

沼气——户用沼气池池型

2008/9/20

兰州市生物和医药科技产业办公室 主办
客服电话：0931-8266411
Email: bec@bioenergy.cn
Copyright © 2005-2008 中国生物能源网

目 录

(一) 水压式沼气池 2

 1. 水压式沼气池供气原理（见图：水压式沼气池供气原理） 3

 2. 标准型水压式沼气池 4

 3. 设搅拌装置的水压式沼气池 5

 4. 曲流布料水压式沼气池 6

 5. 发酵液高位差自动循环水压式沼气池 9

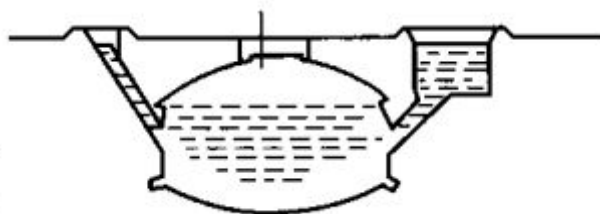
(二) 浮罩式沼气池 10

(三) 气袋式沼气池 11

沼气池的池型

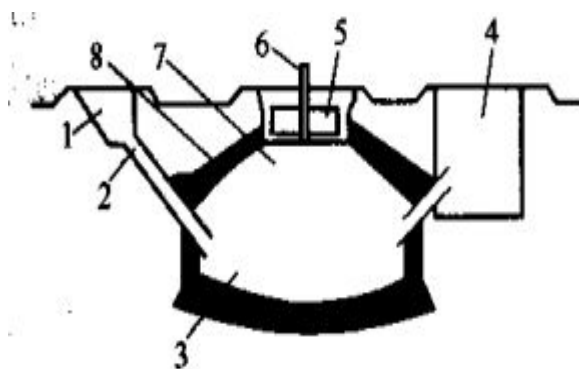
我国农村家用沼气池多采用半连续发酵工艺，主要的沼气池池型有水压式沼气池、曲流布料式沼气池、分离浮罩式沼气池等。

(一) 水压式沼气池



水压式沼气池示意图

水压式沼气池在国内得到了广泛应用，它主要由发酵间、进料管和水压间三部分组成。发酵间中的虚线表示下部固、液混合料液的液面，液面上的空间为储气室。在沼气池正常产气与向外供气过程中，这个液面的上下位置经常是变动的，即储气室的容积与料液所占的容积是相对变化的，但二者之和永远是发酵间的容积。



水压式沼气池结构示意图

1-进料口；2-进料管；3-发酵间；4-出料间（又称水压箱）；

5-活动盖板；6-导气管；7-储气室；8-沼气池体

当储气室中气体压力增大时，下面的一部分料液被挤入水压间（和进料管），液面下降；当储气室中气体压力减少时，水压间（和进料管）里的一部分料液又返回到

发酵间内，液面上升。发酵间、水压间和进料管，三者相当于一个“液体连通器”。

沼气发酵产生的沼气，由导气管疏松燃用器具，只有当沼气具备一定压力时，才能保证燃具的正常燃烧。水压式沼气池储气室的气压时靠水压间与发酵间的液面高度差来实现的，故称为“水压式”沼气池。两个液面的高度差值，即为储气室内以水柱高度表示的压力值。

水压式沼气池有以下几个优点：

- ①池体结构受力性能良好，而且充分利用土壤的承载能力，所以省工省料，成本比较低。
- ②适于装填多种发酵原料，特别时大量的作物秸秆，对农村积肥十分有利。
- ③为便于经常进料，厕所、猪圈可以建在沼气池上面，粪便随时都能打扫进池。
- ④沼气池周围都与土壤接触，对池体保温有一定的作用。

水压式沼气池形也存在一些缺点，主要如下。

- ①由于气压反复变化，而且一般在4~16千帕（即40~160厘米水柱）压力之间变化。这对池体强度和灯具、灶具燃烧效率的稳定与提高都有不利的影响。
- ②由于没有搅拌装置，池内浮渣容易结壳，又难于破碎，所以发酵原料的利用率不高，池容产气率（即每立方米池容一昼夜的产气量）偏低，一般产气率仅为0.15米³/（米³·天）左右。
- ③由于活动盖直径不能加大，对发酵原料以秸秆为主的沼气池来说，大出料工作比较困难。因此，出料的时候最好采用出料机械。

