河北省中等职业教育送教下乡专用教材

经河北省中等职业教育教材审定委员会审定通过

总主编　张志增

主编　田与光

农村沼气综合利用技术

NONGCUN ZHAOQI ZONGHE LIYONG JISHU

河北科学技术出版社

方圆电子音像出版社

河北省中等职业学校送教下乡试用教材

农村沼气综合利用技术

主编　田与光

河北科学技术出版社

河北省中等职业教育送教下乡专用教材
编写委员会

主　任　李胜利
副主任　王晓飞
委　员　（以姓氏笔画为序）
刁哲军　王辛卯　王浩荧　史　帆　史敬军　刘云国　刘晏昇
吉朝利　乔志远　孙志河　邢　程　陈　菁　吴翠敏　张志增
张学军　张茂斌　张相奎　和英布　姚雨红　郭华江　霍树刚

总主编　张志增

《农村沼气综合利用技术》编写人员

主　编　田与光
副主编　任艳艳　李淑兰
编　者　（以姓氏笔画为序）
白凤朝　白凤新　李淑兰　李秋生　李玉芬　梁东侠　全小翀
任艳艳　王艳茹　杨　洁

前　言

QIAN YAN

为积极推进社会主义新农村建设，加快培养新农村建设“留得住、用得上”的专业人才，2009 年 7 月，河北省委组织部、河北省农村工作办公室和河北省教育厅联合印发了《关于推进“送教下乡”加快培养农村实用技术人才的意见》，随后，河北省教育厅制定了《“新农村建设双带头人培养工程”实施方案》等一系列政策措施，并陆续部署了试点及推广工作。河北省委、省政府对这项工作高度重视，把“双带工程”作为重要惠民工程，列入 2010 年冀发 1 号文件强力推进；列入《河北省中长期教育改革和发展规划纲要》深入实施。2010 年 1 月，河北省委、省政府在《关于认真贯彻中央 1 号文件精神　扎实做好 2010 年农业农村工作的实施意见》中明确指出：“深入推进职业教育送教下乡，实施‘新农村建设双带头人培养工程’，培育农民创业致富带头人。”《河北省中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020 年）》明确要求：“以深入实施‘新农村建设双带头人培养工程’为切入点，扎实推进农村职业教育办学模式改革。紧密结合新农村建设和新型农民培养，创新农村职教培养模式，改革教学方式，为农村培养改革发展带头人和科技致富带头人。”

“双带工程”实施几年来，惠及河北省近 30 多万青年农民，有力促进了农业产业结构调整和生产经营方式转变；学生“边受教育边生产”，有效促进了农民致富增收；加强了农村基层党组织建设，进一步密切了干群关系；明显提升了新农村文明建设水平，使广大农民“既富了钱袋，也富了脑袋”。通过送教下乡，实施“双带工程”，增强了农村职业学校的办学活力。2010 年 8 月 18 日，在全国中等职业教育招生改革案例推介会上，教育部鲁昕副部长把河北省的“送教下乡”与四川省的“藏区 9 + 3 免费教育计划”、重庆市的“统筹城乡职业教育”一起，列为三大模式向全国推广。她指出：“‘双带工程’有效拓宽了职业教育招生范围和服务面向，对农民脱贫致富和农业持续发展有重要促进作用。”2011 年 1 月，刘延东国务委员做出重要批示：“河北省送教下乡的做法很好。职业教育就是要面向基层，面向企业、农村，适应他们的需求，为他们服务，才能体现价值，才能更有作为。”教育部杜玉波副部长在出席河北省教育工作会议时指出：“河北教育历来重改

革、讲创新、有特色，特别在职业教育方面，从1989年河北在全国率先成立第一家县级职业教育中心，到2009年面向‘三农’开展送教下乡、启动‘新农村建设双带头人培养工程’，都在全国产生了良好社会反响。河北职业教育要认真落实延东同志批示精神，紧紧围绕地方经济社会发展需求，适应区域产业结构调整和企业、农村发展的现实需要，创新职业教育人才培养模式，切实增强职业教育吸引力，为全国职业教育发展提供更多有益经验。”

加强教材建设是提高“送教下乡”工作质量和水平的重要保障。为确保中等职业学校送教下乡工作顺利进行，全面提高教育教学质量，河北省教育厅从2009年10月起对中等职业学校送教下乡教材建设进行规划，并着手开展这套系列教材的编写工作，以供中等职业学校送教下乡教学使用。

