

工业生产知識叢書

怎样制取沼气

福建省工业厅化工局編



福建人民出版社

內 容 大 要

这本小冊子共分五部份。第一部份主要是介紹沼气的來源、性質及沼气產生的原理；第二部份是闡述沼气在动力燃料、化工等方面的广泛用途；第三部份着重介紹建造新的發酵池和改建旧糞池为發酵池以及利用旧糞池、鉄桶、木桶等簡便建造發酵池的设备与構造，同时还介紹了在施工中应掌握的技术措施；第四部份詳細地介紹了制取沼气的原料及制取沼气的�主要方法；第五部份簡要說明了使用沼气的一般常識。

本書可作为高小以上文化程度的工業干部、農林干部、下放干部、沼气技术人員的參考讀物。

怎 样 制 取 沼 气

福建省工業廳化工局編

*

福建人民出版社出版

(福州河东路得貴巷18号)

福建省书刊出版业营业許可証出字第001号

福州第六印刷厂印刷 新華書店福建分店發行

*

开本787×1092 1/32 印張 11/16 字數13,000

1958年8月第1版 1958年8月第1次印刷

印数1—21,099

統一书号: T13104·3

定 价: (7) 九 分

目 錄

一、沼氣是什麼.....	(1)
二、沼氣的用途.....	(2)
三、沼氣池設備的主要組成部分.....	(4)
四、制取沼氣的方法.....	(14)
五、怎樣使用沼氣.....	(17)

一、沼氣是什麼

早在二十世紀初期，有一天，蘇聯農村中有一群淘氣的小孩用木棍攪動着池塘，池面上突然冒出了許多奇異的气泡，引起了這一群小孩的兴趣，他們就攪動得更有力，池內冒上來的气泡也就更多。有一個小孩点火拋入池中時，池上的气泡立即燃燒起帶有藍色的火焰。從此，沼氣的秘密就開始被這一群小孩發現了。但是，他們在當時却不知道這種氣體就是沼氣。

沼氣是在1936年由日本人傳入我國的，當時上海、漢口等地方都辦過“天然瓦斯傳習所”；本省在20年前也曾辦過私立沼氣教授社，地址在福州市中選路；此外，在我國農村中，也有些農民曾經利用積肥糞坑中冒出來的沼氣來點燈。但在國民黨政府的反動統治下，有利人民的科學技術措施，是根本得不到重視和支持的，因此，沼氣也就漸漸失傳了。

解放後，由於黨和政府的重視與大力支持，利用有機質廢物制取沼氣的試驗已經取得了成果，這無論是對解決農村長期沒有解決的動力（如抽水、排水、糧食和飼料加工等）問題，或者是為農村提供照明的用電，都有很大的作用。因此，在農村中應大力利用糞便等廢物來製造沼氣。

沼氣到底是怎樣產生的呢？

說起來也很簡單，原來許多有機廢物里含有不少的纖維素、淀粉、蛋白質等東西，這些東西在密閉的情況下和在適宜的溫度下發酵後，纖維質受到了兩種甲烷細菌的作用（一種細菌分解了

纖維素，產生了大量的氫，另一種細菌造成大量的沼氣），就產生了一種氣體，叫做甲烷氣體。因為這種氣體經常是從池塘沼澤底冒上來的，所以我們平常都叫它做沼氣。

沼氣是一種沒有顏色、沒有味道、但在濃度大時略微有蒜臭味的可燃氣體。它是由一個碳原子（化學符號為C）和四個氫原子（化學符號為H）化合而成的，因此沼氣的化學名稱就叫做甲烷（ CH_4 ）。沼氣比空氣輕，它的重量約為同體積空氣的一半，當沼氣與十倍以上的空氣配合燃燒後，會發出大量的熱能。它的一般發熱值量5,000—6,000千卡，所以沼氣也叫做高卡氣體。

