



- 一 新工业主义内——————— 1
- 二 现代主义建筑思潮——————— 1
- 三 现代主义建筑思潮——————— 1
- 四 建筑——现代主义建筑思潮的理论与实践—— 2

沼气的用途和制法

許厥明編

*

安徽人民出版社出版

(合肥市德勝門內優勝宮)

安徽省書刊出版業營業許可証出字第2号

蕪湖新华印刷厂印刷 新华書店安徽分店发行

*

書号:524·737×1092 1/32· $\frac{9}{16}$ 印張·11千字

1958年6月第1版

1958年8月蕪湖第3次印刷

統一書号T13102·7 印數:35,072—50,084

定价:(7)0.09元

封面設計: 孙宪忠

前 言

沼气发电我省已經試驗成功，現在正準備在农村中大力推广。为了配合这一工作，我們特根据本省試驗的結果，并参考了中国农业科学院和湖北、浙江等省的有关材料，編写成这本小冊子，以供各地讀者了解这方面的基本常識，参考应用。

这本小冊子編好以后，曾經我省科学研究所审閱。但由于編者对这方面的知識了解不多，体会不深，所以書中仍难免有欠妥的地方，希望指正。

編者 1958年4月

目 录

- 一 什么是沼气..... 1
- 二 沼气的性质和用途..... 1
- 三 沼气产生的过程..... 7
- 四 制法——制取沼气的设备及其操作过程..... 8

一 什么是沼气

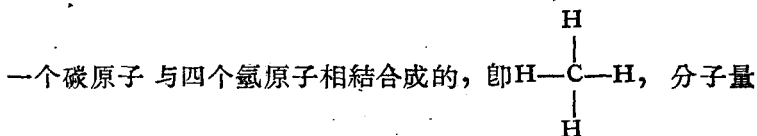
我們知道，自然界中的能量可分为原子能、物理化学能和生物能三大类。这三类能量当中，对我们比較生疏的是生物能。它是利用各种細菌等微生物在适宜的情况下，进行分解殘碎的生物有机体时而产生的一种“能”。这类生物能，应用于生产和日常生活方面的，种类很多，沼气是其中的一种。这种能并不是憑空产生的，而是植物吸收太阳光儲备起来的。就以飼料所含的能来講，被动物所吸收的也不过40—45%，粪便中所含的能，还有一半以上。

所謂沼气，就是利用人畜粪尿、庄稼藁稈、杂草、落葉、水草、浮淀、草炭、垃圾、皮革碎屑以及各种动植物的廢棄物，在空气不通的密閉情况下，发酵产生的一种气体。这种气体由于在腐爛有机物多的有水池沼里經常发现，所以人們叫它沼气，在科学上叫“甲烷”。

二 沼气的性質和用途

沼气是没有顏色、稍帶蒜臭的一种可燃气体，它与足量空气配合后，燃燒时可发出大量的热，所以又称高卡气体。每立方公尺的沼气（即体积長、高、寬各有3市尺），可发热5000到6000千卡，高于1公斤煤的发热量（4000到5000千卡/公斤）。

它的化学分子式是 CH_4 ，是一种碳氢化合物，構造式是以

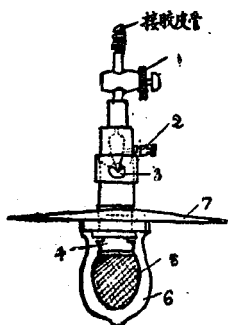


为16.14。其熔点为摄氏零下182.5度，沸点为摄氏零下160度；与空气比较时，比重为0.55，比空气轻，密度为每立方公尺有0.7166公斤。微溶于水，通常在摄氏20度时，能有0.033%溶于水。在常温和二百大气压时，10立方公尺的沼气可压缩到50立升的钢瓶中。

根据苏联经验，利用沼气为人类服务，是一件极有价值的事情，而且应用的范围非常广泛，对国民经济建设事业，具有重大的作用。沼气的主要用途，通过实践和试验证明，主要有以下几种：

