



怎样利用沼气

刘敬先 编著

农业出版社

怎样利用沼气

刘敬先編著

农 業 出 版 社

怎样利用沼气

刘敬先著

*

农业出版社出版

(北京西总布胡同7号)

北京市书刊出版业营业许可出字第106号

上海大众文化印刷厂印刷 新华书店发行

—

787×1092 1/32 · 2 5/8 印张 · 55,000字

1959年4月第1版

1959年4月上第1次印刷

印数: 1—7,300 定价: (2) 0.23元

统一书号: 15144.103 59.3. 京登

目 录

一、概說	5
1. 沼气在什么地方产生	5
2. 沼气有什么样的性質	6
3. 利用沼气有什么好处	6
二、沼气的产生	8
1. 沼气产生的原理	8
2. 产生沼气的物料	9
3. 天然沼气的产生	9
4. 人造沼气的产生	10
5. 沼气产生的条件	11
6. 沼气發酵瓶試驗裝置	15
三、沼气池的建造	17
1. 沼气池的構造	17
2. 沼气池的設計	34
3. 沼气池的施工	37
4. 沼气池建造前应注意的几个問題	47
5. 攪拌器	48
四、沼气利用	49
1. 点灯照明	49
2. 燒水煮飯	59
3. 开动机器	64
4. 其他用途	66

5. 安全問題.....	66
五、沼氣池的管理.....	68
1. 裝料前對沼氣池的檢查.....	68
2. 配料的方法.....	69
3. 裝料和出料.....	70
4. 排除池內空氣.....	72
5. 沼氣的貯存.....	73
6. 活動蓋的利用方法.....	75
7. 保溫和加溫.....	76
六、天然沼氣的制取方法.....	80
七、發酵後熟料的處理和利用.....	82
1. 熟料的處理.....	82
2. 熟料的利用.....	83

一、概 說

1. 沼氣在什麼地方產生

在糞坑、污水坑塘和池沼澤地里，常常見到許多氣泡一個一個連續地冒出水面，這些氣泡里大部分是沼氣，因為這些氣體最先是在池沼內發現的，所以把它叫做沼氣。有的氣泡冒出水面後，常常漂浮幾個鐘頭不散，形狀和圓鈴一樣，所以威縣地方的群眾又叫它水鈴鐺。

為什麼在污水坑塘中能產生沼氣呢？這是因為在這些地方有動植物的遺體，也不通空氣和一定溫度、潤度的情況下，經過沼氣菌對這些有機物的作用就產生了沼氣。例如，威縣的唐營坑就有這樣的情況：西街大部分雨水都匯流在這裡，雨水帶來各種污泥、垃圾和其他廢物，再加上威縣工業局皮革廠利用此坑泡皮、倒污水、丟廢物，這些東西經過腐爛發酵，在沼氣菌的作用下，就產生出大量的氣泡，即是沼氣。

同樣，濶作糞便的糞坑、積肥坑也可以產生出沼氣。人畜糞便、雜草、落葉、垃圾以及廚房廢物等經過澆水發酵後，產生出許多氣泡，這些氣泡也是沼氣。

沼氣的發現雖然較早，但只有解放了的人民，在黨的領導下，才能開始作廣泛的收集和利用等工作。現在河北威縣等地已在建池造氣、進行坑內速氣，上海在打井取氣，等等，沼氣收集和利用工作已在全國範圍內開展起來了。

2. 沼氣有什麼樣的性質

沼菌對纖維素分解所產生出來的氣體一般含有60%左右的甲烷，其餘的是二氧化碳氣、氫氣、氮氣和硫化氫等，這些氣體的總稱叫沼氣，純沼氣叫甲烷。

甲烷是一種無色、無味、無臭的氣體，但從糞便中產生出來的沼氣，其中包含有一部分硫化氫，帶有臭蒜味。

沼氣比空氣輕得多，甲烷每立方公尺重0.717斤，空氣每立方公尺重1.293斤，它和空氣的比重是0.555，熔點是 182.5°C ，沸點是 162.5°C ，它幾乎不溶於水。

