

利用沼气的意义 及其方法



南京人民出版社

科学技术普及丛书

利用沼气的意义及其方法

南京市科普协会編

南京人民出版社

• 1958 •

科学技术普及丛书
利用沼气的意义及其方法
南京市科普协会編

南京人民出版社出版
南京太平路楊公井一号
南京市新华书店发行 前进印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11/16 字数 14,000
一九五八年十月第一版
一九五八年十月南京第一次印刷
印数 1—20,000

统一书号: 13100(宁).1
定 价: (5) 六 分

前 言

利用沼气，可以点灯、烧饭，带动机器或发电，开动汽车和拖拉机；还能从沼气内提炼出化学原料。人畜粪便、污泥、杂草等，经过在沼气池内发酵，不仅产生了沼气，而且杀灭了附着的病菌，同时还能提高肥效。因此，广泛利用沼气，对促进工农业生产作用很大。

今年七月，中央农业部在广东鹤山县召开了全国沼气工作现场会议，决定今明两年在全国范围内普遍推广自然沼气和人工沼气。

九月間我們請本书作者給南京市一級机关干部作了“利用沼气的意义及其方法”的講演，受到听众的欢迎。我們以这次講演的講稿为基础，請作者撰写了这本小册子，以更广泛的交流和推广。

利用沼气的意义及其方法

李士铎 著

沼气是什么

沼气这个名称的来源，是由于人们常常可以在湖沼河沟里发现水底下冒出来的一些小气泡，这些小气泡用火可以点着，因此就把这种气体通称为沼气。为什么可以点着呢？就是因为沼气中主要的成分是甲烷(CH_4)，甲烷是一种可以燃烧的气体，是一种最简单的有机化合物，所以沼气在化学名称上是甲烷，但是如果严格讲起来沼气并不等于甲烷，它是一种混合气体，其中除主要是甲烷外，尚含有分量不同的二氧化碳以及微量的氧、氢等其他气体。在外国文字上，甲烷和沼气也是两个不同的字，有着不同的含义。(俄文沼气是 *болотный газ* 甲烷是 *Метан* 英文沼气 *marsh* 甲烷是 *methane*)。

那么，沼气是怎样产生的呢？

沼气的产生简单地讲就是有机物质（所谓有机物质就是含碳化合物的东西），在隔绝空气的情况下，经过甲烷菌（这种菌较佳的是奥梅梁斯基杆菌是十九世纪末俄国学者奥梅梁斯基院士发现的）的分解作用而产生的。

因此，凡有机物质在嫌气性条件下经甲烷菌作用，都能产生沼气。我们人类居住的地球已经有若干万年了，从地球表面上的历史演变来考察，它的地质变化是复杂和巨大的，正如我们中国的一句老话：“沧海桑田”。以前的陆地曾经因种种原因陷而为大海，这种陆上的大量有机物质就陷入到地

层以下，在地层下隔絕了空气又有水分，天长日久之后就产生了大量的沼气，我們称之为天然沼气，如在罗马尼亚就蕴藏了大量的地下沼气，从1958年第二号英文版“今天的罗马尼亚”（原名为：Rumania today）上可以看到他們的地下沼气可以制成年产十四万吨的塑料，他們已在大量利用这种天然财富。我們中国四川也很多，最近由于全国在大搞沼气，在上海附近发现很多处的天然沼气，上海四郊，南汇、奉贤、松江、启东各县都不断发现了并开始开采和利用了天然沼气，这种天然财富的发掘正在方兴未艾，前途很大，正在研究勘探、开采和利用。

除地下沼气外，差不多河沟臭坑湖池里都有沼气，最近河北省的威县、安徽省的阜阳形成了羣众性的采取沼气运动，把沼气用来点灯烧饭，老大娘反映这下子在夜里做活就不发愁了，入夜家家灯火辉煌儼如城市，阜阳农民唱着这样歌子：“沼气好，沼气好，点灯不用油，烧火不用草，沼气它是我們农民宝。”