(一)可以代替煤油和其他油类用于点灯照明。应用的方法，除用沼气发电安装电灯照明外，还可设计沼气灯点燃照明。沼气的灯头，一般可仿照煤气灯的构造设计。下面的一种，是湖北省工业厅设计的。(图一)

沼气灯一般可分为沼气开关、沼气调节阀、空气调节阀、耐热泥脚、纱罩、玻璃外罩、回光罩等。在安装时，先从发酵池的出气喇叭孔处，接上总导气管，在总管中间，安上总气阀和气压表，再在管子上把0.6至1公分的塑橡胶管和



图一 沼气灯结构简图

1. 沼气开关
2. 沼气调节阀
3. 空气调节阀
4. 耐热泥脚
5. 纱罩
6. 玻璃外罩
7. 回光罩

橡膠管分支接出，管子用鉛卡固定接上燈頭，每個燈頭用圓木吊于空中。所有管子與燈頭安裝，完全與電燈安裝形式相似。使用時先把發酵池的導氣管總開關打開，再開燈頭開關，點火即燃；點火後隨即調節沼氣的調節閥和空氣的調節門，到適宜時發出白色光芒，光度與煤氣燈相似。不用時即將燈頭開關關閉，燈即熄滅。沼氣燈管理簡單，使用方便。但由於在沼氣產生的同時，也有很多二氧化碳發生，尤其在初期二氧化碳更多，因此最好用鹼液吸取。根據國內外的試驗報告，在有機質發酵的混合氣體中，沼氣須占50%以上，才能繼續燃燒不熄；在40%左右時，可以燃燒，但不能持久，隨燒隨熄。因此在發酵的頭幾天，所產生的氣體，燃燒時比較困難，以後就好了。

(二) 可以提高肥料質量。利用牲畜糞便、腐草、爛葉等發生沼氣，既可取得燃料，又可獲得大量速效肥料。由於各種有機肥料是在密閉（隔絕空氣）的情況下發酵腐爛的，這不僅比用普通方法縮短15至20天成熟，而且能避免或大大減少氮素的發揮和各種肥分的損失，相對地提高有效養分含量。根據蘇聯、德國一些地方研究的結果，牲畜糞便等經過沼氣發酵，氮的損失可由29%降到5%，所得的液體有機肥料，比普通厩肥的含氮量多，而且大部是庄稼可以吸收的，肥效既高又速。根據湖北省工業廳的肥效對比試驗，經過密閉發酵（3個月後）的熟肥料，所含的速效氮比未發酵的生牛糞速效氮提高5倍多，速效磷也相應提高60—70%。根據各農業科學研究機關的試驗，一般在糞池或糞缸上面加蓋密封並遮蔭，72天後氮素只損失15%；在室外不加蓋、不遮蔭，氮素就損失90%；與30%的泥土混合貯存，72天後氮素損失20—30%。人畜糞尿加蓋青草貯存1至3個月，比不蓋青草的減少氮素損失13—18%；若加蓋青草，再在人糞尿中加50%的水貯存，一個月後可減少氮素損

失16%。由此可以証明，不論粪池、粪窖、粪缸，凡是加盖的氮素都損失少，凡在密閉池內加水发酵的氮素基本沒有損失。同时，发酵后的肥料濃度均匀，可供庄稼充分利用吸收。据湖北省的試驗，用农家肥料和沼气池发酵的肥料，同样施在小白菜地里，結果，施用后一种肥料的，葉大，莖壯，白菜肥嫩。根据苏联的資料，与一般农肥比較，可提高农作物單位面积产量25—30%。

