

怎样制造沼气

張德聖編

中国青年出版社



怎样制造沼气

张德圣 编

怎样制造沼气

张德圣编

*

中国青年出版社出版

(北京东四12条老教堂11号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第036号

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店总经销

*

787×1092 1/32 1印张

1958年9月北京第1版 1958年9月北京第1次印刷

印数1—60,000

统一书号: 13009·173

定价(6)一角一分



內 容 提 要

这本小册子是根据贵州省思南县制造沼气的經驗写的。先簡單說明制造沼气的原理，接下去着重介紹建造发酵池的方法，以及怎样配料、下料和管理。最后介紹了沼气爐和沼气的制造和使用方法。

封面設計：冬 山

目 次

一 什么是沼气.....	3
沼气的来源(3) 沼气的性能(4) 沼气的用途(4) 利用沼气 还有别的好处(5)	
二 沼气产生的原理.....	6
沼气是嫌气性发酵的产物(6) 甲烷菌的习性(8)	
三 发酵池的结构和修建.....	9
发酵池的重要性(9) 修建发酵池的地点选择(9) 发酵池的建 筑材料(9) 发酵池的形状和容积(10) 发酵池的结构(11) 搅拌 器的作用(14) 修建发酵池的程序(14) 发酵池的检验(20)	
四 配料和管理.....	21
制造沼气的原料(21) 影响发酵的几个因素(22) 配料(24) 下 料、管理和取料(25)	
五 使用沼气的设备.....	26
沼气罐(26) 沼气灯(27) 导气管(28) 利用沼气应注意安全 (29)	
編后附記.....	30



— 什么是沼气

沼气的来源

沼气并不是希罕的东西，我們拿木杆在池沼里搅动，就会看到有气泡从池底上升。用瓶盛满水倒复在池水里气泡上升的地方，把这种气体收集起来，用火燃点，就会发出蓝色火焰而燃烧。这种气体里的主要成分就是沼气。

煤矿坑井里有一种气体叫做“坑气”，它的成分也是沼气。坑井里如果通风不良，积聚了多量坑气，遇火会发生爆炸。

我国四川等地有一种天然气，从地下喷出，可以用作燃料。天然气里含的主要也是沼气。

沼气除了天然生成的以外，也可以用人工制造。我国早在抗日战争以前，就曾经有人利用人畜粪便、垃圾等制造沼气，用来点灯煮饭。但由于当时反动政府不加重視，没有得到发展和推广，后来也就沒有人去繼續制造使用了。

1957年，随着我国社会主义建設高潮的掀起，沼气又重新引起人們的注意。在党的积极支持下，首先是在湖北，試制沼气成功，以后广东、浙江、安徽、貴州等省也先后制成沼气。这本小冊子主要是根据我們在貴州思南县試制成功的經驗写成的。

沼气的性能

沼气是碳和氢的一种化合物，学名叫做甲烷。每一分子沼气含有一原子碳和四原子氢，化学上用 CH_4 的式子来表示（C表示碳，H表示氢）。

沼气无色无味，纯净的无臭，一般都含有杂质，略带蒜臭。它比空气轻，在摄氏 20 度的时候，同样容积的沼气和空气，沼气的重量只有空气的百分之55。

沼气不溶于水，能溶于酒精。它不容易液化，在摄氏 0 度时，要加140大气压的压力，才会变成液体。在 1 太气压下，到摄氏零下161.5度液化，到零下 182.5 度变成固体。

沼气在空气或氧气中，遇火能燃烧，产生水汽和二氧化碳（碳酸气），发生蓝色火焰，温度很高。1 立方公尺的沼气，发热量是5200-5900千卡（1 千卡的热就是能把 1 公斤的水温度升高摄氏 1 度所需要的那么多热量），相当于 0.56 公斤的汽油，或 0.8 公斤的煤。