的确，正如同八月十九日新华日报的一个标题那样：“沼气是个宝”。

沼气这个宝，虽然在二十几年前的旧中国在个别地方已經利用过，但是在国民党反动統治之下，得不到任何支持，更談不到研究和推广，因而自生自灭。解放后在党的领导下，几年来科学工作获得了突飞猛进的发展，終于理想变为现实，使科学真正为广大人民特別首先为劳动人民造福，才能使沼气能够普遍推广，为劳动人民掌握，变为我們农家宝。

沼气是无色无味的气体，如用粪便污物等有机物质发酵产生的沼气則略带蒜味。它可以燃烧，遇火即着，它的热值

每立方公尺为5500—6000大卡（这是指含有30—40%的二氧化碳之人工沼气而言）。比空气轻一半。本身无毒，但如果空气中含有25—30%的范围时有一定的麻醉性。它本身不会爆炸，但在空气中的含量在5—15%的范围遇明火则爆炸，但只要通风，不接近火种即无危险。用人工的方法制取之沼气，其中含有微量的硫化氢，这是有毒的有腐蚀性的，人不宜多呼吸这种沼气。

利用沼气的意义

沼气因为是从有机物质经微生物作用而产生的。因为它能燃烧所以能供给我们热能，有了热能可以转变为机械能再转为电能，所以它也是一种能量的来源，在科学上称之为生物能，苏联专家指出生物能是地球上自然界三大能量之一。

（三大能量即：原子能、物理化学能、生物能），因此，沼气的利用也可以说是生物能的利用。

我们这里主要是讲用人工方法制取沼气的利用问题，因为就目前全国全省范围来说，人工沼气的利用仍是主要的方面。

利用沼气有那些重要的意义呢？我们从下边几个方面来说：

第一：首先是经沼气发酵后的肥料不但不会损失，也不象工业生产上那样原料转移到制成品上去，反面大为提高了肥效。也就是说经过制取沼气，一方面得到了沼气这种能量，另一方面又无形中增加了大量的化肥，这种化肥不是化肥厂制造出来的，不是用那样复杂设备和生产过程生产出来的，而是用极简单的发酵方法取得的，这个意义是很大的特别对

当前的粮食元帅有密切关系，应当予以充分重视。

根据浙江省农学院以六种不同沼气配料进行试验，将经过沼气发酵后的肥料与一般堆肥进行分析比较，得出如下这样结果：

1. 经沼气发酵后的肥料在含氮方面没有什么损失或损失极少，占发酵前的90—99%，根据苏联资料一般损失约为5%，而一般堆肥在一个月以后含氮量只有原来的55—85%，平均损失20—30%。

2. 其中速效氮（即植物最易吸收的氨态氮，如化肥中硫酸铵含氮22%，氯化铵含氮24—25%都全是氨态氮，肥效迅速）在发酵后比发酵前增加了两倍到四倍，占全氮的70%左右，最高的要占78%，最低的也在50%以上。而堆肥中的速效氮仅占全氮的10%，不但不会增加，反而经一个月的堆肥损失约20—70%。当然沼气是用入畜粪便杂草等有机物质制取的，其中含氮量即以较高的人粪来说也只有7%左右，不及化肥高，但从我国目前现实情况来看用的有机肥料终究大大超过化肥，若是把全国的有机肥料的总量来计算，如大都经过沼气发酵的话，那么增加了的氮素就不知有多大了，这该是一个惊人的数字，这笔账不用细算，就可以肯定不知等于多少个化肥厂。

在实际田间实验方面，国内虽还没有系统地全面地做，但湖北浙江和南京都用沼气肥料做了一些田间试验。

湖北省农业综合试验站用沼气肥料对小白菜在田间作了对比试验，结果是沼气肥料比人粪尿增产10.5%，小麦追肥用沼气肥料比堆肥料增产8.5%，南京在华东农科所用沼气肥料对早稻在 $\frac{1}{45}$ 亩土地上做田间试验，结果沼气熟料比未经

