一、沼气生态农业技术概论

沼气生态农业技术是依据生态学原理，以沼气建设为纽带，将畜牧业、种植业等科学、合理地结合在一起，通过优化整体农业资源，使农业生态系统内做到能量多级利用，物质良性循环，达到高产、优质、高效、低耗的目的，是一项可持续农业技术。通俗地说，就是农户通过建沼气池，利用人畜粪便、生活污水、农业废弃物等入池发酵，产生的沼气、沼液和沼渣用于日常生活和农业生产，从而形成农户生活一沼气发酵一生态农业的良性发展链条。

20 世纪 90 年代以来，我国各地根据地域资源条件的不同，通过农业科技工作者的努力研究和农民的反复实践，逐渐形成了各种沼气生态农业模式，其中具有代表意义的是北方农村能源生态模式（即“四位一体”，以下简称北方模式）和“南方猪一沼一果（菜、菇、鱼等）模式”（以下简称南方模式）。这两大模式的形成和发展，使沼气建设跳出了单纯围绕能源建设的小圈子，将农民生活、生产和生态农业紧密联系在一起，在促进农民脱贫致富、农业生产结构调整和农业与农村经济的可持续发展等方面起着重要的作用。

（一）沼气生态农业技术的基本原理

沼气生态农业技术的核心部分是沼气发酵,它起着联结养殖

需要全本请访问 www.ertongbook.com

与种植、生产与生活的纽带作用。北方模式和南方模式的沼气池均以水压式沼气池为主。两种模式的根本区别是，北方模式受自然条件限制，沼气池建在日光温室或三结合畜禽舍内，而南方模式则是沼气池与养殖业、林果业、种植业紧密联系。

1. 北方模式的发展及其基本原理　北方模式是辽宁省农业科技工作者在群众实践基础上研制出的高产、优质、高效农业生产模式。它以土地资源为基础，以太阳能为动力，以沼气建设为纽带，通过生物质能转换技术，在农户庭院或田园，将沼气池、畜（禽）舍、厕所、日光温室组合在一起，构成能源生态综合利用体系。从而在同一块土地上，实现产气、积肥同步，种植、养殖并举，能流、物流良性循环，成为发展生态农业的重要技术措施。

根据生产结构和配套技术的组成，又可分为“三位一体”和“四位一体”模式，以“四位一体”为例，该模式的基本要素是：建一个坐北朝南的日光温室，通常 200～600 米^2，日光温室内部西侧、东侧或北侧建一个 20 米^2 的畜禽舍和一个 1 米^2 的厕所，畜禽舍下部为一个 6～10 米^3 的沼气池。

北方模式是沼气池、畜禽舍、厕所、农作物栽培室都在日光温室内，形成一个封闭的体系。日光温室的作用就是为沼气池、畜禽、温室内的农作物提供适宜的温湿度条件，从而一改过去北方沼气池半年使用半年闲，且冬季极易冻坏的弊病，达到全年正常运行产气；改变北方冬季土地闲置的状况，变淡季为旺季，变无收为有收；改变北方冬季畜禽由于御寒导致能量损失过大，光吃食不长膘的状况，缩短出栏时间，降低生产成本。

日光温室是利用塑料薄膜的透光和阻散性能，并配套复合保温墙体结构，将太阳能转化为热能，同时保护和阻止热量及水分的散失，达到增温、保温目的，使冬季室内、外温差可达到 30℃以上，也就是在室外温度为零下 20℃的气候条件下，日光温室内温度可保持在 10℃以上。从而使北方模式内的喜温果、

菜反季节生产和制取沼气更加安全可靠。同时，饲养的畜禽也能为温室提高温度。据测定，10头 50 千克以上的猪可为 100 米^2 的温室提高温度 1℃，10 头 100 千克以上的猪可为 100 米^2 的温室提高温度 1.5℃。另一方面，畜禽呼吸作用或在日光温室内燃烧沼气，可以为日光温室增温并为农作物提供二氧化碳气体肥，农作物光合作用又能增加畜禽舍内的氧气含量。这样，各组成部分相互利用，相互依存，形成一个能流、物流良性循环的生物圈。北方模式运行示意图见图 1-1。

