

沼气——户用沼气池的土方工程

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）池坑开挖.....	2
（二）现浇混凝土沼气池的施工.....	3
1. 池坑开挖.....	3
2. 支模.....	3
3. 模板及其支架.....	4
4. 混凝土的配合比.....	5
5. 混凝土搅拌要求.....	5
6. 浇筑混凝土前的检查.....	5
7. 混凝土倾落度的要求.....	6
8. 浇筑混凝土清洁要求.....	6
9. 浇筑混凝土气温要求.....	6
10. 浇筑混凝土程序要求.....	6
11. 浇筑混凝土温度要求.....	6
12. 混凝土的养护.....	6
13. 浇筑混凝土的要求.....	6
（三）砖块沼气池的施工.....	7
1. 砖块沼气池所用材料要求.....	7
2. 池底施工.....	7
3. 池墙砌筑.....	7
4. 进、出料管施工.....	8
5. 圈梁施工.....	8
6. 池盖砌筑.....	8
（四）组合式沼气池的施工.....	8
（五）池底施工.....	9
（六）密封层施工.....	9
1. 基层处理.....	9
2. 四层抹面法.....	10
3. 密封层施工操作要求.....	11
（七）储气浮罩的施工.....	12
1. 焊接浮罩骨架.....	12
2. 浮罩顶板施工.....	12
3. 砌模.....	12
4. 制作浮罩壁.....	12
5. 内密封.....	12
6. 水封池试压.....	13
7. 安装浮罩.....	13
8. 浮罩试压.....	13
9. 分离储气浮罩.....	13

户用沼气池的土方工程

(一) 池坑开挖

沼气池池坑开挖时，首先要按照设计池身尺寸放线，放线尺寸为：池身外报尺寸+2倍池身外填土层厚度（或操作现场尺寸）+2倍放坡尺寸。

(1) 池址在地下水、土壤具有天然湿度、池坑开挖深度小于下表所规定的允许值，或有地下水、池坑开挖深度小于下表的允许值时，可按直壁开挖池坑。

直壁开挖的最大允许高度

土壤类型	直壁开挖的最大允许高度/米	
	无地下水，土壤具有天然湿度	有地下水
在堆填的砂土和砂石土内	1.00	0.60
在亚砂土和亚黏土内	1.25	0.75
在黏土内	1.50	0.95
在特别密实的土层内	2.00	1.20

(2) 当土壤具有天然湿度，土质构造均匀，水文地质良好，无地下水，池坑开挖深度小于5米，或者当沼气池建在有地下水、池坑开挖深度小于3米时，边坡的最大允许坡度应符合下表的规定。

边坡坡度

土壤名称	边坡坡度		
	人工挖土并将土抛在沟槽的上边	机械挖方	
		在沟槽或者沟底挖土	在沟槽或沟上边挖土
砂土	1: 1	1: 0.75	1: 1
亚砂土	1: 0.67	1: 0.50	1: 0.75
亚黏土	1: 0.50	1: 0.33	1: 0.75
黏土	1: 0.33	1: 0.25	1: 0.67
卵石土、含砾石	1: 0.67	1: 0.50	1: 0.75

泥炭岩、白垩土	1: 0.33	1: 0.25	1: 0.65
---------	---------	---------	---------

(3) 池坑开挖放线

进行直壁开挖的池坑，为了省工、省料，应利用池坑土壁做胎模。

①圆筒形池，上圈梁以上部位按放坡开挖的池坑放线，圈梁以下部位按模具成型的要求放线。

②球形池和椭球形池的上半球，一般按直径放大 1 米放线，下半球按池形的几何尺寸放线。

③砌块沼气池池坑，按 GB 4750-84 的几何尺寸，加上背夯回填土 15 厘米宽度进行放线；土壤好时，将砌块紧贴坑壁原浆砌筑不留背夯位置。

④池坑放线时，先定好中心桩和标高基准桩。中心桩和标高基准桩必须牢固不变位。

(4) 池坑开挖要求

池坑开挖应按照放线尺寸，开挖池坑不得扰动土胎模，不准在坑沿堆放重物 and 弃土。如遇到地下水，应采取引水沟和集水井等排水措施，及时将积水排除，引离施工现场；做到快挖快建，避免暴雨侵袭。