发酵的料增产稻谷17.9%和稻草24.5%。

因此，不但理論上如此，在實驗中也确实說明了这点。

第二：經過沼氣發酵過的糞便污物还有一个好处，那就是——一切病菌和寄生虫都杀死了。根据浙江农学院用六种不同的配料都証明了这一点，血吸虫卵在第23天就找不到了，鉤虫卵有了1,180条到第十八天减少为20条，到第23天就一条也沒得了。蛔虫卵到第十八天就沒有了，肺吸虫在八天内就死亡了。根据南京的試驗：伤寒、副伤寒、痢疾三种病菌在第二个星期都找不到了，变成阴性。大肠杆菌在第四个星期也沒有了。因此，可以說沼氣發酵对杀死病菌、寄生虫是有肯定的效果，这对人民健康，特別对广大农民的健康和农村的环境卫生有极大好处，也是間接对生产有很大意义的。

第三：用沼氣可以点灯不用油，烧飯不用草。每 M^3 沼氣可給十二盞200支紗罩的灯点一小时。这样一盞灯可用来作为三十人教室的照明用。这不但节约了大量的油料，而且对农村开展文化娱乐、政治生活都有很大好处，不但如此，有的地方在田头上用沼氣灯一面捕蛾，一面照明便利生产。

用沼氣烧飯就和煤氣一样，又快又方便又干淨。根据我們的試驗烧开五磅水耗氣約70立升，約八分鐘到十分鐘；烧熟二斤大米飯耗氣 $0.11M^3$ ，約半小时。如都用沼氣烧飯，那么可节省多少燃料来支援工业呢？这对我国当前工业建設是有很大經濟意义的。

第四：沼氣不但可以点灯烧飯而且也可以用来帶动机或发电，这在技术上已經解决，南京燕子磯八卦州七里乡一个发酵池虽然建造得不是很好，有些漏氣但还可以发电四个半小时，每小时发电量是三个瓩小时即三度电。湖北省利用

沼氣帶動了八匹馬力的抽水機，揚程為20呎，出水量為每分鐘500加侖，耗氣每小時 $0.5M^3$ 。

帶動內燃機的耗氣量，根據國外資料與南京的試驗，每匹馬力小時需 $0.5M^3$ 沼氣（含30—40的二氧化碳），如用來發電的話，因沼氣中含二氧化碳較多一般在40%左右，所以熱值低於汽油，因此功率方面稍差些。但是可以用化學辦法，將二氧化碳分離，來提高功率。

從經濟價值上來看：如 $120M^3$ 的發酵池一晝夜產生的沼氣在產氣較旺盛的情況下，（按每立方公尺發酵池容積產氣量 0.4 立方公尺計算）大約可供八匹馬力的內燃機，每日運轉12小時之用，每天產氣量約折合汽油27公斤，大約合人民幣十九元，一年則共折合人民幣6,935元，除去產氣不均以及損耗等因素以百分之五十計算，那麼一年的經濟收益就可以約有3,500元。即使再打一個七折，按二千五百元計算，建成這樣池子約需五千元（還可降低費用）那麼，兩年也就可以收回成本了。而且其中增加的肥效以及間接收益還不計算在內。

這樣一個沼氣池按其正常的產氣量可作如下工作之一
脫壳機——每天可脫壳1400—1600斤。

飼料打碎機——每天可打碎飼料2500—3500斤。

割草機——每天割草一點五到兩噸。

小型機床——帶動四到五部

發電——以 4.5 瓩計算，可供一百支光燈泡亮45盞，亮12小時。即等於54度電， $1.8M^3$ 沼氣相當於一公斤汽油。一噸新鮮牲畜糞便平均產氣量為 $60M^3$ 能供120匹馬力開動一小時或20匹馬力開動六小時。

第五：沼氣可以開汽車、拖拉機。

湖北、浙江、南京等地都用沼氣開汽車試驗成功。根據蘇聯資料每 36M^3 沼氣可使三噸載重汽車行駛一百公里。湖北用三噸卡車載 60 多個人行駛 2.5 公里，耗氣 1M^3 ，情況良好。

