

# 砖混组合沼气池建造

陶学军<sup>1</sup>, 左昕<sup>1</sup>, 方宏发<sup>2</sup>

(1. 安徽省农村能原技术推广总站, 安徽合肥 230001; 2. 安徽省庐江县生态能源局, 安徽庐江 231500)

**摘要** 介绍了砖混组合沼气池建造的方法及其应用。

**关键词** 砖混组合; 沼气池; 建造

**中图分类号** S216.4 **文献标识码** A **文章编号** 1004-8421(2007)05-015-04

砖混组合沼气池造价低廉, 建造方便, 是农村沼气池的常用类型, 下面我们给大家介绍一下砖混组合沼气池建造的技术要点。

## 1 选址

兴建农村户用沼气池应与农户庭院设施建设相结合, 进行统一规划。在建造沼气池的同时, 建设或改建畜禽舍、卫生厕所和厨房。在沼气池与猪圈、厕所“三结合”的前提下, 做到住房、猪栏、厕所、沼气池等的科学规划, 合理布局。

沼气设施与厨房的距离以 25 m 以内为宜, 建池地点尽量选择背风向阳、土质坚实、地下水位低、出料方便和周围没有遮阳建筑物的地方, 尽量远离树木和公路, 不要在低洼、不易排水的地方建池。

“坐北向南, 冬暖夏凉”已成为人们日常生活中的一般常识。沼气池、畜禽舍及厕所也宜采用坐北向南的朝向, 以便得到最大的太阳辐射能。

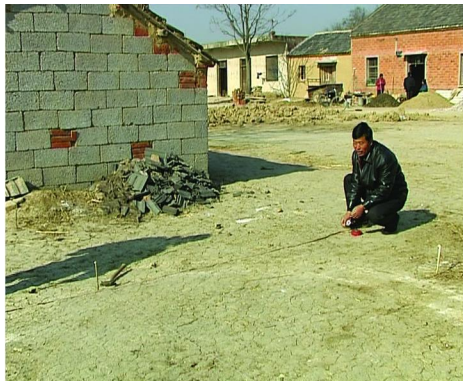


图1 选址

## 2 选型、定容和备料

**2.1 选择池型** 《户用沼气池标准图集》中介绍的池型适宜于农户采用。其中包括强回流池、旋流布料池等池型。要根据各种池型的技术要求, 结合用户所能提供发酵原料的种类、数量、人口数、用气量、地质水文条件、气候、建池材料、施工技术水平等, 因地制宜地选择池型。

**2.2 确定建池容积** 根据中国南北方的气候条件、生活习惯和原料状况, 农村户用沼气池的建池容积在南方地区为 6~8 m<sup>3</sup>, 中部地区为 8~10 m<sup>3</sup>, 北方地区为 10~12 m<sup>3</sup>。

**2.3 准备材料** 户用沼气池建池容积大多为 6~10 m<sup>3</sup>, 施工前应对用料量胸中有数, 以免备料过多或过少, 造成浪费或停工待料。用砖混合建池法修建一口 8 m<sup>3</sup> 的户用沼气池的

实际用料量为: 425 号普通硅酸盐水泥 800 kg 左右, 中沙 2.0 m<sup>3</sup> 左右, 直径 5~20 mm 大小的卵石 1.5 m<sup>3</sup> 左右, 机砖 1 300 砖, 直径 200 mm 的陶瓷管或水泥管 1 m, 直径 110 mm 的厚壁 PVC 管 2.5 m, 直径 6 mm 的钢筋 5 kg 左右。如遇到池坑浸水量大或土质松软的地方, 建材用量应适当增加 10%~20%。

## 3 放线和开挖

**3.1 放线方法** 首先, 在选定的沼气设施建设区域内, 清理杂物, 平整好场地。然后根据设计图纸在地面上确定沼气池的中心位置, 画出进料间平面、发酵池平面、水压间平面的外框灰线。再在尺寸线外约 0.8 m 的地方打下 4 根定位木桩, 分别钉上钉子以便牵线, 两线的交点便是圆筒形发酵池的中心点。