这套系列教材根据2008年4月《教育部关于进一步加强中等职业学校教学计划规范管理工作的通知》、2008年12月《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》和2009年11月《河北省教育厅关于印发“新农村建设双带头人培养工程”种植技术等六个专业指导性教学计划的通知》有关精神组织编写，业经河北省中等职业教育教材审定委员会审定通过。河北省职业技术教育研究所副所长张志增研究员担任总主编。教材本着“行动导向、任务引领、学做结合、理实一体”的原则编写，以职业能力为核心，努力从种植、养殖、农村管理等相关岗位的工作实践中选取典型任务，有针对性地传授专业知识和训练操作技能。各册教材的学习内容分别划分为若干个单元，再分为若干个学习任务，每个学习任务包括任务描述及相关知识、操作步骤和方法、思考与训练等，还插入“小知识”、“小提示”、“拓展阅读”等，力求适合农民学生边讲边练、边学边干、学用结合、学以致用的学习模式和学习特点。经过各方共同努力，本套专用教材的第一批33种教材已于2011年9月出版发行。

《农村沼气综合利用技术》是本套专用教材第二批36种教材中的一种，内容分为“农户沼气池建造”、“沼气输配系统的安装与使用”、“沼气系统的启动与使用”、“沼气系统产物的综合利用”、“畜禽养殖场大中型沼气工程”、“沼气生态农业模式”六个单元，共19个学习任务。主编为田与光，副主编为任艳艳、李淑兰。白凤朝、白凤新、李淑兰、李秋生、李玉芬、梁东侠、全小翀、任艳艳、王艳茹、杨洁参加了编写工作。由于时间和水平所限，书中不足之处在所难免，恳请广大教师和学生批评指正。

河北省中等职业教育送教下乡专用教材编写委员会

2012年9月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

MU LU

目　录

第一单元　农户沼气池建造 …… 1
学习任务1　户用沼气池施工准备 …… 2
一、选择合适的沼气池类型 …… 2
二、选择建池地址 …… 5
三、制订建池方案 …… 6
四、购置建池原料 …… 9
五、施工放线与挖坑 …… 11
学习任务2　修筑沼气池体 …… 12
一、拌制砂浆和混凝土的方法 …… 13
二、修筑池体 …… 13
三、密封层施工 …… 15
学习任务3　检验沼气池质量 …… 16
学习任务4　玻璃钢沼气池施工 …… 18
一、选址 …… 18
二、挖土方 …… 18
三、组装 …… 18
四、填土 …… 19
五、砌沼气池池口 …… 19
学习任务5　软体沼气池 …… 20
一、经济耐用，价格低廉 …… 21
二、重量轻、可折叠、体积小，可任意移动安装 …… 21
三、安装简单快捷，用户可任意选择坑体深浅 …… 21
四、无须搅拌，产气量高 …… 21
五、所用的发酵原料来源广泛 …… 22
六、使用安全 …… 22
七、卫生环保 …… 22
八、使用和维修方便 …… 22
九、易于工业生产和商业运作 …… 23
十、该技术整套设备系列化，也可量身定做 …… 23
第二单元　沼气输配系统的安装与使用 …… 24
学习任务1　沼气输配系统部件与设备的选择 …… 24

一、沼气管路和管件的选择 …… 24
二、沼气灶具的选择 …… 26
三、沼气灯具的选择 …… 27
四、开关、压力表、气水分离器、脱硫器的选择 …… 27
学习任务2　沼气管路及配件的安装 …… 32
一、沼气管路和管件的安装 …… 32
二、开关、压力表、气水分离器、脱硫器的安装 …… 34
学习任务3　沼气用具的安装与维护 …… 36
一、沼气灶具的安装 …… 36
二、沼气灶具的常见故障处理和维护 …… 37
三、沼气灯具的安装 …… 39
四、灯具的常见故障处理和维护 …… 40
学习任务4　沼气出料设备 …… 42
一、出料设备结构 …… 42
二、出料设备使用 …… 43
三、出料设备常见故障处理和维护 …… 44
第三单元　沼气系统的启动与使用 …… 46
学习任务1　沼气系统的启动 …… 46
一、发酵原料预处理 …… 47
二、加入充足的接种物 …… 48
三、投料 …… 49
四、控制碳氮比和酸碱度 …… 49
五、发酵温度 …… 50
六、创造厌氧环境 …… 50
七、放气试火 …… 51
八、沼气池启动中常见的问题 …… 52
学习任务2　沼气系统的日常管理与故障处理 …… 53
一、沼气系统的日常管理知识 …… 54
二、沼气系统的故障诊断与排除 …… 56
学习任务3　沼气系统的安全常识 …… 58
一、沼气窒息中毒及急救 …… 59
二、沼气爆炸和火灾的预防 …… 59
第四单元　沼气系统产物的综合利用 …… 61
学习任务1　沼气的综合利用 …… 61
一、沼气作能源 …… 62
二、沼气贮粮 …… 62
三、沼气贮果 …… 64
四、沼气在温室中的应用 …… 65

