



新农村节能建设系列

XIN NONGCUN JIENENG JIANSHE XILIE



沼 气

技术速学快用

迟全勃 主编

ZHAOQI

JISHU

SUXUE KUAİYONG

化学工业出版社



新农村节能建设系列

XIN NONGCUN JIEXING JIANSHE XILIE



沼 气

技术速学快用

● 迟全勃 主编

ZHAOQI



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是“新农村节能建设系列”中的一本。

本书采用一问一答的形式, 主要对沼气和沼气的产生、沼气池的修建、沼气系统设备与安装知识、沼气系统的管理和维护、安全建池和安全使用沼气、沼气燃烧技术及利用等实用技术中的疑难问题进行了解答。

本书浅显易懂, 简明实用, 既可供广大沼气技术人员学习使用, 也可供从事环境工程、生态农业、农村能源等专业的科技人员、管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

沼气技术速学快用/迟全勃主编. —北京: 化学工业出版社, 2010.8
(新农村节能建设系列)
ISBN 978-7-122-08899-4

I. 沼… II. 迟… III. 甲烷-技术 IV. S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 116588 号

责任编辑: 袁海燕
责任校对: 徐贞珍

文字编辑: 荣世芳
装帧设计: 杨 北

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京市兴顺印刷厂
850mm×1168mm 1/32 印张 5 字数 125 千字
2011 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 18.00 元

版权所有* 违者必究

前 言

沼气是我国农村普遍使用的一种能源形式，具有生态、环保、经济和社会的多重功能。发展利用沼气技术，解决农民生活和生产能源问题，有利于保护资源和环境，对促进农村社会经济和生态环境协调发展、建设社会主义新农村具有深远意义。农村沼气已成为我国农村能源的一个重要组成部分，具有广阔的发展前景。为了解决沼气技术方面的问题，我们组织有关人员编写了这本《沼气技术速学快用》。

本书采用一问一答的形式，主要对沼气和沼气产生、沼气池的修建、沼气系统设备与安装常识、沼气系统的管理与维护、安全建池和安全使用沼气、沼气燃烧技术及利用等实用技术中的疑难问题进行了解答。本书浅显易懂，简明实用，既可供广大沼气技术人员学习使用，也可供从事环境工程、生态农业、农村能源等专业的科技人员、管理人员参考。

由于编者的时间和水平所限，疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者
2010 年 11 月

目 录

第 1 章 沼气和沼气产生	1
1. 什么是沼气?	1
2. 沼气有哪些用途?	1
3. 沼气系统的组成部分有哪些?	2
4. 什么是沼气发酵?	2
5. 沼气发酵过程分几个阶段?	2
6. 发酵分为哪几类? 有什么特点?	3
7. 沼气发酵中干物质浓度多少合适?	3
8. 沼气发酵的碳氮比应为多少?	4
9. 含碳量与含氮量高的物质都有哪些?	4
10. 沼气发酵的原料有哪些?	4
11. 常见原料的产气速率为多少?	5
12. 农村沼气池的沼气发酵工艺有哪些?	5
13. 农作物秸秆入池发酵好处有哪些?	6
14. 如何准备沼气发酵原料?	6
15. 如何掌握发酵原料和水的配合比?	9
16. 怎样制备沼气发酵接种物?	10
17. 怎样进行原料的预处理?	10
18. 沼气发酵残留物由哪几部分组成? 残留物的用途有 哪些?	12
19. 沼气发酵能加入化肥或其他化学物质一起发酵吗?	12
20. 沼气综合利用有哪些?	13
21. 沼肥有哪些用途?	18
22. 影响沼肥质量的因素有哪些?	19

