

沼气——大中型沼气工程的设备

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) 固定格栅、水力筛网和格栅过滤机的特点及选用条件 2

 1. 固定格栅 2

 2. 水力筛网 2

 3. 格栅过滤机 3

(二) 布料系统特点及适用条件 3

 1. 配水孔口负荷 3

 2. 进水分配系统 4

 3. 配水管道设计 6

(三) 厌氧消化器的搅拌装置 6

(四) 固液分离机特点及选用条件 9

 1. 离心分离机 9

 2. 挤压螺旋分离机 10

(五) 带式过滤机 11

(六) 沼气的收集设施 12

(七) 沼气输配气系统 13

 1. 压力表 13

 2. 脱硫器 13

 3. 集水瓶 14

(八) 贮气罐 15

(九) 沼气使用装置 17

 1. 沼气炊事用具 17

 2. 沼气灯 18

 3. 沼气饭锅 20

 4. 沼气热水器 21

大中型沼气工程的设备

（一）固定格栅、水力筛网和格栅过滤机的特点及选用条件

1. 固定格栅

在小型畜禽场沼气与废水处理系统中可采用固定格栅，在粪水沟进入集粪池之前安装固定格栅，栅条间距一般为 15~30mm，用以在粪水进入集粪池和水泵前拦截较大的杂物。格栅一般可采用不锈钢材料，并且制成可移动式以便于清洗。

2. 水力筛网

筛滤是以机械处理为主的常用的固液分离方法，它是物理分离方法，是根据发酵物料的粒度分布状况进行固液分离的方法。大于筛网孔径的固体物留在筛网表面，而液体和小于筛网孔径固体则通过筛网流出。物料中固体物的去除率取决于筛孔大小，筛孔越大则去除率越低，但这种筛网不容易堵塞，清洗次数少；反之，筛孔小则去除率高，但易堵塞，清洗次数多。目前常用的是全不锈钢楔形固定筛，在适当的筛距下固体物去除率高、不宜堵塞、而且结构简单且运行稳定可靠，因此成为畜禽养殖场污水处理沼气工程中首选的固液分离设备。

在养猪场废水处理沼气工程项目中，全不锈钢楔形的固定式水力筛较适用于处理猪粪水，但其长度通常使用的水力筛需增加，即增加猪粪水在格栅上的过流时间以保证充分的分离。水里筛网的规格如下表所示。

水力筛的规格和性能

型号	筛出物直径/mm	有效过滤面/ m^2	处理能力/ (m^3/h)	外形尺寸/mm	备注
SW-1200	0.3~0.5	3.2	30~100	1220×1982×2810	全不锈钢
SW-2400	0.3~0.5	6.4	60~200	2420×1982×2810	全不锈钢

全不锈钢楔形固定水力筛的安装角度为 60° ，在万头猪规模的养殖场沼气工程中可使用一台 SW-1200 型水力筛，在万头规模猪场中可按照需要并联配置。

3. 格栅过滤机

本设备与水力筛网相似，同属固定平面式水力筛网，其规格和性能见下表。

格栅过滤机性能

型号	筛出物直径 /mm	有效过滤面 / m^2	处理能力/ (m^3 /h)	外形尺寸/mm	备注
GG-1800	0.3	2.96	40~80	1750×1890×1950	全不锈钢

使用格栅和筛网的共同不足之处是容易堵塞，需要在每次使用完成后清洗，以保证筛孔的通畅。造成堵塞通常有以下三种情况。

(1) 栓塞。塞物的形状、大小正好与筛网相同而引起的堵塞。

(2) 架塞。主要是由一些比筛网间隙细的粒子或细的粒状物相互聚集，在筛网表面筑起一层壁或膜而引起的堵塞。

(3) 内塞。指虽然能通过筛网间隙，但因不能顺利脱离而附着在筛网的反面而引起的堵塞。

堵塞可能是单一原因造成的，也可能是由多种原因造成的。一般来说，筛网间隙越小就越容易形成堵塞。

(二) 布料系统特点及适用条件

在厌氧处理领域应用最为广泛的是 UASB 反应器，所以主要介绍 UASB 反应器的布料系统。其结果也可以作为其他反应器的参考，例如，流化床和 UASB 都有三相分离器，UASB 和厌氧滤床对于布水的要求也是一致的。UASB 反应器布料系统的设计主要包括配水孔口负荷、进水分配系统和配水管道三个方面的内容。

1. 配水孔口负荷

进水点服务的最大面积应根据实验研究结果得出，对于 UASB 反应器，Lettings 建议在完成了启动之后，每个进水点负担 $2.0\sim 4.0 m^2$ 就足以获得较满意的去除效率。但是在温度低于 20°C 或低负荷情况下，产气率较低并且污泥和进水的混合不充分时，需要较高密度的布水点。对于城市污水，De Man 和 Van der Last (1990) 建议最佳负荷应为 $1.0\sim 2.0 m^2/\text{孔}$ 。下表是 Lettings 等根据 UASB 反应器的大量实验结果整理得出的进水管负荷。

采用 UASB 处理主要为溶解性废水时进水管口负荷

污泥典型	每个进水口负荷/ m^2	负荷/[kgCOD/ ($m^3 \cdot d$)]
颗粒污泥	0.5~1	2.0
	1~2	2~4
	>2	>4
凝絮状污泥 >40kgDS/ m^3	6.5~1	<1.0
	1~2	1~2
	2~3	>2
中等浓度絮状污泥 120~40kg/ m^3	1~2	1~2
	2~5	>2

2. 进水分配系统

进水分配系统的合理设计对 UASB 反应器的良好运转是至关重要的，进水系统兼有配水和水力搅拌的功能，为了保证这两个功能的顺利实现，需要满足如下原则：

- ①确保单位面积的进水量基本相同，以防止短路等现象发生；
- ②尽可能满足水力搅拌需要，保证进水有机物与污泥迅速混合；
- ③很容易观察到进水管的堵塞；
- ④当堵塞被发现后，很容易被清除。