沼氣本身並沒有毒，在空氣中沼氣的成分達到27%左右時，略有麻醉性。所以在利用沼氣時要注意輸氣管的漏氣現象，如在使用時感到頭暈時，只要走到通風的地方去呼吸新鮮空氣，就可以恢復，並沒有什麼危險。

沼氣是一種可燃氣體，在燃燒時二氧化碳不起好的作用，因為它本身沒有燃燒能力，所以在發酵池產氣的初期不宜點燃，因初期產生的二氧化碳較多。如果能把沼氣中的二氧化碳分离出來，可使它燃燒得更好，並且還可以利用分离出的氣體製造純鹼、碳酸氫銨、干冰和滅火劑等。

沼氣和空氣配合到一定的比例時（即1个体積的沼氣，10个体積的空氣），遇到明火即着火燃燒，如在密閉的容器里就會發生爆炸，所以在沼氣池的附近應嚴禁火種，以免發生意外事故。

沼氣在空氣中燃燒放出大量的熱能，因此可以把這種氣體當作燃料，用來燒水煮飯，點燈照明和開動機器等。

3. 利用沼氣有什麼好處

利用沼氣對實現農村電氣化、機械化有很大的好處，它是動

力机械的取之不尽，用之不竭的动力源泉，所以威县县委决定要通过大力兴办沼气的办法在农村中实现电气化、机械化。

威县在实现沼气化以后，沼气已经得到了综合利用。有的地方利用沼气点灯照明，代替了煤油灯；有的利用沼气烧水煮饭，代替了煤爐和柴灶；有的医务人员利用沼气煮针，代替了酒精灯；有的白铁厂利用沼气焊白铁，代替了煤爐；有的利用沼气当燃料开动机器进行发电，代替了汽油和煤气。有的地方利用沼气开动机器磨面、铡草。还可以利用沼气开动拖拉机、汽车进行耕作和运输，或开动机器作饲料加工、抽水浇地、切山药片、制土化肥等工作。还可以利用沼气在田里点灯诱蛾，消灭害虫，或制取化学工业产品。

沼气的利用不但能开动机器、发电、烧水、煮饭，并且由于收集沼气能使粪便经过发酵提高肥效。例如，威县沼气司令部曾对白菜做过这样的试验：对一部分白菜施放一些经过发酵的熟料，对另一部分施放同等数量未经发酵的生料，经过一个星期的观察，发现差别很大，估计施放熟料的可提高产量20—30%。根据在威县机关干部搞的试验田中的试验，用同量的粪料，施放熟料的单位面积产量可提高23—31%。根据全县已建厂、站、堆（大型的叫厂，中型的叫站，每户单独搞的小型池子叫堆）约计用肥378,900斤，按每亩上肥10车计算，可上37,890亩，假设都种上棉花，原产量按200斤计算，可增产皮棉2,273,400斤。

由于收取沼气，要把垃圾、废物、粪便和其他污秽东西放入发酵池内进行密闭发酵，这就使得屋里、院里、街道上能够保持干净，使农村环境卫生焕然一新。而这也就可以大大减少人民的疾病和作物的病虫害。

另外，牲畜粪便中所含杂草种子，因经过高温和长时间的密

閉發酵而死掉了，这样也就可以大大减少田地里的杂草。

以上事实说明：沼气的广泛利用，对加速农村社会主义建设具有极其重大的意义。

二、沼气的产生

1. 沼气产生的原理

沼气是因为沼气菌对纖維素的分解而产生的。沼气菌是一种微生物。在显微镜下观察时可以看出，它是一种单独杆状、稍有弯曲的细菌。适宜这种细菌繁殖的环境是与空气隔绝，有充分的水分、养分，有适宜的、经常不变的温度和中性或微碱性的液体。如果没有这几个条件，沼气是不能产生的。

发酵有两种：一种是好气性发酵，一种是嫌气性发酵。好气性发酵是露天的，不与空气隔绝进行的发酵；嫌气性发酵是密闭的，与空气隔绝进行的发酵。好气性发酵所产生出来的气体大部分是二氧化碳和少量的水。嫌气性的发酵所产生出来的大部分是甲烷和少量的二氧化碳。沼气的主要成分是甲烷，所以必须与空气隔绝进行嫌气性发酵。因此沼气菌也叫嫌气菌。