23. 沼肥用量多少较适合?	20
24. 沼气池容积的大小如何确定?	20
25. 如何计算沼气池的产气量?	21
26. 如何根据沼气池容积和加料浓度计算加料量?	21
27. 沼气发酵如何投料? 投料宜在什么时间进行?	22
28. 沼气发酵何时补料?	22
29. 沼气池运行中怎样进、出料?	23
30. 怎样配料对发酵有利?	23
31. 用鸡粪进行沼气发酵要注意什么?	23
32. 沼气池中猪粪难发酵怎么办?	24
33. 为什么有些沼气池产的气总是烧不着?	24
34. 怎样调节沼气池的酸碱度?	25
35. 怎样检测沼气池的酸碱度?	27
36. 温度的高低对沼气发酵有何影响?	27

第2章 沼气池的修建 29

1. 什么是沼气池?	29
2. 农村户用沼气池常见池型有哪些?	29
3. 水压式沼气池主要由哪些部分组成?	30
4. 水压式沼气池怎样贮气?	31
5. 浮罩式沼气池怎样贮气?	32
6. 根据埋设位置, 沼气池可分为哪几种? 其主要特点是 什么?	32
7. 沼气池的设计依据有哪些?	33
8. 沼气池设计中发酵工艺参数有哪些?	34
9. 沼气池设计尺寸和容积如何确定?	35
10. 怎样设计水压间?	37
11. 为什么沼气池上必须安装活动盖?	37
12. 为什么圆、小、浅的沼气池好?	38
13. 为什么“三结合”的沼气池必须修建在圈舍内?	39
14. 为什么沼气池必须安装抽提装置?	39

15. 沼气池的进料管与出料间能否建在一起?	40
16. 修建多大容积的沼气池合适?	40
17. 怎样修建沼气池?	41
18. 修建沼气池有哪些步骤?	42
19. 怎样规划沼气池的建筑位置?	43
20. 农村建池用材料有哪些? 这些材料如何配制和使用?	43
21. 地下水位高的地区如何建池?	52
22. 土质松散的地方如何建池?	53
23. 沼气池的施工技术有哪些?	53
24. 如何建造浮沉法球形池?	60
25. 球形沼气池的模具有几种?	61
26. 预制块装配式沼气池的特点是什么?	61
27. 怎样制作预制件?	62
28. 什么是整体盖沼气池?	63
29. 什么是商品化沼气池?	63
30. 怎样检查新建沼气池是否符合质量要求?	64
31. 怎样处理池墙部分的地下水?	65
32. 池底的地下水处理有哪些方法?	66
33. 农村修建大型沼气池要注意哪些问题?	67
34. 如何让沼气池快速启动?	68
第3章 沼气系统设备与安装常识	70
1. 沼气池出料机具主要有哪些类型? 使用时要注意什么问题?	70
2. 什么是离心式液肥泵? 有哪几种?	71
3. 液肥泵出料的基本操作步骤有哪些?	73
4. 液肥车的工作原理是什么, 有什么特点?	74
5. 抓卸器有哪些类型?	74
6. 人力泵有哪几种类型?	75
7. 沼气输送系统由哪几部分组成?	75
8. 户用沼气输气系统安装有哪些要求?	75

9. 输气管道该如何布置？	76
10. 输气管的内径多大才合适？	76
11. 为什么要安装集水器？	77
12. 怎样制作集水器？	78
13. 为什么要安装脱硫器？	78
14. 农村户用脱硫器有几种？	78
15. 使用干式脱硫器应该注意哪些事项？	78
16. 怎样安装软塑料管？	79
17. 怎样安装硬塑料管？	79
18. 沼气压力表有哪几种？其作用是什么？	80
19. 怎样制作 U 形压力表？	81
20. 压力表上的“正压”和“负压”表示什么？	81
21. 沼气压力表常见故障与排除方法有哪些？	81
22. 沼气热水器的结构及工作原理是什么？	82
23. 安装和使用沼气热水器时，应注意哪些事项？	83
24. 沼气热水器常见的故障有哪些？怎样处理？	83
25. 沼气开关的作用是什么？选用有哪些要求？	85
26. 目前塑料开关存在的问题有哪些？如何解决？	86
27. 什么叫厌氧过滤器？有何特点？	86