空气中如混有百分之 5-15 的沼气，遇火会发生爆炸，如含有百分之20-25的沼气，对人畜有麻醉作用。

沼气的用途

沼气是一种很好的气体燃料。它可以用来代替植物油和煤油，点灯照明。每 1 立方公尺的沼气，可以供给10盏灯点 1 小时，这种灯十分明亮，在三四十人的大房间里只要点一盏就够了。

沼气也可以用来烧爐子，烧水煮饭，每 1 立方公尺的沼气，可以把 14 公斤的冷水烧开，而且烧得很快。曾经做

过試驗，燒开 1 磅冷水只要 3 分鐘，燒开 6 磅冷水只要 12 分鐘。

沼氣可以用來开动發動機，帶動機器工作，开动拖拉机和汽車。每 10 立方公尺沼氣，可以供 10 馬力的煤氣機开动 2 小時；或 20 馬力拖拉机行駛 1 小時，耕田 48 畝；或一輛 3 噸重的載重汽車行駛 30 公里。用沼氣發動機帶動發電機，每 10 立方公尺沼氣可發電 15 千瓦小時（“千瓦小時”也叫“度”），供 50 瓦電燈 300 盞點 1 小時。

在我国的社会主义建設大跃进中，农村动力也是关键問題之一。要搞技术革命，要搞机械化，首先就需要动力。农村动力的来源不外乎燃料、水力、风力，太阳等等，这些动力来源有些受到资源的限制，有些受到地理条件的限制，而沼氣却是最广泛可以利用的一种动力资源。所以今后沼氣一定会得到普遍的推广。

利用沼氣还有別的好处

利用人畜糞便、垃圾等制造沼氣，除了制出来的沼氣可以做燃料之外，还有一些別的好处。

首先，产生沼氣以后剩下来的糞便，不但仍旧可以做肥料，而且肥效比平常露天貯放的还高。有人把新鮮牛糞除去水分，分析剩下来的干糞，再把产生沼氣以后剩下来的糞便也除去水分进行分析，比較它們所含的全部氮的分量，发现后者比前者大百分之 72.5，而其中的速效氮（就是以氨的形式存在的氮）的含量还大百分之 571（就是要大五倍多）。磷的含量也要大百分之 67.2。苏联全苏农业电气化研究院梯比里斯分院还曾經做过試驗，把松軟糞便露天貯放，結果損失氮百分之

29, 把本来松软随后夯实的粪便露天貯放, 結果損失氮百分之24.5, 而制沼氣以后剩下的粪便, 損失的氮只有百分之5。而且在露天貯放的粪便中, 速效氮只占全部氮的 $\frac{1}{4}$ 左右, 在制沼氣以后剩下的粪便中, 速效氮却占全部氮的 $\frac{1}{3}$ 以上。由于这种肥料含的氮、磷等成分都比较高, 施用以后, 可以提高农作物單位面积产量百分之25-30 (不过这种肥料不能做底肥, 只能做追肥; 施肥时要在晴天, 施后用泥土盖好, 肥料不用时也要貯藏好。否則, 一二天内, 氮就要損失百分之50)。

施用这种肥料不但肥效高, 而且可以使田間杂草減少。这是因为畜粪里一般有很多的杂草种子, 普通每1吨畜粪里有8000多粒能发芽的野草种子, 撒在田地里, 就長出了杂草。而制沼氣以后剩下來的粪便中, 野草种子都被杀死, 就不会再長杂草了。

粪便垃圾用来制造沼氣, 不招蒼蝇, 也就不会長蛆。粪便中原有病虫害卵, 也被杀死, 可以防止疾病的傳播。同时农村中原来露天的粪坑和各种垃圾堆, 都可以取消。所以利用沼氣, 对消灭蒼蝇, 对人体健康, 对农村环境卫生的改善, 也都有很大的好处。

