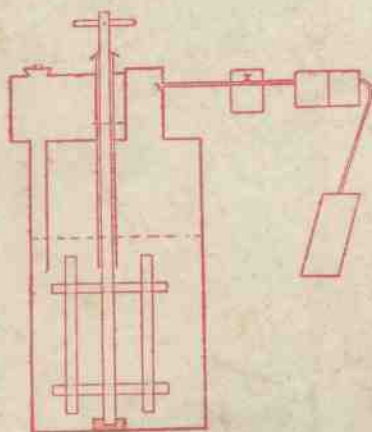


全民节约用电 全民兴办电站

沼气和煤气发电

辽宁省办电指挥部编



辽宁人民出版社

沼气和煤气发电
辽宁省办电指挥部编



辽宁人民出版社出版（沈阳市沈阳路二段宫前里2号） 沈阳市书刊出版业营业许可证文出字第1号
沈阳市第二印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

787×1092毫米，另印侧，13,000字·印数：1—20,000 1958年10月第1版
1958年10月第1次印刷 统一书号：15090·75 定价(5)0.07元

目 录

第一章 沼 气	1
一 沼气发生的原理	1
二 沼气发酵池的建造	1
三 生产沼气的几个条件	9
四 配料及发酵过程	10
第二章 煤 气	13
一 煤气发生爐产生煤气的过程	13
二 煤气的冷却与过滤	14
三 煤气发生爐的使用及维护	14
四 在使用中发现的问题和一些体会	15
第三章 沼气和煤气发电	1

第一章 沼 气

一 沼气发生的原理

沼气就是甲烷气，它的化学结构式是 CH_4 ，即由一个碳原子和四个氢原子结合而成，是一种很稳定的气体，做动力燃料时的各种性能良好，但由于甲烷气的最低起火点温度是 650°C ，所以在用沼气作为内燃机燃料时，需要先用汽油发动。甲烷在内燃机中，分布良好，积炭很少，机器不易污秽，很适于作内燃机的燃料。

因为沼气最初发现在池沼等地，所以叫沼气。由于池沼泽地底层，含有很多有机物质，特别是纤维素，如杂草、落叶等等，在隔绝空气并有适当温度的情况下，加上一种嫌气性甲烷菌的分解，就产生了沼气。

沼气在一般情况下，即在充足的空气中，毒性不大，当沼气在空气中达70%以上时，能使人、畜昏迷，严重至中毒死亡。沼气是一种非常易于燃烧的气体，特别当沼气池由于抽气而造成负压时，再有适量的空气配合，遇到火种是很容易引入燃烧，又由于沼气发酵池是密闭，所以很容易引起爆炸，也很可能把整个沼气池炸掉。由于爆炸的威力很大，可能造成人力和物力损失，所以在沼气池周围要严禁烟火，如有漏气即时修补。

二 沼气发酵池的建造

1. 建池前的计算

建造沼气池的大小，首先要考虑需要沼气的数量多少来决

定。确定总动力数以及每昼夜需要用多少时间数，再依据：每立方公尺的肥料，在24小时内产生沼气量为0.3—0.48立方公尺。一匹馬力一小时需要0.45立方公尺的沼气（以一个大气压的体积计算），每匹馬力发电700瓦特/小时。

例如：所需总动力是100馬力，每天用8小时。

因为1馬力需 0.45m^3 的沼气。

所以 $100 \times 0.45 = 45\text{m}^3$

100馬力、8个小时需要沼气为 $45\text{m}^3 \times 8 = 360\text{m}^3$ 。

360m^3 的沼气需要 $360 \div 0.4(0.3-0.48\text{的平均数}) = 900\text{m}^3$ 的沼气发酵池。另外尚須加 $900 \times \frac{1}{4} = 225$ 立方公尺的容积作为沼气的贮存空间。