第 4 章 沼气系统的管理与维护

1. 为什么要加强沼气池的日常管理？	88
2. 沼气池运行中为什么要进出料经常化？	88
3. 搅拌沼气发酵料液有什么作用？	89
4. 农村沼气发酵料液常用的搅拌方法有哪些？	89
5. 怎样使沼气池能够均衡地产气？	90
6. 如何利用《标准液位查对表》合理调整沼气池的料液 数量？	91
7. 怎样为沼气池保温和增温？	93
8. 为什么每年一两次大换料？怎样进行大换料？	94
9. 沼气池中发酵原料发生的故障有哪些？如何处理？	95

10. 造成病态池的原因有哪些？如何维修？	96
11. 怎样判断沼气池漏水和漏气？	98
12. 如何查找沼气池出问题的部位？	99
13. 造成沼气池漏水、漏气的常见部位和原因有哪些？	99
14. 怎样修补沼气池？	100
15. 活动盖边缘漏气如何处理？	101
16. 沼气池的常见故障有哪些？如何处理？	102
17. 沼气的燃具常见故障有哪些？如何处理？	103
18. 怎样管理好沼气池？	106
19. 怎样进行沼气池的检查？	106
20. 怎样进行沼气管路的维修？	107
21. 怎样保养沼气池？	107
22. 入池检查和维修沼气池有哪些要求？	109
第5章 安全建池和安全使用沼气	111
1. 修建沼气池应注意哪些安全措施？	111
2. 为什么人进入沼气池时要采取安全措施？应采取哪些安全措施？	111
3. 沼气池活动盖揭开数天后，为什么还会发生窒息、中毒事故？	112
4. 怎样抢救沼气池内窒息、中毒人员？	113
5. 为什么沼气池内不能用明火照明？	113
6. 在进行换料和投料时应注意哪些安全问题？	113
7. 沼气池在什么情况下会发生爆炸？怎样防止？	114
8. 建造沼气池时，为什么不提倡放炮挖坑？	115
9. 如何预防沼气引起的烧伤和火灾？	115
10. 使用沼气应该注意哪些安全事项？	116
11. 使用沼气灶应该注意哪些安全事项？	117
12. 沼气灯的安装和使用应该注意哪些安全事项？	117
13. 沼气饭煲的安装和使用应该注意哪些安全事项？	118
14. 维修沼气池应该注意哪些安全事项？	118

15. 办沼气电站应注意哪些安全问题?	119
---------------------------	-----

第6章 沼气燃烧技术及利用	120
----------------------------	------------

1. 沼气的化学组成有哪些?	120
2. 沼气燃烧所具备的必要条件有哪些?	120
3. 什么是理论空气需要量?	120
4. 什么是过剩空气系数?	121
5. 沼气燃烧产物中含有哪些有害物质?	121
6. 怎样从火焰的颜色来评价燃烧情况的好坏?	122
7. 沼气灶主要由哪些部分组成?	122
8. 为什么使用沼气灶需要提供二次空气?	124
9. 沼气灶有哪些类型?	125
10. 怎样选择适用的沼气灶?	125
11. 怎样的沼气灶才算符合要求?	126
12. 如何节约使用沼气?	127
13. 沼气灶的火不强有哪些原因?	127
14. 提高沼气灶燃烧效果的方法有哪些?	128
15. 使用沼气灶时,为什么要控制灶前压力?	130
16. 为什么要控制沼气灶调风板的开启大小?	130
17. 沼气灶常见故障有哪些? 如何处理?	130
18. 怎样进行沼气灶的日常维护和保养?	133
19. 沼气饭煲常见故障有哪些? 如何处理?	133
20. 怎样进行沼气饭煲的日常维护和保养?	134
21. 常见的几种沼气灯有哪些性能?	135
22. 怎样判断沼气灯的质量?	135
23. 怎样使用好沼气灯?	136
24. 沼气灯常见故障有哪些? 如何处理?	137
25. 怎样进行沼气灯的日常维护和保养?	138
26. 如何烧好新纱罩,怎样才能延长它的使用寿命?	138
27. 沼气发动机有几种类型?	139
28. 如何将柴油机改装成电点火沼气发动机?	139