据北京农业大学介绍，微生物在嫌气性的情况下，对纖維素进行分解是两种生物活动的结果，一种作用的结果生成甲烷；另一种作用的结果则生成氢气。产生甲烷的细菌是纖維素杆菌，产生氢气的细菌是微生物群，沼气的产生是这两种细菌共同作用的结果。纖維素杆菌分解纖維素而成糠、醇、有机酸、氢气和二氧化碳气，但不能生成甲烷。微生物群则把纖維素杆菌的产物，转化为甲烷、有机酸和二氧化碳，但不能直接分解纖維素。

纖維素杆菌所形成的氫氣在微生物群存在時，顯然起着還原作用，使纖維素杆菌分解的產物轉化為甲烷。這兩種細菌是互利的、共生的：纖維素杆菌供給微生物群食料，微生物群以有機氮豐富環境，創造出纖維素杆菌所需要的嫌氣性條件。簡單地說：沼氣的產生分為兩步，第一步生成有機酸；第二步轉化為甲烷。

2. 產生沼氣的物料

沼氣發酵的原料很多，是取之不尽用之不竭的。如人糞尿、牲畜糞便、厩肥、廚房廢物、污水、污泥、雜草、垃圾、水草、蘆葦、稻草、麥稈、麥糠、庄稼莖葉、樹葉、菜皮、豆殼、薯皮、薯秧、工業上加工後的廢物、廢水、渣滓、皮革廠的廢物、屠宰廠的廢物、釀酒廠的廢物、制糖廠的廢物、動物尸體等等，都可以作為發酵的原料。這些原料除含有很少的無機物外，大部分是有機物。無機物和動物的遺體對沼氣菌起着營養的作用，使沼氣菌對纖維素進行分解，產生沼氣。

3. 天然沼氣的產生

自然界中的沼氣很多，產生的地方也很廣，如污水池、污水溝渠、污泥坑塘、糞坑、廁所、煤礦坑井、地殼深處、池沼、澤地等地方，都有天然沼氣。我們常常在污水坑塘和糞坑內看到氣泡一個一個的繼續上升到液面，如果把这些氣泡收集起來，用火點燃，就會發出藍色火焰，這就是沼氣。在礦坑、地殼深處、池沼、澤地等地方所冒出來的可燃性氣體通常叫坑氣，坑氣遇火即燃，這就是天然沼氣。所以在煤礦井內必須用電燈或安全燈照明。

天然沼氣產生的原因是沼氣菌對動植物遺體作用的結果。

如矿坑、地壳深处、池沼、澤地的沼气，就是在地壳变动时，动植物的遗体，埋藏在地壳深处，在嫌气性条件和一定的温度、潤度的情况下，经过沼气菌的分解作用，产生出来的气体。如污水池塘、污水溝渠、污泥坑和粪坑中的沼气，就是杂草，落叶，人、畜粪便，污水，垃圾等，在一定的温度、湿度，经过沼气菌分解作用的结果。

根据天然沼气的产生情况，各地已在进行广泛收集和利用。如河北威县等地，在坑内速取天然沼气，在粪坑内扣缸取气；四川隆昌开鑿天然气矿；上海挖天然沼气井。

天然沼气是取之不尽用之不竭的能源。据威县情况，各村污泥坑塘很多，平均每村約5亩，总共即有2,215亩，坑内污泥深度平均50公分，总共即有598,050立方公尺，如以每年每立方公尺平均产气量約10立方公尺計，即可取得沼气5,980,500立方公尺。这些气体相当于3,987,000公斤汽油（按每1.5立方公尺等于1公斤汽油計算）。如果全国都能利用这一能源，对社会主义建設事業是有很大帮助的。

