

沼气的制取和利用

钟 科 编



广西人民出版社

沼气的制取和利用

钟 科 编

☆

广西人民出版社出版

广西新华书店发行

广西民族印刷厂印刷

1975年4月第1版 1975年4月第1次印刷

印数: 1—35,000册

书号: 13113·20 定价: 0.16元

毛主席语录

·农业学大寨

我们应该深刻地注意群众生活的问题，从土地、劳动问题，到柴米油盐问题。……一切这些群众生活上的问题，都应该把它提到自己的议事日程上。

人民群众有无限的创造力。他们可以组织起来，向一切可以发挥自己力量的地方和部门进军，向生产的深度和广度进军，替自己创造日益增多的福利事业。

要认真总结经验。

前 言

沼气是有机物在适当的温度、湿度和密闭条件下，经过微生物发酵分解作用而产生的一种可燃性气体。农村办沼气，好处很多：可以用来做饭、烧水、煮饲料和照明；可以用来开动机器，进行农副产品加工或发电；经过发酵的原料可以提高肥效，促进农业生产；而且可以除害灭病，改善农村的环境卫生。

沼气的制取和应用是劳动人民在实践中总结出来的，一九五八年曾得到比较广泛地开展，但是由于受刘少奇修正主义路线的干扰和破坏，没有得到进一步开展。无产阶级文化大革命以来，特别是批林整风和批林批孔运动以来，沼气的利用得到广大群众的重视，他们迫切要求介绍有关沼气的制取和利用的知识。为了使这个新生事物迅速地推广，满足广大群众的迫切要求，我们总结了在实际工作中的经验，并学习了区内外办沼气的经验，编出这本小册子，供各地推广利用沼气和进行科学实验的参考。

由于我们水平有限，有些问题还在试验摸索中，有待今后补充修正，不妥之处，望读者提出宝贵意见。

钟 科

一九七四年十一月

目 录

第一章 什么是沼气

- 一、自然界中的沼气…………… (1)
- 二、沼气的性质…………… (2)
- 三、产生沼气的简单原理…………… (4)
- 四、沼气发酵的条件…………… (4)
- 五、室内沼气发酵试验…………… (5)

第二章 发酵池的建造

- 一、建造发酵池的条件…………… (7)
- 二、发酵池的结构和种类…………… (7)
 - 沼气池的主要组成部分和作用…………… (7)
 - 二十四立方米沼气池的建造…………… (9)
 - 简易沼气池…………… (13)
 - 沼气收集盖…………… (14)
 - 瓦缸沼气池…………… (16)
 - 船形拱顶沼气池…………… (17)
 - 片石结构圆形沼气池…………… (18)
 - 锅形沼气池…………… (21)
 - 圆形拱顶沼气池…………… (23)
- 三、搅拌装置…………… (23)
- 四、U形气压计和试漏检查…………… (27)
- 五、沼气池的管理…………… (28)

第三章 沼 气 的 利 用

一、用沼气烧水、煮饭·····	(33)
二、用沼气照明·····	(37)
三、用沼气开动机器·····	(41)
四、沼气的化工产品·····	(42)
五、发酵物的利用·····	(43)

第四章 使用沼气时应注意的安全事项

一、防 火·····	(45)
二、防 爆 炸·····	(45)
三、防 麻 醉·····	(46)

附 录:

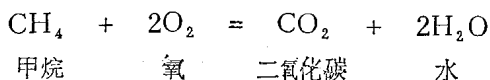
一、一些气体的基本物理化学常数·····	(47)
二、沼气的化学成分·····	(47)
三、国内外一些发酵池的产气率·····	(48)
四、每吨干燥物质能产的可燃混合气体·····	(48)
五、有关几种气体的着火点及爆炸限度·····	(49)
六、一些物质的酸碱度(PH值) ·····	(50)
七、几种物质的含水量·····	(50)
八、原料所需加水量查对表·····	(51)
九、压力单位换算表·····	(53)
十、钢筋混凝土槽形板配筋图·····	(53)
十一、有关沼气生产与使用的参考数字·····	(55)

第一章 什么是沼气

一、自然界中的沼气

沼气是一种可燃性气体。平常我们在粪池或污泥沟里看到从底部冒出来的气泡就是“沼气”。这种气体人们最先在沼泽中发现，所以称它为沼气。

沼气的主要成分是甲烷，约占60—80%，其次为二氧化碳和少量氢气、氮气及硫化氢等。甲烷是一种无色、无味、无臭的气体，与适量空气混合，用火一点，就会燃烧。纯甲烷的发热量每立方米8500千卡(注)。甲烷燃烧的反应式为：