沼氣本身是沒有毒的，但在空氣濃度達到25—30%時，便具有一定程度的麻醉性；在密閉的情況下，沼氣在空氣中濃度達6—20%時，遇到了火種就會發生可怕的爆炸；如果沼氣的貯存與管道密閉得不夠時，遇到火點也很容易引起火災。雖然如此，但是，只要我們隨時提高警惕，加強安全措施，這些中毒麻醉、爆炸、火災等事故是完全可以防止的。

二、沼氣的用途

沼氣既然是一種沒有顏色又沒有味道的氣體，那末它到底有什麼用處呢？

關於這個問題，我們在第一節里已經簡單地談過，為了帮助大家充分地利用沼氣，下面分幾個方面再作較詳細的介紹：

燃料方面：沼氣不但可以代替油類點燈，還可以燒飯、取暖（1,000立方公尺氣體相當於800公斤煤），同時，也可以代替汽

油、煤气來发动各种內燃机和帶动发电机。經過实际試驗証明，当36立方公尺气体在高压常温下压缩進鋼瓶中，能使三吨重的汽車行駛100公里（1.5立方公尺气体相当于1公斤汽油），同时也可以用来开动拖拉机。

化工方面：沼气通过热的处理，可以得到其他形式的液体燃料。沼气加热到 $1,000-1,100^{\circ}\text{C}$ 时，可以分解为氢和碳，也就能取得大量的廉价的氢。另外，由一氧化碳与氢的混合物中可以取得甲醇、乙醇、氨以及其他的有机化合物。沼气在 $200-400^{\circ}\text{C}$ 的温度下与氯化合可以生成一氯甲烷，二氯甲烷，三氯甲烷和四氯化炭，可以供染料、制藥和冷冻工业上的应用。沼气通过电解可以制成乙炔，可以用作制造醋酸、油脂和橡膠的原料。沼气与空气的混合气体，經過催化剂的作用，可以制成甲醛，甲醛是制造电木、碳化磨料和蛋白質的原料。甲烷气中还含有40%左右的二氧化碳，可以制造干冰（固体二氧化碳），代替液氮作为冷冻剂。总的一句話，甲烷（沼气）气体經過化学制煉后，可以作許多化工产品的珍貴原料。

制取沼气不但可以使我們獲得大量的能量和許多寶貴的化工原料，同时，还可以得到許多質量很高的肥料。大家都知道，有机質肥料是要經過腐熟以后才能更好地被作物吸收的；要制取沼气，許多有机物質也要經過发酵以后才能產生沼气和二氧化碳。这样，在制取沼气的同时，也就腐熟了肥料，大大地提高了肥料的質量。据試驗，未加盖的糞池，两个月后糞便中的氮素損失52%，而密閉的糞池，氮素的損失只有38.7%。高位泥炭制成的堆肥，氮素損失19%；发酵池的肥料，由于密封起來，氮素保存得很好，同时因为甲烷和二氧化碳逸出，三个月后速效氮

增加了57%，肥料的质量大大提高。这种腐熟的肥料最适合作追肥。

此外，粪尿污水等都含有许多有机物质，很容易滋生细菌、害虫以及其他的微生物。把这些东西拿来当制取沼气的材料，放在密闭的发酵池内，发酵后会发生较高的温度（一般为25—40°C），经过一个月以后，那些病菌和害虫虫卵等，都会被高温杀灭，这样就减少了病原，保障了人民身体的健康。

三、沼氣池設備的主要組成部分

沼气是要有有机物质在密闭的设备里发酵后才能产生，因此在建池时必须严格防止漏气、漏水。沼气池一般有新建、改建等几种做法。各地应根据本乡、本社的条件与需要来选择。

下面谈谈沼气池设备的主要组成部分及其作用：

（1）进料间：主要是作为粪便等材料进入发酵间的进口。整个进料间只有在靠发酵间的底部开一个洞，作为流进原料用，才不至于使发酵间的气体因装料而跑失；同时，换料也比较方便，能保证不中断地制取沼气，避免因换料而停止沼气的制造。进料间除装进料的时间外，一般应加盖密闭，尽量减少粪便与外界空气的接触，以免降低温度和使肥分挥发。