学习任务2　沼液在种植业、养殖业中的应用 …… 68
一、沼液在种植业中的应用 …… 69
二、沼液在养殖业中的应用 …… 74
三、沼液水培蔬菜 …… 77
学习任务3　沼渣的综合利用 …… 78
一、沼渣的成分和特性 …… 78
二、沼渣作肥料 …… 78
三、沼渣栽培蘑菇 …… 79
四、沼肥种花 …… 82
五、沼液沼渣在日光温室施肥中的应用 …… 82
第五单元　畜禽养殖场大中型沼气工程 …… 86
学习任务1　我国大中型沼气工程工艺流程及设备 …… 86
一、我国大中型沼气工程类型 …… 87
二、大中型沼气工程工艺流程 …… 88
三、大中型沼气工程的设备 …… 96
学习任务2　大中型沼气工程的施工与故障处理 …… 103
一、施工与管理 …… 103
二、注意事项 …… 110
三、故障处理 …… 112
第六单元　沼气生态农业模式 …… 118
学习任务1　北方常见的“四位一体”沼气生态农业模式 …… 118
一、搞好沼气池建设 …… 118
二、搞好温室建设 …… 120
三、畜禽舍及厕所建设 …… 121
学习任务2　南方常见的“猪—沼—果”沼气生态农业模式 …… 121
一、做好“猪—沼—果”工程规划与设计 …… 121
二、科学建造果园 …… 122
三、养殖场的修建 …… 122
四、沼气池的修建 …… 123
参考文献 …… 124

第一单元

农户沼气池建造

单元提示 DANYUAN TISHI

在建造沼气池之前，应针对庭院的具体情况，设计出适合庭院的沼气建造与安装使用设计图，根据设计图来进行施工准备和建造，购买相关部件，才能做到科学、合理建造沼气池，综合利用沼气。

本单元的学习目标是学会农户沼气池施工前的准备、建造、池体密封、建后检验验收等知识，懂得户用沼气池建造和检验技术。

农村户用沼气系统安装示意简图如图 1－1 所示。

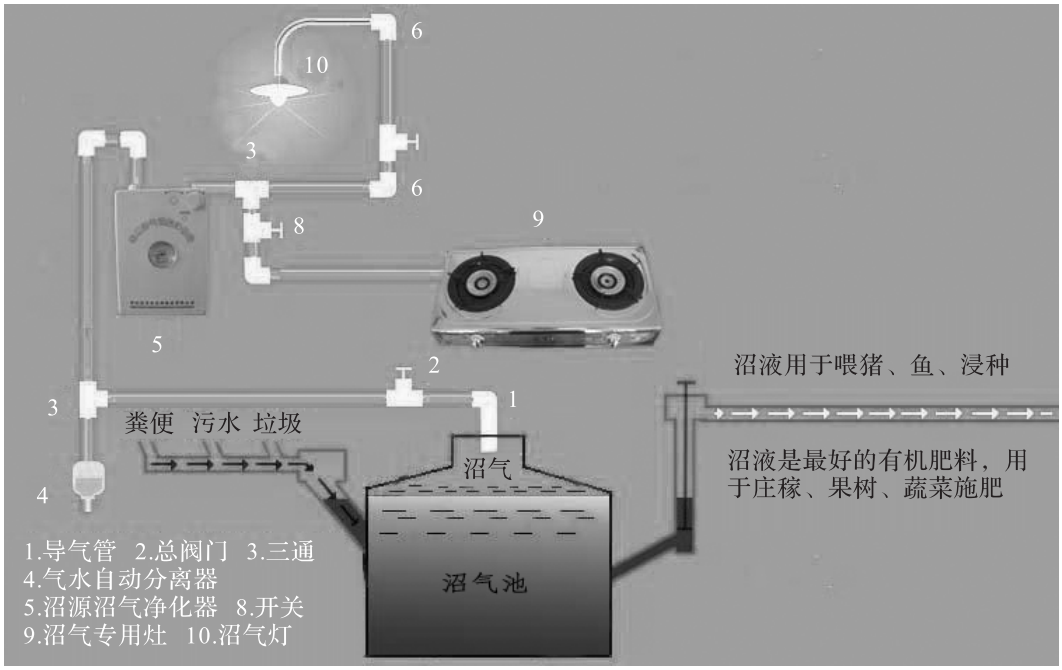

图 1－1　沼气系统安装示意简图

学习任务 1

户用沼气池施工准备

任务描述

户用沼气池施工准备包括选型、选址、制订方案、购置原料、放线、挖坑等工序。

通过本任务的学习，能够根据自家庭院的具体情况，选择适合的沼气池型，并按照施工要求进行选址、制订方案、购置原料、放线、挖坑等准备工作，掌握各步骤的方法及技能。

一、选择合适的沼气池类型

国家标准《户用沼气池标准图集》（GB/T4750－2002）共发布了5种池型沼气池，即曲流布料水压式沼气池、圆筒形水压式沼气池、椭球形水压式沼气池、预制钢筋混凝土板装配沼气池、分离储气浮罩沼气池。