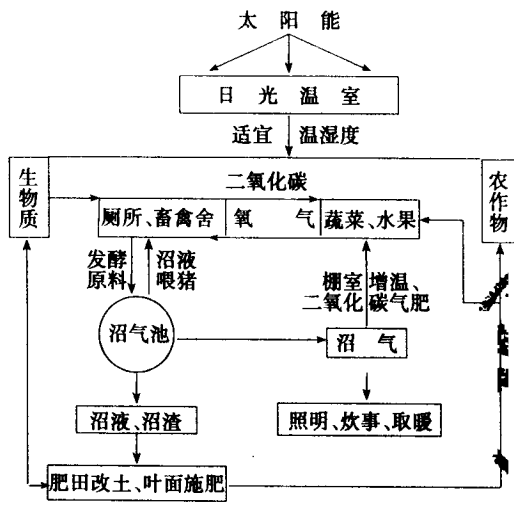


图 1-1 北方模式运行示意图

2. 南方模式的发展及其基本原理 南方模式是江西赣州市、广西恭城县在湖南南县、湖北宜昌市沼气综合利用经验的基础上总结出来的一种成熟的生态农业模式。其基本要素是“户建一口池，人均年出栏 2 头猪，人均种好 1 亩果*”。基本运作方式是：沼气用于农户日常做饭点灯，沼肥用于果树或其他农作物，沼液

* 亩为非法定计量单位，1公顷 = 15 亩，下同。

用于鱼塘和拌饲料喂养生猪，果园套种蔬菜和饲料作物，满足育肥猪的饲料要求。其具体内容是广泛的，除养猪外，还包括养牛、养鸡等养殖业；除果业外，还包括粮食、蔬菜、经济作物等。该模式突出以山林、大田、水面、庭院为依托，与农业主导产业相结合，延长产业链，促进农村各业发展。

南方模式运行示意图见图 1-2。

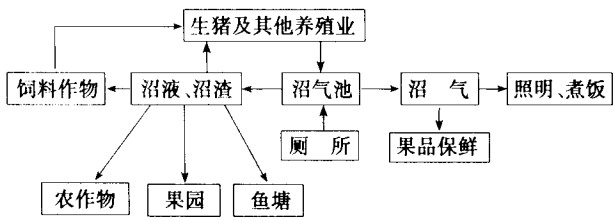


图 1-2　南方模式运行示意图

（二）沼气生态农业技术的作用

有机物厌氧发酵产生的沼气可用于炊事、照明、储粮、保鲜、孵小鸡、发电、开机器等多项生活、生产活动。同时，沼气发酵的残余物沼液和沼渣可以开展综合利用，用于种植业和养殖业，如：稻、种果、种菜、浸种育苗、培养食用菌、饲喂畜禽、养鱼等，可以起到改良土壤、提高作物产量、品质及其防寒抗病能力等作用。

从南、北两大模式的运行效果来看，沼气生态农业技术使庭院经济与生态农业紧密地结合起来，变革了农村传统的生产、生活方式和思想观念，实现了农业废弃物资源化、农业生产高效化、农村环境清洁化和农民生活文明化，具有经济、生态和社会等方面的综合效益。因此，在南方，农民称沼气池是“小康池”、“致富池”、“聚财池”；在北方，农民称模式是“绿色小工厂”、“致富大车间”,纷纷靠模式“盖新房、娶新娘、奔小康”。