（2）发酵间：这是整个沼气池的主体，是原料贮存、产生沼气、贮存沼气的主要设备。发酵间能否产生沼气主要是看池子是否密闭。所以发酵间除了在底部有两个洞口与进料间相通外，其他地方都不能有一点漏气。

(3) 水压間：如果从它的字眼來看，它是利用水的压力的一个建筑物。但是这种水压間所裝的实际上并不是水。水压間在发酵之前是空的，在沼气制出來產生压力的时候，糞便就被压到水压間里去；如压力不断增大，排到水压間的原料也就更多；同时，水压間还能利用糞便和盖板重量加上混凝土盖板的抗压力，使上下力量取得了平衡，沼气也就能夠正常輸出來供給使用。

(4) 卸料間：它和進料間基本上是一样的，但多两个小洞口，一个通向水压間，一个則通向外面作为溢料口。它主要是糞便从发酵間排到水压間，又从水压間循环到发酵間的通道。有了卸料間，就能夠分別新旧原料，取料时才不会錯取出新料而影响沼气的制造。

(5) 攪拌器：攪拌的形式有上下攪动与旋轉兩種。这两种攪拌器各有优点，也有缺点。攪拌器的作用主要是通过攪拌，使原料不断地翻动，池面上不結糞壳。另外它还可以加速发酵过程和促進气体的產生。

(6) 出气管及導管：这一部分主要是沼气產生后通向照明、燃燒等設備上的通道。出气管应固定在发酵池上，導管一般可以活动和随时更換。由于出气管和喇叭口是長期固定在水泥板上的，接触有腐蝕性的廢料与气体，容易腐蝕損坏，因此制造出气管应采用鉛制的材料。

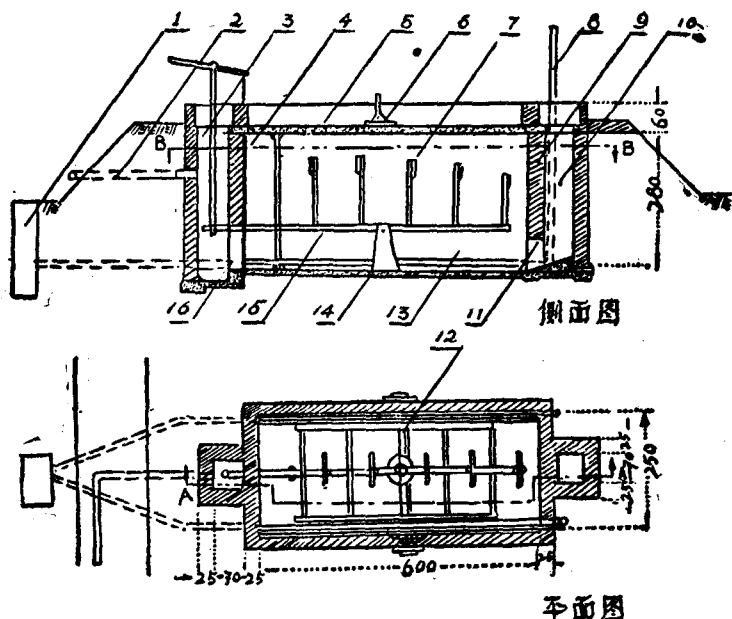
上面我們已經把沼气池的主要設備及其作用介紹过了，下面再談談发酵池建造的施工关键。

前面說过，发酵池是制取甲烷气体的主要設備，是整个沼气池的主体，因此，必須把它建筑得很好，下面具体地介紹一下建造的方法：

(一) 新发酵池的建築 (見圖一)

(1) 池基的選擇與挖土：池基要選擇在土壤較好、土質較堅硬、背風向陽而地下水位較低的地方，同時，為了節省人力、物力，最好能把池建在靠近使用地點和交通方便、原料充足的地方。如地下有水無法挖深而土質又松軟時，應更改地點。此外，還要注意不要在半硬土、半松土的地下施工，以免發酵池下沉而發生裂縫。

圖一、鋼筋混凝土發酵池



(上圖系仿繪中國農業機械化研究所制繪的發酵池)