2. 建池前的地点选择

根据所需池子的大小，在建池前先作地址选择是很重要的。选择时应注意利用现成条件，如廢坑、枯井和对建池有利的地形，就能贯彻多快好省的精神。

选择的依据是：

(1) 发酵池最好建在坡地，便于进出料的自流化；同时距离使用地点不要太远，以免造成运肥和输气的大量投资。

(2) 地下水位要高，如果地下水位太低能影响工程进度和需要打桩，以致提高造价。

(3) 沼气周围的温度：在北方沼气池的温度是很重要的，在一定范围内温度每变化 $2 \sim 3^\circ\text{C}$ ，沼气的产量都有很大的变化，所以在选择地点时，要注意周围能否利用加温条件，如内燃机的循环水，或廢气以及其他条件等等，或适当的建造于地下。

(4) 周围的安全性：沼气池不要接近易燃物。

3. 建池經驗

辽吉电业管理局沈阳中心試驗所曾在沈阳郊区孙家寨乡建造一个沼气电站。

发酵池的修建是以省工省料为原则。

发酵池底部沒有經過打夯，用砂浆砌磚，圍牆一般厚度应为一磚(25公分)，因該地黃土土質較好，牆的厚度为半磚。砌磚时先将磚湿透，每层用砂浆鋪上，輕輕敲实，要求磚間的縫隙飽滿，磚和土間也灌漿。砌完后內牆皮先用清水潤湿，然后抹約1公分厚的砂浆一层。阴暗养生，隔一日后装水試驗，水位沒有显著下降，認為可用。

木盖使用松木，木板厚1寸，結合时錯牙，木板縫用瀝青涂上。

木盖中心开一进料門作为进出料用，进料門用螺絲把紧。进料門中間安装攪拌器用的鉄管，鉄管长度要求通入水面下。

木盖上另設有导气管及加热用U形管(如图2)。

攪拌器通过2寸半鉄管作套管进入水面下。发酵池总高2.75公尺，装料空間高1.85公尺，盛气空間高为0.9

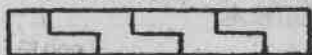


图 1

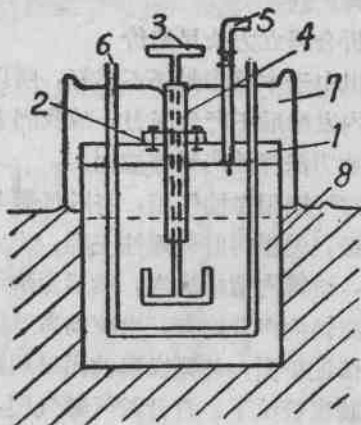


图 2

1. 木盖 2. 进料門 3. 攪拌器 4. 鉄管
5. 导气管 6. 加热管 7. 黃土 8. 发酵池

公尺，鉄管在木盖下部，长1.2公尺，鉄管下口伸在水面下20余公分，用水封防止漏气。

攪拌器用柞木制，杆长260公分，徑粗5公分，以便插入鉄管中后可自由上下，頂端附有向上伸出的木齿两根，长30公分，以便当攪拌器上提至管口时可以攪到液面。攪拌器可上下移动，也可沿管套慢慢轉动。

建造成本：使用紅磚2,500块，每块价0.025元。

$$2,500 \times 0.025 = 625 \text{ 元}$$

用200号洋灰(灰：砂 = 1 : 3)砌磚使用洋灰125公斤。

用300号洋灰(灰：砂 = 1 : 2)抹內壁使用洋灰175公斤，价12元。

攪拌器用柞木	4.5公尺	約2.5元
木盖用松木		約30元
白云灰	200斤	4元
共計		111元
折合每立方公尺造价		10元

但由于木盖密封还不够好，所以事后发现仍有輕微漏气，即池內发酵后不产生压力，故我們安装吸气貯气罐，利用真空吸气的方法将池內气体抽出。

貯气罐用作抽气用，将貯气罐与发酵池出口导气管用胶皮管連接，慢慢将貯气罐往上提，将发酵池出口及貯气罐出口門打开，使罐內造成真空，然后发酵池內气体即进入貯气罐，可从气流动的声音檢查，当流动声音低弱后，貯气罐与发酵池气压将接近平衡，关闭发酵池出口門及貯气罐气門，将通往发酵池的胶皮管拉下。打开貯气罐气門，用火試点时，燃燒良好。試用貯气罐沼气带动內燃机发电，初步数据約为每0.15立方公尺沼气可带动內燃机发电5分鐘。