(5) 特殊地基处理

①淤泥。淤泥地基开挖后，应先用大块石压实，再用炉渣或碎石填平，然后浇筑 1: 5.5 水泥砂浆一层。

②流砂。流砂地基开挖后，池坑底标高不得低于地下水位 0.5 米。若深度大于地下水位 0.5 米，必须采取池坑外降低地下水位的措施，或迁址避开。

③膨胀土或湿陷性黄土。应更换好土或采取排水、防水措施。

(二) 现浇混凝土沼气池的施工

1. 池坑开挖

大开挖支模浇筑法。按照 GB/T 4750-2002 选定沼气池的尺寸，挖掉全池土方。池墙外模，利用原状土壁；池墙和池盖内模可用钢模、砖模、木模等。支模后浇筑混凝土，一次成型。混凝土浇捣要连续、均匀对称、振捣密实，池盖浇捣程序由下而上，池盖顶面原浆压实抹光。

2. 支模

(1) 外模。曲流布料沼气池与圆筒形沼气池的池底、池墙和球形、椭球形沼气池

下半球的外模，对于适合直壁开挖的池坑，利用池坑壁作外模。

(2) 内模。曲流布料沼气池与圆筒形的池墙、池盖和椭球形沼气池的上半球内模，可采用钢模、砖模或木模。砌筑砖模时，砖块应浇水湿润，保持内潮外干，砌筑灰缝不漏浆。

3. 模板及其支架

(1) 保证沼气池结构和构件个部分形状尺寸和相应位置的正确。

(2) 具有足够的强度、刚度和稳定性，能可靠地承受新浇筑混凝土的正压和侧压力，以及施工过程中施工人员及施工设备所产生的荷载。

(3) 构造简单装拆方便，并便于钢筋的绑扎与安装和混凝土的浇筑及养护等工艺要求。

(4) 模板接缝严密，不得漏浆。

(5) 曲流布料池、圆筒形池整体现浇混凝土模板安装允许偏差及检查方法见下表。

现浇模板安装允许偏差

项目	分项	允许偏差值/mm	检验方法	检查点数
池与水压间标高	木模	±10	用尺量或用水准仪检查	3
	钢模	±5		3
断面尺寸		+5	用尺量	3
		-3		
池盖模板	曲率半径	±10	用曲率半径准强	3

(6) 椭球形池上、下半球的曲率应保持与标准图集设计相一致，尺寸允许偏差±5mm。

(7) 预制构件模板安装的允许偏差及检查方法，见下表。

预制件模板安装允许偏差

项 目		允许偏差值/mm	检验方法	检查点数
长度	板	±5	用尺量	2
	沼气池砌体	0 -3	用尺量	2
宽度	板	±5	用尺量	2

户用沼气池的土方工程

	沼气池砌体	0 -2	用尺量	2
厚度	板	±2	用尺量	2
	沼气池砌体	±2	用尺量	2
对角度		+3	用尺量	2
直径		±3	用尺量	2
表面平整	板	±2	用尺量	2
	沼气池砌体	±2	用尺量	2
侧向弯曲	板	L/1000	用尺量	2