說明：1 地灶 2 糞水溢出管 3 攪拌柄 4 卸料間 5 鋼筋混凝土蓋板 6 出氣喇叭管 7 發酵間 8 煙囪 9 磚牆 10 進料間 11 進料洞 12 拉索 13 煙道 14 混凝土池底 15 攪拌器 16 卸料洞

(2)池底基礎的修建：如采用混凝土建筑池底基礎的，应檢查地質是否坚硬，如不坚实时，可用碎石鋪5公分，夯实后（使約1公分碎石夯入土內），然后建筑池底基礎，用#110水泥（調料比是一份水泥、一份石灰、四份沙子、八分碎磚或碎石）澆灌8公分厚就可以。調料前，要檢查沙、石、碎磚是否干淨，石灰已否粉碎。拌混凝土时，可將沙鋪在拌板上，然后將水泥倒于沙面，用鉄鏈拌（至少要拌三次），再將碎磚（或碎石）和石灰鋪在板上，將干拌的灰沙鋪在碎磚（或石子）上面，干拌兩三次后，当中挖一个坑，用水灌入，把它們翻拌均匀（至少翻拌三次）就可灌入地坪。澆灌时須立即搗实，并要一次連續搗好；澆灌完畢后，要用麻袋或草盖上，防止驟然干燥或受雨淋；保养期中要噴水，使它潤湿，至少兩天后才能在上面砌磚或砌石。

如用石塊或条石作底，石座要建筑得平穩，石縫間的沙漿要填得飽滿沒有空隙，以免因为受重力的压迫而发生傾斜或裂紋；特別要注意的是，兩石之間的溝縫要用沙漿填得很坚实飽滿，以免漏水漏气。

如果利用三合土作底，应逐層夯实，面上用避水漿調水泥抹面，不过这种做法一般比較适用于建造小池。

(3)池牆的砌筑：砌池牆的材料用磚或塊石都可以。所用的灰漿是用一分水泥、二分石灰膏、九分沙子配成的。沙要过篩，需用的石灰膏，可將塊灰加水化成灰漿，等它充分沸化后，再用灰池過濾后就行。拌和的方法是：將水泥与沙干拌均匀后，再將石灰膏置于拌池內，用水拌和，然后再將水泥和沙倒入池內拌和。沙漿要随拌随用，不可使用硬化后的灰漿。砌池牆的方式最好用鋪灰式。在砌牆前須將磚用水淋湿，然后把它放在灰漿上

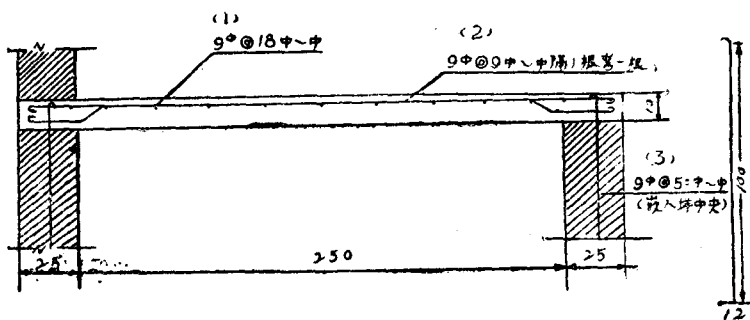
面。磚縫不得大于8公厘，每一層磚上面要用灰漿灌滿刮平，再砌下層磚，砌磚時，不得砌成對縫或直縫，否則會降低池的質量甚至發生漏氣。

利用石塊或條石作牆的應做到使石塊下寬上平，並放置得平穩，以免倒塌；溝縫也應該填得飽滿堅實。

(4) 砌池頂盖板：發酵間頂蓋板的建築目前有三種方式：一是鋼筋混凝土，一是磚拱，一是石板。

澆混凝土盖板時，它的標號為#140，發酵池的深度在2.5米左右，要澆10公分厚的混凝土。混凝土的調配方法是：一份水泥、兩份沙、四份碎石。在架模板前，要將攪拌器預先放入池內。模板要用2.5公分厚的，架設穩當後按圖布置鋼筋（見圖二），並綁扎堅實，再用小石塊將鋼筋墊到標準高度。使用的石子必須是小于4公分的（在2—4公分之間）；沙子用中粗沙，並檢查其是否干淨。這些材料都準備好以後，就可以象建池底時