1.《户用沼气池标准图集》发布的沼气池型 以下介绍4种沼气池型，如图1－2、图1－3、图1－4、图1－5。

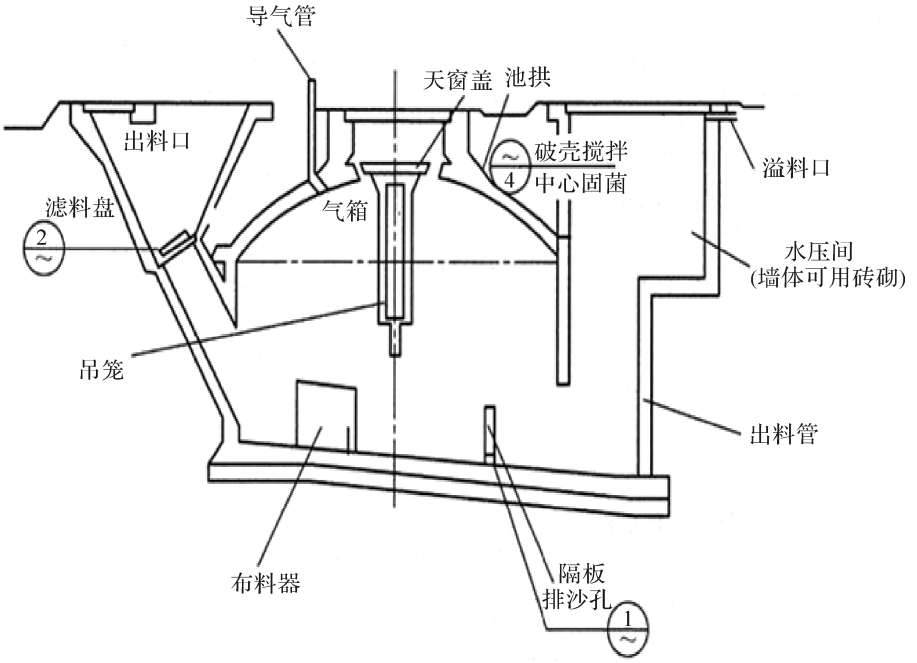

图1－2 曲流布料水压式沼气池

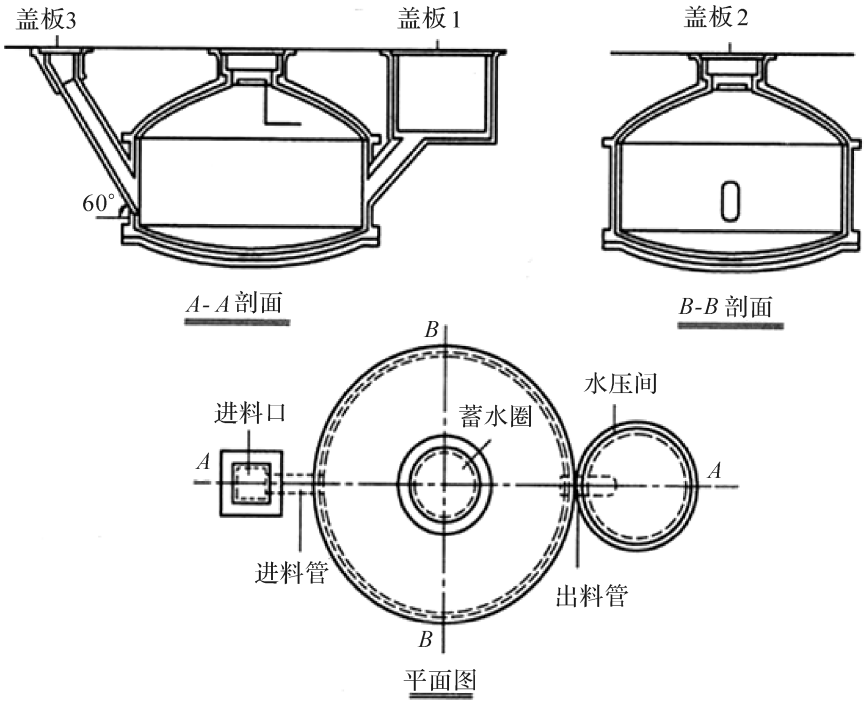

图 1－3　8m³ 圆筒形水压式沼气池

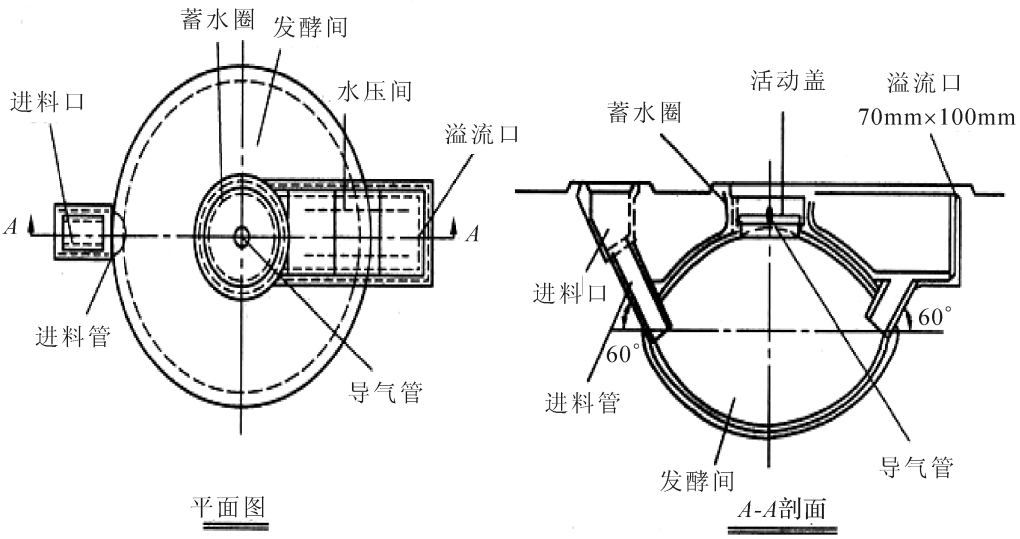

图 1－4　椭球形水压式沼气池构造简图

标准图集适用于我国各地农村家庭建池。根据北方地区的地形、地质、建材以及使用习惯，一般采用圆筒形水压式沼气池，一些养殖专业户采用串联圆形沼气池。建设要求“三结合”（沼气池、厕所、畜禽舍相连通），采用高位进料、斜坡池底低位出料、水封活动盖等建设技术，保证产气量的同时，维修人员可以进入池内施工。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

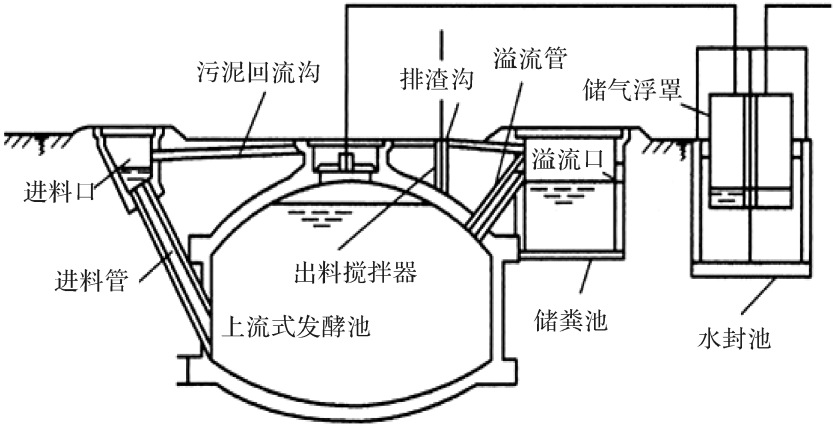

图1-5　分离储气浮罩沼气池

知识链接
ZHISHILIANJIE

水压式沼气池基本知识

1. 水压式沼气池的组成

主要由发酵间、储气间和水压间（或出料间）组成，设有进料口、进料管、活动盖、导气管、出料管等。

2. 水压式沼气池的工作过程

第一步：没有产气或沼气用完时，沼气池发酵间液面与进料管、出料间液面相平，这时液面所在位置叫做“零压线”。