4. 人造沼气的产生

除自然产生的天然沼气外，还有人造沼气。在农村中制造和利用人造沼气以湖北为最早，最初是由姜子綱等同志提出，在党的领导和支持下試驗成功的，后来各地才开始推广制造。

根据沼气产生的来源、所需的条件和产生的原理，它的制造是需要有一定場所的。在全国范围内我們設計有大小不一，形式不同的沼气發酵池，进行沼气的制造。不論建造的池子是什么形式，都要把含纖維素多的原料放在發酵池内进行嫌气性發酵，经过沼气菌的分解产生沼气，再把沼气收集起来，加以利用。

产生人造沼气的场所，即沼气池。人造沼气需要的原料，一般就是人、畜粪便，杂草，落叶和其他废物。为给沼气菌创造生存条件，就要在建造沼气池时注意它的温度、湿度、酸碱度和密闭的嫌气性环境。在产生沼气的过程中，需要加强管理工作，促使沼气的产生。

5. 沼气产生的条件

①绝对密闭 绝对密闭是沼气产生的首要条件。前面已经说过，嫌气性发酵产生出来的气体大部分是甲烷，而甲烷又是沼气的主要组成部分，所以必须处于绝对密闭的环境下才能产生很好的沼气。如果没有这样绝对密闭的沼气池，产生的沼气很快就会和空气混合，就收集不起来。为保证这一条件的实现，所以在建造沼气池时施工必须严格，不能有砂眼和裂缝。沼气的产生要求有严格的嫌气性的发酵池。有的发酵池因为未能做到这一点，曾经遭到失败。如威县，前一阶段都是用的死盖的发酵池，有一小部分不能产气，没有能够利用起来，后来改为活动盖的发酵池，才改变了这种情况。现在全县已普遍利用沼气了。

②含水量 发酵的原料需要有一定的水分才能正常地发酵产气，含水量过多或过少都会影响沼气的产生。一般要求含水量 90% 左右，干物料 10% 左右，这样的比例最适合物料的发酵和沼气菌的活动。含水量过多，干物料就少，产生的沼气也少，含水量过少，干物料就多，发酵液就浓，沼气菌活动缓慢，对纤维素的分解作用也就慢，产生的沼气也就少。所以 90% 的水与 10% 的干物料混合，产气量最多。气体也容易上升。因为这样的比例，可以避免在液面形成一层很厚的物质，挡住沼气的上升。

威县起初推广利用沼气的时候，是按这一百分比推广的，但

农民未能很好地掌握这一比例，结果影响了产气。后来改为看物料的形狀推广，效果很好，产气量提高。看物料的形狀推广就是：把料和水对成糊狀，物料上面显出液面。这样做大体上也就符合了上述含水比例的要求。

③温度 在發酵过程中，沼气菌要求一定的温度。只有在这样适宜的温度中，才能使沼气菌很好的活动和繁殖，才能很好地分解纖維素，才能产生大量的沼气。如果温度不适宜时，它的活动量小，对物料的作用也小，产生的沼气也少。所以温度不宜过高或过低，这样都会影响产气。

沼气菌所需要的温度是 $20-40^{\circ}\text{C}$ 之間，最适宜的温度是 33°C 左右。如果温度升高或降低 $2-3^{\circ}\text{C}$ ，就会增加或减少沼气的产生量。因为温度一变化，沼气菌也就跟着剧烈地改变自己的活动。当温度很快地还原时，沼气菌很慢才能恢复，所以最主要的是保持恒温，这样才能正常的产生沼气。为了保持恒温，需要适当掌握进行保温或加温。

④酸碱度 在發酵过程中，發酵液要求中性，过酸或过碱都会影响产气量。因为沼气菌最适合在中性液的环境內活动，所以pH試紙值一般控制在中性7。如果pH試紙值在5以下或9以上，几乎就不产气。

物料在發酵的过程中，大都是越發酵越酸。经过我們几次試驗的情况是：在对料时是中性7，發酵漸漸下降到6，有的还超过6的颜色，所以我們在对料时要掌握在pH試紙值8或8.5。