1. 水压式沼气池供气原理（见图：水压式沼气池供气原理）

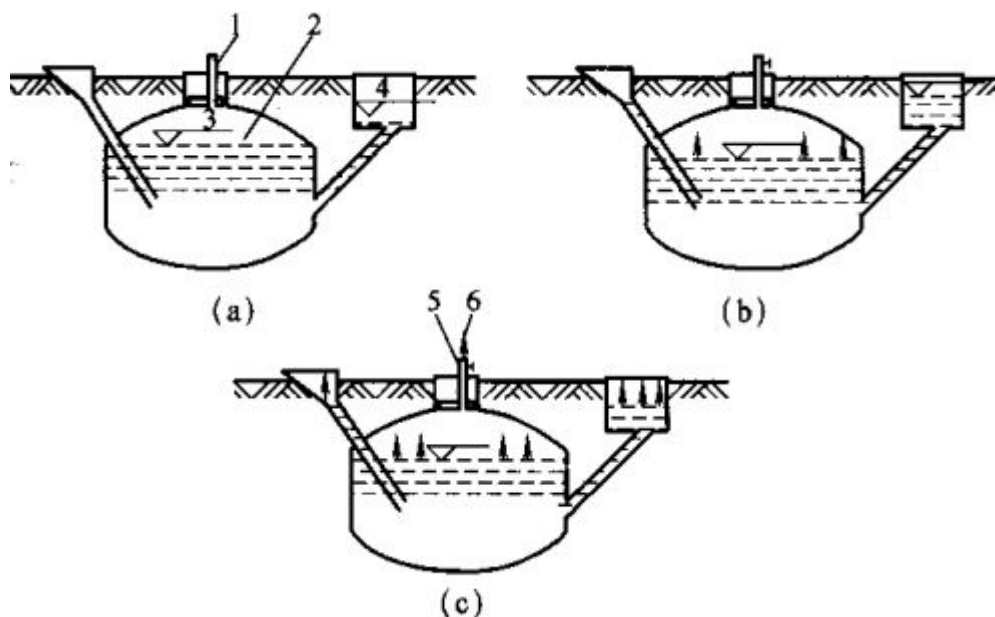
（1）产气前，见图一（a）。发酵原料未产气时，储气室内的气体没有压力，此时的发酵间液面、水压间液面和进料管液面处于统一水平面位置。

（2）产气不供气，见图一（b）。料液发酵产气，储存在储气室内，随着产气量的增多，压力升高，气体挤压发酵间的液面，迫使水压间（和进料管）液面上升，发酵间液面下降。气体的压力大小决定了液面的高差值。

（3）产气同时供气，见图一（c）。用气时打开阀门，随着储气室气体的减少，压力降低，水压间（和进料管）液面下降，发酵间的液面上升。当产气量与供气燃具的用气量相等时，发酵间液面与水压间（和进料管）液面，维持在一个相对稳定的高度差上。

当发酵液料不产气时，水压间（和进料管）的液面回落，同时发酵间的液面上升，

直到三个液面达到同一个高度的水平面为止。



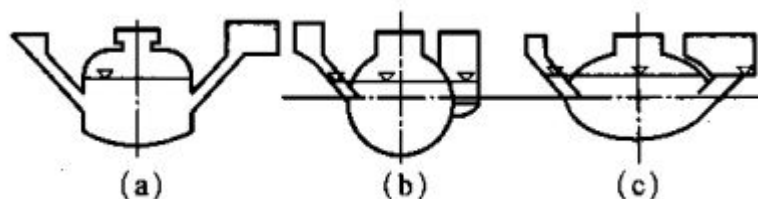
图一：水压式沼气池供气原理

(a) 产气前；(b) 产气不供气；(c) 产气同时供气

1-开关；2-储气室；3-发酵液面；4-水压间液面；5-导气管；6-沼气

2. 标准型水压式沼气池

标准池型见下图，即圆筒形、球形和椭球形。其中圆筒形沼气池 (a)，主要由圆筒形池身、削球壳池盖及池底的发酵间、进料管及圆形水压间三部分组成；球形沼气池 (b)，由球形发酵间、进料及矩形或扇形水压间三部分组成；椭球形沼气池 (c)，主要由椭球形发酵间、进料管及矩形或扇形水压间三部分组成。三种池型的共同特点是：储气室的发酵间内，发酵间容积分别为 4m^3 、 6m^3 、 8m^3 、 10m^3 ，用户可自己选定。水压间设计可分别按产气率 $0.15\text{m}^3 / (\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 、 $0.20 \text{m}^3 / (\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 、 $0.25 \text{m}^3 / (\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 、 $0.30 \text{m}^3 / (\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 酌情选择。