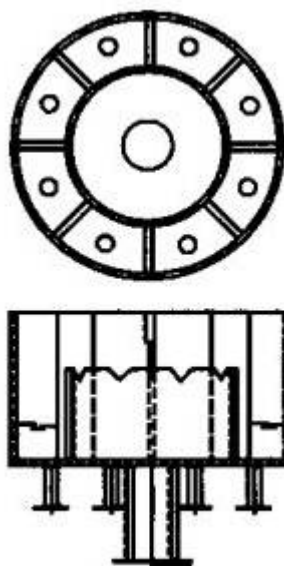
在生产装置中采用的进水方式大致可分为间歇式（脉冲式）、连续式、连续与间歇相结合等方式；从布水管的形式分，有一管多孔、一管一孔和分支状等多种形式。

(1) 连续进水方式（一管一孔）

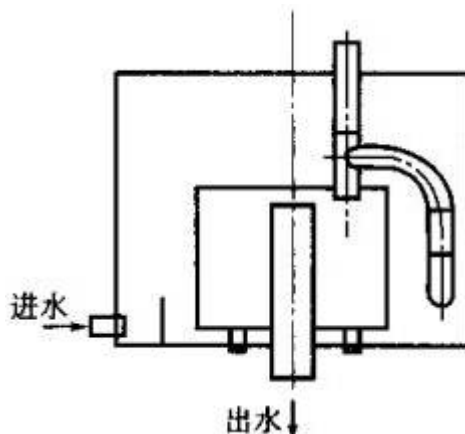
为了确保进水均匀分布，每个进水管线仅仅与一个进水点相连接，是最为理想的情况。如图一所示。为保证每一个进水点的流量相等，建议用高于反应器的水箱（或渠道式）进行分配，通过渠道或分配箱之间的三角堰来保证等量的进水。这种系统的好处是容易观察到堵塞情况。

(2) 脉冲进水方式

我国与国外的 UASB 反应器相比最为显著的特点就是较多采用脉冲进水方式。有些研究者认为脉冲方式进水，使底层污泥胶体进行收缩和膨胀，有助于底层污泥的混合。图二为北京环境保护科学研究院采用的一种脉冲布水器的原理图，该系统借鉴了给水中虹吸滤池的布水方式。



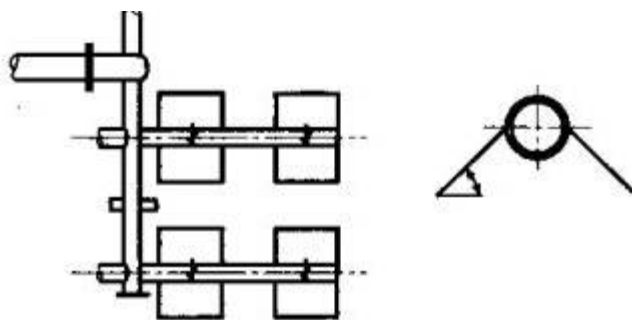
图一：一管一孔配水方式



图二：脉冲配水方式

(3) 一管多孔配水方式

采用在反应器池底配水横管上开孔的方式是布水，为了配水均匀，要求出水流速不小于 2.0m/s，这种配水方式可用于脉冲进水系统，如下图所示。一管多孔式配水方式的问题是容易发生堵塞，因此，应该尽可能避免在一个管上有过多的孔口。



分支（或一管多孔）配水方式

(4) 分支式配水方式

这种配水系统的特点采用较长的配水支管增加沿程阻力，以达到布水均匀的目的，如上图所示。根据笔者的实践，最大的分支布水系统的负荷面积为 54m^2 。大阻力系统配水均匀度好，但水头损失大；小阻力系统水头损失小，如果不影响处理效率，可减少系统的复杂程度。

3. 配水管道设计

对重力布水方式，污水通过三角堰进入反应器时可能吸入空气，从而对产甲烷菌产生抑制作用；如果进入大量气体，还可能与产生的沼气混合形成可爆炸性危害的混合气体；气泡太多还可能会影响沉淀功能，因为在管道中，直径大于 2.0mm 的气泡在水中以大约 $0.2\sim 0.3\text{m/s}$ ，可最大限度地避免超过 2mm 直径的空气泡进入反应器，这样可以保证液体在管道垂直部分下降过程中，直径大于 2.0mm 的气泡完全逸出，这样还可以避免气阻；同时，在反应器底部用较小直径配水管，以使液流形成高流速产生较强的扰动，使进水与污泥之间混合加强。

污水中存在大物体可能会堵塞进水管，设计良好的进水系统要求可以疏通堵塞；对于压力流采用穿孔管布水器（一管多孔或分支状）的，则需要考虑设液体反冲洗或清堵装置，也可采用停水分池分段反冲；采用一管多孔布水管道，尾端最好兼做放空管和排泥管，以利于消除堵塞；采用重力流布水方式（一管一孔）的，如果进水水位差仅仅比反应器的水位稍高（水位差小于 10cm ）则会经常发生堵塞，当水箱中的水位（三角堰的底部）与反应器中的水位差大于 30cm ，则很少发生这种堵塞；无论采用哪一种布水方式，尽可能少采用弯头等非直管。

（三）厌氧消化器的搅拌装置

在生物反应器中，生物化学反应是依靠微生物的代谢活动进行的，这就要求微生物不断接触新的食料。在分批投料发酵时，搅拌是使微生物与食物接触的有效手段；而在连续投料系统中，特别是对于高浓度且产气量大的原料，在运行过程中由于进料和产气时的气泡形成和上升所造成的搅拌，构成了食料与微生物接触的主要动力。

适当搅拌可促进反应，频繁搅拌则容易产生沉淀和料液分层等问题，反而对反应不利。

首都师范大学对分批投料系统的搅拌作用进行了研究，采用每天搅拌 2 次，每次 15min 。其结果表面搅拌对发酵开始阶段增加产气量效果明显，前 5d 可增加产气量 30%

左右。随着发酵天数的延长，累计产气量则基本相同（如下表）。这说明，只有当底物充足，不存在产气率限制因素时，搅拌才能起到加快反应的作用。

搅拌对分批投料发酵产气量的影响

搅拌方式	发酵 5d		发酵 10d		发酵 20d		发酵 31d		每克物质产气量/ (mL/g)
	产气量 /L	以无搅 拌为对 比的比 率/%	产气量 /L	以无搅 拌为对 比的比 率/%	产气量 /L	以无搅 拌为对 比的比 率/%	产气量 /L	以无搅 拌为对 比的比 率/%	
上部搅 拌	16.6	131	28.8	108	48.1	103	56.0	100	311
下部搅 拌	16.3	128	29.8	110	48.9	105	57.5	103	319
上下部 搅拌	17.7	139	29.8	112	49.1	106	57.8	103	321
对照 (无搅 拌)	12.7	100	26.7	100	46.1	100	56.0	100	311