4. 混凝土的配合比

(1) 混凝土施工配合比应根据设计的混凝土强度等级、质量要求、混凝土施工和易性，尽量提高其抗渗能力的要求，并应符合合理使用材料的经济性原则。

(2) 混凝土的最大水灰比不超过 0.65，每立方米混凝土最小水泥用量不小于 275kg。

(3) 混凝土浇筑时坍落度应控制在 2~4cm 内。

(4) 混凝土原材料称量的偏差不得超过下表中的允许偏差的规定。

材料称重允许偏差

材料名称	允许偏差 (%)
水泥	±2
石子、砂石	±3
水、外加剂	±2

5. 混凝土搅拌要求

混凝土搅拌应采用机械搅拌，最短时间不得小于 90s。若采用人工拌合，应保证拌合好的混凝土色泽均匀一致，不得有可见原状石子和砂。

6. 浇筑混凝土前的检查

对模板内的杂物和钢筋上的油污等应清理干净，对模板的缝隙和孔洞应予以堵严，对木模板应浇水湿润，但不得有积水。

7. 混凝土倾落度的要求

混凝土自高处倾落的自由高度不应超过 2m。

8. 浇筑混凝土清洁要求

浇筑池底混凝土时，应清除淤泥和杂物，并应有排水和防水措施。对干燥的非黏性土应用水湿润。

9. 浇筑混凝土气温要求

在降雨雪或气温低于 0℃ 时，不宜浇筑混凝土，当需浇筑时应采取有效措施，确保混凝土质量。

10. 浇筑混凝土程序要求

沼气池混凝土浇筑采用螺旋上升式的程序一次浇筑成型。要求振捣密实、无蜂窝、麻面、裂缝等缺陷，并做好施工记录。

11. 浇筑混凝土温度要求

混凝土拌合后，当气温不高于 25℃，宜在 120min 内浇筑完毕；当温度高于 25℃ 时，宜在 90min 内浇筑完毕。

12. 混凝土的养护

(1) 对已浇筑完毕的混凝土，应在 12h 内加以覆盖和 24h 后浇水养护，当日平均气温低于 5℃ 时不得浇水。

(2) 混凝土的浇水养护时间。对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土不得小于 7d，对火山灰质及粉煤灰硅酸盐水泥及掺用外加剂的混凝土不得少于 14d。

(3) 在已浇筑的混凝土强度未达到 1.5Mpa，不得在其上踩踏或安装模板及支架。

13. 浇筑混凝土的要求

混凝土应振捣密实，不允许有蜂窝、麻面和裂纹等缺陷。

(1) 检验方法：观察检查。

(2) 现浇混凝土沼气池允许偏差值及检验方法见下表。

现浇混凝土沼气池允许偏差

项目	允许偏差/mm	检验方法	检验点数
内径	+3 -5	拉线用尺量	4
外径	+5 -3	拉线用尺量	4
池墙标高	+5 -10	用水准仪检测或拉线用尺量	4
池墙垂直度	±5	吊线用尺量	4
弧面平整度	±4	用弧形尺和楔形塞尺检查	4
圈梁断面尺寸	+5 -3	拉线用尺量	4
池壁厚度	+5 -3	用尺量取平均值	4

(三) 砖块沼气池的施工

1. 砖块沼气池所用材料要求

砖块沼气池所用材料要求除应符合 GB 4750-84 的技术要求外，还应满足下列要求。

- (1) 砖。标号 75 号以上。外形规则无裂缝翘曲，声音清脆，质量均匀，无过火、无欠火，不含易爆裂物质。
- (2) 块石。经加工成 9 厘米厚、外形规则的石块，强度大于 300 号，软化系数大于或等于 0.7。
- (3) 制块。混凝土预制块强度大于 150 号，尺寸准确，外形规则，无缺棱少角。
- (4) 砌筑砂浆。采用 50~75 号水泥砂浆。

2. 池底施工

将池基原土夯实，铺设卵石垫层，浇捣 1: 5.5 的水泥砂浆，在浇池底混凝土，振实压光，抹成池底曲面形状。

3. 池墙砌筑

采用“活动轮杆法”砌筑圆筒形沼气池池墙。砌筑中应注意如下几点。

- (1) 砌块先浸水，保持面干内湿。
- (2) 砌块砌筑应横平竖直，内口顶紧，外口嵌牢，砂浆饱满，竖缝错开。
- (3) 注意浇水养护砌体，避免灰缝脱水。

(4) 若无条件紧贴坑壁砌筑时，池墙外围回填土必须回填密实。回填土含水量控制在 20%~25%之间，可掺入 30%的碎石、石灰渣或碎砖瓦块等；对称、均匀回填夯实。边砌筑边回填。

4. 进、出料管施工

进、出料管与水压间的施工及回填土，应与主池在同一标高处同时进行，进、出料管插入池墙部位按 GB 4750-84 用混凝土加强。

5. 圈梁施工

在砌好的池墙上端，做好砂浆找平层，然后支模。当采用工具式弧形木模时，应分段移动浇灌低塑性混凝土，捣实抹光。

6. 池盖砌筑

待圈梁混凝土达到 70%强度后，方可砌筑池盖。采用“无模悬砌卷拱法”施工。

(四) 组合式沼气池的施工

比较常见的组合式沼气池是池墙砖模现浇和池拱砌块，这种施工方法在土质较好的地区，具有省工、省料、省模板、施工方便、质量好的优点。在组合式沼气池的具体施工中，需要注意以下几点。

①按设计图尺寸，沼气池直径放大 24 厘米（池壁浇灌混凝土厚度为 12 厘米）大开挖土，池壁要求挖直、挖圆。

②画好池墙内圆线，依线砌筑模墙；每砌 20 厘米高砖模墙后，贴上油毡或塑料膜（作隔离膜），浇灌一次混凝土，分层浇灌、分层捣固。捣固要密实，不留施工缝。砖模的坐浆，用黏性黄泥浆较好，便于脱模。

