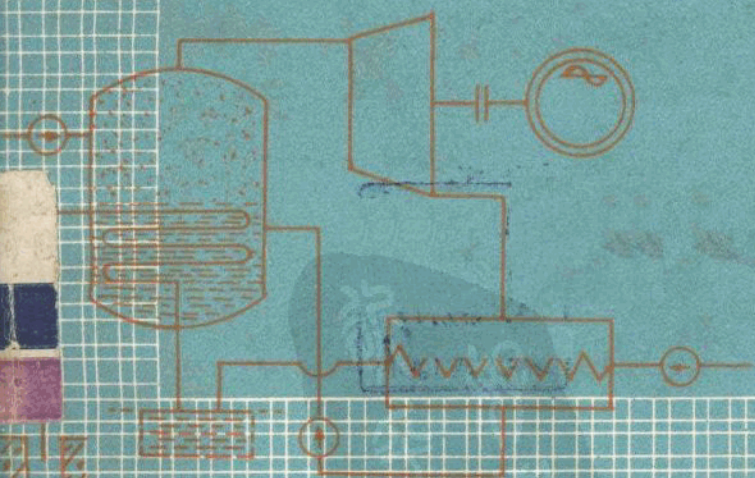


多种发电方法

广东省水利电力局编



广东人民出版社

毛主席语录

工业学大庆

社会主义革命和社会主义建设，
必须坚持群众路线，放手发动群众，
大搞群众运动。

人民群众有无限的创造力。他们
可以组织起来，向一切可以发挥自己
力量的地方和部门进军，向生产的深
度和广度进军，替自己创造日益增多
的福利事业。

目 录

前 言	1
人工沼气发电	2
一、沼气的种类	2
二、沼气的性质	4
三、人工沼气发电站	4
四、运行操作与管理	18
潮汐发电	20
一、潮汐的规律	20
二、镇口潮汐发电站的布置	22
三、水压式的升降闸门	24
四、钢筋水泥制造的水轮机	26
五、二次传动的装置	31
六、电力设备及主结线	32
地下热能发电	36
一、降压扩容法	37
二、中间介质加热法	42
三、直接利用地热蒸汽发电	44
洪潮发电	46
一、水文特性	46
二、工程的总体布置	49

三、水轮机的选型.....	58
四、水轮发电机组的构造与安装.....	59
五、电站的运行方式及效益.....	61
隧道窑余热蒸汽发电	63
一、吸水泵.....	65
二、吸热器.....	67
三、锅炉.....	68
四、过热器.....	69
五、蒸汽机.....	70
异步电动机发电.....	72
一、它激异步发电机.....	73
二、自激异步发电机.....	74
三、异步电动机同步化方式发电.....	79

前 言

当前，国内外形势大好，社会主义建设事业蒸蒸日上。在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我省工农业生产和全国各地一样，迅速向前发展，用电量也随着迅猛的增长起来。为了适应和促进国民经济进一步发展的需要，广泛利用多种能源发电有着深远的意义。

遵照毛主席关于“什么工作都要搞群众运动，没有群众运动是不行的”的指示，我省电业部门和广大群众，积极贯彻执行大中小并举的办电方针，掀起了群众办电的新高潮。近年来，我省水力、火力发电站的装机容量和发电量成倍、十几倍的增长，对支援工农业生产起了重要的作用。

“群众是真正的英雄”，在群众办电的高潮中，广大群众发挥了高度的创造性，大搞科学实验，利用多种能源发电，对于他们取得的成功经验，应当加以总结和推广。我们编写的这本书，着重介绍关于人工沼气发电、潮汐发电、地下热能发电、洪潮发电以及各地利用余热发电和异步电机发电的原理、方法，以供参考。

由于我们水平所限，在编写中难免存在缺点和错误，希望读者给予批评、指正。

编 者

人工沼气发电

利用沼气发电，不但成本低，原料广，设备简单，易为群众所掌握，便于大搞群众运动，而且有利于消灭传染病菌和提高肥效。广辟肥源，对农业生产也有很大好处。据试验测定，人畜粪便经沼气池发酵后，百分之九十五的寄生虫卵被清除，氨态氮提高百分之二十至五十，杂草种子丧失发芽能力，每一立方米的发酵池，每年可为一亩农田提供充足的优质肥。