二 沼氣产生的原理

沼氣是嫌氣性发酵的产物

沼氣是从人畜粪便、植物莖叶等物制造出来的。这些东西总称有机物。有机物分解时, 便产生二氧化碳、水、沼氣、氨等。

十九世紀末年，俄國科學家奧梅良斯基研究纖維素（纖維素就是梅勒莖葉里所含的一種主要成分，糞便特別是牲畜糞便里也含有纖維素）在隔絕空氣時進行的分解變化，知道有兩種細菌在起作用：一種細菌作用的結果，便產生沼氣；另一種細菌作用的結果，卻產生氫氣。這兩種細菌現在就叫奧梅良斯基桿菌。

原來有機物的腐敗分解，一般有兩種情況：一種情況是在空氣中進行；一種情況是在隔絕空氣時進行。不管在空氣中或隔絕空氣，有機物都是在微生物的作用之下發生了發酵的現象。在空氣中發酵時，進行活動的是一類叫做好氣性細菌的微生物，而在隔絕空氣時進行活動的，是一類叫做嫌氣性細菌的微生物。

好氣性細菌就是喜歡空氣的細菌，它在有空氣的條件下才能活動。有機物由於這種細菌活動引起發酵作用的結果，並不會產生沼氣。例如纖維素就分解成為二氧化碳氣和水，又如糞便里所含的氮，在這種情況下變成了氨。氨是一種有臭的氣體，所以糞便在空氣中發酵產生臭氣。由於氨是氮肥的重要成分，氨的逸散就使糞便的肥效減少。

嫌氣性細菌和好氣性細菌相反，它不喜歡空氣，它在沒有空氣的條件下才能活動。有一類嫌氣性細菌叫做甲烷菌，就是它的活動使有機物發酵生成沼氣。例如細菌素在甲烷菌活動下，就分解成為沼氣和二氧化碳氣。

甲烷菌發酵的溫度，從攝氏5度到76度都可以。如果溫度超過80度，發酵就要停止。一般在攝氏10度到37度的範圍內，甲烷菌活動比較好。

甲烷菌的习性

甲烷菌实际上也不只是一种细菌，而是有好几种，它们都不爱活动。在自然界里甲烷菌的分布很广，几乎到处都有，在粪便、污水、肥沃的土壤里特别多。有一种的形状是立方体的，有时也成四面体。有一种成小球形，可以单独存在或集体存在，在摄氏30度时活动比较好。又有一种成薄柱形，身上长有弯毛，把同类细菌连接在一起活动，能耐高温，常生存在牛蹄上。还有一种基本上和上面一种相同，但体小力弱，没有弯毛，却有细线，也能耐高温。

甲烷菌有强烈的嫌气性，它们畏惧阳光，喜欢黑暗的环境。在发酵过程中，适应的温度幅度很大，在常温（摄氏4度到20度）、中温（30度左右）和加温（50度到70度）都能活动。但温度变化对甲烷菌的活动是有一定影响的。甲烷菌同时还可以承受高压，曾经有人从海洋深处（那里的水的压力相当高）取出的污泥里也发现有甲烷菌存在。甲烷菌能在中性或微硷性环境下繁殖，不宜于酸性环境。

当甲烷菌的环境变动，使它不能活动时，它就会停止活动。等到环境恢复到对它合适的时候，它又会继续活动。

甲烷菌生活时也需要营养物质，主要是氮（氨）、磷。但如含的氮过多，甲烷菌也不能生存。此外氯化物、铜盐、硝酸盐、酚、酸、强硷等，也妨碍甲烷菌的活动。

甲烷菌的繁殖不快，为了促使它繁殖得快些，可以加某些物料，例如荷尔蒙（也叫性激素，尿里特别是孕妇的尿里含的较多）、酵母抽出物、磷酸盐等。

三 发酵池的结构和修建

发酵池的重要性

沼气既是有机物在嫌气性发酵作用中产生的，因此粪便等有机物必须在隔绝空气的情况下发酵。让粪便隔绝空气进行发酵的地方，就是发酵池。

发酵池的修建好坏，是决定沼气能否制造出来的一项主要关键。如果发酵池的修建稍有疏忽，就会带来不良的后果，甚至失败。

所以在制造沼气过程中，修建发酵池是极其重要的工作。

修建发酵池的地点选择

选择发酵池的修建地点，有几点应该考虑：

第一，如果发酵池有一部分埋在地下，就要选择地势较高的地方，以免地下水渗到发酵池里来。

第二，制造沼气要有一定的温度，为了保温，发酵池应选择当阳避风的地方。又埋在土里比筑在地面上好，干燥的地方比潮湿的地方好。土壤的性质也有关系，一般说砂壤土比较好。保温问题特别是在北方冬季寒冷的地方，更要注意。