二氧化碳也是无色、无臭的气体，易溶于水而生成碳酸，不能燃烧，因此把沼气中的二氧化碳除去，沼气燃烧效果就会更好。沼气含有少量硫化氢和某些有机化合物，所以有时略带臭味。

很多地方都能产生沼气。在粪池、污水池塘、湖泊、沼泽或下水道、阴沟中，我们常常可以看到有许多气泡冒出来，这就是沼气。在湖泊、阴沟、池塘的底层，都有许多动植物

注：使一公斤水的温度升高1℃所需要的热量叫做1千卡或大卡。

腐烂的遗体，这些东西经过微生物的发酵分解与合成，就产生沼气。总之，凡是有机物质，在阴暗潮湿、隔绝空气的地方，都会产生出沼气（图1）。

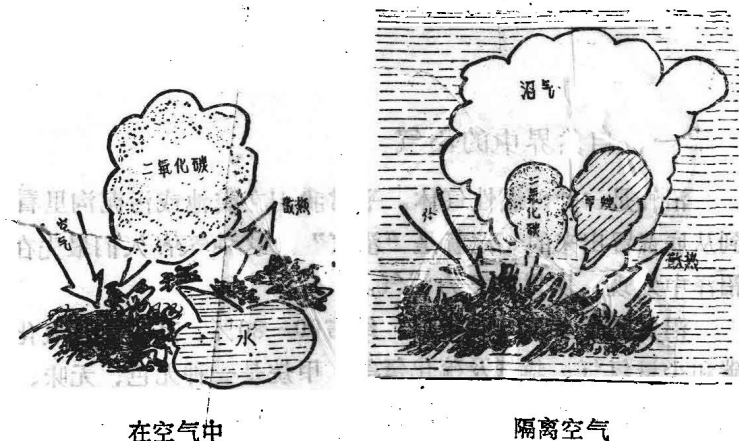


图1 湖沼中产生沼气情况示意图

图1的左边，表示动植物腐烂或人畜粪便发酵的情况。在空气流通的地方，放出不能燃烧的二氧化碳，所以不易产生沼气。图1的右边表示在隔绝空气的情况下，进行发酵，产生以甲烷为主、伴随着二氧化碳及其他杂质的气体，这种发酵作用是我们用沼气池制取沼气的依据。

二、沼气的性质

沼气是一种无色、无味、无臭的可燃性气体，燃烧时能发出高热，每立方米沼气的发热量在5200—5900千卡之间。

比重：甲烷的比重是0.554，沼气要比空气轻，在空气中容易扩散。

溶解度：甲烷微溶于水，在20℃时，每100毫升水，可溶甲烷0.33克。

密度：在20℃、一个大气压下，每立方米气体的质量，叫做该气体的“密度”。纯甲烷的密度每立方米0.716公斤，沼气的密度每立方米约0.6公斤。沼气的成分、温度、压力不同，密度也不一样。

沼气在常温或降温中都可进行压缩，在常温、200个大气压下，可将10立方米的沼气压入50立升的钢瓶中。

临界温度：把气态变为液态时的最高温度叫做这个气体的临界温度。甲烷的临界温度是-82.1℃（即零下82.1℃）。

临界压力：在临界温度时，使气体变成液体所需的最低压力，叫做这个气体的“临界压力”。甲烷的临界压力是45.8大气压力（注）。

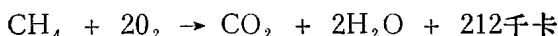
着火点：又叫自燃点，就是物质能够自己着火燃烧，并继续燃烧下去的最低温度。甲烷的着火温度是537.2℃。

沼气中甲烷的化学性质：

甲烷的分子式是CH₄，它是很稳定的最低级碳氢化合物。

甲烷的分子量是16.04。

当甲烷完全燃烧时，每一体积的甲烷需要两体积的氧，并放出大量的热来。它的化学反应式是：



甲烷 氧 二氧化碳 水

在空气中，一般有五分之四的氮气和五分之一的氧气，

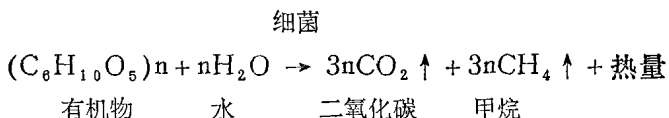
注：一个大气压等于每平方厘米承受1.033公斤的压力，等于760毫米水银柱高度。一个工业大气压力，为每平方厘米承受1公斤的压力。