圖二、鋼筋布置圖



- 注：(1) 直徑9毫米每隔18公分分布一根鋼筋；
 (2) 直徑9毫米每隔9公分分布一根彎的鋼筋；
 (3) 直徑9毫米每隔50公分分布一根鋼筋。

所采用的拌混凝土的方法操作拌匀，再澆灌在模板上。在澆灌时不要忘記將導气喇叭搗入混凝土內，否則以后就无法处理。澆灌混凝土时必须用铁钎捣紧，使混凝土坚实。澆灌完后用草复盖，12小时后徐徐噴水，每天至少噴3—4次；三天后才可以再繼續砌牆；底下的模板起碼要一星期之后才能拆卸，以免因震动而使混凝土破裂。

砌磚拱頂盖时，要選擇好的磚塊，不能用半头磚或有空洞的磚，同时要把磚用水淋湿。砌拱用的沙漿是用一份水泥、一份石灰膏、六份沙子配成的。处理这些材料的办法跟处理砌牆灰相同。磚拱厚24公分，砌时自兩边向拱頂砌，使拱架平均受压，不致发生偏側；砌完一層須用灰漿灌滿刮平后再砌第二層。砌拱的灰縫必須做到上大下小。砌磚拱不采用預制的木模拱架，以免砌完成后不易取出；但可采用磚塊擺成花眼拱架，上面按半圓拱型鋪平沙子再砌拱。砌拱完成后，拱架須經七天以后才能拆除。

用石板砌頂盖时，首先应测定石条長度与耐压强度是否適合。測强度的方法是把石条兩头用塊石墊起，当中輕輕地逐步加上1,500—2,000公斤左右的石塊(以每平方米計算)，如不折断就可以使用。如条石長度比池子的寬度小，在不影响攪拌器操作的情況下，可在池子的当中，分設支柱，以支撐短条石。用石板砌盖时，应特別注意处理騎縫与上下盖板連接处，如果是旧石，应加工打毛，使它容易粘住水泥漿，同时溝縫所使用的水泥应較細和强度較高的，以防止漏气与爆裂。

(5)内部的粉刷：做好粉刷工作是使池子不漏气的重要环节之一；这个工作一点也不能馬虎。如果是用磚砌的牆，应粉刷2公分厚，分三次完成。第一次約粉1公分厚，用1:0.5:3沙漿，

即一份水泥、0.5份石灰膏、沙三分；第二次粉6—7公厘厚，用1：0.5：2沙漿，即一份水泥、半份石灰膏、二份沙；第三次粉3—4公厘厚，用1：0.5：1沙漿，即一份水泥、半份石灰膏、一份沙。拌沙漿時要先將水泥與沙子按比例準備好，干拌均勻，然後用較細的篩子篩過，再按比例加入石灰膏和水反復拌合，一定要做到沒有石灰坨為止。在粉磚牆時，要先將牆面刷清潔；如牆面干燥，須用水淋濕後才可粉刷。粉刷的步驟是：第一次是填充牆壁的空隙和刮糙；第二次要用力推粉，過一、二小時後進行收漿，用力抹光，直抹到看不見沙眼為止；第三次更要小心磨擦、抹光，要磨到沒有一點沙眼孔為止。每次粉刷的時間要相隔8—12小時。磨面要在灰漿未凝固前進行，為了保證粉刷工程質量，一般不得隔一天再磨面，必要時夜間也要加班工作。每遍粉刷要同一方向，同一時間連續完成，避免因間斷而造成裂縫，發生漏氣。凡轉角處均須粉成圓角。在第二、三次粉刷過程中應結合檢查，用眼觀，手指敲，檢查有無沙眼、裂縫或空虛聲，如果有裂縫或空虛聲應將沙漿鏟下重粉；如果有沙眼只要補刷得見不到沙眼就可以了。