一、沼气的种类

沼气在自然界广泛存在，按其产生的来源，可分为两种，一种是天然沼气，另一种是人工沼气。

(一)天然沼气 它蕴藏在几米以至几百米深的地层内，这种沼气的质量很好，主要成分是甲烷(CH_4)和少量的二氧化碳(CO_2)，其中甲烷占百分之九十以上，因而发热量很大，每立方米天然沼气的热量在8000大卡以上，用它来发电，是一种理想的可燃气体。

(二)人工沼气 是将含有多纤维的有机物质与含氮丰富的有机物质配合起来，在一定的湿度、温度和密闭的条件下，经过微生物的发酵作用而产生。

甲烷发酵细菌是利用纤维素产生甲烷的，因此，发酵的

原料首先是含有大量纤维素的物质，如牛粪、猪粪、马粪、青草、树叶、稻草、烂菜、垃圾、麦秆等。原料中纤维素含量高，发酵后产生的沼气就多。但这种细菌生长时，尚需要氮素及磷等作养料，如人粪、花生苗等。如果单纯使用多纤维有机物质作原料，由于缺乏氮素，微生物营养不足，纤维素分解困难，甲烷产量自然就不会很多。反之，人粪中虽然氮素较多，但产生的沼气，除含有甲烷、二氧化碳等气体外，还含有多量的氨及硫化氢，所以单纯使用氮素含量多的原料，亦不宜进行沼气发酵。因此，原料的选择及配合要适宜，否则就影响沼气的产量及质量。

为了适应甲烷发酵细菌的工作条件，除选择一定原料配合外，还需加入适宜的水量。发酵物太稀或太浓都对发酵过程不利，一般发酵物的含水率以控制在百分之九十左右为宜。如发酵物的含水量难以估计时，宁可稍稀不要太浓，以加速纤维素的分解过程。

在发酵过程中，还会产生一定数量的有机酸，使发酵液酸度增加，影响甲烷发酵细菌进一步分解纤维。为了避免酸度过高，可加入原料和水总量约0.1%的碳酸钙或0.2%磨碎的石灰石，中和发酵时生成的有机酸，最好使发酵液呈中性反应，其PH值宜控制在6.5~8之间。（PH值是表示酸碱性的指标，其值的含义如下：

PH 值 <5.5	强酸性
PH 值 5.5~6.5	弱酸性
PH 值 6.5~7.5	中 性
PH 值 8~10	弱碱性
PH 值 >10	强碱性

PH值的测定，可用试纸与标准酸碱色谱比较来分辨。）

二、沼气的性质

沼气中的主要成分是甲烷，因此，可以用甲烷的性质来代表。纯粹的甲烷是无色、无味的可燃气体，有时因含有杂质而带有臭气。甲烷气与足量的空气混合燃烧时，发出大量的热能，在标准状况下（即气体温度在 0°C 和压力在760毫米水银柱时），一个立方米的甲烷，其发热值有8580~9530大卡，比煤气燃烧时发生5280大卡的热量70~80%。它的密度为0.716公斤/米³，比空气轻，与空气的比重为0.55。最低起火温度为 $650\sim 750^{\circ}\text{C}$ ，用它来开动内燃机，起动点火是困难的，所以使用沼气发电时，内燃机起动须用汽油或柴油。甲烷的体积，是不容易压缩的，当外加80个大气压，在零下 70°C 时，甲烷的体积才能缩小为原体积的三分之一。因而沼气发电的沼气池要有足够的贮气室。

在人工沼气中，甲烷的含量约占50~70%，二氧化碳占30~40%，此外，还有少量的氮、氧、硫化氢、氢等。每立方米人工沼气能发生的热量有4765~6670大卡。可供开动内燃机及点灯、煮饭之用。

三、人工沼气发电站

人工沼气发电站，是利用发酵原料产生沼气代替柴油或汽油供柴油机或汽油机作燃料，使热能转变为机械能，带动发电机发电。同时也可以利用内燃机直接带动各种农副产品加工机具，进行碾米、榨糖、饲料加工等。产生沼气的原料在农村到处都有，因此，沼气是农村一种很方便的能源，值

得各地因地制宜加以推广利用。

人工沼气发电站主要包括沼气池和发电厂房与设备两大部分，现分述如下：

(一) 沼气池 沼气池是人工制造、产生、贮存和获得一定压力沼气的主体工程，是建设人工沼气发电站成败的关键。因此，要求建池质量高，不能有漏水和漏气现象，否则便达不到贮存沼气用以发电的目的。沼气池的构造可分为发酵池和贮气室两部分。一般在沼气池内，下面是发酵池，上面是贮气间。也有把发酵池和贮气室分开来建设的。