这样也就解决了木盖发酵池輕微漏气不能收集沼气的問題。

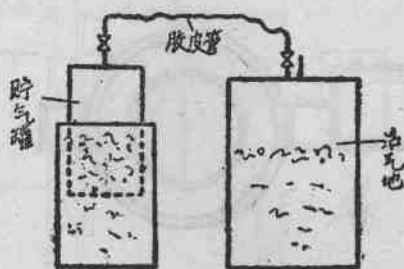


图 3 真空吸气的貯气罐

但上述池子有缺点，沒有出料間，出料不便，同时沒有水压間，不能适当調正压力。

因此又建造具有进出料間与水压間的沼气池，另一方面为了利用碾盘，降低盖的造价，作成下大上小的錐体形式沼气池（如图 4）。

錐体形式沼气池用洋灰砌磚：高 3 公尺，下底直徑 2.5 公尺，上口直徑 1.4 公尺。

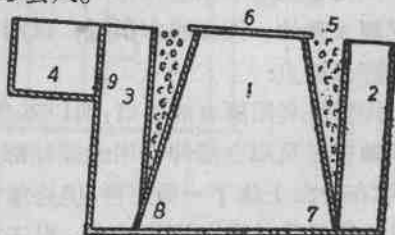


图 4

1. 发酵池 2. 进料間 3. 出料間 4. 水压間
5. 黄土 6. 盖—利用碾盘 7. 8. 9. 連通門

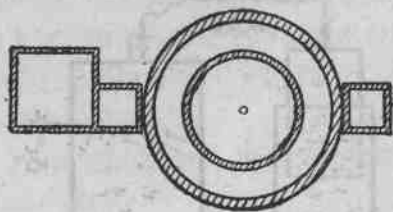


图 5

准备用火墙加温，烟道沿发酵池矩形上下。

旅大电业局一次变电所，以少花钱或不花钱的原则建造起一座沼气发酵池，因陋就简的利用一眼约10立方公尺的枯井用水泥修补了一下，在井顶加接了一约4个立方公尺的压力间，仅用了十几天的工夫，整个沼气池已全部建成。

建造这个池几乎全部利用废料，只用了十包水泥，其中有一些水泥是已经失效的，因此成本很低，只用了八、九十元。

但也存在许多缺点：

(1) 搅拌器应利用原有的管口，所以不是在正中心。另外搅拌器套管和轴杠以及组合搅拌器用的螺丝都是铁的（要求是杉木的），虽然在表面上涂了一层沥青，但终难免很快的腐蚀。