如砌石牆，一般可以不粉刷，但石牆間的溝縫應該用沙漿填兩次，沙漿的配法跟第二次和第三次所配的一樣。溝縫應粉得很嚴密、飽滿，不得有絲毫的空隙與裂縫；如技術上無法保證做到這樣時，就應該全面粉刷一道，以防因填溝縫質量差而發生漏氣。

粉刷工程全部完成后，至少要維護五天，使水泥沙漿能充分的凝固，保證質量合乎標準。

(6)攪拌器的安裝：目前的攪拌器是採取上下攪動的形式。

这种攪拌器对出料有好处，但也有缺点，即攪拌效率低。它是用杉木制成的，会自由上浮。它的銜接处的木梢用硬木。架子上裝有丁字形的木架，以便打破糞壳。全部木料应涂上水柏油一層，使它持久耐用。另外还有采用旋轉式的攪拌器，它的攪拌效率較高，但容易使未經发酵的新料卸出，对发酵有影响。

由于攪拌器較大，所以应在砌发酵間頂盖前放入，以免池建好后放不進去。

(7) 水压間頂盖的架設：可用灌水泥的模板或用毛竹架設。它的用途主要是在冬天时防寒保温，减少水压間糞料氮素的揮发。

(二) 改建旧糞池 (見圖三)

(1) 選擇兩個并排在一起的糞池，將其靠近底部的牆打通，用磚砌成溝洞，以便材料流進和流出。另外在兩池的外端各挖一井，底部与糞池联通作为進料間和出料間；洞口高約有70—80公分，寬約有60—70公分，一般能使人鉆入鉆出就行了。

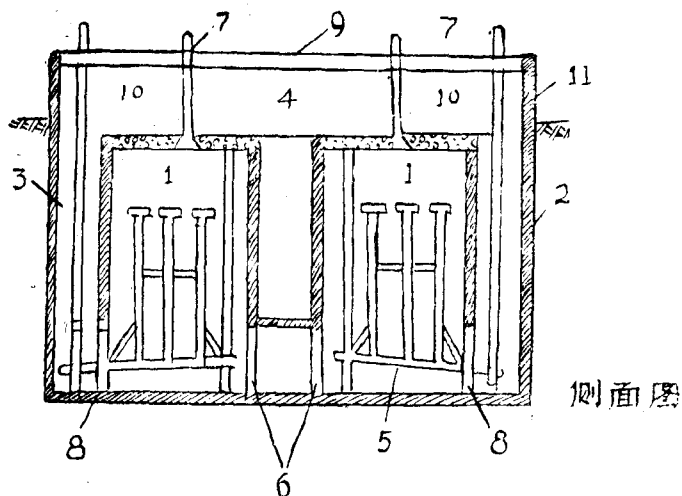
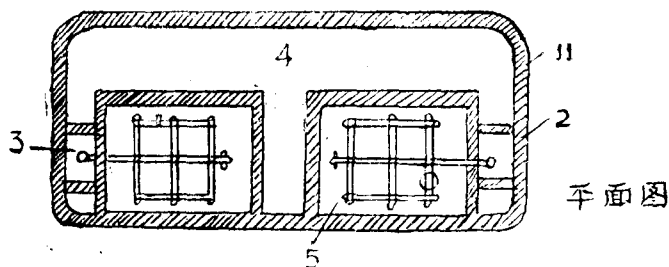
(2) 洗刷旧池基，用水泥沙漿粉刷各部位。粉刷的厚度与次數視旧池質量來確定。旧池如为石砌的，应注意做好溝縫的粉刷，特別要注意粉刷好新开挖的洞溝与旧池的联接处，以免漏气。(進出料間的建造方法与新建的发酵池相同)