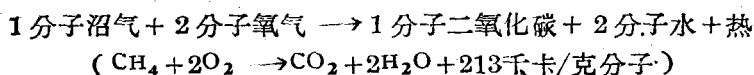
(三)可以消灭病虫、杂草和减少疾病。一般人畜粪都会含有傳染性病菌和虫卵(如血吸虫、鉤虫、蛔虫卵等)，也可能含有危害庄稼的病菌和杂草种子，將人畜粪密閉发酵增高温度，就可以把它們杀死(如怕消灭不徹底，还可在已发酵的粪里再加入石灰氮0.25%)。这些病虫害卵、杂草种子及細菌等微生物被杀死后，其尸体同样也可被沼气菌分解发酵，产生沼气气体。这样，既可改善环境衛生，又可提高肥效。在我省血吸虫地区推广沼气发电更有重大的意义。

至于分解粪尿的纖維細菌，是不是也和病菌虫卵一样被杀死而影响发酵呢？根据科学資料証明，是不会的。这是因为，沼气細菌虽然在攝氏30度到40度适宜生長，但到65度还不会死亡，而一般病菌在45度就会死亡的。

(四)可以代替汽油发动各种內燃机。根据苏联的資料，在正常情况下，1000斤新鮮粪便，以三分之一完全分解，即可产生沼气30立方公尺；100斤干的厩肥，可产生沼气20至25立方公尺。1立方公尺的沼气，用来发电相当于1度电；1匹馬力每小时的功率只要沼气0.5立方公尺。1.5立方公尺的沼气，相当于1公斤汽油。36立方公尺的沼气，在常温、高压下压缩到鋼瓶中能使3吨重汽車行駛100公里。根据湖北省的資料，每1吨(2000斤)风干粪可产生100立方公尺的沼气，如果用10匹

馬力发动机工作一天（以10小时計），只需沼氣50立方公尺，发动机可帶動发电机，再由发电机帶動电动机、抽水机、脫谷机或磨米机等工作。10匹馬力发动机帶動抽水机工作，能負担500亩水稻田的灌溉，根据这个数字計算，只要在該地建立一个200立方公尺的发酵池，就能足够供应。如果用来供作拖拉机的燃料，也是很理想的。一般小型拖拉机上，只要装备两个200大气压的排除了二氧化碳的沼氣瓶，就能連續工作9小时。同时因为沼氣中不含硫，所以机器的磨損也小。因此，利用沼氣发动拖拉机也是很容易的事，只要有鋼瓶与压缩机就行了。

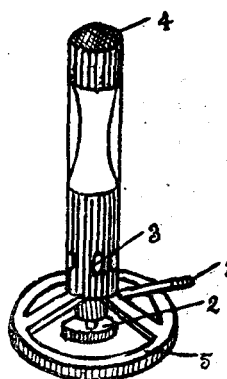
（五）可以作燃料。1000立方公尺的沼氣，相当于800公斤煤。沼氣燃燒的条件，是在一个体积沼氣需要10个体积空气（空气內有两个体积氧）的情况下，才能燃燒。如下列化学反应式：



沼氣燃燒，火焰的溫度高达攝氏1400度左右，并放出大量热能；每立方公尺能放热5000到6000千卡，經過压缩的沼氣，它的燃燒热每立方公尺为9000至9200千卡。在沼氣燃燒时，如果空气过多或者过少，都易使火苗熄灭，因此，須适当地調节气門，才能保持很好的燃燒。据湖北省試驗，在本生灯上用沼氣燃燒，可以燒熔玻璃管；以后改用煤气本生灯燒水，在14分鐘內可以燒开6磅冷水；后再經改良，只需12分鐘就可將6磅冷水燒开了。由于沼氣燃燒完全，沒有爐渣、烟灰，不需添补燃料，既清潔又方便，所以用它作家庭煮飯燃料，是很好的。但是耗气量較大，只有在能够大量供应沼氣的情况下才能办到。（圖二、三）