因此一个体积甲烷完全燃烧时需要的两个体积的氧，必须从十个体积的空气中得到。甲烷完全燃烧时需要空气量的理论混合比是1 : 9.47，即一个体积甲烷，需要9—10个体积的空气。

三、产生沼气的简单原理

沼气发酵是微生物活动的过程。

一般认为沼气发酵是嫌气性的。沼气的形成过程可分为两个阶段：第一步，将复杂的有机物质转化成低级脂肪酸，例如丁酸、丙酸、乙酸；第二步，将低级脂肪酸转化为甲烷和二氧化碳。沼气发酵的总反应可用下式表示：



参与第一步发酵的菌一般叫产酸菌，在第二步中起作用的菌叫甲烷菌。在显微镜下观察，甲烷菌是杆状的或稍弯曲，目前已分离鉴定的有好几种，但不易长久保存，并且由于甲烷菌对原料有特异要求，所以用纯菌种发酵效果一般不好。

现在，沼气发酵是利用污泥经过培育调化后作为发酵“种子”，其中含有大量的多种微生物，所以是混合菌种发酵。这种污泥可从腐植物质多的沼泽、污水沟和沤粪坑等处取得。污泥的接种量大些，可以加快产气速度。

四、沼气发酵的条件

密闭：甲烷菌不需要氧气，所以只有在完全隔绝空气的条件下才能产生。如果发酵池漏气，不仅对发酵产气不利，即使有沼气产生也会跑掉。因此，发酵池必须严密封闭，这

是制取沼气的关键。

温度：在温度高于 4°C ，低于 70°C 的条件下，就能产生沼气。最适宜的温度是在 20°C 至 40°C 之间。由于甲烷菌对温度的变化很敏感，所以要注意保持池内温度的稳定。

酸碱度：沼气发酵的微生物宜在中性环境中生长繁殖，酸碱度（PH值）应控制在7—8，最好在7.5左右（可用PH试纸测定）。过酸，可加些草木灰或石灰，过碱，可加些泔水、豆腐水或水等中和。

原料：应将纤维多的物质（树叶、杂草、禾草、畜粪等）和含氮多的物质（人粪尿等）配合起来，单用一种原料产气较少。发酵物含水量一般控制在90%左右，太稀太浓对发酵都不利。在原料含水量难于估计时，宁可稀些，不要太浓。