開汽車、拖拉機在技術上已經解決，問題是需要 150 以上大氣壓的空氣壓縮機和耐高壓的鋼瓶，因此目前在我国還不宜馬上普遍實行，但在我国鋼鐵迅速增產並製出大量鋼瓶以後是完全可以用沼氣代替汽油的。

第六：在化學工業上，沼氣提純後則是有機合成的最重要原料。

從甲烷可製成乙炔、醋酸、甲醇、乙醇、氯仿、四氯化碳、染料、醫葯、合成橡膠、塑料等重要的化工產品。甲烷還可以接焊金屬。

我們國內已着手試驗甲烷的氯化從而製成氯仿，並進而與氟化鋁反應製成一氯二氟甲烷即簡稱 F_{12} 的冷凍劑，把 F_{12} 再裂解為氟乙稀，聚合成聚四氟乙稀，這是塑料之王，具有耐高溫 and 腐蝕的性格，是重要的新穎化工產品。

用甲烷又可製成氰氨酸，是人造羊毛和有機玻璃的原料。

從以上幾個方面看起來沼氣的用途不小，它對促進社會主義工農業生產大躍進將起着很大的作用，意義是很大的。

製取沼氣的方法和幾個技術問題

我們在這裡談二點。

一點是發酵池的建造問題，一點是配料及發酵條件的掌握問題。

第一点是：发酵池的建造問題。

搞沼气首先要解决的就是根据需要建造一个不漏气的发酵池。因为漏气不漏气不但是衡量沼气池质量的唯一标准，同时也是搞沼气成败的关键。因此，这点非常重要，根据全国搞沼气的經驗完全說明这一点，因此特别要注意。

一般說，每个 M^3 发酵池每昼夜在产气旺盛正常情况下，同时要在全不漏气情况下可产生0.45到0.5 M^3 的沼气。如温度在 $37^{\circ}C$ 左右，其他条件合适，池子又不漏气则可达0.6—0.7 M^3 左右。

可以分为家庭点灯烧火用的小型沼气池和用作集体食堂烧飯，带动机器或发电的中型或大型沼气池。

家庭用的小沼气池也有大小不同。可由2 M^3 到10 M^3 左右。（见图一）

两个 M^3 的沼气池可以用砖砌成上边用缸封頂，这样做法簡便省砖和水泥又不易漏气，睢宁县现在推广这种小池子，据报告效果还好，能够一天烧五次水，每次六斤。

另外还有一种茅池缸式沼气池（见图二）完全不用砖石，也不用水泥，仅仅在地下挖一个坑，将土打实，表层用石灰黏土浆粉刷，上边可以用盆用小缸或木板封頂，这种池子可以不化什么錢，极为簡便。砂土不行，須土质較粘才行。苏南一带的土质皆可，淮河一部分地区的土质也可。

六个立方公尺到十个立方公尺的沼气池一般可用砖拱封頂，两旁各建一进料口和出料口，如六个立方公尺的較小池子，也可以只建一个合用的进出口。

十个以上到六十立方公尺的中型发酵池（见图三）一般

也可以采用砖拱封顶形式，并建进料間和出料間各一个，攪拌器亦是出料口放入，以上下浮动式攪拌为宜。

三十以上立方公尺的沼气池，特别是較大的沼气池（见图四）在頂上最好建一水压間，这样可以使发酵間兼作貯气間，以节省另建貯气柜的費用。水压間就是一个緩冲間，即是当沼气产生过多时，可将料压到水压間內暂时保存，等气用了以后，池內压力降低，这水压間的料又可回到池子里去，水压間的缺点是料压上来后接触了空气損失了一部分沼气和微許速效氮，另一方面容易散熱影响池內温度。建水压間的池子如頂盖不是鋼筋混凝土而是砖拱的，那么也可以在砖拱上用石片垫平鋪上混凝土再粉好。