圖二 本生灯

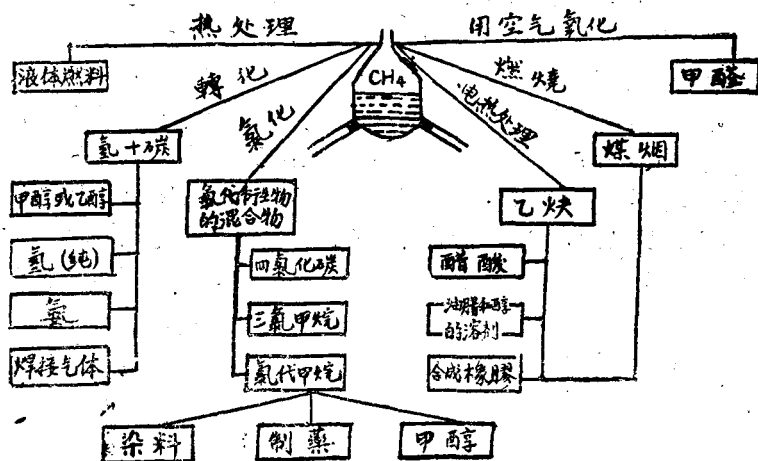
1. 沼氣進口 (接橡皮管)
2. 沼氣調節開關
3. 空氣門
4. 燃燒火焰出口
5. 底座



圖三 燃燒爐

(六) 可以作化工產品的原料。沼氣除有以上用途外，在化學工業上，還可以製成“干冰”(即固體二氧化碳)。這種產品是利用沼氣池里含的二氧化碳(一般為30%左右)製成的，可作冷凍劑和工業原料。沼氣氣體經過加工處理，還可以作為許多化工產品的珍貴原料。(圖四)

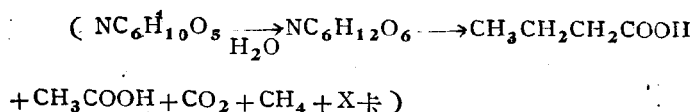
圖四 沼氣經化學制煉的基本產品生產程序



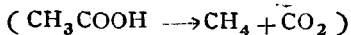
三 沼气产生的过程

沼气是腐爛的动植物有机体在嫌气（缺少或沒有空气）情况下进行分解时的产物，如有机肥料里的淀粉、醣类在嫌气条件下，經過纖維分解細菌的水解酵素作用，发生了复杂的化学变化，在变化中产生了各种有机酸，如醋酸、丙酸、丁酸等，同时也产生了二氧化碳气、沼气和热能等。醋酸、丙酸和丁酸等，本身又能进一步分解产生沼气和二氧化碳气。二氧化碳气与氯化合又能产生沼气和水的。它的发酵过程如下：

(一) 有机質纖維 $\xrightarrow[\text{(加水)}]{\text{(纖維分解細菌)}} \text{醃类} \xrightarrow{\text{(沼气細菌)}} \text{丁酸} + \text{醋酸} + \text{二氧化碳} + \text{沼气} + \text{热能}$



(二) 丁酸或醋酸 $\rightarrow$ 沼气 + 二氧化碳气



纖維分解細菌的种类很多，嫌气性的沼气細菌是属于其中的一部分。这种沼气細菌到目前为止，已分析出有五个类型，菌种更多，其中以中温（攝氏30至40度）細菌为最好。由于它具有氯的酵素，在分解有机質时能产生較多的沼气，所以叫沼气細菌。它的功能相当于制造沼气的母机，形态为杆狀，有芽胞；芽胞发芽时是在細胞的一端，用1000倍以下的显微镜都可

看到。它在攝氏30到35度時生長最快，原料呈酸性或鹼性反應時都能抑制它的生長，中性適宜。沼氣細菌有的能使原料發酵快，產生沼氣多，有的發酵慢，產生沼氣少，所以各研究機關正在選擇好的菌種，以便大量培養推廣。