(2) 池子建好后并未作气磅试验，对于漏气情况尚未掌握。

(3) 粪便不能综合利用，因整个池子建于地下，进出料极为困难。

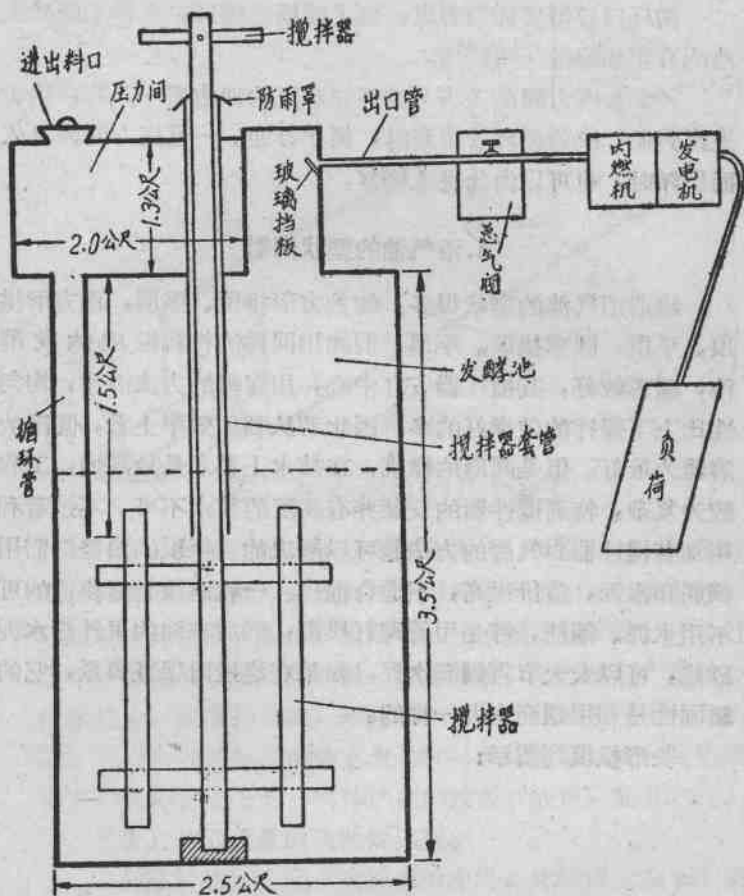


图 6

图解说明：

(1) 加料初期，发酵间是满的，压力间是空的，由于发酵后，产生沼气，沼气上升，把下部的混合物排挤到压力间，随着沼气的大量产生，压力间的混合物也跟着增多。

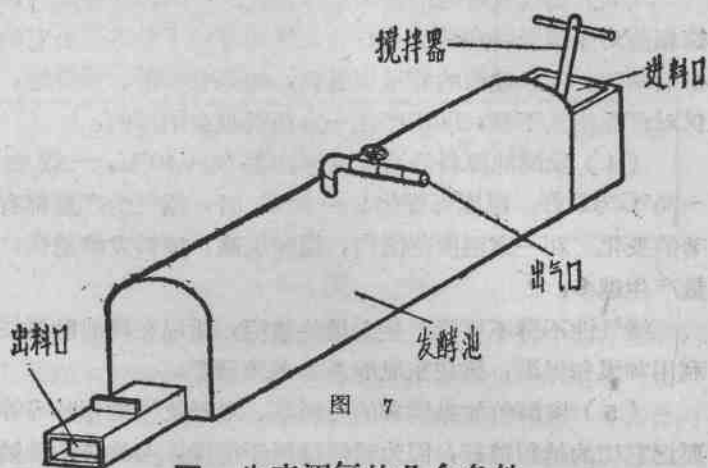
循环口管徑要适当考虑，細了能堵塞循环，太粗了能减小池的容积和跑掉一些沼气。

(2) 压力間的上方与循环管垂直的地方留一入孔，用于进出粪便，或当循环管堵塞时，便于打通。一旦压力間因日久而损坏时，也可以由此进入修复。

4. 沼气的型状商討

建造沼气的型状很多，如长方形拱頂、平頂，正方形拱頂、平頂，圓形拱頂、平頂，假如用同样的材料造成的发酵池，圓形較好，其攪拌器安在中心，用旋轉的方法攪拌，均匀性比上下攪拌的效率好的多，因此若从利用效率上看，圓形的容器为最好。但是圓形的建筑，在技术上要求是最高的，工程較为复杂，特別攪拌器的安装非有高度的技术不可。不过若利用加装攪拌器封气管的方法是可以解决的。平頂的頂盖均需用鋼筋和水泥，造价很高，不适合推广。一般建造长形拱頂的可不用水泥、鋼筋，可先用磚砌好拱頂，然后在池的里外涂水泥砂浆，可以大大节省鋼筋水泥。如果在建造时保証質量，它的坚固性是和用鋼筋水泥一样的。

长形拱頂列图示：



三 生产沼气的几个条件

(1) 发酵原料与水分间的比例为 $1:0.8 \sim 1:1$ ，即100斤原料应加80~100斤的水，由于原料本身含有约80%的水，所以按以上比例加入水后，发酵物的含水量即达90%。水分过多或过少都能降低沼气的产量，如水过多，沼气的总产量就少，如水过少，发酵物过浓，细菌作用缓慢，就延迟产生沼气的時間。一般在发酵原料的含水量为90%的湿度下，表結层的形成不多，气体易于上升，气体产生的較多、較快，而且均匀。

(2) 加入适量的硷性催化剂。

发酵原料的酸硷度一般要求为中性，比較适宜的pH值为7.2~7.8度。在这种微弱硷性的情况下，很适合于甲烷细菌的活动。

正常可用万能試紙檢驗酸硷度，若低于7度时即說明是酸性，应酌量加入石灰，在加料时应按万分之一加入小苏打 (NaHCO_3)。

(3) 沼气发酵池的密闭是很重要的，因为这种嫌气性甲烷细菌对于氧气特别敏感，在有氧气的环境下是不适合它的生命活动的。所以建池的质量很重要，如果有砂眼、裂缝等，不仅对产生沼气不利，即使产生一点沼气也会跑掉的。