③池墙与池拱的交接处，做 12 厘米宽、12 厘米高的混凝土圈梁，以利于加固池拱。

④池拱，用标砖采用“无模悬砌卷拱法”施工。

（五）池底施工

土质好时，原土夯实后，用 C15 混凝土直接浇筑池底 60~80mm。如遇土质松软和沙土时，应先铺一层碎石，轻夯一遍以后，用 C10 混凝土浇筑池底垫层 80mm 厚，振插以后即可在其上用 C15 混凝土浇筑池底混凝土层 60mm，然后原浆抹光。

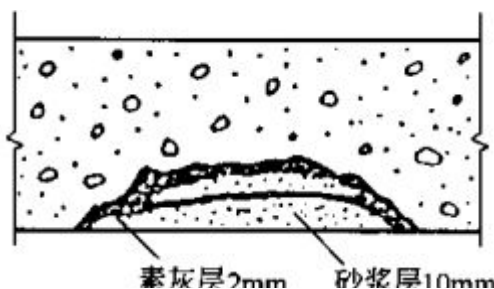
遇到池底浸水时，应在池底作十字形盲沟，在中心点或池外排水井设集水坑。在盲沟内填碎石，使池底浸水几种排水。然后在池底铺一块塑料薄膜，在集水坑部位剪一个孔供排水。如果薄膜有接缝，则在接缝处各留约 300mm 宽并黏合好，防止浸水从接缝处冒出，拱坏池底混凝土。铺膜后，立即在薄膜上浇筑池底混凝土。在集水坑内安装 1 个无底玻璃瓶，用以排水。待全池粉刷完毕后，用水泥砂浆封住集水坑内的无底玻璃瓶。

（六）密封层施工

1. 基层处理

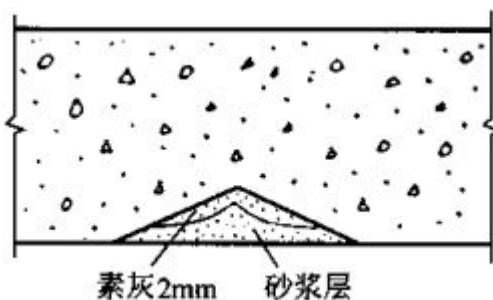
（1）混凝土基层的处理。在模板拆除后，立即用钢丝刷将表面打毛，并在抹面前浇水冲洗干净。

（2）当遇到混凝土基层表面凹凸不平、蜂窝孔洞等现象时，应根据不同情况分别进行处理。当凹凸不平处的深度大于 10mm 时，先用凿子剔成斜坡，并用钢丝刷刷后浇水清洗干净，抹素灰 2mm，再抹砂浆找平层（见下图），抹后将砂浆表面横向扫成毛面。如深度较大时，待砂浆凝固后（一般间隔 12h），还要再抹素灰 2mm，最后用砂浆抹至与混凝土平面齐平。



混凝土基层凹凸不平的处理

当基层表面有蜂窝孔洞时，应先用凿子将松散石除掉，将孔洞四周边缘剔成斜坡，用水清洗干净。然后用 2mm 素灰、10mm 水泥砂浆交替抹压，直至与基层齐平为止，并将最后一层砂浆表面横向摸成毛面。待砂浆凝固后再与混凝土表面一起做好防水层。（见下图）

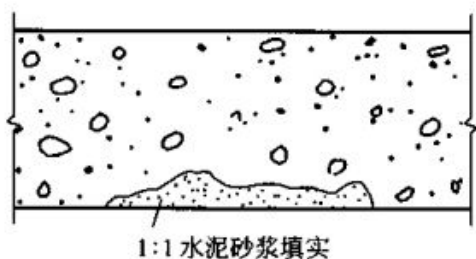


混凝土基层孔洞处理

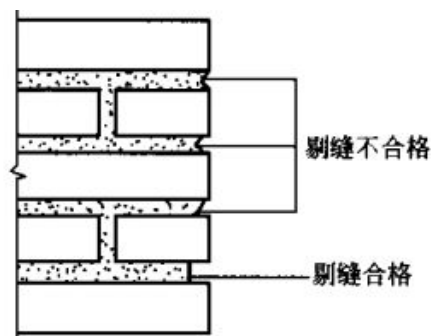
当蜂窝麻面不深，且石子黏结较牢固时，则首先需要用水冲洗干净，再用 1:1 水泥砂浆用力压抹平，最后将砂浆表面扫毛即可（见图一）。