搅拌：搅拌主要是翻动发酵物，破坏表面膜，使沼气容易上升到贮气室的空间，同时还能使发酵物混合均匀，温度一致，促进发酵。发酵液必须每天搅拌1—2次，打破液面的粪皮。

五、室内沼气发酵试验

为了了解沼气发酵情况和摸索发酵规律，可以先进行室内发酵试验。

发酵试验用的仪器，可以参考图2的示意，选用现成的瓶子、管子装置起来。重要的是要使全套装置不漏气。

试验的目的主要是测量产气的体积和观察气体的燃烧情况。有条件时可以进行气体的分析和液体的酸碱度、有机酸和其他成分的测定。

沼气发酵试验装置的说明：

发酵瓶口用密封橡胶盖塞紧，胶盖上穿两个孔，一个孔

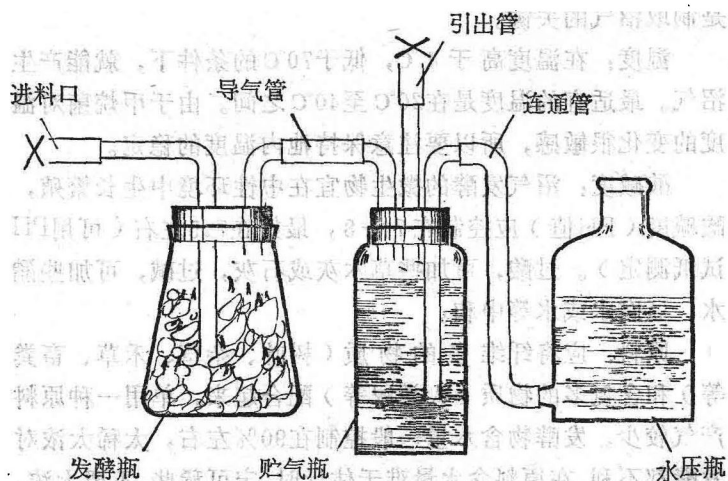


图2 沼气发酵试验的装置示意图

通进料管，一个孔通导气管。

贮气瓶口用密封橡胶盖塞紧，胶盖上穿三个孔，分别通入导气管、引出管、连通管。

水压瓶是开口瓶，不要加盖，瓶脚的奶嘴与连通管衔接。

引出管和进料管可用塑料软管，闸阀可用硬铁夹代替。

各管插入橡胶盖的部分可用玻璃管。

试验工艺流程：

从进料口将人畜粪便等沼气发酵液灌进发酵瓶。发酵液产生沼气后，沼气从导气管进入贮气瓶。点火试验时，从引出管安装小喷嘴，将喷嘴放进沼气炉或直接在喷嘴口点火。

当沼气不断产生而暂不使用时，沼气就把贮气瓶中的水由连通管排进水压瓶；使用时，沼气从引出管输出，同时水压瓶的水又被压回贮气瓶中。

第二章 发酵池的建造

一、建造发酵池的条件

选择地址：建造发酵池要选择地势较高，地下水位较低，进出料和运输方便的地方。如以人、畜粪为主要发酵材料，池子要靠近畜舍或厕所，离使用地点又不宜过远。

密封：必须保证发酵部分密封，不漏水，不漏气，尤其是顶部。密封，才能使发酵产生的气体积聚起来。许多沼气池没有成功，主要原因都是因为发酵室漏气。只要密封好，就有成功的把握。

搅拌：发酵池每天要搅拌一两次，使沼气很快上升。搅拌还能防止发酵液的表面形成坚硬厚实的浮皮层，这种浮皮层会妨碍沼气由液体中涌出。

保温：在严寒地区和高寒山区，因为气温低，发酵迟缓，出气量少，甚至不能发酵，所以在建筑发酵池时，要注意保温和防止热量散失。

二、发酵池的结构和种类

沼气池的主要组成部分和作用

沼气是有机物质在密封的设备里发酵后产生的，因此在建池时必须严格防止漏气、漏水。无论新建或用旧粪池改建，都要注意几个主要部分的作用，结合本地情况，选择适当的

结构和建造方法（图3、图4）。

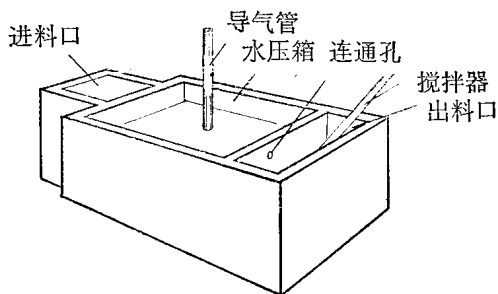


图3 自动升降水压沼气池外形示意图

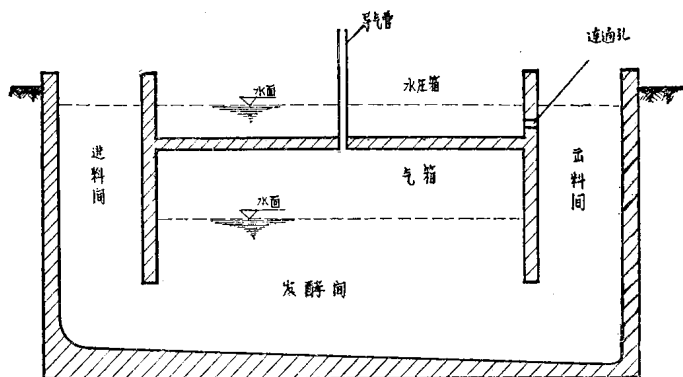


图4 自动升降水压沼气池剖面示意图

进料间：是粪便等原料进入发酵间的进口。进料间在靠发酵间这边的底部开一个洞，使原料流进发酵间，洞口上沿

的位置，以不超过池底到顶盖板的二分之一为宜。进料间除在装料的时间外，一般要加盖密封，减少粪便与外界空气的接触，促进发酵产气。

发酵间：这是整个沼气池的主体，是原料贮存、产生和贮存沼气的主要设备。能否产生沼气，主要看发酵间的密封是否严密。

水压箱：在发酵前水箱是空的，发酵后产生沼气，因沼气轻，又不溶于水，都上升到顶盖下面，产生压力，沼气就越积越多，压力也越来越大，发酵间就自然形成气箱，被排到水压箱的粪液也就更多。使用沼气时，发酵间气体逐渐减少，水压箱粪液逐渐回流发酵间，因此粪液与沼气的压力总是保持平衡，沼气池就能够正常输出来供给使用。