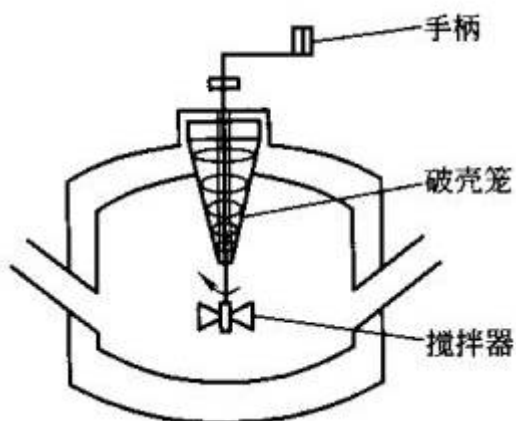


(a) 圆筒形沼气池；(b) 球形沼气池；(c) 椭球形沼气池

习惯上把水压间、出料口这部分称为出料间；把进料口、进料管这部分称为进料间。

3. 设搅拌装置的水压式沼气池

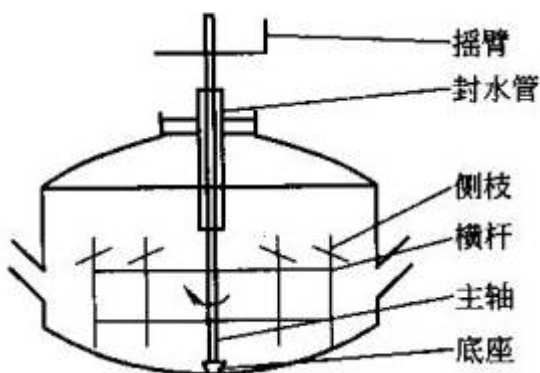
农村小型沼气池经常出现料液分层和结壳现象，这一直是困扰沼气用户的一大难题。分层后，原料液下面干上面稀，不利发酵，影响产气；结壳后，发酵产生的沼气不能顺利地进入储气室，而转向从水压间、进料口冒出，造成气源的浪费。下图所示水压式沼气池破壳搅拌装置，是对水压式沼气池的改进，以解决沼气池分层和结壳现象。它主要由两部分组成。



(1) 破壳笼。破壳笼用铁丝焊接而成。当沼气池的储气室内气压上升时，池内液面下降，液面的浮渣层由于受到破壳笼的阻拦而破裂；当储气室内气压下降时，池内液面上升，浮渣层同样受到破壳笼的作用而破碎。因此，破壳笼不仅具有自动破壳的功能，还具有防止浮渣堵塞导气管的作用。

(2) 搅拌器。搅拌器既可旋转又可上下移动。搅拌的主要目的是防止料液分层，使原料和接种物充分接触，增加微生物与原料的接触面，加快发酵速度，提高产气量。搅拌器也具有防止浮渣层积厚结壳的作用。

此种破壳搅拌装置结构简单、制作方便、造价低。经过两年使用，设有该设置的沼气池未发生料液结壳现象，可提高产气量 30% 左右。



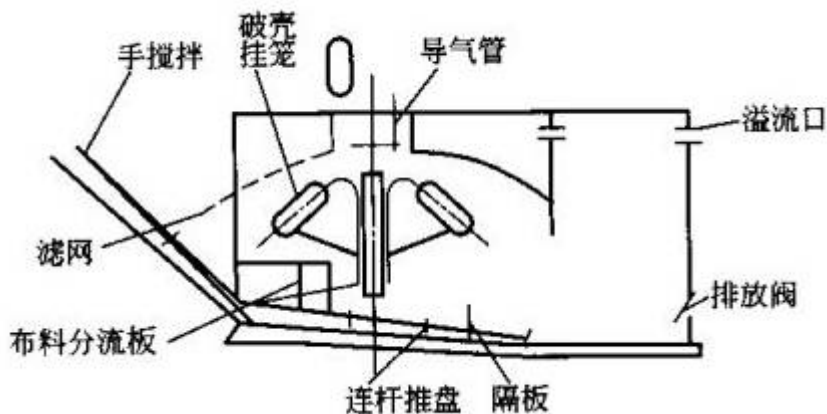
上图所示另一种水压式沼气池的搅拌装置。其安装与操作方法是：在浇筑池底时，将底座预埋在池底中心。在预制活动盖时，在活动盖中心预留一个 $\Phi 75\text{mm}$ 的小孔。投料前，先将主轴下端放入底座，把 2 根侧枝固定在主轴上，间距 300mm，再将 4 根侧枝固定在两根横杆上，这时安装人员出池。投料后，盖好活动盖，将封水管套在主轴上，用黏泥密封水管与活动盖小孔之间的间隙，然后淹水养护，安装完毕。沼气池运行期间，