最后在灰线外适当的位置牢固地打入标高基准桩, 并在桩上确定基准点。



图2 放线

## 3.2 池坑开挖和土方校正方法

**3.2.1 池坑开挖。**要根据池址的地质、水文情况, 决定是直壁开挖, 还是放坡开挖池坑。进行直壁开挖的池坑, 应尽量利用土壁作胎模。圆筒形沼气池上圈梁以上部位, 可按放坡开挖池坑, 上圈梁以下部位应按模具成型的要求, 进行直壁开挖。

主池的放样、取土尺寸, 可按下列公式计算:

主池取土直径= 池身净空直径+ 池墙厚度×2

主池取土深度= 蓄水圈高+ 拱顶厚度+ 拱顶矢高+ 池墙高度+ 池底矢高+ 池底厚度

开挖池坑时, 不要松动原土, 池壁要挖得圆整, 边挖边修, 可利用主池半径尺随时检查, 进料管、水压间、出料口、出料器或闸阀式出料装置的闸门口、排料管, 应根据设计图纸的几何尺寸放样开挖, 应特别注意的是, 水压间的深度应与主池的零压水位线持平。

**3.2.2 池坑校正。**开挖圆筒形池, 取土直径一定要等于放

**作者简介** 陶学军(1947- ), 男, 安徽含山人, 研究员, 从事农村能源研究和技术推广工作。

**收稿日期** 2007-04-18

样尺寸,宁小勿大。在开挖池坑的过程中,要用放样尺寸校正池坑,边开挖,边校正。池坑挖好后,在池底中心直立中心杆和活动轮杆,校正池体各部弧度,以保证池坑的垂直度、水平度、圆心度和光滑度。同时,按照设计施工图,确定上、下圈梁的位置和尺寸,挖出上、下圈梁。当采用旋流布料沼气池时要按照设计施工图,认真校正出螺旋面的池底。

**3.2.3 槽土方开挖。**在地面上放出灰线以后,即可进行基槽的开挖工作。基槽挖土一般按分层、分级、平均往下开挖的方法进行,较深的槽每挖1 m左右,即应检查通直修边,随时纠正偏差。基槽开挖应连续进行,尽快完成。施工时应防止地面水流入槽内,以免引起塌方或基土遭到破坏。基槽挖好后,应将槽底铲平,并预留出夯实高度,一般为10~30 mm,如土松软可预留40~50 mm。

#### 4 拌制砂浆和混凝土

**4.1 拌制砂浆** 拌制砂浆是砖混组合沼气池施工的基本技能,分砌筑砂浆和抹面砂浆等。户用沼气施工,一般采用人工拌制。人工拌制砂浆的要点是“三干三湿”。即水泥和砂按砂浆标号配制后,干拌3次,再加水湿拌3次。

**4.2 拌制混凝土** 农村建造沼气池,混凝土一般采用人工拌和。首先,在沼气池基坑旁找1块面积2 m<sup>2</sup>左右的平地,平铺上不掺水的拌制板。然后,先将称量好的砂倒在拌制板上,将水泥倒在砂上,用铁锹反复干拌至少3遍,直至颜色均匀为止;再将石子倒入,干拌一遍;然后逐渐加入定量的水湿拌3遍,当拌到颜色一致、石子与水泥砂浆没有分离、不均匀的现象时停止拌制。

#### 5 池体施工

沼气池的土方与基础工程完成后,按照砖混组合建池工艺,进行施工。

**5.1 预制进料管** 砖混组合建池工艺一般采用水泥管或陶瓷管做进料管,管内径要求200 mm以上。无进料管的钢模时,可采用油毛毡卷成两个圆筒,套成模具。内圆筒装砂,外圆筒用绳缠绕捆牢。浇混凝土时,可用手敲击圆筒,将混凝土振捣密实。

**5.2 池底施工** 户用沼气池池底应根据不同的池坑土质,进行不同的处理。对于黏土和黄土土质,原土夯实后,用C15混凝土直接浇灌池底60~80 mm即可。如遇砂土土质或松软土质,应先做垫层处理。首先将池坑土质铲平、夯实,然后铺1层直径80~100 mm的大卵石,再用砂浆浇缝、抹平,厚100~120 mm。垫层处理完后,即可在上面用C15混凝土浇灌池底混凝土层60~80 mm,然后用原浆抹光。