(4) 发酵池原料的温度应保持在 $20\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，一般在 $34\sim 35^{\circ}\text{C}$ 为最好。温度每变化 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 时，沼气的产量都有显著的变化。在一定温度范围内，温度越高，原料发酵越快，气量产生越多。

嫌气性不酵不可能产生大量的热能，所以在建池时要注意利用加温和保温，这在东北的冬季尤为重要。

(5) 发酵物如果所加的是稻草、麦秆及作物茎叶等等，要把它切的越短越好，因为越短越便于搅拌，与物质的接触面也扩大。并且在加装以前最好先用温水(最好是污水)搅匀，会大大缩短发酵时间。沈阳中心试验所的发酵池由于在加料时，利用上述方法只经20几小时，即开始发酵，产生了沼气。

(6) 对于沼气的量产生的多少，搅拌器起着很重要的作用，由于分解出来的气泡附着在有机物微粒上。微粒升高至表层，就在表皮形成很厚而且粘性很大的胶状膜，封闭住气体，所以沼气便会一天比一天少。因此搅拌器必须按时搅拌，虽说不能经常的搅拌，但也不能长时间不搅拌，要经常破坏表皮胶状膜的产生。

四 配料及发酵过程

(1) 配料比

孙家寨乡沼气池总容量=12立方公尺。

因为发酵池构造特殊的水压间，所以装料空间为 $\frac{2}{3}$ ，

$$12 \times \frac{2}{3} = 8 \text{ 立方公尺}$$

加入原料配比如下：

原 料	馬 糞	猪 圈 泥	污 水	接种正在发 酵的原料	稻 草
重量(斤)	7,000	100	10,000	50	250

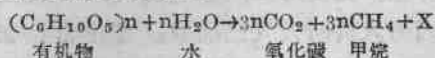
(2) 攪 拌

攪拌是为了使发酵物質混和均匀，密封后攪拌是将发酵物質混匀和不致形成硬膜，使原料可以繼續发酵与产生沼气。

发酵原料糞、稻草和水放入池內一部分后即攪拌，将糞蛋打碎，充分攪和，然后繼續下料与攪拌，使糞料攪烂，料水混合均匀。

(3) 酸 硷 度

嫌气性发酵的化学作用为



原料經攪拌后用万能試紙試驗 PH 为 6 (即微酸性)。因石灰是一种硷性物質，故可用来調正酸硷度。加入石灰 20 斤，然后攪拌均匀，使 PH 接近 8，成微硷性。

(4) 接 种

接种即放入正在发酵产气的母菌，可以使发酵時間縮短，因此他們全部选用一攪动就有气泡上升的池塘污水，另外还加入了向农学院要求的正在发酵产气的原料。

(5) 密 封

先在发酵池上固定二根橫梁，然后用石灰麻刀(200 斤白云

灰，3斤麻刀）填在池的四周，将木盖放下，池四周及盖上部再用石灰麻刀抹約1.5公分。

計算池盖所受向上压力

$$\begin{aligned}\text{木盖面积} &= \frac{1}{4}\pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3.1416 \times 2.35^2 = 4.33 \text{平方公尺} \\ &= 4.3300 \text{平方公分}\end{aligned}$$

設产生气压为0.1公斤/公分²

$$\text{則向上总压力} = 0.1 \times 4.3300 \div 1000 = 4.33 \text{吨。}$$

所以在木盖上部及四周用黃土盖上，黃土堆高約30公分，四周稍凸出。盖完黃土后上部用夯打实，四周用木棍打实，經常往頂部及四周澆水，以免黃土因干燥而产生裂紋，保持内部的严密性。

(6) 經常工作

① 加 温：

根据資料介紹，温度对发酵影响很大，一般在34~35°C时最为适宜，因为入料时天气已漸凉，温度常在22°C左右，乃用茶爐水与加温用U管的一端相接，另一端任其流出用人工循环，由于条件的关系，温度最高至27°C，經常在23~25°C左右，每天加温時間約10小时。