1. 沼气池尺寸的确定 沼气池的大小与发电站的装机容量和日发电小时有关。池建小了产气和贮气不足，电站就不能连续正常运行；池建大了，也会造成浪费。因此，沼气池尺寸的确定要经过必要的分析、计算。

通常一立方米的发酵原料在 24 小时内可产气 0.5 立方米。

一般一匹马力小时（注：一马力 = 0.736 瓩）动能大约需要 0.3~0.42 立方米的沼气量。

根据这个关系便可计算出沼气池的尺寸了。

例如东莞县附城公社朗基湖人工沼气发电站，安装 10 匹马力柴油机，计划每天运行 5 小时，其发酵池和贮气室体积的计算如下：

贮气室体积 = $10 \times 0.35 \times 5 = 17.5$ 立方米；

发酵池体积 = $\frac{17.5}{0.5} = 35$ 立方米，实用 40 立方米。

他们第一次下足发酵原料之后，经过两个星期的发酵，每天补充新鲜牛粪 80 公斤（估计含水量 80%）污水 48 公斤，电站投产一年多以来，保证了连续发酵，天天产气不止，机

组运行正常。

他们的经验是每五头牛或十二头猪的粪便，一天发酵产生的沼气量可发电一个瓦小时，经过发酵的旧料，每天或隔三、四天出料一次。

2. 沼气池的构造形式有三种：

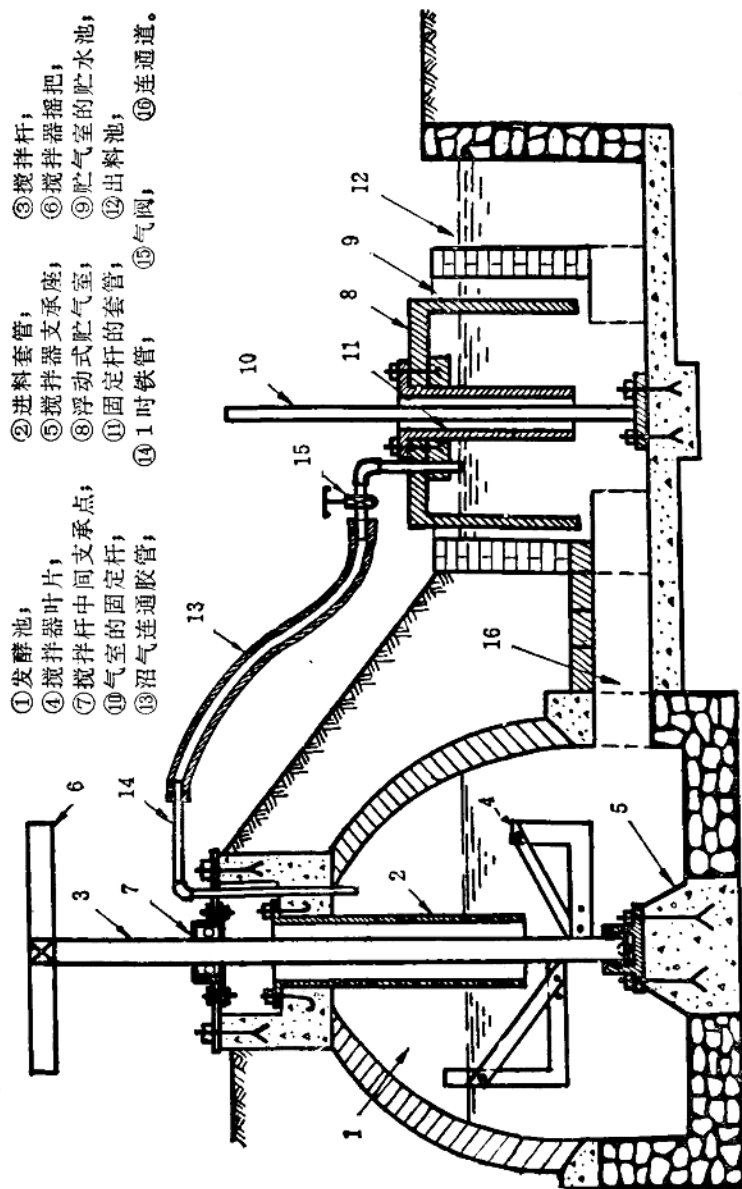
(1) 分离式的沼气池 分离式的沼气池是把发酵池和贮气室分开来建设的，如图 1，是朗基湖人工沼气池的剖面图。