**5.3 池墙施工** 池底混凝土初凝后,确定主池中心;以该中心为圆心,以沼气池的净空半径为半径,划出池墙净空内的圆灰线,要求距土壁100 mm;沿池墙内圆灰线,用1:3的水泥砂浆,60 mm单砖砌筑池墙;每砌1层砖,浇灌1层C15细石混凝土,砌4层,正好是1 m池墙高度;在池墙上端,用混凝土浇筑三角形上圈梁,上圈梁浇灌后要压实,抹光。

土壁和砖砌体之间约留40 mm的缝隙,对于该缝隙,应分层用细石混凝土浇注,每层混凝土的高度需250 mm。浇捣要连续、均匀、对称,振捣密实。手工浇捣时必须用钢钎有次序地反复捣插,直到泛浆为止,保证混凝土密实,不发生蜂窝

麻面。



图3 池底施工示意



图4 墙体施工

**5.4 池拱施工** 用砖混组合法修建户用沼气池,一般采用“单砖漂拱法”砌筑池拱。砌筑时,应选用规则的优质砖。砖要预先淋湿,但不能湿透。漂拱用的水泥砂浆要用黏性好的1:2细砂浆。砌砖时砂浆应饱满,并用钢管靠扶或吊重物挂扶等方法固定。每砌完1圈,用片石嵌紧。收口部改用半砖或6分砖头砌筑,以保证圆度。为了保证池盖的几何尺寸,在砌筑时应用曲率半径绳校正。

池盖漂完后,用1:3的水泥砂浆填补砖缝,然后用粒径5~10 mm的C20细石混凝土现浇30~50 mm厚,经过充分拍打、提浆、抹平后,再用1:3的水泥砂浆粉平收光,使砖砌体和细石混凝土形成整体结构体,以保证整体强度。



图5 池拱施工

**5.5 活动盖和活动盖口施工** 活动盖和活动盖口用下口直径400 mm、上口直径480 mm、厚度120 mm的铁盆作内模和外模配对浇筑成型。浇筑时,先用C20混凝土将铁盆周围填充密实,然后,在铁盆外表面用细砂浆铺面,转动成型。活动盖直接在铁盆内浇筑成型,厚度为100~120 mm。按照混凝土

的强度要求进行养护,脱模后,直接用沼气池密封涂料刷3~5遍即可。无需用水泥砂浆粉刷,以免破坏配合形状。



图6 活动盖口施工

**5.6 料液自动循环装置施工** 单向阀是保证发酵料液自动循环的关键装置,一般可选用外径110 mm的商品化单向阀,将其直接与循环管安装而成。也可以用1~2 mm厚的橡胶板制作,用预埋在进料间墙上的螺栓固定。

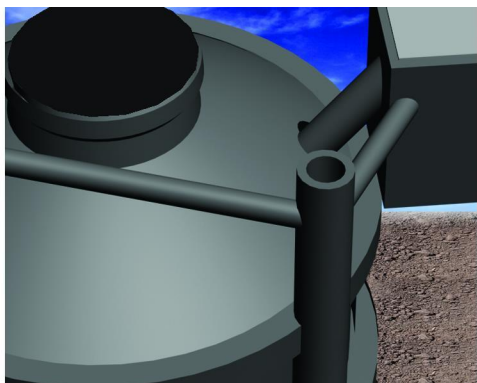


图7 料液自动循环管置

需要注意的是,水压间和酸化间隔墙上的极限回流高度应距零压面500 mm。

**5.7 预制盖板** 为了安全和环境卫生,户用沼气池一般都在进料间、活动盖口、出料间设置盖板。盖板一般用C20混凝土预制,内配标准强度为 $235 \text{ N/mm}^2$ 的低碳建筑钢筋。

## 6 养护及回填土

浇筑在单砖拱池盖上的细石混凝土,现浇完毕12 h以后,应立即进行潮湿养护。对外露的现浇混凝土,如池盖、蓄水圈、水压间、进料口以及盖板等应加盖草帘,并加水养护。池体混凝土达到70%的设计强度后进行回填土,其湿度以“手握成团,落地开花”为最佳。回填要对称、均匀、分层夯实,并避免局部冲击荷载。