第三，应该选择在用户集中的地区，这样导气管可以减少。最好还要接近原料的地区，例如在牛栏附近。因为发酵池内要加水，也要考虑到水源远近。同时注意到出料方便。

发酵池的建筑材料

发酵池的建筑材料，应该因地制宜，选择当地容易取得

的。我們用的是：

- 1.毛石板，厚10公分，長短寬窄不拘。
- 2.低標號水泥。
- 3.杉木。
- 4.細河沙。
- 5.石灰。
- 6.磚。
- 7.喇叭管。
- 8.煤灰或礦渣。

發酵池的形狀和容積

發酵池的形狀，現在還沒有有一定的規格，也要因地制宜。一般說有方形（或長方形）和圓形二種。池蓋有平的，有拱形的。發酵池大的，往往另建一個蓄氣槽。為了增加和調節池內沼氣的壓力，要有一個水压閘，一般就筑在池頂上，但是也可以不用水压閘。進料和出料可以有不同的口，也可以在一個口。為了使池內發酵快，要有攪拌器，攪拌器的柄要露出在池頂上，有的就在進料口或出料口通出來，有的另有一個口。這些不同的形式，可以根據各自的條件來選擇。

發酵池的大小，要看需要的沼氣量多少。每天需要沼氣量的多少，可以根據前面提到過每立方公尺沼氣可點燈多少等等來計算。根據上面的數據，每盞燈每1小時耗沼氣0.1立方公尺，每馬力煤氣機每小時耗沼氣0.5立方公尺。例如有一個莊子有18戶人家，每家都要裝一盞沼氣燈，從晚上7點鐘到11點鐘，可以算出需要的沼氣量是：

燈每時耗氣量 × 燈數 × 使用時數

$$=0.1 \times 18 \times 4 = 7.2 (\text{立方公尺})。$$

又如有一架5馬力的煤气机，用来发电，每天工作4小时，需要的沼气量是：

$$\begin{aligned} & \text{每馬力每时耗气量} \times \text{馬力数} \times \text{工作时数} \\ & = 0.5 \times 5 \times 4 = 10 (\text{立方公尺})。 \end{aligned}$$

知道了每日沼气需要量，就可以确定发酵池的大小。据苏联工程师凯列尔的試驗結果，发酵池的容积可以和每日沼气需要量相同。例如上面举的供18戶人家照明用的沼气发酵池，可以修建容积7.2立方公尺的；供5馬力煤气机用的沼气发酵池，可以修建容积10立方公尺的。

有了发酵池的容积，就可以确定发酵池的長、寬、深（如果是方形的）或直徑（如果是圓形的）。方形的容积 = 長 × 寬 × 深，圓形的容积 = $\frac{3.14}{4} \times (\text{直徑})^2 \times \text{深}$ 。至于長、寬、深或半徑之間怎样分配，要看具体的情况决定，例如修建发酵池的地位大小，現有石板的長寬等。