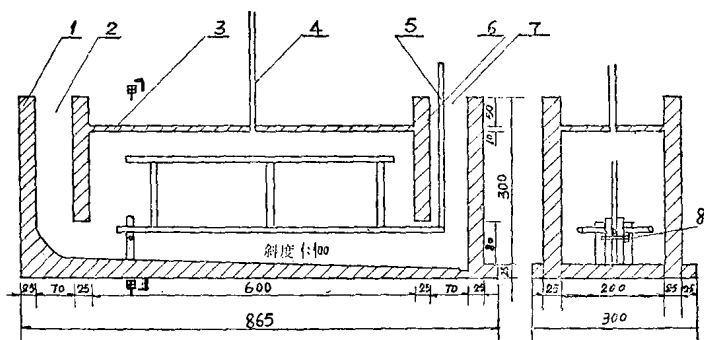
出料间：它和进料间基本上是一样的，但多一个通向水压箱的连通孔，它是使粪液从发酵间排到水压箱，又从水压箱回流到发酵间的通道。有了出料间，便于随时出清旧原料。

搅拌器：搅拌形式有上下搅动、旋转搅动等，主要作用是通过搅拌，使原料不断地翻动，池面上不结粪皮。经常搅拌可以加速发酵过程和促进气体的产生。

导气管：这一部分主要是沼气产生后通向沼气灯、沼气炉等设备上的通道，导气管应固定在发酵池上。

二十四立方米沼气池的建造

钟山县建造的有效容积24立方米的沼气池(图5、图6)，采取自动升降水压式，每昼夜可产气十立方米。根据他们的经验，如果要增加沼气用量，可以建造式样相同的沼气池组，进出料安装管路，用沙泵操作。也可以根据需求，将发酵间适当缩小。缩小时，一般深些比浅些好，因为池面窄些比宽些容易解决顶盖材料。现将该池建造的要求介绍如下：



甲—甲剖面

图5 24立方米沼气池剖面示意图（单位：厘米）

1. 砖墙；2. 进料口；3. 竹筋混凝土；4. 导气管；
5. 搅拌器；6. 连通孔；7. 出料口；8. 螺栓。

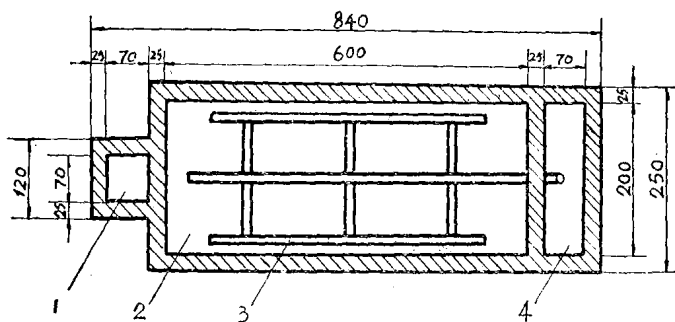


图6 24立方米沼气池平面示意图（单位：厘米）

1. 进料口；2. 发酵间；3. 搅拌器；4. 出料口。

池址选择：池基要选择土壤较好，土质坚硬，地下水位较低的地方。

池底基础的修建：池底铺砌一层20厘米的片石，然后浇灌5厘米厚的混凝土（一份水泥，三份粗沙，六份碎石），浇灌时要一次连续搞好。

池墙建筑：用砖或片石都可以，灰浆用一份水泥，二份石灰膏，九份沙子配成，灰缝一定要满浆，不要有空隙。

池顶盖板：发酵间盖板，可用砖拱、石拱、钢筋混凝土、竹筋混凝土或石板等。用石板铺盖时，要看石板长度来确定池的宽度；石板的长度不够时，池的宽度可以适当缩小。

浇钢筋混凝土盖板时，两米跨度的，可用10厘米厚混凝土。调配方法：一份水泥、两份沙子、四份碎石。可在池房挖一土模，按2.4米长，60厘米宽，架设绑扎好钢筋后，浇灌混凝土，养护二十天左右，将预制板安装在池顶，再以1:2水泥沙浆补好缝口。在浇灌混凝土时，要将导气管嵌在混凝土中。钢筋混凝土板配筋可参阅附录十。

砌砖拱顶盖时，要选择好的砖块，用水淋湿。砌拱沙浆用一份水泥，一份石灰膏，四份沙子配成。拱模可采用砖块摆成花眼拱架的办法，上面按半圆拱形铺平沙子再砌拱，砌好七天后拆除。

用石板砌顶盖时，首先要选定石条长度，如果长度不够，在不影响搅拌器操作的情况下，可在池子当中，分立支柱，支撑短条石；石板之间的搭口，用1:1水泥沙浆勾缝。旧石要加工打毛，使沙浆和旧石的毛口粘牢，以免漏气。

内部粉刷：

我们检查过许多发不出沼气的沼气池，发现主要原因大都是由于漏气，所以做好粉刷，使池子不漏气，是保证成功的关键。粉刷方法有两种：一种是沙浆粉刷，一种是冷涂沥青。