另一方面，在搅拌中还存在混合强度问题。缓慢和剧烈搅拌可以产生完全不同的效果，这是因为搅拌强度会改变微生物的生长环境。一般认为产甲烷菌的生长需要相对宁静的环境，这可能是由于在厌氧消化过程中产甲烷菌和产氢产乙酸菌以互营联合关系存在于有结构的污泥中，有利于种间氢转移，使沼气发酵的进行有较高的效率。当剧烈搅拌时，将污泥结构破坏，使互营菌分离，不利于种间氢转移，反而使沼气发酵效率降低。

消化器的搅拌一般有以下四种方式。

(1) 水泵循环搅拌

水泵循环搅拌设备简单、维修方便、比较适合我国的国情。为了使消化液完全混合需要加大的流量，根据经验，1 m³有效池体积搅拌所需的功率为 0.005kW。在一些消化器内还设有射流器，由水泵压送的混合液经射流器喷射，在喉管处造成真空，吸进一部分池中的消化液，形成较为强烈的搅拌。

①泵搅拌

设计包括循环管路的布置、确定管道直径以及选择水泵。为了防止堵塞，管径应不小于 150mm。确定管径之后即可计算循环搅拌的阻力损失，根据阻力损失和循环流量选用搅拌泵。常采用污泥泵作为搅拌泵，泵数应不小于 2 台，其中一台备用。

②水射器搅拌

设备的设计包括水射器构造尺寸的计算和配套水泵的选择及污泥循环管路的布置。

水射器的配套水泵采用污水泵，扬程要求 15~20m，引射流量与抽吸流量之比一般为 1:3~1:5。水射器的工作半径在 5m 左右，当消化器直径超过 10m 时，应考虑设若干水射器。此方法的缺点是电耗较大，一般为 $1.0\sim 1.5\text{kW}\cdot\text{h}(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 。

(2) 机械搅拌

机械搅拌就是在池内设有叶轮或透平进行搅拌，所需的功率为 $0.0065\text{kW}/\text{m}^3$ 。

螺旋桨搅拌设备的设计包括缺点竖向导流管尺寸、螺旋桨直径和转速以及配套的电机的功率和选型。

当螺旋桨直径计算值超过 1m 时，可考虑设若干个螺旋桨。

(3) 沼气搅拌

利用压缩机循环沼气进行搅拌，所需的功率为 $0.005\sim 0.008\text{ kW}/\text{m}^3$ 。这种搅拌方式可以提高沼气产量，国外一些大型污水处理厂多采用这种搅拌方式。

采用沼气循环搅拌方法的设计内容包括确定搅拌所需的循环沼气体积、沼气管道系统的布置及其管径的确定和气体压缩机的选择。

(4) 生物能搅拌

沼气池产气后，位于集气罩下部发酵原料所产生的沼气，汇集于集气罩内，当沼气汇集到一定数量，罩内气压大于发酵池内气压，或者使用沼气使发酵池内气压降低时，集气罩内具有一定压力和能力的沼气定向、集中从导流槽释放，形成旋转气流，冲击池内上层料液，引动底层料液，从而使发酵池内的料液得到均匀搅拌。

采用生物能搅拌装置的厌氧发酵设备，利用生物能搅拌装置和挡板，既能使发酵液均匀搅拌，又增加了厌氧菌群的密度。它克服了现有设备存在的易腐蚀、密封性差、搅拌不均匀、维修困难、带出厌氧菌群多、易堵塞、辅助设备多等缺点，且设备结构简单，不外加动力，运行稳定，搅拌连续，提高了发酵速度，已应用于南阳酒精总厂的污水厌氧消化处理。

(四) 固液分离机特点及选用条件

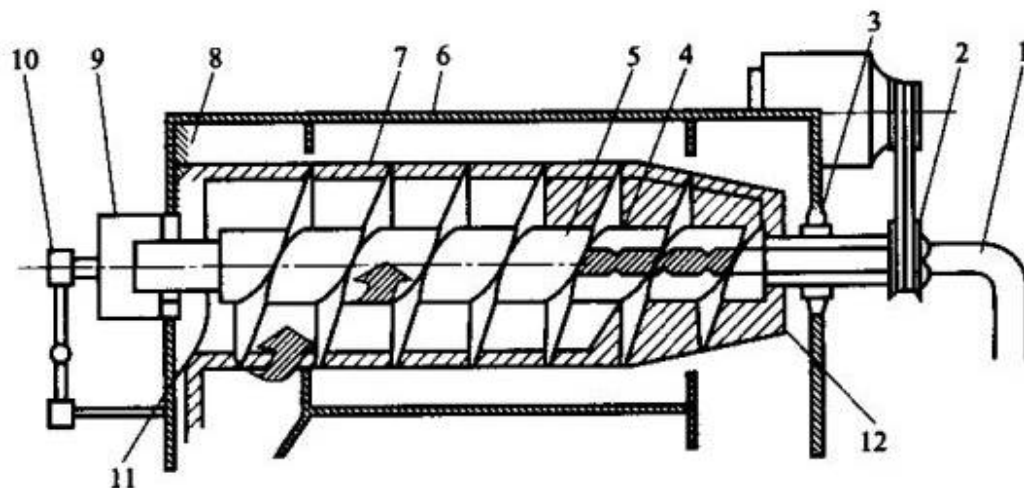
目前固液分离机的主要类型有离心式和挤压螺旋式两种。

1. 离心分离机

离心分离的原理实际上就是重力沉降。悬浮于废水中的固体粒子，因为比水的密度微高，在重力作用下经过一段时间后沉降于底部。当固体密度差增大时，这些颗粒沉降更快。在加速度作用下，沉降效果更加明显。因此，当把混合悬浮液旋转时，即使仅有些微密度差异的颗粒也会比较容易被分离出来。离心分离机就是一种通过提高加速度来达到良好固液分离效果的固液分离设备，但需要消耗大量的电能，因而运行成本大大增加。卧式离心分离机是一种典型的离心沉降设备，可用于畜禽场粪水的固液分离，当猪粪水中的含固率为 8% 时，TS 的去除率可达到 61%。

