体积的甲烷，这就是沼气不但在淹水条件下生成，还可用排水法收集的原因

(续)

特征参数	主 要 特 性
完全燃烧	甲烷是一种优质的气体燃料，一个体积的甲烷需要两个体积的氧气才能完全燃烧。按照空气中的氧气占 1/5，沼气中甲烷含量为 60% 计，一个体积的沼气需要 6 个体积的空气才能够充分燃烧。这是正确使用沼气用具的重要依据
爆炸极限	在常压下，标准沼气与空气混合的爆炸极限是 8.80%~24.4%；沼气与空气按 1:10 的比例混合，在封闭条件下，遇到火会迅速燃烧、膨胀，产生很大的推动力。因此，沼气除了可以用于炊事、照明外，还可以用做动力燃料

5. 几种燃气的热值 燃气的热值越高，则产生的热量越大，由于甲烷的热值大，则应尽可能提高沼气中的甲烷含量。

几种燃气的热值比较

燃气的名称	热值 (兆焦/米 ³)
沼气	20~25
天然气	43.8~48.4
液化石油气	114
水煤气	10.4
甲烷	35

6. 沼气的火焰颜色 沼气的火焰燃烧情况及火焰颜色与沼气中的甲烷含量密切相关。

沼气火焰颜色与甲烷含量的关系

沼气中甲烷含量 (%)	火焰情况	沼气等级
70 以上	橘黄或橘红黄	1 级
60~70	暗蓝或云水蓝	2 级
50~60	淡暗蓝	3 级
40~50	不能连续燃烧，微蓝	4 级
40 以下	不能燃烧	—

二、沼气的形成

1. 沼气的产生过程 沼气的产生，简单地说，是有机物在隔绝空气和保持一定的温度、湿度、酸碱度等条件下，经过多种微生物（统称沼气细菌）的发酵分解而产生的。

有机物质（发酵原料）+ 发酵微生物（沼气菌种） $\xrightarrow[\text{保持一定的温度、湿度、酸碱度}]{\text{隔绝空气}}$ 沼气

2. 有机物质（发酵原料）

（1）发酵原料的类型。农村沼气发酵的主要原料有人、畜、禽粪便，农作物秸秆、青草、水葫芦、水花生、水草等。沼气发酵根据发酵原料又分为两种，一种是完全采用人、畜、禽粪便的沼气发酵，另一种是采用农作物秸秆与人、畜、禽粪便混合的沼气发酵。

（2）发酵原料的预处理。全部用人、畜、禽粪便等富氮类的发酵原料不需要进行预处理，只需要除去沙、石等杂质，如牛粪要除去长草；采用农作物秸秆等富碳类的发酵原料应进行预处理。

农作物秸秆的预处理方法：首先将秸秆铡切或粉碎成3厘米左右的短截，踩紧堆成30厘米厚时，浇泼2%的石灰澄清液并加10%的粪水，这称为一层。照此方法堆好3~4层后，用塑料薄膜覆盖严密堆沤。南方由于气温较高，宜采用地上堆沤；北方由于气温较低，宜采用坑式堆沤。堆沤半个月左右，便可作发酵原料。青草、水葫芦、水花生、水草等应晾晒。

（3）发酵原料的配制。发酵原料完全采用人、畜、禽粪便等富氮类原料进行沼气发酵时，可直接进入沼气池发酵。发酵原料采用人、畜、禽粪便等富氮类原料与农作物秸秆等富碳类原料混合进行沼气发酵时，富碳类原料先要预处理，之后再配制发酵原料。发酵原料的搭配比例为富氮类原料与富碳类原料的质量比例一般应大于2:1，不能小于1:1，配制后的发酵原料方可进入沼气池发酵。

（4）不能作发酵原料的物料。对沼气发酵菌种有较大抑制作用的原料，如桃叶、百部、马钱子果、皮皂皮、元江金光菊、元江黄芩、大蒜、植物生物碱、地衣酸金属化合物、盐类和刚消过毒的人、畜、禽粪便等不能作为沼气发酵原料。