在自然气温高于 $5^\circ\text{C}$ 的条件下,用草袋、麻袋、锯末等覆盖混凝土,并经常在上面浇水,浇水次数以能够保持足够的湿润状态为宜。气温在 $15^\circ\text{C}$ 以上时,浇筑后最初3 d,白天每隔2 h浇水1次,夜间至少浇水2次。在以后的养护期中,每昼夜至少浇水4次。在干燥的气候条件下,浇水次数应适当增加,浇水养护时间一般以达到标准强度的60%左右为宜。

## 7 出料搅拌器施工

出料搅拌器由抽渣管和活塞构成,是户用沼气池的重要组成部分,其作用是通过活塞在抽渣管中上下运动,从发酵间底部抽取发酵料液,分别送入出料间和进料间,达到人工

出料和回流搅拌的目的。

选用外径110 mm、长2 300~2 500 mm的厚壁PVC管做抽渣管,在用砖砌筑池墙时,以 $30^\circ\sim 45^\circ$ 的角度斜插于池墙或池顶,注意要安装牢固。抽渣管下部距池底200~300 mm,上部距地面50~100 mm。

抽渣管与池体连结处先用砂浆包裹,再用细石混凝土加固,确保此处不漏水、不漏气。活塞由外径98 mm的塑料成型活塞底盘、外径104 mm的橡胶片和外径10 mm、长1 500 mm的钢筋提杆,通过螺栓连接而成。



图8 出料搅拌器

## 8 密封层施工

沼气发酵是厌氧发酵,发酵工艺要求沼气池必须严格密封。沼气池密封性能的好坏是制取沼气成败的关键。

户用沼气池一般采用“二灰二浆”,在用素灰和水泥砂浆进行基层密封处理的基础上,再用密封涂料仔细涂刷全池,确保不漏水、不漏气。



图9 密封层施工

**8.1 基础密封层施工** 混凝土模板拆除后,立即用钢丝刷将表面打毛,并在抹灰前用水冲洗干净。当遇有混凝土基层表面有凹凸不平、蜂窝孔洞等现象时,先用凿子剔成斜坡,除去漏浆凸面,再用素灰和1:1的水泥砂浆填补凹面、孔洞和砌块大缝。先用水灰比为0.4~0.5的稠素水泥浆涂刷全池;再用水灰比为0.4~0.5的1:3的水泥砂浆粉刷全池;然后用水灰比为0.4~0.5的素水泥浆涂刷全池;最后用水灰比为0.4~0.45的1:2水泥砂浆粉刷全池,并抹压收光。

**8.2 表面密封层施工** 基础密封层施工后,用密封涂料涂刷池体内表面,使之形成一层连续性均匀的薄膜,从而封闭混凝土和砂浆表层的孔隙和裂缝,防止漏气发生。涂料要选用经过省部级鉴定的密封涂料,材料性能要求具有弹塑性好、无毒、耐酸碱、与潮湿基层黏结强、延伸性好、耐久性好、

可涂刷的特点。陕西省秦光沼气池密封剂厂生产的JZ-④型沼气池密封剂,是目前常用的沼气池密封涂料。第1遍涂刷层初凝后,用相同方法在池底和池墙部分再涂刷1~2遍,池顶部分再涂刷2~3遍;涂刷时,注意要水平垂直交替涂刷,不能漏刷。

## 9 输气管路的安装

**9.1 软塑料管道安装方法** 管子走向要合理。管子长度越短越好,多余的管子要剪下来,不要盘成几圈挂在钉子上,这会使压力减小。

**9.2 硬塑料管道安装方法** 聚氯乙烯或聚乙烯(PVC)硬塑料管道一般采用室外地下挖沟敷设和室内沿墙敷设。室外管道埋深为30 cm,寒冷地区则应在冰冻线以下,或覆盖秸草保温防冻,管外最好用砖砌成沟槽;室内输气管道沿墙敷设时,用固定扣固定在墙壁上,与电线相距20 cm左右,不得与电线交叉。

管道布线要尽可能短(近)、直。在管道的最低点安装凝水器或自动排水器。如果地形平坦,应使室外管道坡向沼气池,坡度为0.01左右。

硬塑料管道一般采用承插式胶黏连接。涂敷黏剂的表面必须保持清洁、干燥,否则影响黏接质量。胶黏剂要用漆刷或毛笔顺次均匀涂抹,先涂管件承口内壁,后涂插口外表。涂层应薄而均匀,勿留空隙,一经涂胶,即应承插连接。注意插口必须对正插入承口,防止歪斜引起局部胶黏剂被刮掉产生漏气通道。插入时须按要求勿松动,切忌转动插入。插入后以承口端面四周有少量胶黏剂溢出为佳。管子接好后不得转动,在常温下操作10 min后,才可以移动。雨天不得进行室外管道连接。