卧式离心分离机主要用于分离格栅和筛网等难以分离的、细小的及密度小又与污水中悬浮物密度及其相近的 SS 成分。为此，卧式离心分离机的转速常达到每分钟几千转，因而需要足够动力和耐高速的机械强度。卧式离心分离机动力消耗大，运行费用高，而且还存在着专业维修保养的难题。

一种卧式离心分离机的技术参数见下表，其原理图如下图所示。



卧式分离机原理图

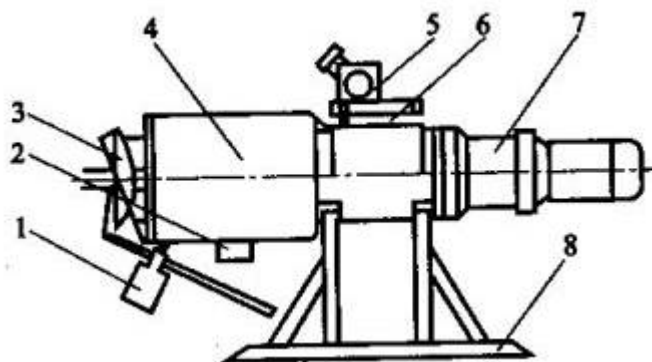
- 1-进料管；2-三角皮带轮；3-右轴承；4-螺旋输送器；5-进料孔；6-机壳；7-转鼓；
8-左轴承；9-行星差速器；10-过载保护装置；11-溢流孔；12-排渣孔

LW (B) 卧式离心分离机的技术参数

参数 型号	LW380×1140-D
转鼓形式	柱锥
转鼓直径×长度/mm	380×1140
转鼓 最高转速/ (r/min)	3500
转速 工作转速 (r/min)	2200~3200
混合液处理量/ (m^3 /h)	5~9
最大排渣能力/ (kg/h)	750
电机功率/kW	18.5
主机重量/kg	2200
外形尺寸/mm	2400×1000×640

2. 挤压螺旋分离机

挤压式螺旋分离机是一种较为新型的固液分离设备，其结构如下图所示。



LJG-1 型螺旋挤压式固液分离机示意图

1-配重块；2-出水口；3-卸料装置；4-机体；5-振动电机；

6-进料口；7-传动电机及减速器；8-支架

粪水固液混合物从进料孔被泵入挤压式螺旋分离机内，安装在筛网中的挤压螺旋以 30r/min 的转速将要脱水的原粪水向前携进，其中的干物质通过与在机口形成的固态物质圆柱体相挤压而被分离出来，液体则通过筛网筛出。经处理后的固态物含水量可降到 65%以下，再经发酵处理，掺入不同比例的氮、磷、钾，可制成高效广谱的复合有机肥，是蔬菜园区的专用肥料。

挤压式螺旋分离机工作效率的高低取决于原粪水的贮存时间、干物质含量、原粪水

的黏性等因素，其平均效率为：猪粪水每小时处理量约为 20 m^3 ，牛粪水每小时处理量为 10 m^3 ，鸡粪水每小时处理量约为 7 m^3 。

挤压式螺旋分离机的优点是效率较高，分离出的干物质含水量较低，结构简单，维修保养简便。但其最重要的缺陷是，在分离以前需要将原粪水用搅拌器搅拌均匀，从而使粪水中大量的固态有机物溶解在水中，这使得废水的后处理变得异常困难，最终处理出水达不到排放标准。因此挤压式螺旋分离机仅仅适用于生产沼气而对最终废水排放没有要求的场合。LJG-1 型固液分离机的主要技术参数如下表所示。

LGJ-1 型挤压式螺旋分离机主要技术参数

内容	猪粪水	牛粪水	鸡粪水	备注
分离值/ (m^3/h)	18	8	6	分离值与原料有关
筛网缝孔径/mm	0.75~1.0	0.75~1.0	0.5~1.0	
装机量容量/kW	4	4	4	
分离后固态物含水率/%	≤ 65	≤ 65	≤ 65	

螺旋挤压式固液分离机的附属配件有：①防堵塞污泥泵（功率 4Kw）；②污泥搅拌机（功率 4kW）；③配电箱；④配套管道及污泥泵、提升装置。

（五）带式过滤机

带式过滤机包括辊压型和挤压型两种。

DYQ 型带式压榨过滤机由选择混合器、若干个不同口径的辊筒以及滤带组成。

污泥经过投加凝聚剂在旋转混合器内进行充分混合后流入重力脱水段，这时污泥已失去流动性，再经“楔”形压榨段，一方面使污泥平整，另一方面受到轻度压力，使污泥再度脱水，然后喂入“S”形式榨段，污泥被夹在上、下两层滤带中间经若干个不同口径的辊筒反复压榨，造成剪切，促使滤饼进一步脱水，最后通过刮刀将滤饼刮落，而上、下滤带进行冲洗重新使用。

下面分别介绍该过滤机的各个部件。

（1）旋转混合器（污泥混合器）的作用是使污泥与凝聚剂进行充分混合反应。根据污泥性能和流量可自由调节旋转混合器的旋转速度，使之达到最适宜的凝聚状态。

（2）重力脱水段分为第一层和第二层，在两层重力脱水段之间设有反转机构。污

泥依靠本身重力作用在第一层重力脱水段脱去大量水分后，经反转机构落到第二层，进一步脱水而失去流动性。

(3) “楔”形压榨段由若干个不同口径的辊筒分上、下两层组成，下层辊筒是固定的，而上层辊筒以辊轴板连成一整体，根据加压大小，可以随意调节上层辊筒辊轴板高度，使之与下层辊筒形成“楔”空，致使污泥受压而脱水。

(4) “S”形压榨段由若干个不同口径辊筒组成，在滤带张紧作用下，使之做“S”形的包绕挤压，辊筒口径由大渐渐变小，形成一定的压强梯度，即压强逐渐增大，而最终可获得最低含水率的滤饼。