为了掌握一定的酸碱度，需要进行控制。在过酸时用生石灰或小苏打中和，把生石灰拌成石灰水，倒在池內搅拌均匀或把小苏打对成液体倒在池內搅拌均匀。对多对少，視酸性大小而

定，酸性大时多对一些，酸性小时少对一些，一直到中性或微碱性为止。如果过碱时，要用酸性的东西中和。一般用厨房废物或酸菜中和。如威县工业局皮革厂，是用泡皮用过的碱水对的料，还加了半斤小苏打，pH试纸值已上升到9以上，结果一点气也不出；后来从野外割来几百斤蚂蚱菜（和死不了差不多，很难晒干，熟后是酸的）煮熟后闷了一晌，铡碎拌到池子内，三天后就开始产气；四天后产气很旺，能烧开水供30多工人喝用，有时还把盖顶翻。由此证明用酸菜调节酸碱度是很好的。

⑤搅拌 在发酵的过程中要经常对液体进行搅拌，才能很好地产气。如果不及时搅拌，沼气菌分解出来的沼气，附在纤维素上，将纤维素带到液面来，形成很厚的一层硬皮，使气体不能顺利地上升，减少产气量。再者，这层物质也不宜分解，减少产气量。经常进行搅拌，可以打破液面的硬皮。经常搅拌，还能使物料均匀，使沼气菌能迅速地扩散，帮助沼气菌活动，增加沼气的产生。

⑥材料粉碎 发酵的物质越碎越好，特别是稻草、麦秸、杂草、落叶等含的纤维素多，要先行粉碎，这样沼气菌接触的物质面广，容易分解纤维素。发酵物质越碎，扩散的面积越大，纤维素的微粒和沼气菌接触的面积也越广，也越利于分解，越能增加沼气的产生量。所以在实践中大都先将粪块捣烂，杂草、落叶铡碎，然后进行发酵。物料越碎也越便于搅拌。

⑦接种 沼气池初次装料要进行接种。这样可以加速物料的发酵，加速产气。如果不进行接种，发酵时间长，产气慢。

在接种方面，威县经常用以下几种方法：

甲、明发酵：威县大都是活盖池子，把料对好后不扣盖，敞口发酵，阳光照射可以增加温度，等两三天用棍插入池内，有气泡

上升时,即証明已經产生沼气,这时再把盖扣好,进行攪拌,不到两个鐘头,即能点火。这个方法适合在夏天或在南方使用。

乙、堆积發酵:在裝料前把物料堆起来,上面洒些水,等兩三天后,扒开看看,如果物料的颜色已变,用手一摸觉得很热,并有热气上升时,即可对水装池。这样装池后,不到三天即产生沼气。这个办法也适合于夏天或南方使用。

丙、用温水拌料:在拌料时用 50°C 左右的水进行拌料装池,这样可以增加温度,促使發酵。但在燒水时不要使温度过高。如系开水要对些冷水,注意不要用 60°C 以上的温水,以免杀死沼气菌。

丁、加入催化剂:如加入小苏打或石灰,可以加速物料的發酵,帮助物料的腐爛,并且能中和酸性,但不要加得过多,以不超过 pH 試紙值 8.5 为宜。

戊、利用污水污泥对料:因为污水污泥中的沼气菌多,可以增加沼气菌数目,加快它的繁殖。

己、利用麦糖水拌料:用含有麦糖的水,等一天讓它發酵后对料入池,能促使沼气菌的繁殖。

庚、用已發酵过的沼气池水或發酵过的熟料装入池内,也能加速沼气菌的繁殖,加速它对物質的分解作用,加速产气。

辛、对入人粪:因为人粪發酵快、养料多,可以增加細菌的营养,加速它的繁殖,因而可以加速产气。但加入人粪时,不要超过一半以上。

⑧压力 我們認為沼气發酵时,有压力影响产气量,压力大产气少,压力小产气多也快。如果是死盖池子需要考虑这个问题;如果是活盖池子,問題不大。根据威县的情况,死盖池子产气少而且慢,活盖池子产气多而且快。我們在室内試驗时,用