每隔 3~5d 摇动一次摇臂，池内就不会结壳。如需大换料或维修沼气池时，先取出封水管，再揭开活动盖将其拆出。

4. 曲流布料水压式沼气池

曲流布料水压式沼气池推广使用效果良好。

曲流布料水压式沼气池结构简图如下图所示。



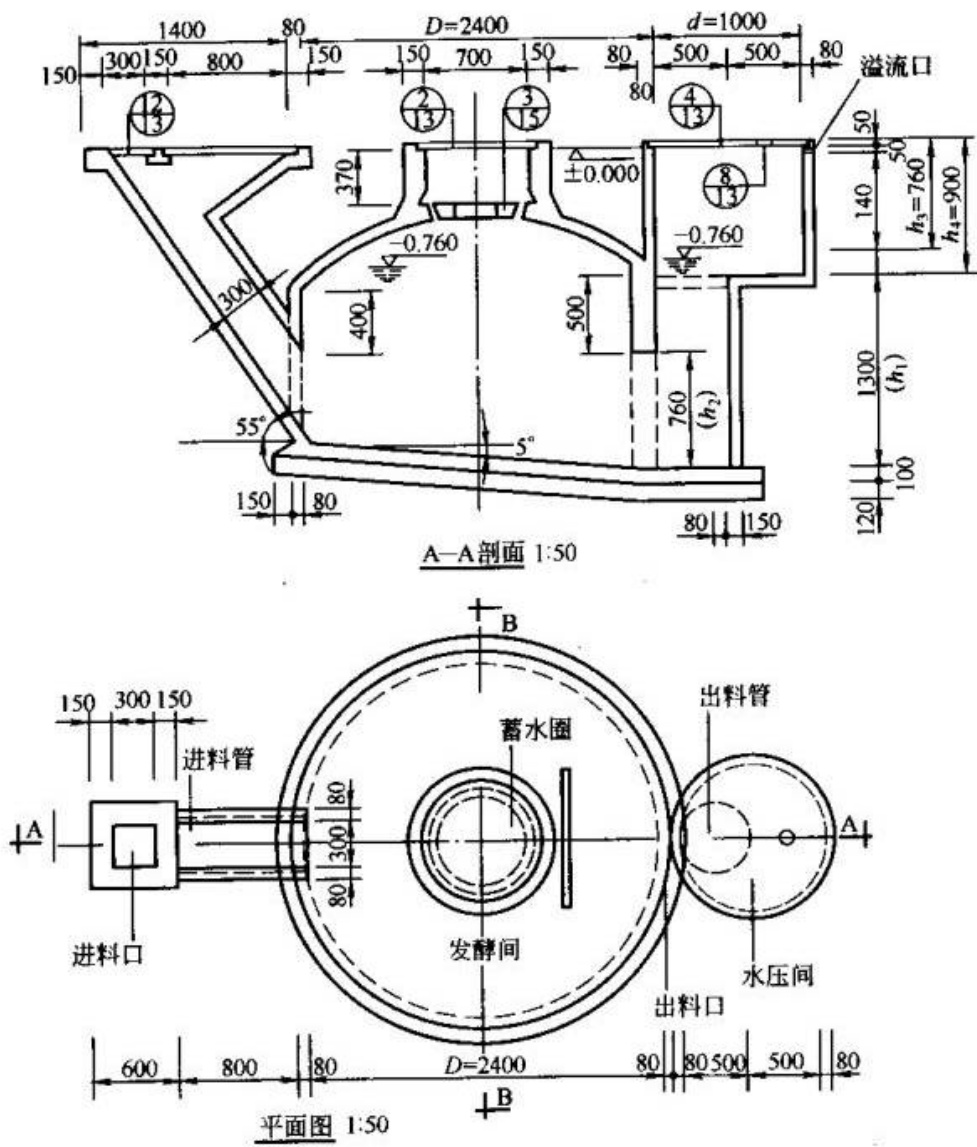
曲流布料水压式沼气池

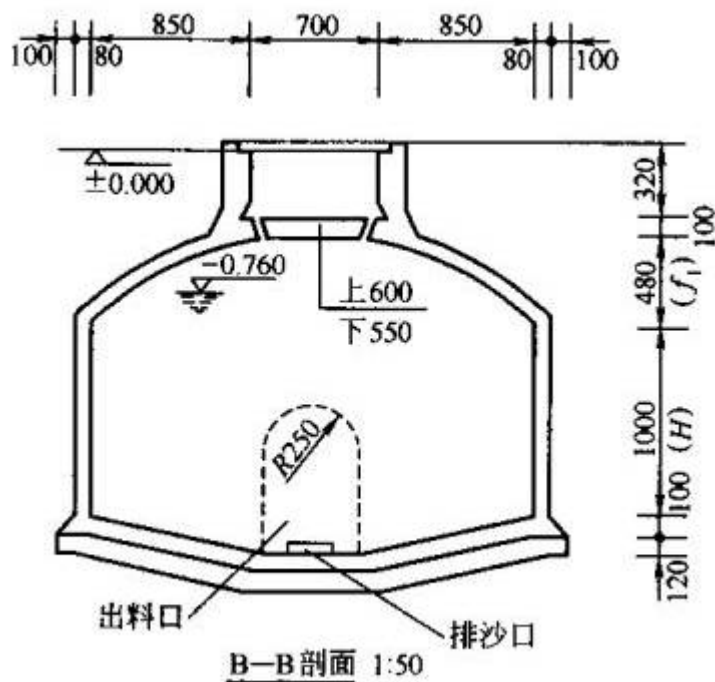
不同容积各部位尺寸表

主池容 积/ m^3	4			6			8			10		
产气率 /[$m^3/$ ($m^3 \cdot d$)]	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
水压间 有效容 积/ m^3	0.4	0.6	0.8	0.6	0.9	1.2	0.8	1.2	1.6	1.0	1.5	2.0
水压间 直径 d/mm	800	1000	1160	1000	1200	1400	1160	1400	1600	1300	1600	1800
主池直	2100			2400			2700			3000		

户用沼气池池型

径 D/mm				
主池矢高				
高	420	480	540	600
f_1 /mm				
出料管高度	1260	1300	1340	1380
h_1 /mm				
池墙出口高度	760	800	840	880
h_2 /mm				