1. 沼气生态农业技术是农民脱贫致富的金钥匙（图 1-3）

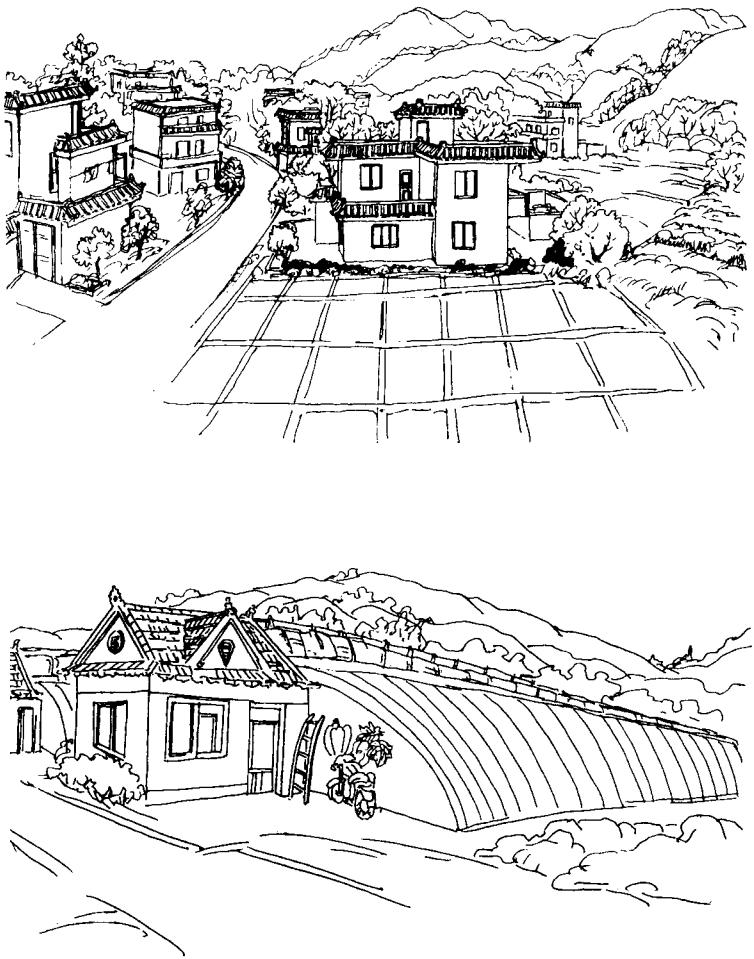


图 1-3　北方"四位一体"大棚模式(下)与南方"猪—沼—果"模式(上)

北方模式的初始投资依据日光温室材质的不同，一般从 5 000 元到 6 万元；年效益依据饲养畜禽数量和种植果、菜品种的不同，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

可以达到 5 000 元到几万元。一般投资回收期为 1～2 年，个别需 3～5 年。南方模式的初始投资为 1 500～2 000 元，年效益通常在 3 000 元左右，收入多的可以达到几万元。一般回收期为 1～2 年。因此，沼气生态农业技术是投资少、风险小、见效快的高效农业技术，是农民脱贫致富的金钥匙。

（1）开发沼气能源，节约生活用能（图 1-4） 沼气是一种优质燃料，其热值为 $2.18\times10^4\sim2.77\times10^4$ 千焦／米^3，与空气

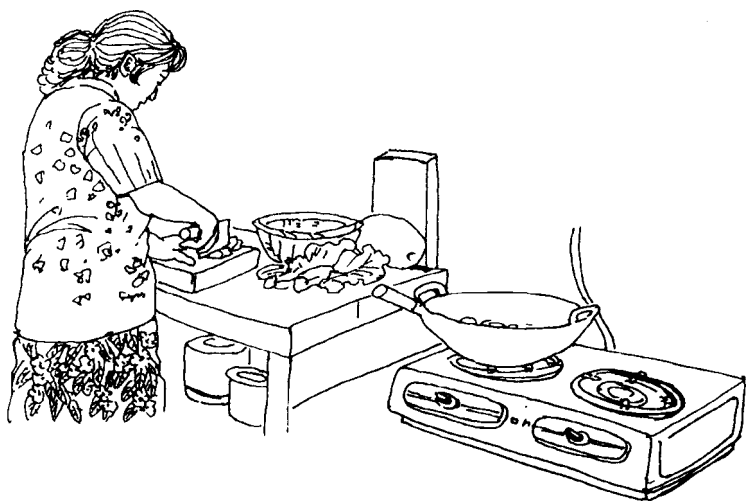


图 1-4 利用沼气做饭

混合燃烧时温度可高达 1 200℃。由于沼气灶的热效率约是煤炉灶热效率的 3 倍，因此每立方米沼气相当于 3.3 千克原煤，可使 65 千克水从 20℃煮沸，能使一盏沼气灯（亮度相当于 60 瓦电灯）照明 6 个多小时。在北方地区，一个 8 米^3 的沼气池常年运行，可产沼气 300～400 米^3，基本满足一家 4 口日常炊事、照明的需要，年节约资金 180 元。在南方，农村建起一口 8 米^3 的强回流沼气池，常年养 4 头猪，就可解决 4 口之家的日常生活用能需要。按每户每天烧柴 7 千克、照明 0.5 千瓦时电计算，使用沼

气后，一年下来，可节约生活用能开支600元左右。据调查，沼气户消费的能源除沼气和电外，消费的其他能源大大少于非沼气户。沼气户每年人均消费煤比非沼气户少66%左右，薪柴少58%，秸秆少87%左右。沼气户年人均用能量比非沼气户少50%以上。