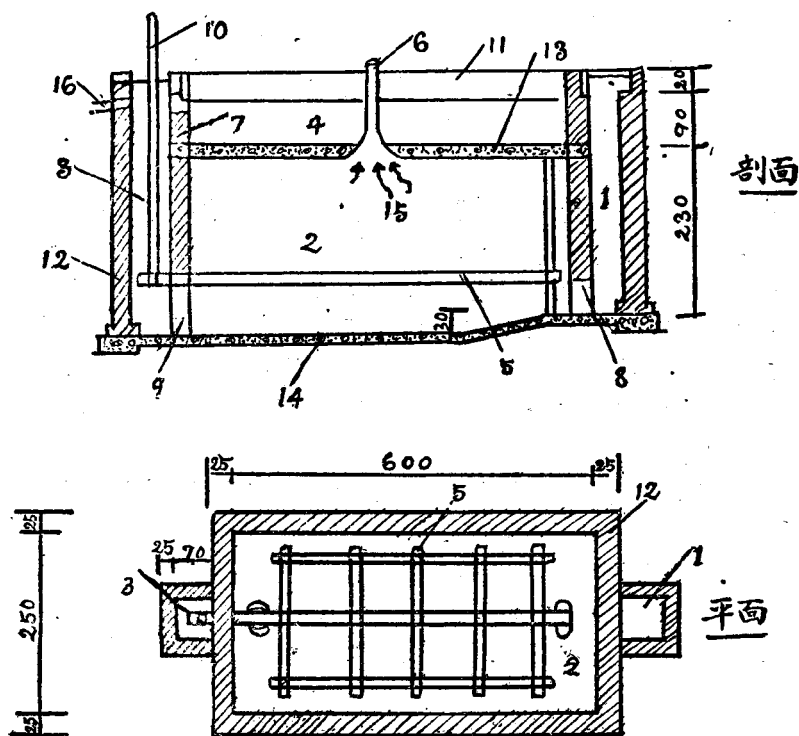
四 制法——制取沼氣的設備及其操作過程

(一) 發酵池：發酵池是制取沼氣的主要設備。根據有機質在隔絕空氣與適當溫度下經過沼氣菌的發酵分解產生沼氣的原理，設計沼氣發酵池，主要要求是隔絕空氣，同時，為便於進料、卸料和拌料，並須保持一定的溫度；其次，要簡單、適用、經濟、耐久、便於建築和管理。現根據湖北和浙江兩省的資料，以及我省建池的經驗，綜合為兩部分介紹如下：

1. 發酵池的構造：發酵池主要是以進料間、發酵間、卸料間、水压間四部分組成的（圖五）。這四部分須互相連通，互相發生關係：①原料由進料間裝入，轉送發酵間，發酵間內安裝一個攪拌器，攪拌器的一端固定不動，另一端接上攪拌柄，由卸料間伸到頂蓋上面，以利進行攪拌（攪拌可加強發酵，改善生產沼氣情況）。②在發酵間與卸料間的下部有門洞，發酵後的熟料可由這個門洞進入卸料間。③在水压間與卸料間之間也有個門洞，這是供循環糞水出入的門洞。④在卸料間的上部有個糞水溢出口，如果水压間的糞水已滿後，多餘的糞水就可經此自由流出。這種流出的糞水就是發酵後的熟料，應備糞缸保存，以作肥料。⑤在發酵間的頂蓋上安裝一個導氣的喇叭口，上端接上導氣管，沼氣氣體就由這個喇叭口導出使用。

池壁是磚砌的牆，池底是水泥混凝土所制，發酵間的頂蓋是鋼筋混凝土板，水压間上面是木板蓋，除利于工作往来外，并能擋風避雨。發酵間的池牆，要求建築在地面綫以下，以便

圖五 發酵池簡圖



1. 进料間 2. 发酵間 3. 卸料間 4. 水压間 5. 搅拌器 6. 沼气出口喇叭管
7. 循环水出入門 8. 进料門洞 9. 卸料門洞 10. 搅拌柄 11. 木板蓋
12. 磚牆 13. 鋼筋混凝土蓋板 14. 混凝土池底 15. 沼气 (CH_4)
16. 粪水溢出口