发酵池的結構

国内各地試驗成功的发酵池結構，有各种不同形式。这里介紹貴州思南县的一种，如图1（俯視剖面图）和图2（正視剖面图）所示^①。

这种发酵池基本上是一个粪坑，上面用盖子密閉，盖子上有一个出气孔，用管子把沼气引出来。池的两端分别有进料

① 这一設計中攪料口和进料口在同一側，但有不同的口，这一点从俯視剖面图上可以看出来。但在正視剖面图中为了把图簡化，把攪料口和进料口合在一起。

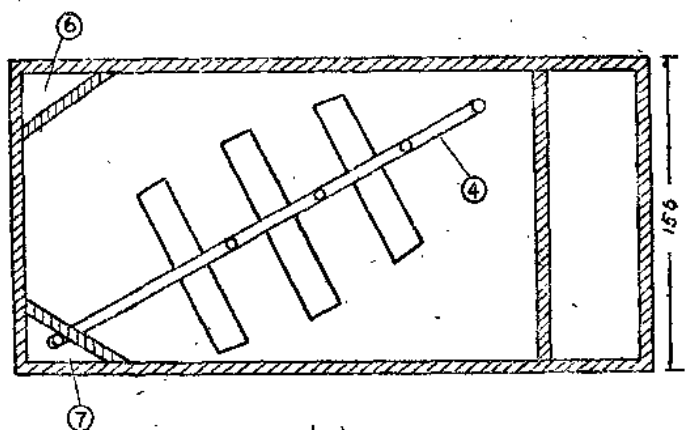


图1. 发酵池的俯視剖面图(图中尺寸用公分做單位)

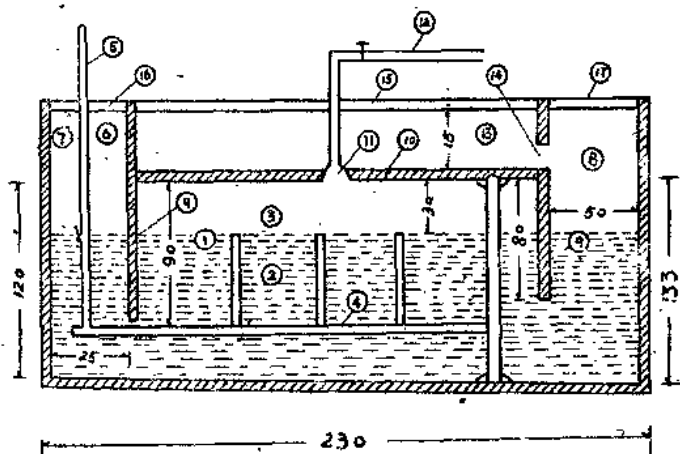


图2. 发酵池的正視剖面图(图中尺寸用公分做單位)

口和出料口，它們都在靠近池底的地方和池連通，这些通道平时是淹沒在发酵物料下面的，因此池內发酵物料上面的空間除了出气孔之外，是和外界完全隔絕的，这就保证了制成的沼气不会漏去。

图中1是发酵間，2是发酵物料，3是貯存沼气的地方，4是攪拌器，5是攪拌器的柄，6是进料口，7是攪料口，8是出料口，9是隔牆，10是池盖，11是喇叭管，12是导气管，13是水压間，14是循环水出入口，15是水压間盖，16是进料口（攪料口）盖，17是出料口盖。

关于水压間的作用，需要說明一下。

发酵池內产生沼气后，沼气就貯存在图上3的地方。如果打开导气管上的开关，沼气就会流出来供应灯爐等使用。如果沼气暂时不需要，池內气体越积越多，压力加大，就会把下面的物料往下压。物料通过池底的通道流向进料口和出料口，甚至从那里溢出来。現在在出料口的上部开了一个口（图上的14），和池盖上面的水压間連通，这些涌上来的物料就会流进水压間，不致溢出到外面来。等到使用沼气的时候，导气管一打开，池內沼气减少，水压間里的物料就会流回到池內，使池內的发酵物料面上升。水压間設在比池面高的位置，是有好处的，这样可以使池內沼气的压力加大，导气管打开的时候沼气容易流出来。水压間和发酵間之間的池盖是密封的，不漏水，不漏气。水压間上面的盖不必密封，只要把水压間盖起来就行。

修建发酵池时应该特別注意的，就是必須保证发酵間的密閉，不漏水，不漏气。有些地方制造沼气失敗，主要一个原因就是沼气发酵池漏气。