(2) 增加饲料来源，改变传统养殖方式，促进养殖增收在模式系统中，人畜粪便经过厌氧发酵所产生的沼液和沼渣是优质的饲料添加剂，可加快动物体内肝糖、肌糖的积存，减少发病率，提高饲料转化率，提高畜禽质量，缩短出栏时间，从而增加沼气户的养殖效益。以养猪为例：在北方地区，模式通过为猪生长提供适宜的环境条件和饲料添加剂，使猪育肥期由过去的10个月缩短到4个月，料肉比由过去的5:1减少到3.5:1,每年可多出栏一批。猪舍上部还可以放笼养鸡，冬季产蛋率提高20%左右。在南方，利用沼肥种植饲料作物，为生猪生产提供丰富的基础日粮；用沼液、沼渣喂猪，猪贪睡、长膘快，4个月就可以出栏。南北模式每头猪纯利都在80元以上，建池户与没有建沼气池的农户相比，户均多养4～6头猪，由此可增加纯收入320～480元左右。据调查，沼气户人均猪肉产量比非沼气户高2.8倍多，人均牧业收入高近2.7倍。

(3) 提供优质沼肥，促进种植业增收　沼液和沼渣是优质、高效、无污染的有机肥料，可用于作基肥、追肥、叶面肥和浸种，起到提高作物产量、品质和抗病能力的作用。模式生产的果、菜品质好、口感正、色泽佳、无污染，在市场上具有很强的竞争力。北方模式内由于沼肥、二氧化碳气肥充足，使叶菜类可提高产量20%～30%，果菜类可提高产量10%～20%，而且年可收获2～3茬，提高了复种指数。以平均种植面积200米^{2}计算，纯利可在3 500元左右。在南方地区，过去由于缺乏有机肥料，果业和其他农业生产普遍使用化肥，不仅投入大，产量难于提高，而且品质还有不断下降的势头。农民建沼气池后，能充分

积聚农业废弃物、生活污水和畜禽粪便，利用沼肥种果，不仅病虫害少，果树长势强，果品糖分高，外观和口感都好，而且增产25%左右。667米^{2}的果园可以节约化肥、农药约200元。据调查，沼气户人均使用化肥比非沼气户少19%左右，使用农药少　　左右，耕地产粮比非沼气户高　　，劳动力人均纯收入比非沼气户高56%左右，沼气户人均各项总收入比非沼气户高1.2倍多。经营模式的农民深有体会地说："种十亩田，不如建一个生态小家园"。

2. 沼气生态农业技术符合农业持续发展的需要

(1) 开发可再生能源，保护生态环境　沼气的发酵原料来源于人畜粪便和农业废弃物等，可以说取之不尽，用之不竭，是一种可再生的能源。北方沼气池可年产沼气300米^3，节约的薪柴相当于0.20公顷薪炭林一年的生长量；南方沼气池可年产沼气450米^{3}以上，节约的薪柴相当于　　公顷薪炭林一年的生长量。一口沼气池便可保护一片青山。山区若有20%的农户使用沼气，则封山育林便有了保证。因此，推广沼气生态农业技术，是保护山区森林植被，改善生态环境的重要手段，是益荫子孙、泽及后代的可持续发展战略。

(2) 培肥地力，促进农业持续发展　每个6～10米^{3}的沼气池年可提供沼肥16～20米^3。沼肥中富含作物生长所必需的氮、磷、钾等元素，且病菌、虫卵大部分被杀死，是理想的无公害肥料，具有无污染、高效、培肥地力的作用。经实际测试，连续施用沼肥3年，土壤有机质含量增加0.39%，全氮增加0.05%，土壤容重减少0.2克/厘米^3,孔隙度增加6.6%，土壤微生物活跃，保水抗旱性能提高。因此，沼肥可以显著改善土壤理化性质，提高土壤肥力，做到种地养地，为农业综合生产能力的提高奠定基础，促进农业持续发展。正是凭借这些优点，沼气生态农业技术使原来闲置的农户庭院土地变成高效的商品生产基地，使低产田变成发展"高产优质高效"农业的保护地，使"四荒"治

理同农业与农村经济的可持续发展有机结合，因而成为农业向深度和广度发展的有效手段。

3. 沼气生态农业技术带动农民生活的文明进步

(1) 改变农村传统生活方式，实现农村生活用能高效化、清洁化　农民用上沼气后，减少了上山砍柴、刈草之劳，日常炊事也不再受烟熏火燎之苦，降低了劳动强度，解放了妇女劳动力。同时，高效、清洁能源的使用，使农民从传统的生活方式向健康、文明、卫生的生活方式转变，有利于农村小城镇建设。沼气用户中广泛流传着这样一套顺口溜：“做饭不烧柴和炭，点灯不用油和电，烟熏火燎不再现，文明卫生真方便”。这充分反映了广大农民对沼气生态农业建设的美好赞誉。