全部输气管道安装完毕以后,再进行气密性和压力损失试验。



图10 输气管道

## 10 质量检查

沼气池建成后,在发酵启动之前,先进行气密性检验。

**10.1 水压法** 向池内注水,水面升至零压线位时停止加水,待池体浸透后,标记水位线,观察12 h,当水位无明显变化时,表明发酵间和进、出料管水位以下不漏气、漏水,此时方可进行试压。试压时先安装好活动盖,并做好密封处理,接上U型水柱气压表后,继续向池内加水。等U型水柱气压表数值升至最大设计工作气压时,停止加水,记录U型水柱气压表数值,稳压观察24 h。如果气压表下降数值小于设计工作气压的3%时,可确认为该沼气池的抗渗性能符合要求。

**10.2 气压法** 池体加水试漏的方法与水压法相似。确定发酵间和进、出料管水位以下不漏气、漏水之后,抽出池中水,将进、出料管口及活动盖盖严,接上U型水柱气压表,向池内充气。当U型水柱气压表数值升至设计工作气压时,停止充气,关好开关,稳压观察24 h。如果U型水柱气压表下降数值小于设计工作气压的3%,则表明该沼气池的抗渗性能符合要求。



图11 向沼气池中注水



图12 气压法检测

## 11 投料启动

为了保证沼气池启动和发酵有充足而稳定的发酵原料,使池内发酵原料既不结壳,又易进易出,达到管理方便,产气率高的目的。要按照沼气微生物的营养需要和发酵特性,收集和选择启动原料。

各种有机物质,如人畜禽粪尿、作物秸秆、农副产品加工的废水剩渣及生活污水等都可做沼气发酵的原料。

农村户用沼气池用于启动的第1池发酵原料,应尽量采用碳氮比合适的纯净牛粪、马粪、羊粪,或2/3的猪粪+1/3的牛、马粪,在投料之前,还应进行堆沤处理。夏天堆沤2~4 d,冬天堆沤1周左右,当堆沤原料温度升高到40~50℃,颜色变成深褐或黑色后,再入池为好。

当畜禽粪便原料不足,搭配秸秆等纤维性原料时,要将其切碎或粉碎或堆沤处理。

为了加快沼气发酵的启动速度,提高沼气池产气量,向沼气池中加入富含沼气微生物的物质,该物质统称为接种物。一般采用自然界的活性污泥作接种物,最方便的接种物是沼渣和沼液。接种物为10%~30%,接种物越多,启动越顺利,产气越快,沼气中甲烷含量就越高。

农村户用沼气池启动配料的比例为,接种物:原料:水  
(下转第22页)

方工程、模板工程、混凝土工程、密封工程等。前3项内容可用尺量或用水准仪等检查。

密封性能的检验可用以下方法检查:

**9.1 直观检查法** 应对施工记录和沼气池各部位的几何尺寸进行复查。池体内表面应无蜂窝、麻面、裂纹、砂眼和气孔;无渗水痕迹等明显缺陷;粉刷层不得有空膨或脱落现象,合格后方可进行试压验收。

**9.2 水试压法** 向池内注水,水面升至零压线位时停止加水,待池体湿透后,标记水位线,观察12h,当水位无明显变化时,表明发酵间及进、出料管水位以下不漏水,此时方可进行试压。试压时先安装好活动盖,并做好密封处理,接上U型水柱气压表后,继续向池内加水。等U型水柱气压表数值升至最大设计工作气压时,停止加水,记录U型水柱气压表数值,稳压观察24h。当气压表下降数值小于设计工作气压的3%时,则表明该沼气池的抗渗性能符合要求。

**9.3 气试压法** 池体加水试漏的方法与水试压法相似。确定发酵间及进、出料管水位以下不漏水之后,抽出池中水,将进、出料管口及活动盖严格密封,装上U型水柱气压表,向池内充气,当U型水柱气压表数值升至设计工作气压时,停止充气,关好开关,稳压观察24h。当U型水柱气压表下降数值小于设计工作气压的3%时,则表明该沼气池的抗渗性能符合要求。