6 立方米曲流布料沼气池池型图

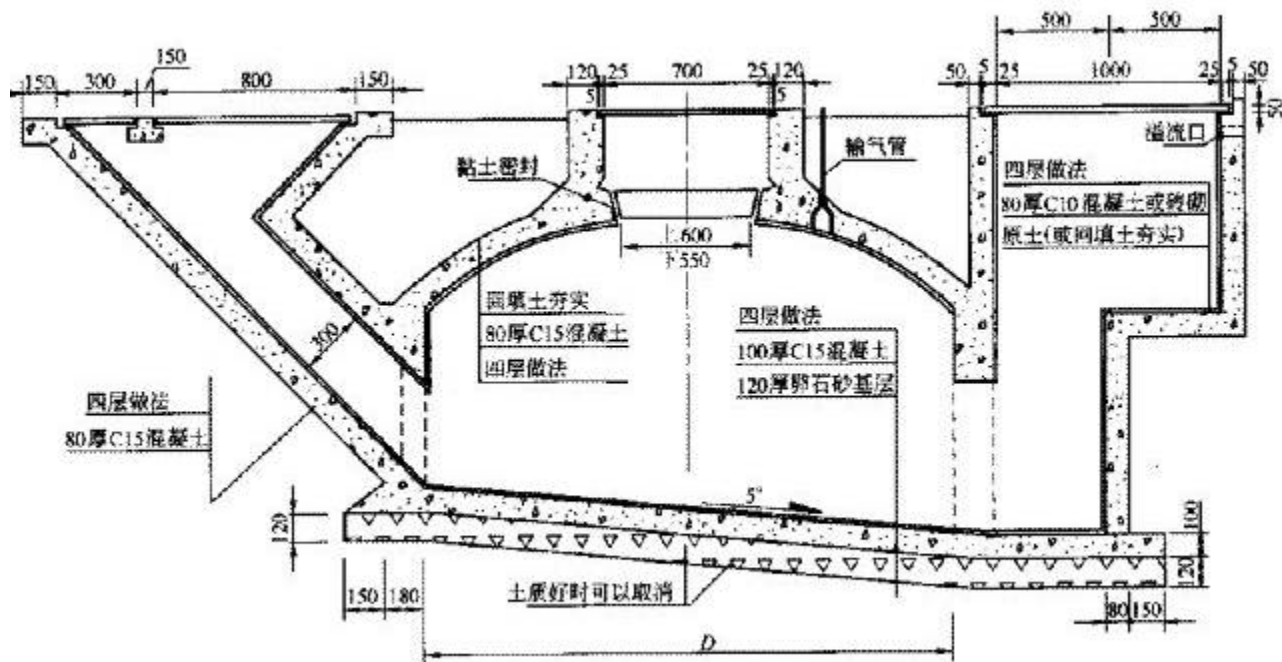
发酵原料入池前先经进料口喉部滤网过滤，进入池内经分流板进行半控或全控进行布料，目的是要形成多路曲流使原料充分与污泥接触。池底呈斜坡，在坡面设隔板阻流，保留一定量的污泥。在池拱中央设伞架型破壳挂笼进行破壳。手动搅拌杠杆操纵伞架挂笼破壳，同时带动底部连杆推盘推出沉积物，在出料间底部设有排放阀。

据实测，6 立方米曲流布料池，一年产气可达 1692.6 立方米；池容最高产气率达 $0.98 \text{ m}^3 / (\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ，相当与圆筒形普通水压池产气量的 3~5 倍。

下图为曲流布料沼气池构造详图：

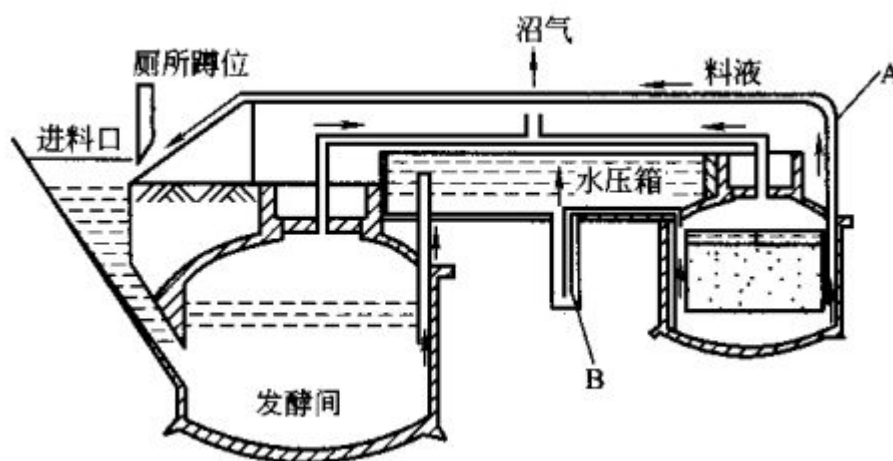
特点：池底由进料口向出料口倾斜，池底部最低点在出料口底部，在倾斜池底的作用下，形成流动推力，实现主发酵池进出料自流；能够利用外力连动搅拌装置或内部气压进行搅拌，防止料液结壳；采用连续发酵工艺，发酵条件稳定；池型结构合理，原料进入池内由分流板进行半控或全控式布流，充分发挥池容负载能力，池容产气率高；造价低廉，自身耗能少；操作简单方便，容易推广。

适用范围、条件：该池适用于经济条件好，原料丰富（日进料量 100 千克），耗能大的养殖业发达地区，要求家庭成员有一定的文化技术知识，特别适用于能够进行科学管理的养殖专业户、科技户或要求建设高档沼气池的农户。