(2) 优化农村生活环境质量，提高农民健康水平　人畜粪便、生活污水等直接流入沼气池作为发酵原料，可以改变农村粪便、垃圾任意堆放的状况，解决农村生活环境脏、乱、差的问题；而且可以消灭蚊蝇的孳生场地，减少有害病菌的传播途径，净化环境；同时，使废弃物达到无害化程度，避免对地下水源的污染。因此，沼气生态农业技术对改善农村环境卫生，提高农村居民健康水平具有不可低估的贡献。

(3) 改善农民精神风貌，促进农村社会文明进步　沼气生态农业技术打破了束缚生产力发展的旧的生产模式，安排了大量农村剩余劳力，提高了劳动生产率。广大农民通过沼气生态农业技术的培训、学习和实践，学到了先进的农业生产、管理技术，提高了学科学、用科学的热情，致富意识增强，致富能力得到提高。特别是北方地区，“半年种地半年闲，半年猫冬无活干”状况的改变，有助于农民克服旧的不良习惯，改善精神面貌，从而促进农村社会的安定团结和社会主义精神文明建设。

二、沼气发酵的原理、条件及运行管理

(一)沼气发酵的原理

沼气发酵是一个复杂的微生物学过程，参加发酵的微生物数量巨大种类繁多，只有了解参加沼气发酵的多种微生物活动规律、生存条件及作用，并按照微生物的生存条件、活动规律要求，去修建沼气池，收集发酵原料，进行日常管理，使参加发酵的各种微生物得到最佳的生长条件，才能获得较多的产气量和沼肥，满足生产、生活的需要。

1. 什么叫沼气(图 2-1)　沼气发酵又叫厌氧消化，是指利用人畜粪便、秸秆、污水等各种有机物在密闭的沼气池内，在厌氧（没有氧气）条件下，被种类繁多的沼气发酵微生物分解转化，最终产生沼气的过程。在这个过程中，微生物是最活跃的因素，它们把各种固体或是溶解状态的复杂有机物，按照各自的营养需要，进行分解转化，最终生成沼气。沼气是一种混合气体，可以燃烧，因为这种气体最先是在沼泽中发现的，所以称为沼气，它的主要成分是甲烷占 55% ～ 70% 左右，二氧化碳占 25%～40%左右，此外还有少量氢气、硫化氢、一氧化碳、氮和氨等。

2. 沼气发酵微生物　在沼气发酵过程中，有发酵性细菌，产氢产乙酸菌、耗氧产乙酸菌、食氢产甲烷菌、食乙酸产甲烷菌

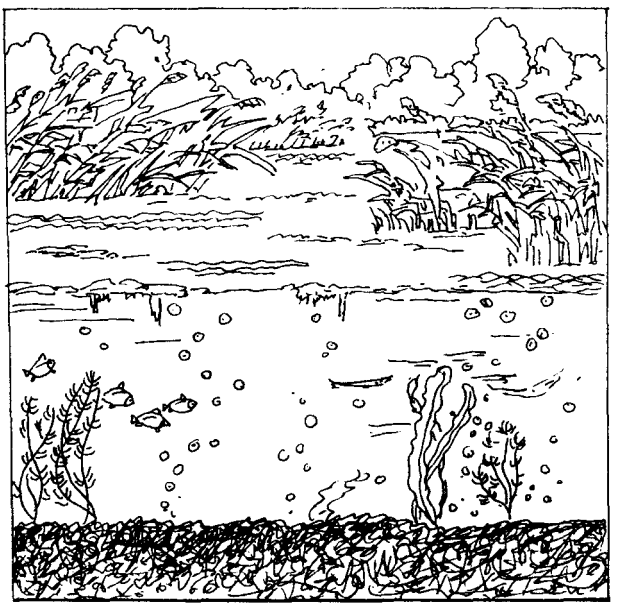


图 2-1　沼气的产生

等五大类微生物参加沼气发酵，它们在发酵过程中的作用及对生存条件的要求，有以下三个阶段。

（1）液化阶段　在沼气发酵中首先是发酵性细菌群利用它所分泌的胞外酶，如纤维酶、淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶等，对有机物进行体外酶解，也就是把禽畜粪便、作物秸秆、豆制品加工后的废水等大分子有机物分解成能溶于水的单糖、氨基酸、甘油和脂肪酸等小分子化合物。这个阶段叫液化阶段。