对砌筑的砌体，需将砌缝剔成 1cm 深的直角沟槽（不能剔成圆角）（见图二）。

- a. 砌块基层处理需将表面残留的灰浆等污物清除干净，并浇水冲洗。
- b. 在基层处理完后，应浇水充分浸润。



图一：混凝土基层蜂窝处理



图二：砌体缝的处理

2. 四层抹面法

沼气池刚性防渗层四层抹面法施工要求。

四层抹面法施工要求见下表。

四层抹面法施工要求

层次	水灰比	操作要求	作用
第一层素灰	0.4~0.5	用稠素水泥浆刷一遍	结合层
第二层水泥砂浆层 厚 10mm	0.4~0.5 水泥：砂为 1：3	1. 在素灰初凝时进行，即当素灰干燥到用手指能按入水泥浆层 1/4~1/2 时进行，要使水泥砂浆薄薄压入素灰层四分之一左右，以使第一、第二层结合牢固	起骨架和护素灰作用

		2. 水泥砂浆初凝时，用木抹子将表面抹平、压实	
第三层水泥砂浆 4~5mm	0.4~0.45 水泥：砂为 1：2	1. 操作方法同第二层。水分蒸发过程中，分此用木抹子抹压1~2遍，以增加密实性，最后再压光 2. 每次抹压间隔时间应视施工现场湿度大小，气温高低及通风条件而定	起着骨架和防水作用
第四层素灰层厚 2mm	0.37~0.4	1. 分两次用铁抹子往返用力刮抹，先刮抹1mm厚素灰作为结合层，使素灰填实基层孔隙，以增加防水层的黏结力，随后再刮抹1mm厚的素灰，厚度要均匀。每次刮抹素灰后，都应用橡胶皮或塑料布适时收水（认真搓磨） 2. 用湿毛刷或排笔蘸水泥浆在素灰层表面一次均匀水平涂刷一遍，以堵塞和填平毛细孔道，增加不透水性，最后刷素浆1~2遍，形成密封层	防水、密封作用

3. 密封层施工操作要求

(1) 施工时，务必做到分层交替抹压密实，以使每层的毛细孔道大部分切断，使残留的少量毛细孔无法形成联通的渗水孔网，保证防水层具有较高的抗渗抗水性能。

(2) 施工时应注意素灰层与砂浆层在同一天内完成。即防水层的前两层基本上连续操作，后两层连续操作，切勿抹完素灰后放置时间过长或次日再抹水泥砂浆。

(3) 素灰抹面。素灰层要薄而均匀，不宜过厚，否则容易造成堆积，反而降低粘结强度且容易起壳。抹面后不宜干撒水泥粉，以免素灰层厚薄不均影响粘结。

(4) 水泥砂浆揉浆，用木抹子来回用力压实，使其深入素灰层。如果揉压不透则影响两层之间的粘结。在揉压和抹平砂浆的过程中，严禁加水，否则砂浆干湿不一，容易开裂。

(5) 水泥砂浆收压，在水泥砂浆初凝前，待收水70%（即用手指按压上去，有少许水润出现且不易压成手迹）时，就可以进行收压工作。收压是用木抹子抹光压实。收压时需掌握：

- a. 砂浆不宜过湿。
- b. 收压不宜过早，但也不迟于初凝。
- c. 用铁板抹压而不能用边口刮压。收压一般作两道，第一道收压表面要粗毛，第二道收压表面要细毛，使砂浆密实，强度高且不易起砂。

（七）储气浮罩的施工

1. 焊接浮罩骨架

1~2 m^3 浮罩骨架，采用 DN25 的水煤气管作导向套管，DN15 的水煤气管作中心导向轴；3~4 m^3 浮罩骨架采用 DN40 的水煤气管作导向管道，DN25 的水煤气管作中心导向轴。套管底端比骨架低 5mm，顶端比骨架顶高 15mm。

2. 浮罩顶板施工

首先平整场地。在场地上画一个比浮罩尺寸大 100~150mm 的圆圈，用红砖沿圆周摆平，砌规则，在圆内填满河砂压实并形成锥形，锥形的高度：1~2 m^3 浮罩为 10mm；3~4 m^3 浮罩为 20mm。在导气管处，需下陷一些，形成一个锥形，以增强导气管的牢固性。然后上面铺一层塑料薄膜，放上浮罩骨架，校正好，按顶板设计厚度用 1:2 水泥砂浆抹实压平。待初凝时，撒上水泥灰，反复抹光。沿顶板边缘处，按设计尺寸切成 45° 斜口，并保持粗糙，以便与浮罩壁能牢固地胶结。