(3) 池的基礎搞好后，在兩池中各放一个輕便的攪拌器。

(4) 用石条或钢筋混凝土鋪筑池面，使池密不透气，然后从進出口鉆入池內，粉刷盖板和旧池四周的接縫。

(5) 在池的外圍砌一道矮牆，作为水压間。

圖三 旧糞坑改建的發酵池



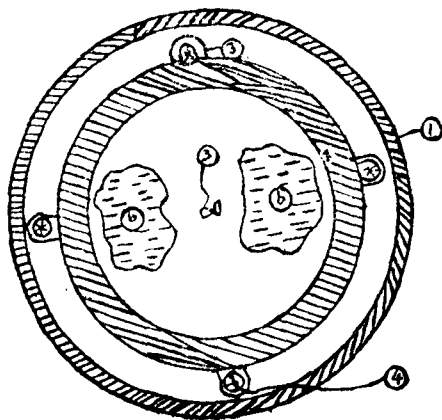
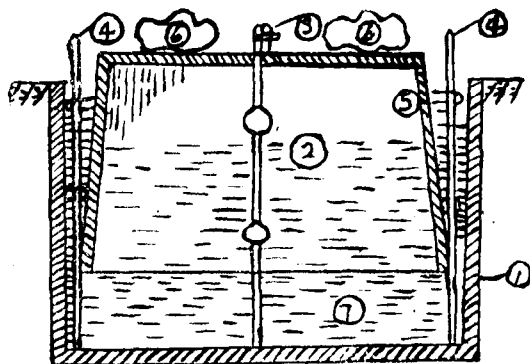
說明： 1 糞坑 2 進料間 3 卸料間 4 水压間 5 攪拌器
6 兩池聯結通道 7 導氣喇叭 8 與進卸料間的門洞 9 木或竹蓋板
10 水泥板或石條板 11 磚牆

(三) 簡便的發酵池 (見圖四)

做一个比糞池稍為小一些的鉄桶或木桶，桶要漆上一道水柏油，在桶的上面開一個洞，裝上接頭開關，作為沼氣的通管。在糞池內四面安上四根支柱，將木桶復蓋在糞池里，把桶四面的鉄

环套在支柱上，桶底中間安一根管子，管子上面裝有开关。在桶的下面裝有能上能下的簡單攪拌器。糞池裝好糞便后，打开管子的开关，放出空气，使大桶下沉，等大桶的五分之四多一点部分沉到糞料中，就关住气門，用繩子將桶吊起，使桶的五分之四的部分沉在糞料中。用沼氣时，桶底上放一塊大石塊，压着大桶下沉，然后打开出气口开关，沼氣就会跑出來。这种簡便的方法，適

圖四 簡便的發酵池



說明：

1. 旧糞坑
2. 倒置的铁桶
或木桶
3. 出气口开关
4. 支柱
5. 支柱铁环
6. 塊石
7. 糞液

用于分散居住的農戶。如果自养五头猪，用这些牲畜的糞料当原料所產生的沼氣，就可以供給一家五口的燃料和照明。

四、制取沼氣的方法

(一) 制取沼氣的原料

大家都知道，我們想盖一座漂亮的新的房屋，就得有杉木、磚瓦、石塊等等作原料，沒有这些原料，就沒有办法盖造新的房屋。制取沼氣跟造房屋一样，也需要各种各样的原料；但所用的原料跟造房屋的原料不一样，它都是利用廢弃的物質，如人畜糞尿、糞秆、雜草、落叶、污泥、污水、湖草等，还有屠宰場的血水、皮革厂的碎渣、廢水以及廚房廢物、动植物殘体、垃圾等都可以作为沼氣的发酵原料。此外，做飼料用的豆渣、菜叶、米糠、油餅等也可以作为原料。这些原料在我國農村和城市里是取之不尽、用之不竭的。不过在原料使用上应注意使用廢物，一般不要使用飼料，以免造成浪費和飼料供应緊張的情况。

根据民主德國殷霍夫工程师几十年的研究，一般干廢物質可產生甲烷氣量如下表：

名 称	草梗 馬糞	脂肪	蛋白質	污泥	麥 梗	雜 草	酒厂廢水	猪湯廢物	香蕉皮	軟丸
干物質產 生 气 量 公升/公斤	250	1250	700	610	215-348	122-322	500-600	300-400	360-370	113
CH ₄ 含量 百 分 比	56-60	/	/	50	59	59	58	58	62	79