（2）产酸阶段　这个阶段是三个细菌群体的联合作用，先由发酵性细菌将液化阶段产生的小分子化合物吸收进细胞内，并将其分解为乙酸、丙酸、丁酸、氢和二氧化碳等，再由产氢产乙酸菌把发酵性细菌产生的丙酸、丁酸转化为产甲烷菌可利用的乙酸、氢和二氧化碳。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

另外还有耗氢产乙酸菌群，这种细菌群体利用氢和二氧化碳生成乙酸,还能代谢糖类产生乙酸,它们能转变多种有机物为乙酸。

液化阶段和产酸阶段是一个连续过程，统称不产甲烷阶段，在这个过程中，不产甲烷的细菌种类繁多、数量巨大，它们主要的作用是为产甲烷菌提供营养和为产甲烷菌创造适宜的厌氧条件，消除部分毒物。

(3) 产甲烷阶段　在此阶段中，产甲烷细菌群，可以分为食氢产甲烷菌和食乙酸产甲烷菌两大类群，已研究过的就有 70 多种产甲烷菌，它们利用以上不产甲烷的三种菌群所分解转化的甲酸、乙酸、氢和二氧化碳小分子化合物等生成甲烷。

产甲烷菌的共同特征是：① 生长非常缓慢，如甲烷八叠球菌在乙酸上生长时其倍增时间为 1～2 天，甲烷菌丝倍增时间为 4～9 天；② 严格厌氧，对氧气和氧化剂非常敏感，在有空气的条件下就不能生存或死亡；③ 只能利用少数简单的化合物作为营养；④它们要求在中性偏碱和适宜温度环境条件；　⑤ 代谢活动主要终产物是甲烷和二氧化碳为主要成分的沼气。

3. 沼气发酵的条件　沼气发酵是由多种细菌群参加完成的，它们在沼气池中进行新陈代谢和生长繁殖过程中，需要一定的生活条件，只有用人工为其创造适宜生长条件，使大量的微生物迅速的繁殖，加快沼气池内的有机物分解。另一方面控制沼气池内发酵过程的正常运行也需要一定的条件。因此，只有满足微生物的生长条件和沼气池正常运行条件才能获得产气率大、有机沼肥提供多的效果。

综合起来，人工制取沼气的基本条件是：沼气细菌、发酵原料、发酵浓度、酸碱度、严格厌氧环境和适宜的温度。这些条件有一项对沼气细菌不适应，也产生不了沼气。

(1) 沼气细菌　制取沼气必须有沼气细菌才行。这和发面需要有酵母菌一样。如果没有沼气细菌作用，沼气池内的有机物本身是不会转变成沼气的。所以沼气发酵启动时要有足够数量含优

良沼气菌种的接种物，这是制取沼气的重要条件。

在农村含有优良沼气菌种的接种物，普遍存在于粪坑底污泥、下水污泥、沼气发酵的渣水、沼泽污泥、豆制品作坊下水沟中的污泥，这些含有大量沼气发酵细菌的污泥称为接种物。沼气发酵加入接种物的操作过程称为接种，新建沼气池头一次装料，如果不加入足够数量含有沼气细菌的接种物，常常很难产气或产气率不高，甲烷含量低无法燃烧。另外，加入适量的接种物可以避免沼气池发酵初期产酸过多而导致发酵受阻。

(2) 充足的发酵原料　沼气发酵原料是产生沼气的物质基础，又是沼气发酵细菌赖以生存的养料来源。因为沼气细菌在沼气池内正常生长繁殖过程中，必须从发酵原料里吸取充足的营养物质，如水分、碳素、氮素、无机盐类和生长素等，用于生命活动，成倍繁殖细菌和产生沼气。

有机物中的碳水化合物如秸秆中的纤维素和淀粉是细菌的碳素营养，有机物中的有机氮如畜粪尿中的含氮物质则是细菌的氮素营养。当有机物被细菌分解时，其中一部分有机物的碳素和氮素被同化成菌体细胞，以及组成其他新的物质，另一部分有机物则被产酸细菌分解为简单有机物，后经甲烷菌的作用产生甲烷。因此，沼气发酵时，原料不仅需要充足，而且需要适当搭配。保持一定的碳、氮比例，这样才不会因缺碳素或缺氮素营养而影响沼气的产生和细菌正常繁殖。

(3) 发酵原料浓度　沼气池中的料液在发酵过程中需要保持一定的浓度，才能正常产气运行，如果发酵料液中含水量过少、发酵原料过多，发酵液的浓度过大，产甲烷菌又食用不了那么多，就容易造成有机酸的大量积累，结果使发酵受到阻碍。如果水太多，发酵液的浓度过稀，有机物含量少，产气量就少。所以沼气池发酵液必须保持一定的浓度，根据多年实践农村沼气池一般采用 6%～10% 的发酵料液浓度较适宜。在这个范围内，沼气的初始启动浓度要低一些便于启动。夏季和初秋池温高，原料分

解快，浓度可适当低一些，冬季、初春池温低，原料分解慢，发酵料液浓度保持在 10% 为宜.