带式过滤机的特点如下：

(1) 滤饼含水率低

由于应用了高分子絮凝剂和本机的特殊机构，使污泥滤饼的含水率比其他污泥脱水机的含水率低 5%~15%。

(2) 污泥处理能力大

由于本机连续运行，重力脱水部分长，并采用反转机构，提高了初期脱水效果，从而大大增加了污泥的处理能力。

(3) 操作管理简便

运行中根据污泥性能、进泥量多少投加不同凝聚剂，可自由调整滤带张力和滤带移动速度，滤带设有跑偏自动校正装置。

(4) 无振动、无噪声、耗能低。

带式过滤机的主要配套设备包括空气压缩机、冲洗滤带水泵、水泵吸水管隔滤器、污泥调节泵（螺杆泵）、加药泵、调药搅拌槽、污泥混合器、静态混合器、皮带传送器及电气几种控制板等。

(六) 沼气的收集设施

沼气的收集设施包括厌氧消化器顶部的集气室、输气管、配气管等几部分。

厌氧消化器中产生的沼气从污泥的表面散逸出来，聚集在反应器的上部。集气室建于厌氧消化器的顶部，顶部的集气室应有足够尺寸和高度，以保持一定的容积；集气室应保证气密性，防止沼气外逸或空气渗入，同时要避免误操作而使反应器外压过大，产生装置变形及其他不安全事故（如在排放剩余污泥时排泥量大于进水流量）。

气体收集装置首先应能够可靠地取出积累在气室中的沼气，保持正常的气液界面。

气体管径应该足够大，以避免由于气体中的固体（泡沫）进入管道而产生堵塞。为了防止气体堵塞而对反应器结构造成过大压力，安装气体释放附加装置是必要的。沼气中含有饱和水蒸气和硫化氢，具有一定的腐蚀性，因此对混凝土结构的气室应进行防腐蚀处理，如喷涂涂料或内覆环氧树脂玻璃布等，涂层应伸入水面以下。对于钢结构的集气室除进行防腐处理外，还应进行防止电化学腐蚀的处理。沼气由集气室的最高处用管道引出，气体的出气口至少应高于集气室最高水面或污泥面，以防止浮渣或消化液进入沼气管。气管上应安装闸门，并在集气室顶部应装有排气、取样、测压、测温等特殊功能的接口，必要时安装冲洗龙头。

集气室至贮气罐间的沼气管称为输气管，贮气罐至用户之间的沼气管称为配气管。沼气管道的管径计算应按日产气量进行。为了减少沼气管道的压力损失，还应采用高峰产气量进行核算，高峰产气量约为平均产气量的 1.5~3.0 倍。沼气管道一般采用防腐镀锌钢管或铸铁管。沼气在管中流动时随着温度的逐渐降低，不断有冷凝水析出，为了排出冷凝水，输气管应以 0.5% 的坡降敷设，而且每隔一段距离或在最低处设置集水槽和排水口。

沼气管道的适当位置应设在封罐，以便调整和稳定压力，并可在消化器、贮气罐、压缩机、锅炉房等构筑物之间其隔绝作用，水封罐也可兼做排除冷凝水之用。水封罐体面积一般为进气管面积的 4 倍，水封高度为 1.5 倍气体压力。为了防止水封冻结，可采取加热、充装防冻溶液或连续供水等措施。输气管的 H_2S 含量高，应采取防腐蚀措施。

（七）沼气输配气系统

在沼气用于集中供气时需设计输配气系统。沼气的输配气系统由导气管、输气管、管道连接件、开关、压力表、脱硫器、集水瓶等组成，将沼气池所产沼气安全、通畅、经济地输送至沼气灶具或沼气灯处，并保证压力稳定。

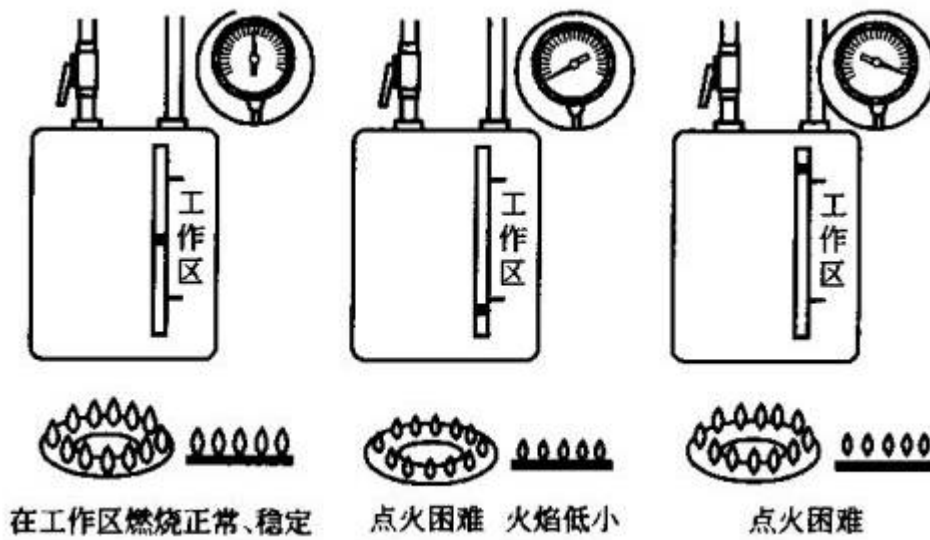
1. 压力表

压力表的作用是观察沼气的量多少，同时根据压力表的变化情况判断沼气池和输气管是否漏气，在正常用气时可根据压力的大小调节气流量使灶具在最佳条件下工作。压力表如下图所示。