大油桶發酵，壓力小時聽到里面咕嚕咕嚕的响，攪拌時還有氣泡碰桶的聲音；壓力大時，里面就沒有這樣的聲音，進行攪拌也聽不到响声，但到氣用完后，咕嚕咕嚕的声响又出現了。又如人民委員會建的活蓋發酵池，每次攪拌時，如果將蓋架起一點，減輕池內的壓力，每天的產氣量就比不將蓋架起要多。

6. 沼氣發酵瓶試驗裝置

在初搞沼氣時，因沒有經驗，掌握不住沼氣的特點，為了摸索些經驗，找到發酵的規律，在大搞沼氣化以前，最好作個試驗。作試驗的好處是：幫助我們找經驗，走近路。不好處是：試驗和實際工作有些區別，容易使大搞沼氣受到影響。但是作試驗是必要的。我認為試驗和搞沼氣池同時並舉是較好的辦法。茲介紹這種作法如下：

把發酵物料配好，裝入發酵瓶內（如圖 1 瓶一），裝滿四分之三即可，用膠塞塞好，並在塞上打三個孔，一個孔安裝攪拌器，一個孔安裝溫度計，一個孔安裝出氣導管，用臘打好，使之具有絕對密閉條件。

貯氣瓶要裝滿水（如圖 1 瓶二），用膠塞塞好，打兩個孔，一個孔安裝入氣導管，一個孔安裝出水導管，也要用臘打好。

要設一個容水器（如圖 1 瓶三）。

發酵瓶的出氣導管，過塞即可，不要延長。溫度計最好插到液體內。如果沒有特制的長溫度計，也可以用短一些的溫度計，不過要注意空間的溫度和液體里的溫度的差別，一般液體里的溫度要高一些。在安裝溫度計時，要留出用作觀察的刻度來，以便在發酵過程中進行觀察記錄。塞上的攪拌器孔，先安裝一個玻璃管，要長些，插到液體內，以便液體封閉。然後在玻璃管內安

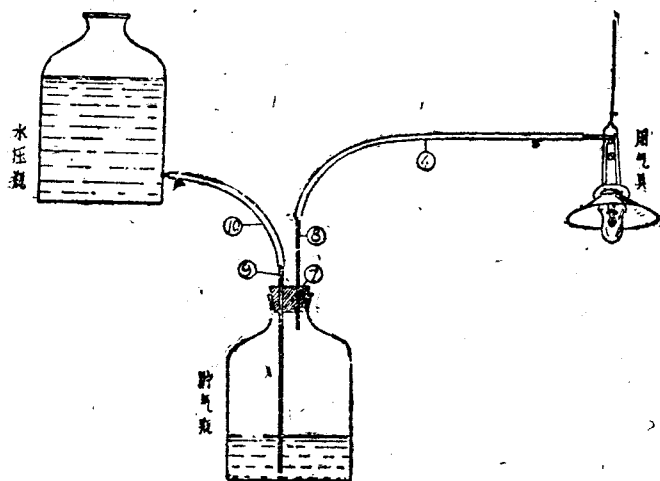
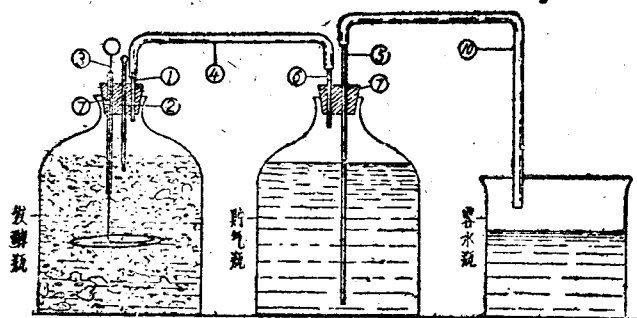


圖 1 沼氣發酵瓶試驗裝置

1. 出氣管 2. 溫度計 3. 攪拌器 4. 導氣管 5. 出水管
6. 入氣管 7. 膠塞 8. 出氣管 9. 入水管 10. 導水嘴

入攪拌器柄，使攪拌器柄伸出瓶外，進行攪拌。攪拌器可用鉄絲製成，在管內上下攪拌。