第二步：水压式沼气池的池体上部储气室完全封闭，随着沼气的不断产生，沼气压力相应提高。这个不断增高的气压，迫使沼气池内的部分料液压入进料管和出料间，发酵间内液面逐渐下降，进料管和出料间液面不断升高，使进料管和出料间的液面高于发酵间液面。这样就产生了一个水位差，这个水位差就叫做“水压”（也就是沼气压力表显示的数值）。

第三步：用气时，沼气开关打开，沼气在水压下排出。当沼气减少时，储气间的沼气压力下降，进料管和出料间的料液又返回池体内，使得水位差不断下降，导致沼气压力也随之相应降低。

这种利用部分料液来回窜动，引起水压反复变化来贮存和排放沼气的池型，就称之为水压式沼气池。

3. 水压式沼气池的优点

（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，特别是大量的作物秸秆，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。

4. 水压式沼气池的缺点

（1）由于气压反复变化，而且一般在4～16kPa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（即每立方米池容积一昼夜的产气量）偏低，一般产气率每天仅为0.15m^3/m^3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。

2. 选择沼气池型的原则 根据大量的科学实验和生产实践经验，选择与设计模式配套的沼气池应遵循以下原则：

（1）坚持“三结合”原则。“三结合”是指沼气池与畜圈、厕所相连通，使人畜粪便能够随时进入沼气池内，保证正常产气、持续产气需要的充足原料；同时有利于农村的粪便管理，改善农村的环境卫生，消灭蚊蝇的寄居地，减少疾病传播；沼渣、沼液等产物还可作为肥料运送到田间或日光温室里作肥料使用。