2. 脱硫器

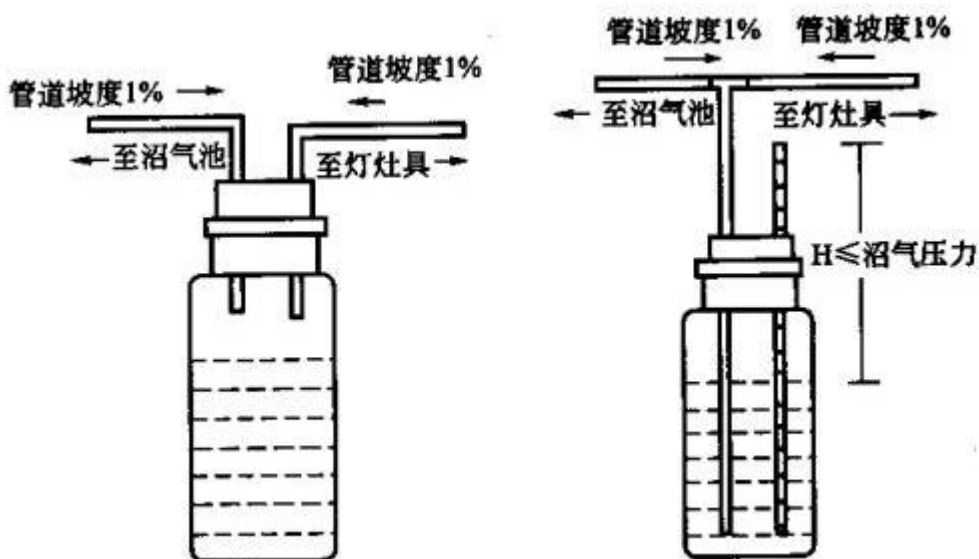
沼气中含有少量的硫化氢气体，硫化氢对管道、阀门、仪表等设备有腐蚀性，对人体也有一定的伤害。因此必须安装脱硫器，脱硫器中脱硫剂的成分主要是氧化铁。

脱硫剂使用一段时间后会逐渐失效，表现为使用沼气时有臭味，故必须及时更换脱硫剂，方法时关闭沼气净化调控开关，打开沼气净化调控器外壳，将脱硫器取下来打开，将变色的脱硫剂倒出，换上新的脱硫剂。脱硫剂可再生，将失效的脱硫剂放在阴凉通风的地方晾晒 2~4d，待脱硫剂的颜色变为褐色，即可再用。



压力表示意图

3. 集水瓶



集水瓶示意图

沼气中含有一定量的水蒸气，池温越高，水蒸气越多。这些水蒸气在输气管道中遇

冷后凝聚成水，积聚在管道中，堵塞输气管道，使输气受阻。在寒冷地区，冬天积水结冰，沼气输送不畅，严重影响用气。集水瓶是用来清除输气管道内积水的装置，应安装在输气管道最低处，如上图所示。

集水瓶至少每月要检查一次，检查时将瓶中积水倒出，冬季要勤查集水瓶，以保障管道畅通。

（八）贮气罐

贮气罐的大小主要由沼气的利用方式决定。从贮气罐容积占日产沼气的百分数来看，最高的为 110%，最低的为 4%~6%，几个较大的集中供气工程，贮气容积占日产气的 30%~50%。

气罐的出口压力一般控制在 2500~3000Pa 之间，个别工程气罐出口压力达到 5500Pa，华北制药厂是将沼气从干式高压罐中以 0.8Mpa 送至低压湿式贮气罐，然后再以 7000Pa 的压力向用户供气。气罐材料除高压干式罐为钢结构外，低压湿式贮气罐多采用钢筋混凝土水槽、钢浮罩。

在北方地区使用湿式贮气罐时应考虑防冻及保温问题。在有蒸汽的工厂可采用蒸汽喷淋以加热水槽中的水，以防止其结冰。有条件的企业也可以在水槽中加适量的防冻液。在一些酒厂废水处理工程中也可采用在贮气罐外加岩棉保温层，或将碎聚氨酯泡沫塑料置于水槽中，也有将发酵后的高温废液打入气罐水槽里，以使其继续产气，同时也能起到一定保温作用。这些在实践中取得的经验均可在设计中 根据当地条件加以选用，但绝大多数在长江以南的沼气工程气罐未考虑保温措施。

低压贮气罐装置分为湿式、干式两大类。目前我国建造和使用的低压湿式贮气罐的技术是成熟的，虽然其金属耗量较多，造价较高，但运行可靠，管理方便，并具有输配沼气所需的压力，因此在我国目前的沼气工程中被广泛地应用。

从结构特点来看，低压湿式罐属可变容积金属罐，它主要由水槽、钟罩、塔节以及升降导向装置所组成。当沼气输气贮气罐内贮存时，放在水槽内的钟罩和塔节依次（按直径由小到大）降落到水槽中，钟罩和塔节、内侧塔节与外侧塔节之间利用水衬将罐内沼气与大气隔绝。因此，随塔节升降，沼气的贮气容积和压力是变化的。由于目前沼气的供应规模还不大，贮气容积量不多，当贮气容量小于 3000 m^3 ，一般可采取单节贮气罐。其基本参数见表一和表二。

表一：外导架直升式贮气罐基本参数

容积/ m^3	公称（现有型号）	100	200	300	600
	有效容积		227	298	630
直径/mm	水槽	6100	8400	9300	11480
	钟罩	5500	7600	8500	10680
高/mm	水槽	5300	5900	5920	7400
	钟罩	5000	5600	5710	7140
总高/mm	H（高度）	11000	10700	12420	14500
	D/H（径高比）	0.55	0.78	0.75	0.80
外导架立柱数/个		6	6	6	6
耗钢量/t		11.45	18.17	23.28	34.86
耗钢量（ kg/m^3 贮气）		114	80	74	83
备注		钢水槽	钢筋混凝土水槽	钢水槽	钢筋混凝土水槽

表二：无外导架直升式贮气罐基本参数

容积/ m^3	公称（现有型号）	100	200	300	600
	有效容积	85	176	266	458
直径/mm	水槽	6600	8600	9700	13324
	钟罩	6000	8000	8950	12500
高/mm	水槽	44400	5130	5800	6070
	钟罩	3945	4522	5300	5290
总高/mm	H（高度）	7763	8781	10960	10800
	D/H（径高比）	0.85	0.98	0.89	1.25
外导架立柱数/个		6	6	6	6
耗钢量/t		5.96	8.14	14.52	15
耗钢量（ kg/m^3 贮气）		70	46	55	33
备注		钢筋混凝土水槽	钢筋混凝土水槽	砖砌水槽	钢筋混凝土水槽

贮气罐内的沼气压力可通过下式计算：

$$P = \frac{W}{F}$$

式中 P——沼气压力，Pa；

W——钟罩重力，N；

F——钟罩的水平截面积， m^2 。

装置的容积：对于一新建沼气工程，通常没有实际沼气的消耗曲线，贮气量可按占计算月平均供气量的百分比来确定。由于沼气的消耗变化与工业和民用用气量的比例有密切关系，因此按这一方法来确定贮气量时必须考虑工业和民用用气的比例。工业和民用不同用气比例时的参考贮气量见下表所示。