(4) 适当的酸碱度　酸碱度用 pH 来表示，pH7 为中性，pH7 以下为酸性，pH7 以上为碱性。测定发酵料液的酸、碱度一般利用酸碱试纸测定：把一张 pH 试纸，伸入经搅拌后的发酵液中，立即取出与 pH 试纸附带的标准比色卡对比，从颜色的变化就知道发酵液的酸碱度。

沼气发酵细菌最适宜的 pH 为 6.8～7.5，6.4 以下 7.6 以上都对产气有抑制作用。如果 pH 在 5.5 以下。就是料液酸化的标志，其产甲烷菌的活动完全受到抑制。如沼气池初始启动时，投料浓度过高，接种物中的产甲烷菌数量又不足，或者在沼气池内一次加入大量的鸡粪、薯渣造成发酵料液浓度过高，都会因产酸与产甲烷的速度失调而引起挥发酸（乙酸、丙酸、丁酸）的积累，导致 pH 下降。这是造成沼气池启动失败或运行失常的主要原因。

在沼气发酵过程中，pH 变化规律一般是：在发酵初期，由于产酸细菌的迅速活动产生大量的有机酸，使 pH 下降；但随着发酵继续进行，一方面氨化细菌产生的氨中和了一部分有机酸，另一方面甲烷菌群利用有机酸转化成甲烷，这样使 pH 又恢复到正常值。这样的循环继续下去使沼气池内的 pH 一直保持在 7.0～7.5 的范围内，使发酵正常运行。所以沼气池内的料液发酵时，只要保持一定的浓度、接种物和适宜的温度，它就会正常发酵，不需要进行调整。

(5) 严格的厌氧环境　沼气发酵中起主要作用的是厌氧分解菌和产甲烷菌。它们怕氧气、在空气中暴露几秒钟就会死亡，就是说空气中的氧气对它们有毒害致死的作用。因此，严格的厌氧环境是沼气发酵的最主要条件之一。我们根据沼气细菌怕空气的特性，修建的沼气池除进出料口外必须严格密闭，达到不漏水、不漏气，保证沼气细菌正常生命代谢活动和贮存沼气。

（6）适宜的温度　沼气池内发酵液的温度，对产生沼气的多少有很大影响，这是因为在最适宜的温度范围内温度越高，沼气细菌的生长、繁殖越快，产沼气就多；如果温度不适宜，沼气细菌生长发育慢，产气就少或不产气。所以，温度是生产沼气的重要条件。

究竟多高的温度才适宜呢？一般说沼气细菌在 8～60 ℃范围内都能进行发酵。人们把沼气发酵划分为三个发酵区，即常温发酵区 10～26℃；中温发酵区 28～38℃，最适温度为 35℃；高温发酵区 46～60℃。农村的沼气发酵，因为条件的限制，一般都采用常温发酵。冬季池温低产气少或不产气。为了提高沼气池温度使沼气池常年产气，在北方寒冷地区多把沼气池修建在日光温室内或太阳能禽畜舍内，使池温增高，提高了冬季的产气量，达到常年产气。

（二）家用沼气池的启动与日常管理

北方模式和南方猪一沼一果模式，一般都采用水压式沼气池，虽然池型结构不一样，但发酵原理基本一致。因此，一般都采用半连续发酵工艺：即在开始时一次投入较多的发酵原料，在沼气池运行期间每天投入新料，定期或不定期排出旧料，根据作物换茬用肥的情况决定进行大换料，这种沼气池在一定程度上起贮粪池作用。因此，池容较大，没有准确的原料滞留期。它的发酵温度是采用常温发酵，池温是随着气温变化而不断变化。形成夏季产气率高，冬季产气率低。