但是凡用砖砌的发酵池（一般现在都是用砖砌的）都必须特別注意砖縫勾实和粉刷工程。根据国内大部地区經驗看来，漏气是带普遍性的一个急待解决的問題，漏气的关键就在砌砖和粉刷。因此，要求砌沼气池的工作特別仔細，使每一个地方每一个平方公分都应按规定严格認真操作，只要認真就完全可以使池子不漏气的。

沼气发酵池施工的主要問題：

一、池基挖土工程：首先要选择池基土壤情况較好而地下水位較低的地方，一般說池子应建在地下水位以上。如土质不好而必須在这里建池时，土质应很好处理，池基要用碎石鋪垫夯实，将一部分碎石夯入土內使土质坚实，然后再浇混凝土。

二、砌牆工程：砌牆之灰浆可以按1:2:9（1分水泥，2分石灰膏，9分砂子，体积比）砂子要过篩，水泥砂浆要随拌随用，砌时要滿浆灰，砖要先湿透，勾縫一定要完全密

实。

三、粉刷工程：

内部粉刷是一项重要的工作是成败关键所在，稍有马虎就会漏气。粉刷要求技术较好的工人。第一次粉刷一公分，用 1:3 砂浆，第二次粉 7 公厘厚用 1:2 砂浆，第三次粉 3—4 公厘厚，用 1:1 砂浆，（以上都是水泥与砂子之体积比）。粉刷要在上边模板拆除后全部连续完成。砂子要用细筛子筛过，砖要湿透。第一次是括缝，第二次要用力推粉，等一二小时后进行收浆，再用力抹光，直到看不见砂眼为止。第三次更要小心磨擦、抹光，必须磨到完全光滑没有一个砂眼为止。磨面时要在灰浆未凝固前进行，为了配合时间，不能等次日磨面，必要时夜间要加班工作；每遍推粉时须同一方向，同一时间连续完成，不得中途间断造成接缝而产生漏气，凡有转角处每次须粉成圆角。粉刷二、三次时俟灰浆干燥以后用手指敲打，检查所粉部分有无“坪”的声音，如有“坪”的声音即须刮去重粉。全部粉好后须养护一星期才能使用。

四、检查漏气的方法 首先将导气管总气阀关闭，用水装入发酵池，待发酵间的下部门洞被水封满以后，内部的空气即不能逸出了，外面的水也不能进去了，这时再从进料间继续加一些水，使内部空气增加压力，如果发酵池确是不漏气的話，那么进料间的水就不会下降，如水位下降就表明漏气。检查何处漏气的方法，最好从导气管打气进去，同时用肥皂水在池顶周围，气管等处涂抹，何处起气泡何处即是漏气，检查出漏气地方后要用第三次粉刷的灰浆粉刷。

除了以上发酵池的结构外，还有一种就是安徽省阜阳市普遍采用的活动盖式发酵池，这种发酵池的结构是下边建筑

一个方形，长方形或圆形的砖池子用以盛料水，上面扣上一个帽子，就类似水封式储气柜一样（见图五），当下边产生沼气时就将上面帽子顶起来，气用后它就慢慢降下来。上面的帽子阜阳县大都用白铁皮（馬口鉄）制成，如四公尺长、三公尺宽，七十公分高的这样帽子造价要五百余元，可容沼气 8.4M^3 。如果采用木制帽子价格将要低廉得多，木制帽子可将麻絲和石灰，用桐油塞实木缝接合处然后再涂桐油外边用筛筛紧即可，如有柏油的地方再涂上两层柏油（即瀝青）那么就可以达到不漏气了，除木制帽子外也可以用桐油上的油布，或用类似盛醋瓶、酱油瓶的篮子外用猪血贴上十层皮紙（即制伞用的紙）。但用油布或皮紙尙未試驗过，究竟可不可以使用？有何优缺点？如何改进？如何使用法？还待各地在試驗中加以解决。