保溫和加強池牆的抗压，不宜將整個的池子建在地面綫上。

2. 發酵池的施工方法：

(1) 池基的選擇：池基的選擇須符合以下條件：①池基位置宜選在地勢較低的地方，同時最好靠近集體牛欄、豬圈，以便從畜舍挖溝或用鐵管與發酵池相連接，使牲畜糞便直通發酵池。在民主德國，大多是这样做的。②池基應選在土質堅實的地方，松軟的砂土地不宜建池。③與使用照明的房屋距離不宜過遠，以免綫路加長，不便管理。

(2) 池基挖土：池基選定後，即按照圖樣尺寸放綫挖土。挖土時，如地下水位很高，可另選池基；如地下水位不太高，可在池底周圍挖一條水溝，並在池基外挖一水坑，將雨水或地下水引入水坑內，以便施工。如果池基挖到規定的深度後，土質還不堅實而且又無地下水時，可繼續挖深些（水压間部分不一定完全在地面綫上）。池基挖好以後，必須打夯，然後鋪上碎石約5公分厚再夯，以便把部分碎石打入土內，使地基堅實（如土質很堅硬，就不必打夯和鋪碎石）。

(3) 搗混凝土池底及砌牆：池基挖好（符合上述要求）後，就開始做混凝土池底，池底約8公分厚。拌合混凝土時以110#的配合比為宜，在农村也可試用粘土和石灰混合捶底，或用石板砌底，但以不滲漏為原則。池底建好後，必須經過三天，才能開始砌牆。砌築前應將磚洒水濕透。砌時採用25#混合砂漿，同時砂漿必須飽滿。

(4) 撐壳子板：磚牆砌至規定高度後，即撐壳子板。壳子板應注意穩當和容易拆掉。在撐壳子板之前，應將攪拌器預先放在池內，否則以後就無法放進去了。壳子板撐好後，即按照圖樣扎鋼筋，扎時接頭必須扎牢，並應注意保護層，切不能使鋼筋露出混凝土的外面。

(5) 搗混凝土蓋板：蓋板厚約10公分，用140#混凝土搗制。在拌和混凝土時，必須掌握140#的配合比。在澆灌混凝土時，不要忘記將導氣喇叭搗入混凝土內；同時，澆灌後並應震搗密實。混凝土搗好後必須注意養護，在一星期內每天須洒水兩次，並用蘆席蓋好。殼子板一般應在10天左右才能拆除，如在冬天施工，為了防凍，應在兩星期以後才能拆除。

(6) 粉刷：沼氣池必須做到不漏水不透氣，能否達到這個要求，粉刷工程是個關鍵。因此在施工中應當注意這項工程，一般並要求五級以上的粉刷工人操作。其粉刷的方法：在磚牆部分最好粉三次，第一次用1比2.5的水泥砂漿括糙；第二次用1比2的水泥砂漿摻5%的避水漿粉1公分厚；第三次用1比1水泥砂漿粉0.5公分厚，粉後約1至2小時進行收漿磨光，並注意養護，防止乾燥太快發生裂縫。至於池底和池蓋，只粉兩次就行了。全部粉刷工程完成後，要養護一星期左右才能使用。在未使用前，要到池內檢查，如果發現裂縫，應將裂縫周圍的鬆動處打掉，重新補粉。

(7) 攪拌器：攪拌器必須用杉木，以便自由上浮，其接合處的木梢用硬木。全部木料最好塗上水柏油一層，如沒有這樣油料，不塗也可以。

(8) 木板蓋：木板蓋可利用殼子板的板料，面上最好刨光塗桐油一層，底面塗水柏油一層；板與板間的縫隙上加一板壓條，以免漏入雨水。在冬天，板蓋上必須鋪蓋稻草防寒保溫，否則會影響發酵，妨礙沼氣氣體的產生。

(9) 池子的大小：池子大小，要看製造沼氣多少決定，產生沼氣多少又要看池里盛裝原料多少決定。一般發酵池可盛裝的原料，只能以池子容積的四分之三計算。例如池的容積是100個立方公尺，只能以75個立方公尺裝發酵原料，上面要空25