29. 如何将柴油机改装成双燃料发动机?	140
30. 如何操作沼气发电机组?	141
31. 沼气发电机组常见故障有哪些? 如何处理?	141
32. 怎样进行沼气发电机组重要部件的维护和保养?	142
33. 减少沼气发电机组污染的措施有哪些?	143
参考文献	144

第1章 沼气和沼气产生

1. 什么是沼气?

沼气是有机物质在厌氧条件下,通过各类厌氧微生物的分解代谢而产生的气体。生活中常见的有机物质有秸秆、杂草、人畜粪便、垃圾、污泥有机废水等。

沼气是一种无色、稍有臭鸡蛋味的混合气体,主要成分是甲烷、二氧化碳,含有少量的一氧化碳、氢气、硫化氢、氮气。沼气中的甲烷、一氧化碳、氢气、硫化氢是可燃气体,氧是助燃气体,二氧化碳和氮是惰性气体。沼气中甲烷含量一般为50%~70%,二氧化碳含量为20%~40%。沼气中甲烷含量越高,沼气的热值越大,沼气的质量越好。

2. 沼气有哪些用途?

农村家用沼气池生产的沼气主要用作生活燃料。修建一个容积为6立方米的沼气池,每天投入相当于4头猪的粪便进行发酵,它所产生的沼气能解决4口人家庭点灯、做饭的燃料问题。沼气还可以用于农业生产中,如温室保温、烘烤农产品、储备粮食、水果保鲜等。沼气也可以发电做农机动力,大、中型沼气工程生产的沼气可用来发电、烧锅炉、加工食品、采暖或供给城市居民使用。发酵过的沼液可以用来浸种、做果树叶面喷施的肥料,沼渣也可以做果树、蔬菜的肥料。

3. 沼气系统的组成部分有哪些?

我国户用沼气系统多属于地下水压式沼气发酵系统,可分为两大类,即静态沼气发酵系统和动态沼气发酵系统。静态沼气发酵系统的代表性池型是标准水压式沼气池,动态沼气发酵系统以旋流布料自动循环太阳能沼气池为代表。

标准水压式沼气池主要由进料间、发酵间、出料间、水压间、导气管、天窗盖等构成。旋流布料自动循环太阳能沼气池,在旧池构成的基础上增置了旋流布料墙、水压酸化间、抽渣管、单向阀太阳能增温装置等构件。

4. 什么是沼气发酵?

沼气发酵又称厌氧消化、厌氧发酵,是指各种有机物在厌氧条件下被各类沼气发酵微生物分解转化,最终生成沼气的过程。

有五大类群的细菌参与沼气发酵活动。它们是:

- ① 发酵性细菌。
- ② 产氢产乙酸菌。
- ③ 耗氢产乙酸菌。
- ④ 食氢产甲烷菌。
- ⑤ 食乙酸产甲烷菌。

各种复杂有机物,无论是固体或是溶解状态,都可以经微生物的发酵作用而最终生成沼气。

5. 沼气发酵过程分几个阶段?

沼气发酵是一种复杂的生化反应过程。分三个阶段:第一阶段是液化阶段,即微生物通过胞外酶的作用使固体物质转化成可溶于水的物质;第二阶段是产酸阶段,可溶性物质在胞内酶的作用下继续分解转化成低分子物质,如甲醇、乙醇、甲酸、乙酸等,同时也有部分释放出氢和二氧化碳,在这个阶段中,主要的产物是乙酸,占70%以上,所以称为产酸阶段;第三阶段是产甲烷阶段,在这