5. 发酵液高位差自动循环水压式沼气池

(1) 基本结构：如下图所示，该池又一个标准常规水压式沼气池和一个挂有软填料做菌床的生物滤池组成，两池零压液面一高一低，并共用一个水压箱，水压箱的底部与高位池零压液位标高相同。低位池出水管口高出水压箱底，出口与其最高储液位平齐。进料口与水压箱顶平齐。高位池出水管为一U形管A，通往厕所蹲位及猪舍地面。水压箱底部有一U形管B，通往高位池。



发酵液高位差自动循环水压式沼气池

(2) 循环过程。沼气池正常运行时，一旦停止供气，低位池的发酵液一部分被沼气挤压进入水压箱；高位池的一部分发酵液通过U形管A，被护送到厕所蹲位或猪舍地

面与粪便一起流入进料口。当向用户供气时，由于高位池液面低于水压箱液位，水压箱的发酵液便通过 U 形管 B 回流到高位池，从而实现自动循环。

(3) 特点。这种形式的沼气池和发酵工艺流程，能很好地满足沼气微生物类群所需的生长繁殖条件，具有许多独特的优点。

①用水压箱作发酵原料堆沤池，使原料在好氧的条件下，加速产酸菌的分解，促进对原料的液化产酸。发酵后的酸液自动入池，沉渣留下，解决了沉渣入池出料难的问题，同时，好氧发酵产生的热量，有利于沼气池的增温和保温。

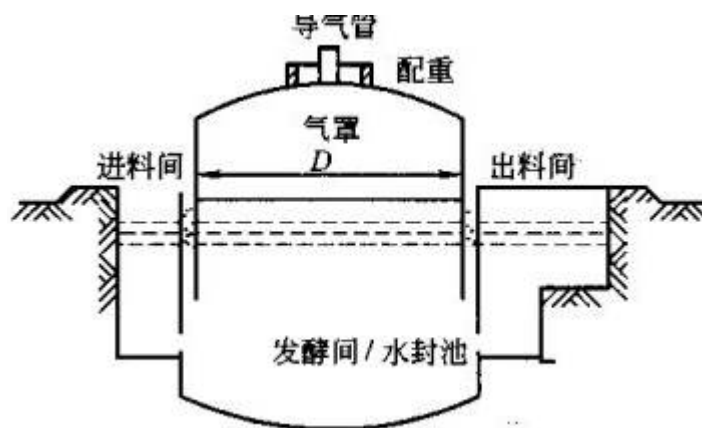
②高位池设置的软填料作为厌氧池内的生物载体，能起到富集菌种、促进沼气发酵速度、提早产气、提高产气量的作用。

③料液自动循环能起到搅拌发酵液的作用，提高产气量，防止液面结壳等。

④可利用循环发酵液冲刷与沼气池相结合的厕所蹲位及猪舍的地面，同时可作为预处理池的接种物，促进发酵，节约用水。

(二) 浮罩式沼气池

浮罩式沼气池是将发酵间产生的沼气由沉浮式气罩储存起来，按其结构，可分为直接储气浮罩式沼气池（图一）和分离储气浮罩式沼气池（图二）。



图一：直接储气浮罩式沼气池

浮沉式沼气池由水封池和气罩两部分组成。当沼气向上压力大于气罩自重和配重时，气罩便沿水封池内壁的导向轨道（或升降轴）上升，直至平衡为止；当用气时，罩内气压下降；气罩也随之下沉。