（2）坚持选择池型“圆、小、浅”的原则。“圆”是指池型以圆筒形或球形为主，池容6～12m^3，池深2m左右。圆形沼气池具有以下优点：第一，根据几何学原理，相同容积的沼气池，圆形比方形或长方形的表面积小，因此省工、省料。第二，池壁厚度比长方形的小30%～40%，密闭性好，池壁没有直角，容易解决密闭问题，而且四周受力均匀，池体较牢固。第三，圆形池置于地下，有利于冬季保温和安全越冬。第四，建造圆形沼气池有利于保证建池质量，做到建一个，成一个，用一个。“小”，是指在满足用气的前提下，主池容积不宜过大。容积小，可减少发酵原料的使用，有利于充分利用发酵料；节省建筑成本和造价；便于控制和调节，提高产气率。“浅”，是为了扩大发酵液的表面积，提高产气率；同时减少挖土深度，避开地下水，也便于出料。

（3）坚持直管进料，进料口加箅子、出料口加盖的原则。直管进料可以使进料流畅，也便于搅拌。进料口加箅子能防止猪和其他动物陷入沼气池进料管中。出料口加盖是为了保持环境卫生，消灭蚊蝇孳生场所和防止人、畜掉进池内。

二、选择建池地址

农村户用沼气池应与农户庭院设施建设统一规划，在建设沼气池的同时，同步建设或改建畜禽舍、卫生厕所和厨房。做到科学规划，布局合理。

沼气池建在哪里，是保证建池质量的重要环节，选址不当会影响今后的使用，严重的还会变成废池而不能使用。选址主要注意事项见图1－6。

（1）沼气池应与猪圈、厕所“三结合”，最好在水压间附近建溢流池，使人畜粪便能够随时流入池内，同时发酵液自动溢出沼气池。

（2）庭院沼气池与厨房（或灶具）的距离一般在25m以内为宜，以减少沼气在输送过程中的损失。

（3）为防止因地基不实而造成的池体下沉、裂缝等质量问题，建池地点应选择土质坚实、地下水位低、出料方便、尽量远离树木和公路的地方。不要在低洼、不易排水的地方建池。

（4）为使北方农户在冬季也能正常使用沼气，沼气池应建在冻土层以下，最好与畜舍、厕所、日光温室建成四位一体的沼气池。

（5）为了增加池内温度，建池地点尽量选择在背风向阳、周围没有遮阳建筑物的地方，也可以建在温室大棚内或猪圈下面。

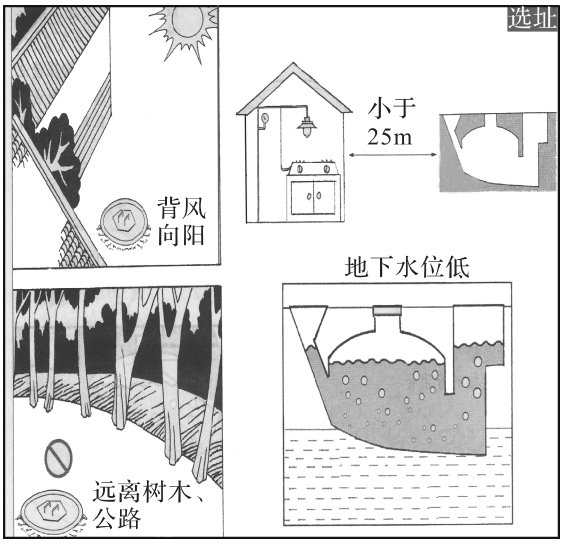

图 1－6　选择建池地址

三、制订建池方案

1. 选择池基　建造沼气池，选择地基很重要，这是关系到建池质量和池子寿命的问题。由于沼气池是埋在地下的建筑物，因此，与土质的好坏关系很大。土质不同，其密度不同，坚实度也不一样，容许的承载力就有差异。而且同一个地方，土层也不尽相同。如果是土层松软或沙性土或地下水位较高的烂泥土，池基承载力不大，在此处建池，承受不了，必然引起池体沉降或不均匀沉降，造成池体破裂，漏水漏气。一般自然土层，每平方米容许承载力都超过 10t 以上，在这样的自然土层上建造沼气池，是没有什么问题的。因此，池基应该选择在土质坚实、地下水位较低，土层底部没有地道、地窖、渗井、泉眼、虚土等隐患之处；而且池子与树木或池塘要有一定距离，以免树根扎入池内或池塘涨水时影响池体，造成池子漏水漏气；北方干旱地区还应考虑池子离水源和用户都要近些，若池子离用户较远，不但管理（如加水、加料等）不方便，输送沼气的管道也要很长，这样会影响沼气的压力，燃烧效果不好。此外，还要尽可能选择背风向阳处建池。