个阶段中严格厌氧的产甲烷菌把产酸阶段形成的小分子化合物通过一步或几步的还原作用，最终形成甲烷和二氧化碳。

6. 发酵分为哪几类？有什么特点？

发酵分为连续发酵、二步发酵和干发酵。在一个发酵装置中采用连续进料和出料使正常发酵长期连续下去，这种进出料方式的发酵称为连续发酵。生活污水与工业废水的厌氧处理、农产品的加工废水与废物的处理常采用连续发酵工艺，其好处在于进料均衡，在单位时间内进料量少，能避免由于一次投料过多造成发酵液的酸化，影响产气。另外，这种工艺对原料的利用率较高，有较好的产气率。

把沼气发酵中的产酸阶段和产气阶段适当分开的发酵称为二步发酵。二步发酵的优点有：通过分步控制使整个沼气发酵过程保持最佳状态，能显著提高反应速率；提高发酵原料的利用率；缩小发酵池体积，减少占地，降低成本；提高沼气产量和沼气中甲烷的含量；提高整个发酵系统的经济效益和稳定性。

发酵料中总固体占18%以上的发酵称为干发酵。其特点是总固体含量高，能为发酵微生物提供较充分的营养物质，池体产气率较高，对缩小沼气池体积、延长产气周期、减少进出料次数等方面均起到较好的作用。但这种方法原料利用率较差，每千克总固体产气量仅在0.2立方米左右，并且气体成分中的甲烷含量也较低。

7. 沼气发酵中干物质浓度多少合适？

100g 发酵料液中干物质所占的克数称为干物质浓度，也称总固体浓度，沼气发酵中常用单位发酵液所占发酵料的质量数表示。要计算发酵池的投料量，首先要测定发酵原料的总固体含量，即干物质含量，然后根据沼气池的容积、投料的干物质浓度等计算。原料总固体含量的测定：

总固体含量 (%) = 105°C 干燥后的物质质量 $\div$ 干燥前物质质量 $\times 100\%$

常记做

$$TS\% = \frac{W_2}{W_1} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 TS——总固体含量；

W_1 ——干燥前物质质量；

W_2 ——干燥后物质质量。

8. 沼气发酵的碳氮比应为多少？

沼气发酵原料中碳总量与氮总量的比例称为碳氮比。碳与氮是构成生物体最主要的成分之一，适宜的碳氮比不仅有利于沼气细菌的生长，同时有机氮分解时释放出来的氨与水生成氢氧化铵能中和有机酸，对 pH 值的调节起到一定的作用。经试验证明，投料的碳氮比值控制在 (25~30):1 为好，甚至可以略高一些，这样不仅有利于持久稳定地产气，还可以防止“跑氮”，便于残留物肥效的保存。

9. 含碳量与含氮量高的物质都有哪些？

多数作物的秸秆碳素含量高，氮素含量低，因此碳氮比较高。此外，山芋渣、玉米皮、米糠等粮食加工业中的一些废弃物以及来自城镇工厂、作坊的废渣和废液，常常用作提供碳源的物质。氮素含量除人粪、猪粪较高外，动物体的蚕蛹粉、鱼粉等，植物体的各种饼粉（黄豆饼、棉籽饼、花生饼、菜籽饼等）、玉米浆等，微生物体的酵母膏、发酵菌体等都是氮素的良好来源。

10. 沼气发酵的原料有哪些？

沼气发酵的原料种类很多。农村最常使用的是人、畜（牛、羊、猪、鸡、兔等）粪便，各种农作物的秸秆（如稻草、麦秆、高粱秆和玉米秆等）、青草、水葫芦、菜叶等。此外蚕粪，阴沟污泥，发酵废液（如酒糟、废菌体等），食品厂、豆腐坊、制革厂以及屠宰厂等的有机废物和废水也都是沼气发酵的原料。

11. 常见原料的产气速率为多少?