（5）发酵原料的产气率。产气率指每千克固体物的产气量，单位为

米³/千克固体物。

几种发酵原料在常温下（10~26℃）的产气率

发酵原料	产气率（米 ³ /千克固体物）
人粪	0.25~0.30
猪粪	0.25~0.30
牛粪	0.20~0.25
青草	0.20~0.25

注：发酵周期为 60 天，发酵料液浓度为 6%。

（6）发酵原料的产气量。产气量指每千克鲜原料的产气量，单位为米³/千克。

（7）发酵原料的产气速率。产气速率指产气量与产气所需时间的关系，单位为%。

常用发酵原料中温下的产气速率

发酵时间（天）		10	20	30	40	50	60	70	80	90
发酵原料	人粪	40.7	81.5	94.1	98.2	98.7	100			
	猪粪	46.0	78.1	93.9	97.5	99.1	100			
	牛粪	34.4	74.6	86.2	92.7	97.3	100			
	青草				98.2		100			
	麦草	8.8	30.8	53.7	78.3	88.7	93.2	96.7	98.9	100

注：

1. 发酵温度为 35℃。
2. 发酵料液浓度为 65%。
3. 发酵周期为：粪便类 60 天；秸秆类 90 天。

沼气原料在不同温度下的产气率

发酵原料	发酵温度（℃）	产气率 （米 ³ /米 ³ ·天）
猪粪+稻草	29~31	0.55
	24~26	0.21
	16~20	0.10
	12~15	0.07
	8 以下	微量

人、畜、禽粪便年均排泄量

种 类	日排粪量 (千克)	日排尿量 (千克)	年排粪量 (千克)	年产沼气量 (米 ³)
人 (成人)	0.5	1	183	5.4~5.5
育肥猪	2~3	4~6	730~1 045	28~42
黄牛	10	—	3 650	110
水牛	15~20	—	5 475~7 300	164~220
奶牛	25	25	9 125	274
马	10	10	3 560	125
羊	1.5	—	548	17.5
鸡	0.1	—	36.5	2.7
鸭	0.15	—	54.8	—
鹅	0.25	—	92	—

注：饲养牲畜如超过标准重量，则排粪量增加 40%~80%。

原料体积与重量的换算

原 料	1 米 ³ 原料的 重量 (吨)	1 吨原料的体积 (米 ³)	备 注
鲜牛粪	0.70	1.43	新堆原料
鲜猪粪	0.51	1.96	
鲜羊粪	0.67	1.49	
鲜禽粪	0.30	3.33	
沼渣	1.00	1.00	
堆沤秸秆	0.35	2.85	
混合干草	0.055	18.18	
小麦秆	0.038	26.32	
大麦秆	0.048	20.83	

生产 1 米³ 沼气的原料用量

发酵原料	含水率 (%)	沼气生产转换率 (米 ³ /千克)	生产 1 米 ³ 沼气的原料用量 (千克)	
			干重	鲜重
人粪	82	0.30	3.00	16.65
猪粪	82	0.25	7.20	40.00
牛粪	83	0.19	4.46	26.21
鸡粪	70	0.25	4.16	13.85
稻草	15	0.26	3.77	4.44
麦草	15	0.27	3.69	4.33
玉米秸	18	0.29	3.34	4.07
水葫芦	93	0.31	3.19	45.57
水花生	90	0.29	3.44	34.40

农村常用沼气原料的碳氮比

原 料	碳素比例 (%)	氮素比例 (%)	碳氮比例 (C:N)
鲜人粪	2.5	0.85	3:1
鲜牛粪	7.3	0.29	25:1
鲜猪粪	7.8	0.60	13:1
鲜羊粪	16.0	0.55	29:1
鸡粪	25.5	1.63	16:1
干麦草	46.0	0.53	87:1
干稻草	42.0	0.63	67:1
玉米秸	40.0	0.75	53:1
树叶	41.0	1.00	41:1
青草	14.0	0.54	26:1