这种发酵池下部是圆形的，上部为圆拱式，用 1:2:9 水泥石灰沙浆砌结，底部砌体用块石，池壁用红砖砌结；进料口直径 45 厘米，位于池顶中部，进料套管长 1.8 米，直径 30 厘米，可用铁制或水泥管制成。下端经常淹没在发酵料液面以下 50~60 厘米，以防止沼气泄出；搅拌器立式安装在进料口中间，搅拌器的主轴长 4.5 米，用 $\phi 40$ 毫米圆钢制成，上端设一摇动手把以利操作，中间加一导轴承、搅拌叶片两块，用角铁制成，固定在主轴上，主轴下端支承在发酵池底板的混凝土支座上。

贮气室象一个倒放的圆筒，用钢丝、竹丝网（钢丝与竹丝的体积比为 1:2.5），加上水泥沙浆批挡而成。气室中间立一 $\phi 40$ 毫米圆钢制成的导位杆，下部固定于贮气水池底部，主轴与气室间设一 $\phi 75$ 毫米，长 3.6 米圆套管，下部经常淹没在粪液以下，气室能随沼气压力的大小自由升降，贮气室与水池壁间依靠水封，防止沼气溢出。

出料口设在贮气室侧部，发酵池与贮气室底部设一连通涵洞，经充分发酵后的原料从出料口清出。

发酵池与贮气室间用一胶管连通，并设一气阀调节，供柴油机燃烧的沼气也是由此胶管引出，送至发电站厂房的。



(2)合并式沼气池 合并式沼气池就是发酵池和贮气室同在一个基础上，下面是发酵原料池，上面是贮气室（如图2）。这种形式的贮气室顶盖不宜高出正常液面太多，其下端淹没在液面以下越深，则贮气能力越大。反之，贮气能力则小。