图8 打气检查

## 10 投料启动

农村户用沼气池用于启动的第一池发酵原料,应尽量采

用碳氮比合适的纯净牛粪、马粪、羊粪,或2/3的猪粪+1/3的牛、马粪,在投料之前,还应进行堆沤处理。夏天堆沤2~4d,冬天堆沤1周左右,使堆沤原料温度升高至40~50℃,颜色变成深褐或黑色后,再入池为好。

当畜禽粪便原料不足,搭配秸秆等纤维性原料时,要将其切碎或粉碎或堆沤处理。

为了加快沼气发酵的启动速度、提高沼气池产气量,向沼气池中加入富含沼气微生物的物质,该物质统称为,接种物。一般采用自然界的活性污泥作接种物,最方便的接种物是沼渣和沼液。接种物为10%~30%,接种物越多,启动越顺利,产气越快,沼气中甲烷含量越高。

农村户用沼气池启动配料的比例为接种物:原料:水=1:2:5。将收集的接种物和原料处理后,按以上比例,投入沼气池。

新池启动,从正常产气的沼气池水压间中取富含菌种的沼液加入,再找水茅坑或污水坑中的发泡污水,一起加至距天窗口400~500mm处。用于启动的水,温度应尽量控制在20℃以上,以加快发酵速度。

沼气池在夏天投料3~5d,冬天投料7~10d后产气,沼气发酵启动初期,所产生的气体主要是二氧化碳,同时封池时气箱内还有一定的空气,因而气体中的甲烷含量低,通常不能燃烧。当沼气压力表上的水柱达到400mm以上时,应放气试火。放气1~2次后,所产气体中的甲烷含量达到30%以上时,所产生的沼气就可以点燃使用了。

### 参考文献

- [1] 何顺民,朱维林,吴礼友,等.我国农村沼气现状及服务体系建设的对策研究[J].安徽农业科学,2006,34(18):4789-4790,4795.
- [2] 郝元元,刘荣厚.大中型沼气工程工艺流程·发酵原料及其产物测试分析[J].安徽农业科学,2006,34(14):3429-3431.
- [3] 王芳,雷海章.关于沼气式循环型农业模式探讨[J].安徽农业科学,2006,34(8):1647-1648,1650.
- [4] 张国强.农村沼气池的建造与使用[J].农村新技术,2006(9):30-31,34.
- [5] 穆晓路,马丽媛,穆太力普,等.浅谈沼气池的建造技术[J].新疆农机化,2006(2):57-58.
- [6] 王泽洋.第二讲 沼气池的建造[J].农业知识,2006,(4):40-43.
- [7] 伍艳萍.红河州小型高效沼气池技术科研成果通过专家组评定[J].云南林业,2007,28(1):13.

(上接第18页)

=1:2:5。将收集的接种物和原料处理后,按以上比例,投入沼气池。

新池启动,最好能从正常产气的沼气池水压间中取富含菌种的沼液加入,再找水茅坑或污水坑中的发泡污水,一起加至距天窗口400~500mm处。用于启动的水,温度应尽量控制在20℃以上,以加快发酵速度。

沼气池在夏天投料3~5d,冬天投料7~10d后产气。沼气发酵启动初期,所产生的气体主要是二氧化碳,同时封池时气箱内还有一定的空气,因而气体中的甲烷含量低,

通常不能燃烧。当沼气压力表上的水柱达到400mm以上时,应放气试火。放气1~2次后,所产气体中的甲烷含量达到30%以上时,所产生的沼气就可以点燃使用了。

### 参考文献

- [1] 张敏,赖敏.农村沼气发展建设问题与对策研究[J].安徽农业科学,2007,35(7):2108-2110.
- [2] 郝元元,刘荣厚.大中型沼气工程工艺流程·发酵原料及其产物测试分析[J].安徽农业科学,2006,34(14):3429-3431.
- [3] 张国强.农村沼气池的建造与使用[J].农村新技术,2006(9):30-31,34.
- [4] 穆晓路,马丽媛,穆太力普,等.浅谈沼气池的建造技术[J].新疆农机化,2006(2):57-58.
- [5] 王泽洋.第二讲 沼气池的建造[J].农业知识,2006,(4):40-43.