农村常用发酵原料在中温条件下的原料产气率

原 料	每千克干物质沼气产量 (升)		原 料	每千克干物质沼气产量 (升)	
	滞留 10 天	滞留 20 天		滞留 10 天	滞留 20 天
玉米秆	290	470	猪粪	340	490
麦秆	200	280	牛粪	170	220
甜菜叶	290	340	马粪	140	200
青草	235	305	羊粪	105	210
水生杂草	290	380	家禽粪	190	430

农村常用 10 种发酵原料的化学成分和理论产气量 (以干重计)

原 料	1 千克发酵原料中化学成分的含量 (千克)					理论产气量 (米 ³ /千克)	
	灰分	木质素	类脂	蛋白质	碳水化合物	沼气	甲烷
水葫芦	0.127 5	0.109 9	0.038 6	0.117 6	0.607 3	0.625 4	0.322 0
水花生	0.148 7	0.130 7	0.027 1	0.097 2	0.596 3	0.581 5	0.296 4
玉米秆	0.083 0	0.181 1	0.046 3	0.063 3	0.626 3	0.598 4	0.310 9
麦草	0.105 1	0.202 1	0.023 4	0.029 8	0.639 6	0.542 6	0.275 6
稻草	0.158 1	0.175 6	0.032 1	0.031 6	0.602 6	0.592 1	0.271 8
人粪	0.182 4	0.145 2	0.081 4	0.175 3	0.415 7	0.600 8	0.324 4
猪粪	0.224 4	0.180 1	0.060 3	0.114 8	0.420 4	0.514 6	0.274 5
鸡粪	0.208 4	0.187 6	0.045 5	0.088 2	0.470 3	0.504 7	0.264 5
马粪	0.183 4	0.240 1	0.028 3	0.094 6	0.453 6	0.473 7	0.243 6
牛粪	0.271 3	0.301 2	0.052 8	0.104 6	0.270 4	0.381 3	0.206 2

3. 发酵微生物 (沼气菌种) 沼气发酵微生物是人工制取沼气最重要的因素之一, 只有存在大量的沼气微生物, 并使各种类群的微生物得到基本的生长条件, 沼气发酵原料才能在微生物的作用下转化为沼气。

沼气发酵是一种极其复杂的微生物生命活动和化学过程, 这一过程的发生和发展是五大类群微生物生命活动的结果。它们是: 发酵性细菌、产氢产乙酸菌、耗氢产乙酸菌、食氢产甲烷菌和食乙酸产甲烷菌。这些微生物按照各自的营养需要, 起着不同的物质转化作用。从复杂有机物的降解, 到甲烷的形成, 就是由这些微生物分工合作和相互作用而完成的。

在沼气发酵过程中, 从各类群微生物的生理代谢产物或它们的活动对发酵液酸碱度 (pH) 的影响来看, 沼气发酵过程可分为产酸阶段和产甲烷阶段。前三群微生物的活动可使有机物形成各种有机酸和氢, 统称为不产甲烷菌。其他类群微生物的活动可使各种有机酸转化成甲烷, 统称为产甲烷菌。

沼气发酵微生物的种类与特性

种 类	特 性
不产甲烷菌 (分解菌)	在沼气发酵过程中, 不产甲烷菌能将复杂的大分子量有机物分解为小分子量的物质。它们的种类繁多, 目前观察到的包括细菌、真菌和原生动物三大类, 其中以细菌种类最多。根据微生物的呼吸类型可将其分为好氧菌、厌氧菌和兼性厌氧菌三种类型, 厌氧菌数量最大, 比其他两种多出 100~200 倍。根据作用基质来分, 有纤维分解菌、半纤维分解菌、淀粉分解菌、蛋白质分解菌、脂肪分解菌和其他一些特殊的细菌, 如产氢菌和产乙酸菌等