产气速率是指原料在一定发酵条件下产生沼气的速度,一般以一段时间内沼气产量占总产量的比例来表示。在相同的条件下,不同原料的产气速度不同,通常富氮原料比富碳原料的产气速度快。根据原料的产气率和产气速率,搭配使用不同的发酵原料,能使产气均衡并获得较高的产气量。几种常见原料的产气速度实测值见表 1-1。

表 1-1 常见原料的产气速度实测值 单位: %

原料	产气速率(占总产气量的比例)				
	10 天	20 天	30 天	40 天	60 天
猪粪	74.2	86.3	97.6	98.0	100
人粪	40.7	81.5	94.1	98.2	100
马粪	63.7	80.2	89.0	94.5	100
牛粪	34.4	74.6	86.2	92.7	100
玉米秸	75.9	90.7	96.3	98.1	100
麦秸	48.2	71.8	85.9	91.8	100
稻草	46.2	69.2	84.6	91.0	100
青草	75.0	93.5	97.8	98.9	100

12. 农村沼气池的沼气发酵工艺有哪些?

农村常见的发酵原料主要分为全秸秆沼气发酵、秸秆与人畜粪便混合沼气发酵和完全用人畜粪便做沼气发酵原料三种。各种不同的发酵工艺,投料时原料的搭配比例和补料量不同。例如,采用全秸秆沼气发酵时,在投料时可一次性将原料备齐,并采用浓度较高的发酵方法;采用秸秆与人畜粪便混合沼气发酵时,则秸秆与人畜粪便的质量比以 1:1 为宜,在发酵进行过程中,多采用人畜粪便的补料方式;而完全用人畜粪便进行沼气发酵时,在南方农村沼气发酵浓度应控制在 6% 左右,在北方可以达到 8%,在运行过程中采用间断补料或连续补料的方式进行沼气发酵。

13. 农作物秸秆入池发酵好处有哪些?

农作物秸秆是农村沼气发酵原料的主要来源之一, 秸秆入池具有造气、制肥的双重作用, 可以得到综合利用的效果。

① 秸秆中的有机质含量一般在 80% 以上, 其中大多数是纤维素, 是沼气细菌碳素营养的丰富来源。秸秆入池具有产气量多、持续时间长、甲烷成分高的优点。

② 秸秆入池密闭发酵, 经过微生物的作用, 秸秆中所含的不易被作物直接吸收的有机氮、磷化合物可转变成易被作物吸收的速效性氮、磷, 同时还形成了一定数量的腐殖质和腐殖酸, 成为优良的有机肥料。合理施用沼肥, 特别是用沼气池沉渣堆制的腐殖酸类肥料, 对于提高土壤肥力、提高农作物产量、改良土壤、稳产农田有较好的作用。所以, 秸秆入池是秸秆还田一种很好的方式。

③ 据有关资料介绍, 1 千克稻草或麦秆加入少量的人畜粪便, 能产生 0.3~0.4 立方米的沼气, 可供五六口人的家庭煮一顿饭。如果直接用稻草或麦秆煮一顿饭, 则需要 3~4 千克才行。秸秆燃烧时不仅损失大量的有机质, 同时氮素化合物也变成了氮的氧化物随烟逸失。因此, 燃烧秸秆损失了许多肥料, 而且, 在热能利用上也是不合理的, 故应大力提倡秸秆制取沼气后还田。

14. 如何准备沼气发酵原料?

备料是沼气科学管理的重要步骤之一, 是指在新建沼气池或旧池大换料前, 准备好充足的发酵原料的工作过程。

我国农村沼气一般采用秸秆为主的一次性投料和以禽畜粪便为主的半连续进料两种发酵方式, 下面是以猪粪为发酵原料进行备料计算的简要说明。

如果农户修建 6 立方米水压式沼气池, 按 80%~85% 投料量计, 则发酵有效容积约为 $6 \times 80\%$ (或 85%) = 4.8 (或 5.1) 立方米, 以 5 立方米计, 新建沼气池时需要 5000 千克左右的发酵料液。

在南方地区农村, 发酵料液的干物质 (TS) 含量为 6%~8%,