3. 砌模

顶板终凝后，以导向套圆浮罩内径为半径，用 53mm 砖砌模。砖模应紧贴钢架，砌浆采用黏土泥浆。模砌至距浮罩壁口部 100~120mm 时，砌模倾向套管 20~30mm，使口部罩壁加厚。模体砌好后，用黏土泥浆抹平砌缝，稍干之后刷石灰水一遍。

4. 制作浮罩壁

先将模体边缘的塑料膜按浮罩外径大小切除，清洗干净，顶板圆周毛边用 1:2 水泥砂浆铺上 100mm 厚。然后沿模体由下向上粉刷，厚 20~30mm。水泥砂浆要干，水灰比 0.4~0.45，施工不能停顿，一次粉刷完。待罩壁初凝后，撒上干水泥灰压实磨光，消除气孔，尽享养护。

5. 内密封

浮罩终凝后，拆去砖模，刮去罩壁上的杂物，清洗干净。在罩内顶板与罩壁连接处，用 1:1 水泥砂浆做好 50~60mm 高的斜边，罩壁内表面用 1:2 的水泥砂浆抹压一次，厚度 5mm 左右，压实抹光，消除气泡砂眼。终凝后，再刷水泥浆 2~3 遍，使罩壁平整

光滑。

6. 水封池试压

将水封池内注满清水，待池体湿透后标记水位线，观察 12h，当水位无明显变化时，表明水封池不漏水。

7. 安装浮罩

浮罩养护 28d 后，可进行安装。将浮罩移至水封池旁边，并慢慢放入水中，由导气管排水。当浮罩落至离池底 200mm 左右，关掉导气管，将中心导向轴、导向架安装好，拧紧螺母，最后将空气全部排除。

8. 浮罩试压

把浮罩安装好后，在导气管处装上气压表，再向浮罩内打气，同时仔细观察浮罩表面，检查是否有漏气。当浮罩上升到最大高度时，停止打气，稳定观察 24h，若气压表水柱差下降在 3%以内时，说明抗渗性能符合要求。

9. 分离储气浮罩

沼气池的浮罩及水封池尺寸选用见表一，浮罩及水封池材料见表二。

表一 6~10 m³ 分离储气浮罩沼气池及水封池尺寸选用表

容积/m ³		6					8					10				
产气率 /[m ³ / (m ³ · d)]		0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
水封池	内径 /mm	1200	1200	1300	1300	1400	1250	1300	1400	1450	1500	1300	1400	1450	1550	1600
	净深 /mm	1300	1350	1400	1450	1600	1350	1450	1500	1600	1650	1450	1500	1600	1650	1700
浮罩	内径 /mm	1000	1000	1100	1100	1200	1050	1100	1200	1250	1300	1100	1200	1250	1350	1400

户用沼气池的土方工程

净高 /mm	1000	1050	1100	1150	1200	1050	1150	1203	1300	1350	1150	1200	1300	1350	1400
总容积 /m ³	0.79	0.82	1.05	1.08	1.36	0.91	1.08	1.36	1.60	1.79	1.09	1.36	1.60	1.93	2.16
有效容 积/m ³	0.70	0.75	0.95	1.00	1.24	0.82	1.00	1.24	1.47	1.86	1.00	1.24	1.47	1.79	2.00

表二：1~4m³分离储气浮罩沼气池及水封池材料参考用量表

浮罩容 积 / m ³	制作工程			刷 浆 工 程	合计		水 封 池 容 积 / m ³	混凝土工程				粉刷工程		合计		
	砂浆 /m ³	水 泥 /kg	中砂 /m ³		水 泥 /kg	中砂 /m ³		体 积 /m ³	水 泥 /kg	中砂 /m ³	卵 石 /m ³	水 泥 /kg	中砂 /m ³	水 泥 /kg	中砂 /m ³	卵 石 /m ³
1	0.144	80	0.134	14	94	0.134	2	0.323	87	0.140	0.280	79	0.19	166	0.330	0.260
2	0.233	129	0.217	23	152	0.217	3.5	0.466	125	0.196	0.396	115	0.27	240	0.466	0.396
3	0.304	168	0.283	30	198	0.283	5	0.585	158	0.250	0.500	144	0.34	302	0.590	0.500
4	0.368	203	0.342	37	240	0.342	6.5	0.689	186	0.289	0.586	171	0.40	357	0.689	0.566