測量温度的方法，每晨开始时小开水門，用溫度計量出口水温。加热循环后，如要測量温度，可停止水循环20分鐘左右，然后小开水門，測量出口水温度。

② 攪 拌：

为了攪和原料与防止生成硬膜，每天攪拌1~2次。

③ 防止黃土裂紋經常往土上洒水維護。

沼氣发酵池于1958年8月14日动工修建，8月23日下料，9月6日已經可以利用沼氣发电了。

沼氣可以用來發電，在建池上應以節約為原則，主要要求密封不漏氣，進出料方便，在東北地區還應考慮冬季防凍問題。

第二章 煤 氣

煤氣是將固體燃料放在煤氣發生爐內，經不完全燃燒所得到的可燃性氣體。這種氣體，可以直接用來燒煤氣爐和作為內燃機的燃料。

一 煤氣發生爐產生煤氣的過程

沈陽中心試驗所的煤氣發生爐為下吸式，這種爐子根據產生煤氣的過程可劃分成幾層來說明（詳見附圖煤氣發生爐部分）。爐內裝滿了一爐子煤，在爐子中部通入空氣，點火後煤就在爐子中部燃燒，這時煤中的碳與空氣中的氧起化學反應，產生二氧化碳，並放出大量的熱，使這一區域的溫度高達 $1,300\sim 1,500^{\circ}\text{C}$ ，所以稱為燃燒層。

燃燒層下面的煤因被上面燃燒層放出的熱量強烈地加熱，其溫度亦高達 $900\sim 1,200^{\circ}\text{C}$ ，但是因為在這一部分沒有氧氣供給，所以不會發生燃燒，但當燃燒層產生的大量二氧化碳通過這一層時，卻被灼熱的碳奪去一個氧，還原成為一氧化碳和被吸去一部分熱量，所以這一層稱為還原層。

在爐內燃燒層上面的煤，同樣由於沒有氧供給，而在高溫下受分解，燃料中的水分和揮發物等變為蒸汽、甲烷與焦油等氣體，它他一齊被干餾出來，這一層稱為干餾層。

干餾層上面的煤受熱較少，故溫度較低，但煤中的表面水分受熱蒸發使煤干燥了，所以這一層稱為干燥層。

二 煤气的冷却与过滤

从煤气发生爐中出来的煤气未經冷却与过滤干淨是不能使用的，因为一般物体都是热漲冷縮的，煤气亦不例外，所以在同一个容器內，装不同温度的煤气时，則装低温的煤气量要比高温的煤气量多的多，这样使发动机发出的功率也大，所以从煤气发生爐出来的煤气，必須經冷却器来冷却。

此外，因煤气发生爐出来的煤气是很不清洁的，它含有很多杂质，如煤灰、煤渣、炭粒、焦油物质、碳化物及水分等。这些杂质进入发动机汽缸后，不但使发动机馬力不足，而更重要的是使汽缸磨損及腐蝕，因而縮短了发动机的寿命，故煤气的过滤是很必要的。为此我們装有三个过滤器，第一个装有多孔隔板清除水滴等杂质。第二个装有鉄屑，清除煤气中的硫份等，第三个装有木刨花，以清除煤气中的其他杂质。

三 煤气发生爐的使用及维护

当煤气发生爐所需的燃料：引火物，及使用工具准备齐全后，則可打开放灰門，把引火物放在爐条上开始点火。点着后在加煤口放入1~2公斤木块，当木块燒到相当大的火头时，从加煤口加入少量煤块，并把手搖风机在出灰門口进行鼓风，使煤燒着，然后再慢慢繼續添加煤块，至滿爐为止，这时繼續在出灰門口进行鼓风。等风嘴处的煤燒着后，再把风机換在鼓风机口进行鼓风，同时在出灰門口用捅鉤在爐条下把点火时燒下的灰渣捅掉，然后把出灰門盖严。这样繼續鼓风至加煤口冒青烟时，才把大盖盖上，并在煤气出口处用火柴点燃煤气，等燃燒的兰色火焰成一火柱并用口吹不灭时，爐內发生的煤气就可以使用了。此时盖上加煤口的小盖，并停止鼓风，把煤气引入发动