为了兼顾生产用肥，一般难分解的发酵原料如作物秸秆等一般都不入池发酵，入池发酵的原料均采用容易发酵的畜禽粪便、青草等。

1. 发酵启动的操作技术　新建成的或已大换料的沼气池，从进料开始，到能够正常而稳定地产生沼气的过程，称为沼气发

酵的启动。沼气池发酵能顺利地启动对于能够保持长久稳定运行是非常重要的。为此，为了使新建成的沼气池产气快、产气好，初次装料时应达到以下要求：

（1）加入丰富的接种物　为了加快沼气发酵启动的速度和提高沼气池产气量，要向沼气池加入含有丰富沼气细菌的物质，称为接种物（也叫活性污泥）。在一般的沼气发酵原料和水中，沼气细菌的含量很少，靠其自己繁殖，很难启动。所以，在新池装料前，要收集老沼气池里的沼渣、沼液，粪坑的底脚黑色沉渣、塘泥、城镇污水沟的污泥、以及食品厂、酒厂、屠宰场的污水、污泥都含有丰富的沼气细菌，是良好的接种物。收集以上某一种接种的数量，要达到发酵原料的 10％～30％ ，把接种物和发酵原料均匀混合，一同加入池内。

如果接种物收集的很少，可以进行扩大培养，其操作方法是将所收集的接种物和大于接种物 3 倍的发酵原料均匀混合，进行厌氧富集培养，每天搅动一次，待正常产气时，就可以和发酵料混合入池，如第一次扩大培养不够，还可以继续扩大培养直到满足需要为止。

（2）原料预处理　当接种物用量小于 10％或原料为风干粪、鲜人粪、羊粪、鲜禽粪时，在入池前必须进行预处理，在堆沤过程中，使发酵细菌大量生长繁殖，减缓酸化作用，还能防止料液入池后干粪飘浮于上层而结壳或产酸过多，使发酵受阻。其方法采用池外堆沤：将干粪或鲜马粪、鲜鸡粪等加水拌匀。加水量以料堆下部不出水为宜，料堆上加盖塑料膜。以便聚集热量和菌种的繁殖。气温在 15℃左右时堆沤 4 天，气温在 20℃ 以上堆沤 2～3 天。

切记，不要在四结合模式内堆沤发酵原料，以避免产生氨气使作物受害。

（3）选用优质发酵原料　沼气发酵原料是产生沼气的物质基础，沼气发酵各类微生物从发酵原料中吸取营养物质如水分、碳

源、氮源、无机盐和生长素类物质。

为了保证沼气池启动和发酵有充足而稳定的发酵原料，在投料前，需要选择有机营养适合的牛粪、猪粪、羊粪或马粪做启动的发酵原料。因为这些粪便原料颗粒较细，含有较多的低分子化合物，氮素的含量高，其碳、氮比都小于 25∶1，都在适宜发酵碳、氮比之内。所以，选择以上粪便作发酵原料启动快，产气好。不要单独用鸡粪、人粪和红薯渣启动，因为这类原料在沼气细菌少的情况下，料液容易酸化，使发酵不能正常进行。

(4) 掌握好发酵料液浓度及加水量　家用沼气池发酵原料一般用总固体浓度来表示发酵料液浓度。它是指原料的总固体（或干物质）重量占发酵料液重量的百分比。测定发酵原料的水分及总固体，对计算发酵浓度有直接关系。测定各种发酵原料总固体的方法是：将一定量发酵原料放在 105℃的恒温箱中烘干至恒重为止，再称其重量，即可计算出总固体百分含量。

模式里的沼气池第一次投料量应为池子容积的 80%，最大投料量为池子容积的 85%，留下一点容积，模式运行后每天继续进料。按上述加料加水为：6米^{3}池子加 4.8～5.1米^3，8米^{3}池子加 6.4～6.8 米^3，10 米^{3}池子加 8～8.5 米^3。如因原料暂时不足，一次性投料不能达到要求投料量时，其最小投料容积应该超过进、出料管下口上沿 15厘米，以封闭发酵间。第一次投料浓度一般采用 6%～10%。在这个范围内，夏季由于气温高，原料分解快，料液浓度一般在 6%，冬季由于原料分解慢一般在 10%。以禽粪、人粪为主的发酵原料，初始启动料液浓度以 4% 为好，浓度过大会造成料液酸化，待沼气池能正常产气后再逐步加大浓度。

产生沼气的原料必须有适量的水分，才有利于产气，这是因为沼气细菌吸收养分，排泄废物和进行其他生命活动都需要有适宜的水分。若水量过少，发酵液太浓容易积累大量的有机酸和液面形成硬壳，使发酵受到阻碍，影响产气量。如果水量过多，料

需要全本请访问 www.ertongbook.com