2. 设计池子荷载　确定荷载是沼气池设计中一项很重要的环节。所谓荷载，是指单位面积上所承受的重量。如果荷载确定过小，设计的强度不足，就容易造成池体破裂；如果荷载确定过大，设计的沼气池结构截面必然过大，结果用料过多，造成浪费。荷载的计算标准一般为：池身自重（按混凝土量计算）为 2.5t/m^3 左右，拱顶覆土为 2t/m^3 左右，池内发酵原料为 1.2t/m^3 左右，沼气池产气后池内受压为 1t/m^3 左右。此外，经常出现在池顶的人、畜等重量以最大量考虑为 1t 左右。所以，地基承载力至少不能小于 8t/m^2。

3. 设计池墙的质量　建造沼气池，一般都用脆性材料，受压性能较好，抗拉性能较差。池墙基础（环形基础）的宽度≥40cm（这是工程构造上的最小尺寸），基础厚度≥25cm。

4. 计算沼气池容积 建造沼气池，事先要计划好建多大的池子。池子太大，往往由于发酵原料不足或管理跟不上去等原因，造成产气率不高；池子太小，产气就少，不能保证生产、生活的需要。因此，建多大的沼气池应根据发酵原料的种类、每天的进料量、产气率和用气量来确定。

小知识

“沼气池建得越大，产气越多”，你认为对吗？

当然不对。有气无气在于“建”，产气多少在于“管”。池容积过大，如果发酵原料不足，管理不好，产气量还不如小池子。但是如果沼气池容积过小，产气量也很难保证，会影响用户正常使用。

目前，从沼气用量来看，我国农村每天煮饭、烧水、电灯等日常生活用能，一般可按每人每天平均需用沼气 0.3～0.4m^3，农村 5 口人的家庭，每天煮饭、烧水需用沼气 1.5～2m^3。一般的户用沼气池每立方米平均每天可以产气 0.2～0.3m^3，一个五口之家则建 6～10m^3 的沼气池即可，见图 1－7。

沼气池容积可根据家庭人口、用气量、种植面积（果园、大棚）、畜禽养殖规模以及当地气温的高低来进行规划。北方地区一般气温较低，可选 8～10m^3 的沼气池；南方地区一般气温较高，可选 6m^3 以上的沼气池。如一个 5 口人的家庭，建造一个 8～10m^3 的沼气池，管理得好，所产沼气基本上能满足一家人一年四季煮饭、烧水或点灯的需要，在北方即使在冬季气温较低，产气量有所减少的情况下，仍可供煮两餐饭或烧开水用。

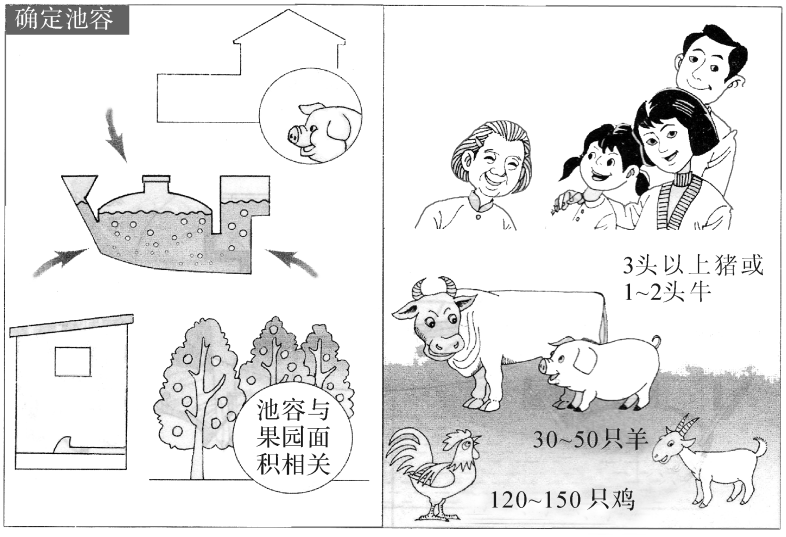

图 1－7 计算沼气池容积

一般家庭养猪存栏 6～10 头，日光温室面积在 100～150m^2，可建 6m^3、8m^3、10m^3 的沼气池为宜。对于建在野外的四位一体生态型大棚模式，一般“模式”面积为 667m^2（1 亩）左右，这时，养猪头数可增加，沼气池容积大一些为好，但这不是绝对的，因为若沼气池容积满足不了炊事用能及蔬菜生产用肥的需要，可由外界补充能源及肥料，从而使“模式”正常运行。

北方选择池型一般是水压式圆筒形沼气池，池容根据人口数量和养殖数量一般为6～10m^3。一般发酵池直径2.6～3m，深2～2.4m，水压间直径1～1.2m，深2.1～2.5m。

5. “三结合”沼气池布局 搞好“三结合”即猪圈、厕所、沼气池三者连通，做到人、畜粪便自动流入池中。这样既有利于产气和卫生，又有利于管理和积肥，达到改厕、改圈、改厨、改院相结合，综合效益显著。“三结合”方式可根据庭院地形和气温等情况灵活布置。北方农村最好建在室外暖棚内或猪舍下。“三结合”布局如图1－8、图1－9、图1－10所示。