工业和民用不同用气比例时的参考贮气量

工业用量占日供气量的百分比 /%	民用量占供气量的百分比/%	贮气罐容积占计算月平均日供气量的百分比/%
50	50	40~50
>60	<40	30~40
<40	>60	50~60

有的沼气工程除供部分民用外，剩余的沼气用于烧锅炉，而后者可以视为缓冲用户，因此贮气量往往低于上表所列数值。各地集中供气系统运行经验表明，在沼气只用于民用集中供气时，贮气容积以日供气量的 50%~60%为宜。

当供气规模、沼气用户的分布及贮气容积确定后，还需进一步确定贮气罐的数量及分布位置，并进行技术和经济方案比较。

（九）沼气使用装置

沼气使用装置主要有沼气炊事灶具、沼气灯、沼气饭锅、沼气热水器等。

1. 沼气炊事用具

目前，我国常见的家用沼气灶具种类有：高级不锈钢脉冲压电点火双灶、单灶；人工、电子点火节能防风灶；人工、电子点火四型灶。

家用沼气灶具一般由燃烧部分、供气部分、辅助部分及点火部分组成。其中，燃烧器是最重要的部件，它是由喷嘴、调风板、一次空气入口、引射器及头部火盖等构成。通常沼气以一定的压力自喷嘴射出时，在其周围的空气形成负压而被吸入，从而在引射

器内被称为一次空气（约为 60%~70%），与沼气混合后，从燃烧器头部火孔逸出，点燃后形成火焰内锥，其余的沼气依靠扩散作用与周围的二次空气混合燃烧，形成火焰的外锥，火焰呈淡蓝色，在内外焰交界处的火焰温度为最高，这就称为大气式燃烧。

国家标准 GB/T 3606-2001 中，列出了对家用沼气灶的 13 项性能要求，其中重要指标包括气密性、热流量、燃烧稳定性、烟气中 CO 含量、热效率及电点火器的性能等，规定如下。

气密性：由燃气入口经阀门至燃烧器的气密性在 4.2kPa 压力下漏气量应小于 0.7L/h。在 1.5 倍额定压力下点燃，不向外泄漏。

燃烧消耗量（热流量）：沼气灶的总额定热流量精度小于±10%。单个燃烧器额定热流量精度小于±10%。总热流量与每个燃烧器热流量总和之比应达到 85%以上。

燃烧稳定性：在额定压力下，燃烧器火焰均匀、稳定、无回火、无离焰和黄焰。

热效率：在额定热流量时的热效率应大于 55%。

排烟中一氧化碳浓度：在额定热流量下工作时，排烟中的一氧化碳浓度不超过 0.05%。

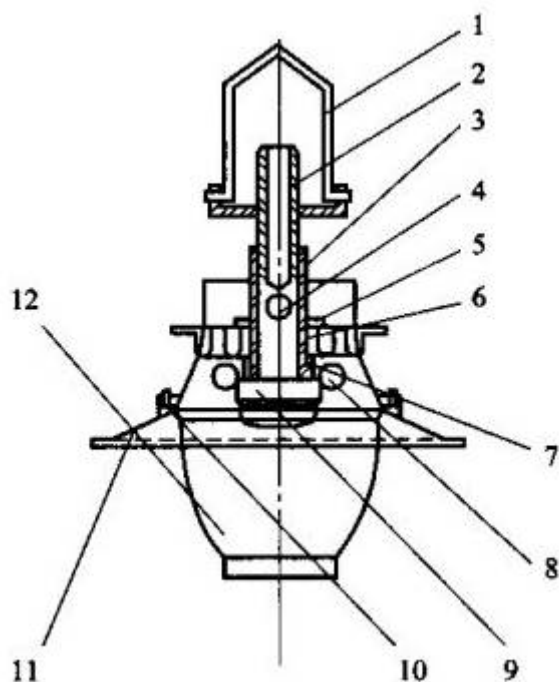
电点火器着火率及性能：点火 10 次有 8 次以上点燃，不得连续 2 次失效，无爆燃。电池电压为额定电压的 70%时，不影响点火器点火性能。

表面温度：沼气灶各部位表面温度应小于下列各值。①操作时手触及部位（旋钮等）：金属部位室温+25℃，非金属部位室温+35℃。②操作时手不易触及部位的周围部位：室温+105℃。③干电池外壳：室温+20℃。④软管接头：室温+20℃。⑤阀门外壳：室温+50℃。⑥电点火器外壳及导线：室温+50℃。

材质要求：①家用灶的零部件可采用铸铁、钢材、有色金属或耐腐蚀材料制造，其材质要求应符合国家现行有关标准；②喷嘴、喷嘴座和承液盘使用熔点大于 500℃的金属材料；③燃烧器和锅支架使用熔点大于 700℃的金属材料；④燃气导管采用熔点大于 350℃的金属材料；⑤铸造制品的壁厚不小于 3mm，不得有明显的铸造气孔等缺陷，不锈钢制品的壁厚不小于 0.3mm。

2. 沼气灯

沼气灯是沼气照明的器具，它的结构主要由燃烧器、灯罩、玻璃罩、电子脉冲点火器及支架或底座等部分组成，如下图所示。

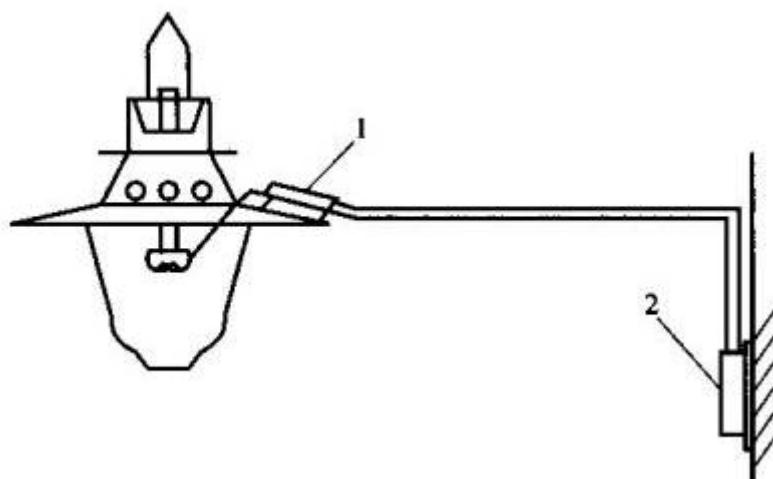


吊式沼气灯

1-吊环；2-喷嘴；3-横担；4-一次空气进风口；5-引射器；6-螺母；7-垫圈；

8-上罩；9-泥头；10-烟孔；11-反光罩；12-玻璃罩

沼气是通过喷嘴喷出后引射周围的空气，在引射器内沼气与空气混合，然后从泥头上的多个火孔喷出，当其点燃后将套在泥头上的纱罩点燃，这种预先用氧化钪处理过的纱罩，在高温下可发射出白光。