浮罩式沼气池的特点是：罩内沼气压力基本稳定，压力大小取决浮罩内筒横截面积与浮罩的自重和配重，易适应沼气发酵工艺要求（指压力大小）和燃烧器的性能；建池

和出渣容易；但保温性能不如水压式沼气池。分离储气罩式沼气池克服了这个问题。用金属制造的浮罩容易锈蚀。

图一中浮罩内沼气压值，如果不考虑浸在料液中浮罩壁所受的浮力（浮罩壁比较薄），可用下式计算：

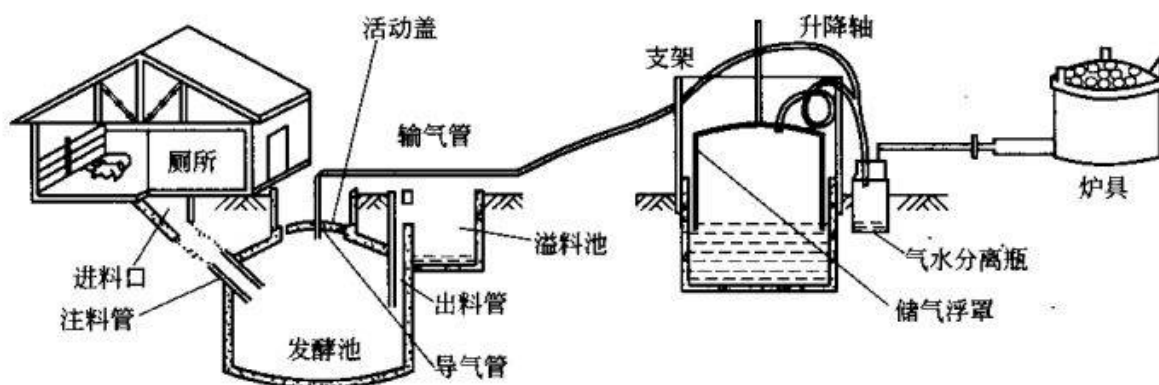
$$p = \frac{G}{\frac{\pi D^2}{4}} \times 1000 = 1274 \times \frac{G}{D^2}$$

式中：p——沼气压值（ cmH_2O ）（ $1\text{cmH}_2\text{O} = 98.0665\text{Pa}$ ）；

G——浮罩及其配重的质量（kg）；

D——圆筒形浮罩内直径（cm）；

1000—— $\text{kgf}/\text{cm}^2\text{H}_2\text{O}$ 换算的系数。

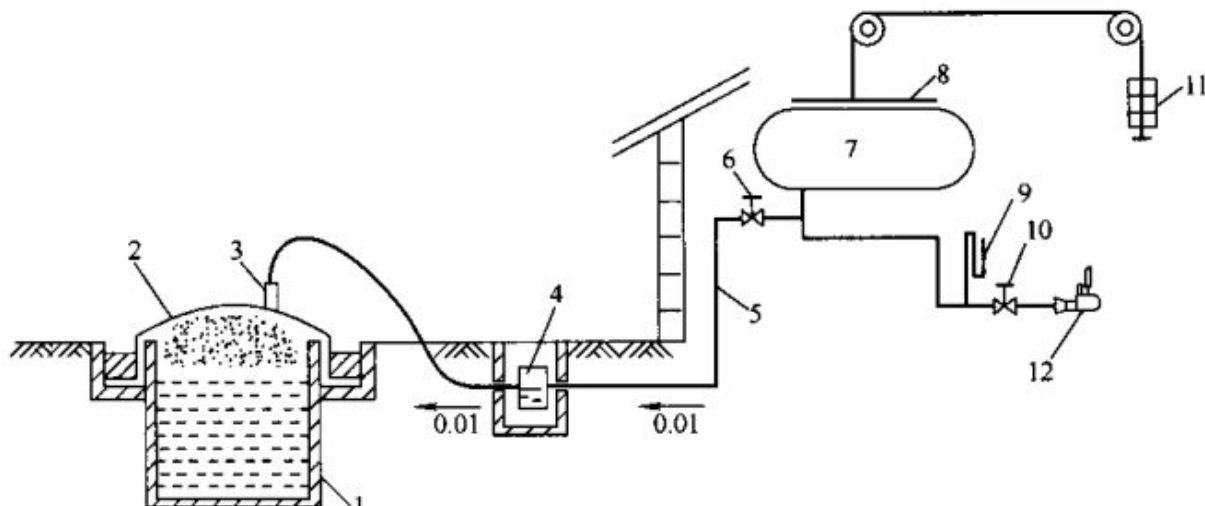


图二：分离储气浮罩式沼气池及配套设施

（三）气袋式沼气池

气袋式沼气池如下图所示，发酵间没有储气部分，发酵间所产生的沼气直接输入储气袋（用聚氯乙烯薄蜡和橡胶加工）储存起来，其余构造与水压式沼气池基本相同。

气袋式沼气池的主要特点是：池内沼气压值较低，有利于发酵和产气，对沼气池防渗漏要求不高；沼气池料液容积基本不会随沼气的多少而变化；目前气袋材料价格较贵，但容易老化，影响使用寿命；由于气压较低，家庭使用不便，对于动力用能的大、中型沼气池较为适宜；对防火要求较高。



气袋式沼气池及配套设施

1-沼气池；2-红泥塑料膜；3-导气管；4-集水器；5-输气管；6、10-开关；7-储气袋

8-加压重块；9-压力计；11-调压砣；12-灶具