我們认为这样活动盖式的沼气池有这几个好处：①下边盛料水池子只要不漏水或基本上不漏水即可，因为它不盛气体只盛料水，是不会跑气的，所以用砖石砌好后用低标号水泥粉刷即可，可大大节约水泥，砌砖时可不用水泥，用粘土石灰即可。甚至在土质好的地方如挖一个土坑周围打实能基本上不漏水，不塌的话那么也就可以了，这样造价就大大降低，用料就大为节省，少用水泥甚至可不用水泥。②因为这样结构的池子主要是做好一个不漏气的帽子即可，所以对下边的池子质量就要求不高，因而操作容易，而且这种池子不易漏气，阜阳县采用这种方法的池子效果良好。

我們认为中小型发酵池在十到二、三十个立方公尺左右的，可以采用这种结构，这种结构的池子也要建进、出料間，搅拌器要从进出料間放入，上下浮动式較好。但上边的帽子必須

做好，务必要不漏气才行，否則就完全没有用。用白鉄皮制帽子如焊好可保証不漏气，用木制的如处理得好也可以不漏气，各地还可大胆創造簡便、省料、省錢又不漏气的帽子出来。

根据我国国内形势的发展，人民公社已經普遍迅速組織起来，今后农村的烧水烧飯勢将完全集体化，改为食堂制（现很多地方已实行了食堂制），因此目前在农村也应解决一个生产小队烧飯烧菜問題为主的中型发酵池为推广的重点，有条件的地方搞較大型的用以带动机器或发电的以及家庭用以点灯的結合进行。

第二点是配料及发酵条件的掌握問題：

一、原料

凡是含纖維素的物质人畜糞便、蕁杆、植物茎叶、杂草、垃圾污泥都可以，这些原料不須任何处理，只有青草須先切碎預发酵半个月左右再用，垃圾要处理一下：

二、配料

怎样配料产气最多，这主要看各地的原料情况，一般地說，以人糞、猪糞、牛糞或者人糞、牛糞混合料較好。配料的原則，是按干物质 1:1:1 計算即可。根据上述三种原料的一般含水量計算，那么如猪糞100斤牛糞就要125斤，人糞尿就是250斤，另加污泥五十斤左右。

另外，料还要加水，以料中整个含水占91%为最好，因此，按上述配料办法，那么就要加水280斤。

猪糞100斤 牛糞125斤 人糞尿250斤

污泥 50斤 水 280斤

最近我們用青草（經過預发酵的）加上人糞效果很好，

不亚于猪粪、牛粪和人类粪的混合配料，所产生的沼气中，甲烷含量较高约占70%以上。因此，今后可大量利用杂草进行沼气发酵，既能取得沼气，又可增加肥料来源。在苏南一带农村完全可结合沤积绿肥进行制取沼气。如用此青草杂草等作为原料须预先切碎并经过预发酵半月到一月，然后再进行沼气发酵则较好，因这样产气速度快。

原料配比的原则根据我们的试验以青草和人类粪按干物质2:1最好。即是采用预发酵后的青草100斤，再加上人类粪40斤，另外再加些污泥作为接种之用，因污泥中含甲烷菌类较多。”

三、下料

下料时要注意拌匀，下料后就关上导气管，在温度30°C左右一星期即可产气，初时CO₂量较多，存放两三天之后，甲烷含量逐渐增加，到甲烷占60左右即可点燃火苗不熄了。但要注意的，在刚产气时池内有空气又有沼气，特别要严禁烟火靠近，试验点火时要用橡皮管子接出导气管二公尺以外的地方再点火以防止可能回火发生爆炸。

温度在30°—32°C，产气多。但在26°C左右产气量稍少一些。因此冬天要考虑加温，究竟用什么土办法加温才好，这要靠群众去创造。

四、搅拌

搅拌必须经常，每天至少搅拌六、七次，每次时间几分钟即可，大型池子要稍长些。搅拌器的上面必须超过料面而且打料的面积要大些，这点很重要，搅拌器如不能超过液面则作用不大，因为发酵后池内结成一厚皮层，不破坏它影响产气量和发酵的进程。