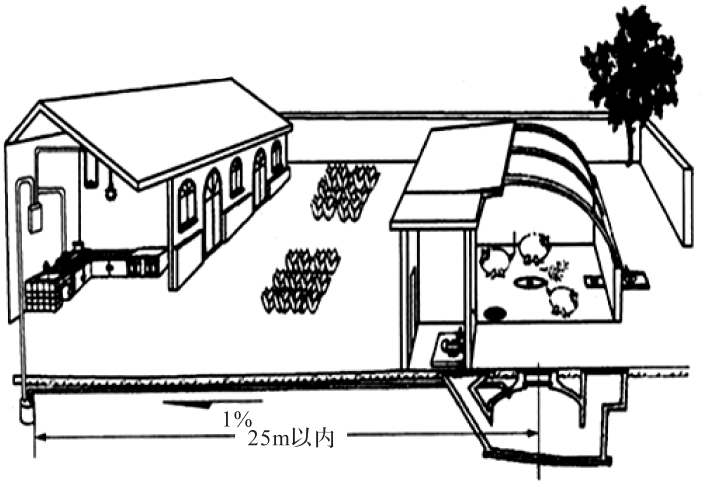

图1－8 猪圈＋厕所＋沼气池“三结合”布局图

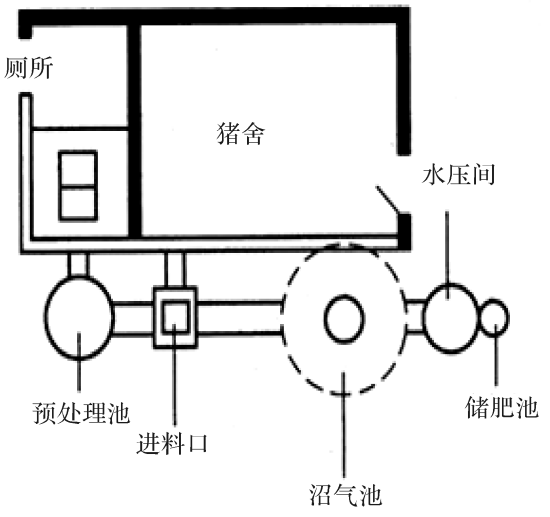

图1－9 “三结合”布局方案一

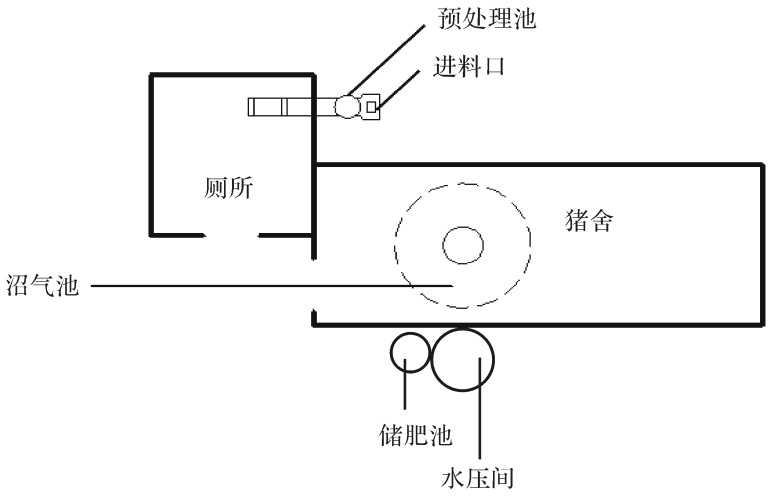

图 1－10　“三结合”布局方案二

四、购置建池原料

为保证建池顺利，建池前应先做好备料工作。水泥、沙、砖等按量备足，还需购买其他零部件（表 1－1），以免影响工期和质量。

表 1－1　砖砌模水压式沼气池所需原料及配件表

材　　料	$8m^3$ 沼气池	$10m^3$ 沼气池
砖（块）	1200	1500
水泥（kg）	1200	1500
沙子（m^3）	2.5	3
碎石子（m^3）	2.5	3
进料管（长 2m，直径 200～300mm 的 PVC 管，根）	2	2
导气管（直径 8～10mm 的铜管或 PVC 导气管，根）	1	1
低碳建筑钢筋（kg）	7	7
密封胶（袋）	2～3	2～3

1. 砖　建池用砖主要是 50 号、75 号、100 号三种黏土砖。要求是尺寸均匀、外形规则、各面平整、无变形现象，无裂纹、敲击声脆，不要使用欠火砖、酥砖和螺纹砖。砖的尺寸是 240mm×115mm×53mm，制作池盖的砖则要求完整无缺，棱角分明，否则会影响砌筑

小知识

选择建池原料时，应做到因地制宜，就地取材，减少运输，降低成本；变废为宝，物尽其用；符合设计要求；胶凝材料须是水硬性的。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com