个立方公尺，以便容納气体。每个立方公尺可裝2000斤原料，75个立方公尺可裝15万斤帶水的原料（其中风干的人畜糞等有机肥料，一般为五分之一，水占五分之四），共可产生沼氣1500个立方公尺，平均每天有50个立方公尺的沼氣可以利用。根据我省科学研究所的試驗，每25天补充五分之一的新原料，即可使沼氣繼續不断产生。根据民主德国的資料，发酵池里的肥料，在攝氏30度时开始分解，沼氣产生的过程可以連續到40至60晝夜以上。总的講，发酵池一般要比每天需要的沼气体积大一倍。

（10）門洞：根据浙江省的經驗，池子的进出口門洞不能太窄，以免畜糞、稻草、藁稈等塞住。为了施工省事，池壁要砌成方角，在出料口处，要砌成斜面，以便肥料能暢流出口。

（11）夾牆：沼氣要在攝氏20度以上才能发生，因此冬季发酵比較困难。为了克服这种困难，除用热水泡料下池外，最好还在池外挖砌一道夾牆，牆底砌一灶洞燒火，使烟順兩牆之間的夾溝流动，以增加池的溫度。

（12）池子造价估計：根据浙江和湖北兩省的經驗，30个立方公尺的小发酵池，需1000元左右。根据我省估計，由6个小池組合成240个立方公尺的大发酵池，造价不会超过1万元。这种发酵池每天可产生120个立方公尺的沼氣，如以20个立方公尺的沼氣用作农产品加工的动力，还有100个立方公尺的沼氣可用来发电，供2000盞电灯（15支光）照明之用；按每戶兩盞灯計算，可供1000个农戶照明之用。这样做，也只不过花1万多元买一部发动机和一部发电机就可解決問題了。在我省來講，除山区和半山区以水力发电为主外，其他地区特别是淮北平原和沿江圩区是非常适合用这种发酵池的。

为了降低成本，并保證工程的堅固，各地在建造发酵池

时，可采用我省水利厅提倡的办法，自行制造土水泥使用。其方法是，先用粘土塑成大小一致的长方块，放入窖内烧成红色的砖，然后把它打碎磨成粉末，再以70%的砖粉、25%的生石灰粉和5%的石膏粉混合均匀，即可代替水泥使用。

最后，必须指出：如果水泥工程一旦失败，就无法挽回了，因此在发酵池施工时，要有建筑技术人员配合进行，以免发生质量事故。

(二) 配料：根据浙江农学院试验研究的结果，以4分马粪和1分切碎的稻草混合，发酵最快，产生沼气最多；其次是人粪、牛粪、猪粪各占三分之一；再次是3分马粪和1分稻草混合；第四位是人粪、猪粪各占一半；第五位是2分马粪和1分稻草混合；第六位是用纯马粪；第七位是用纯猪粪；第八位是2分人粪和1分稻草混合；第九位是3分马粪和1分垃圾混合；最差的是用纯人粪和纯牛粪。因此，在我省淮北地区，最好多配用马、骡、驴等牲口粪，适量配用猪粪、人粪及少量麦秸等；淮南和沿江圩区，可按人粪、牛粪、猪粪各1分的比例配合使用。其他有机肥料，如河泥、草炭、杂草等也可酌量配合，但在选择河泥、塘泥时，应在经常有气泡发生的河沟里或池塘里捞取，用量不宜超过原料的十分之一。以上各种新鲜的未经风干的粪、草、塘泥等当中，水大约占90%，干的东西占10%，混合后需加2倍的水；但根据湖北省的资料，以100斤较干的粪料加85斤水的配合比例发酵较快，因此，加水多少不是个主要关键，但也值得继续研究。此外，为了适应纤维沼气分解细菌的需要，可加千分之一到千分之二过磷酸钙或千分之四的磷矿粉。如果这些原料配合后呈酸性反应，还要加少量（一般不超过千分之五）石灰除去酸性。如有硫酸铵，也可放入5斤左右，以满足沼气细菌需要。下料时应先将料和水搅匀