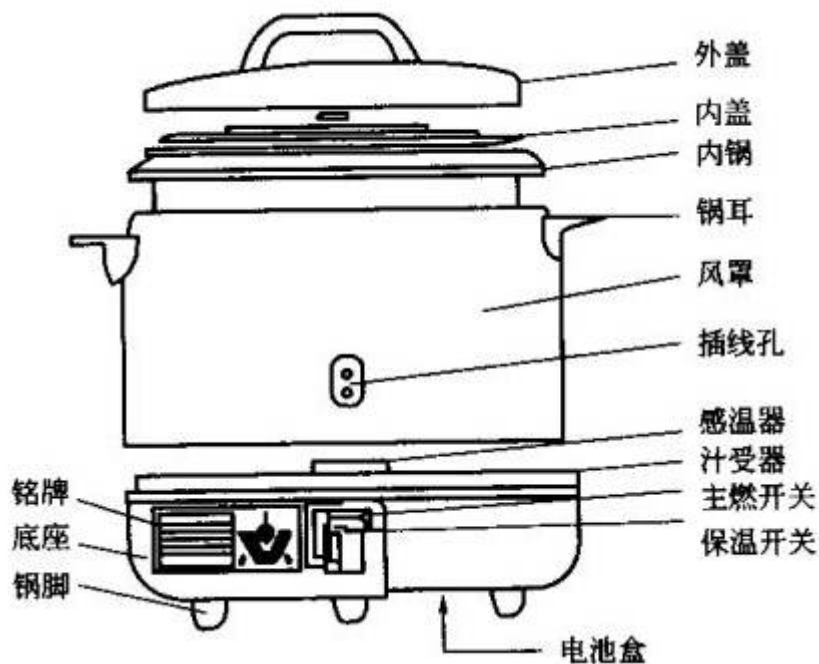
沼气灯电子脉冲点火器 1-点火体；2-开关盒

为了方便用户点燃吊灯，目前已有与之相配套的点火器，如上图所示。+这种电子脉冲点火是用晶体管和变压器组成的振荡器，给电容充电，在点火线圈次级完成高压点

火。该点火器是将耐温的电子器件与开关装在一起，可固定在墙上，而将升压线圈与点火体放在一起，通过磁力座将其安装在灯具的反光罩上。该点火器的工作电压为 1.5V (DC)，最大点火距离 15m，点火时间 1~2s/0.5kPa，点火气压 $P > 0.4\text{kPa}$ ，点火体耐温 1200°C ，质量 150g。

3. 沼气饭锅

沼气饭锅主要由感温器、汁受器、主燃开关、保温开关等组成，另外有锅盖、内锅、风罩等部件。沼气饭锅的外形和城市使用的电饭锅没有什么两样，而且使用上也基本一样，不同的是一个用电，一个用沼气提供能量。沼气饭锅，一次可煮 2.5kg 米饭，耗时 20min 左右，耗气 $0.13\sim 0.15\text{m}^3$ ，可自动开关，使用方便，省时省力。沼气饭锅都使用脉冲点火，非常方便。饭锅安装比较简单，只需将沼气输气管接到饭锅的进气管上就可以了，饭锅安装在离沼气灶 30cm 的地方。使用前，注意饭锅的内锅不要碰变形，以免影响使用效果，电池使用 3 个月后必须更换。安全起见，在饭锅（饭锅有一个开关阀）前一定要接入一个控制开关，饭锅阀关闭后，必须关闭管路上的开关并经常检查开关与管道结合处是否漏气（有沼气味）。沼气饭锅节能效果很好，在南方地区颇受欢迎，其示意图如下图所示。



沼气饭锅示意图

沼气饭锅的使用方法：

- (1) 饭锅应置于平稳通风之处，高墙 10cm，高 50cm 以上，并勿靠近其他易燃易爆物品。
- (2) 使用中要按户内锅，不要使其变形。
- (3) 安装时用 $\Phi 9.5$ 的输气软管插入饭锅进气口，并用管卡卡牢固。
- (4) 将主燃保温开关提出上端，然后再按下开关，点火时为安全起见，将风罩提出再点火，确认点火燃烧正常后将风罩内锅放平稳才能离开。
- (5) 轻缓地压下主燃保温开关，脉冲点火的饭锅发出 5s 左右的连续打火声，火即点燃。
- (6) 有时由于管道内有空气而点不着火，可重复按动几下开关，直至点着火。
- (7) 饭煮熟后主燃烧器自动关闭，进入保温状态，保温完毕后务必将保温开关提到上端原位，关闭燃气开关。
- (8) 脉冲点火的饭锅，启用前安装 1 节 5 号电池。

4. 沼气热水器

沼气热水器耗气量大，又涉及安全问题，以往使用的用户比较少，主要原因是沼气不足。现在，沼气池原料主要是畜禽粪便，南方地区气温比较高，沼气生产比较稳定，老百姓需要冲凉，夏天气足时使用没有问题。目前沼气热水器出水量在 5~6L/min，已经有好几个生产厂家在生产沼气热水器，这是农村经济发展、生活质量提高的表现。购买产品时注意生产厂家是否有热水器生产许可证，察看是不是表明使用沼气。使用热水器一定要注意安全，热水器不能安装在洗澡间内，一定要安装脱硫器以保护热水器的气水联动阀，使用完热水器一定要关闭热水器的气阀。

使用热水器注意安全是第一位的，有了问题最好请技术人员来维修。沼气热水器虽然设计的是低水压启动，使用时还是需要注意水的压力，没有自来水，最好有个水箱。热水器电不着火，有时是因为水压低。如果水压正常，先要换电池看一看能不能点着火，如果还是点不着或者点着很快又熄灭，就要换气水联动阀的橡皮膜，这需要专业人员更换。