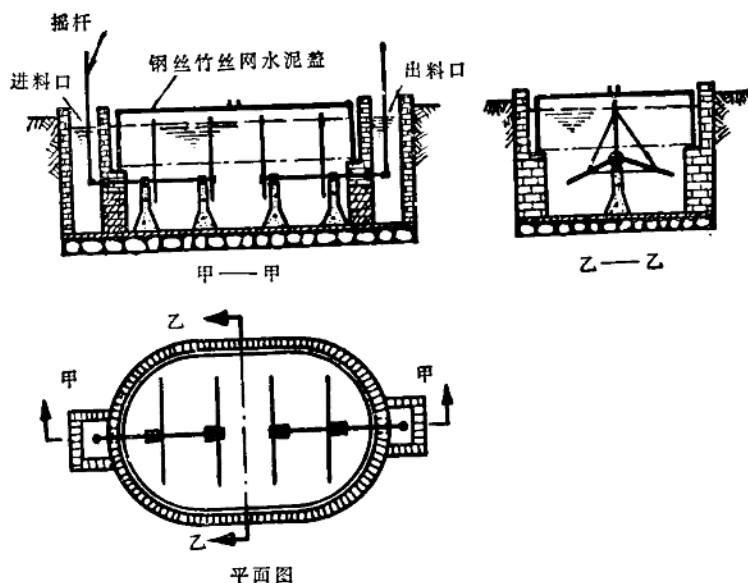


图2 合并式沼气池

(3)水压式沼气池 这种形式的沼气池结构比较简单，但要求贮气箱盖板牢固、能抵抗贮存的气压力，避免因盖板开裂而失效。其结构如图3—1、3—2、3—3所示。

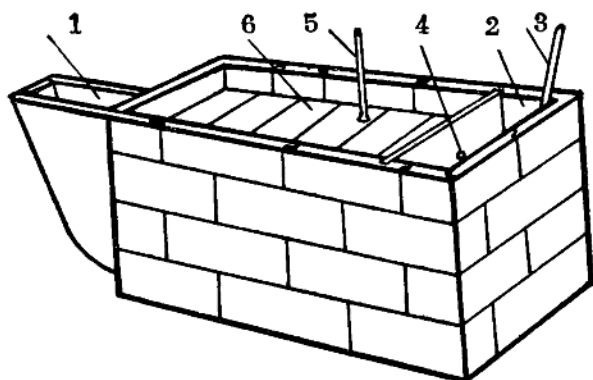


图3—1 自动升降水压沼气池

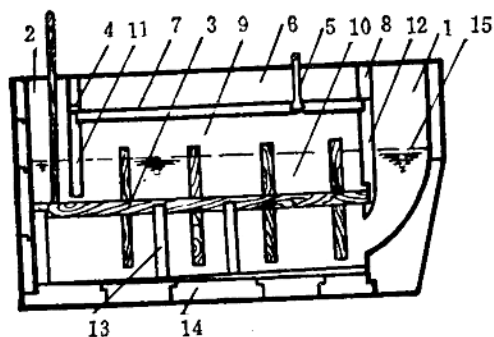


图3—2 纵剖面图

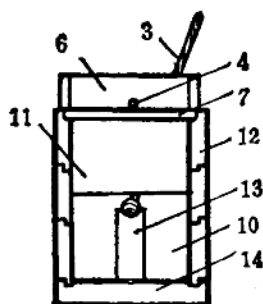


图3—3 横剖面图

1. 进料口 2. 出料口 3. 搅拌器 4. 连通孔 5. 导气管
6. 水压箱 7. 贮气箱盖板 8. 水压箱壁 9. 贮气箱
10. 发酵池 11. 挡板 12. 气箱壁 13. 支座 14. 池底
15. 液面水位

发酵池与贮气室同在一个空间，下面装发酵料，上面空间贮气，在池的上面建一个水压池，其体积应与沼气需要量相同，在出料端的水压池壁下端开一直径10厘米的连通孔，当贮气池内的沼气压不断增加时，发酵池内的粪水受压而上升，流入水压池。相反，当沼气逐渐减少时，气压下降，水便自动回流入发酵池。

进料口宜小不宜大，一般采用30×30厘米，下端与发酵池相通处，其转弯部分做成圆弧形以利进料。

出料池底板应比发酵池底板低20~30厘米，以利清除发酵池内的积沙。

采用这种形式的沼气池也有不足之处，就是发酵料经常被气压压出进入水压池，会减少沼气的产量。

3. 沼气池的修建与试压 修建沼气池时要注意池基

的选择。地点应向阳、土质坚实、地下水位低、群众投料方便、靠近水源和沼气利用的地方。池型宜长、宜深不宜宽。施工前要有全面的规划和必要的设计，以免造成翻工浪费，最好能做到人畜粪坑相结合的沼气池。把猪舍牛栏或厕所安置在池上，以达到减少工程量，节省进料劳动力和有利于改善环境卫生的目的。

沼气池建成后，应进行严格的验收，经试压确保无漏水和漏气现象方可进料使用。水压式沼气池检查的步骤如下：

(1) 水压池的检查 沼气池建成后，堵住连通孔，在水压池中装满水，经24小时后，水位稳定不变，进入池内检查底板，如无渗水现象，表明盖板不漏水也不漏气。

(2) 池中装水抽气检查 首先进入池内检查池外有无向池内渗水，然后向池内装水齐盖板底，经1~2天后，水位稳定，表明池子不漏水。再次检查气箱是否漏气，先在导气管出口端装上压力计（用两根玻璃管自制）如图4所示。

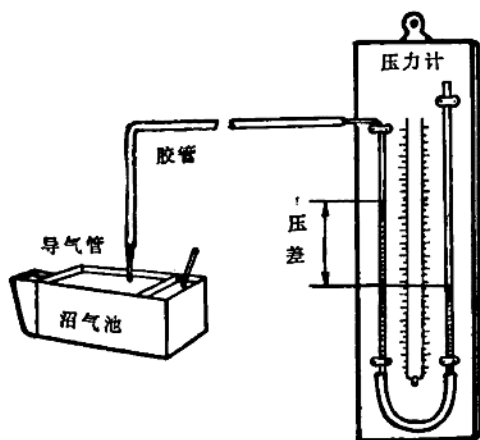


图4 检查气箱是否漏气示意图

然后将池内水提出倒进水压池，使压力计上两根玻璃管压差达到设计要求。经1~2天后，如压力计水位差仍稳定不变，表明贮气室不漏气。要检查贮气室强度是否符合设计要求时，则需打气进入贮气室，使水面上升至设计高度，经24小时水位不下降，证明符合要求，才能供使用。

已装料的沼气池，需排料修补或进池检修清理时，一定要把池内杂气排除干净，通入充足的新鲜空气，才能进入，以免造成事故。

(二)厂房与设备 沼气发电站厂房与其他小型火力发电站的厂房基本相似，但是要注意厂房内的空气畅通，门窗面积一般应占厂房面积40%以上，并有较宽敞的操作场地，以防发生爆炸或中毒事故。

厂房内的主要设备有内燃机、发电机和控制屏。如果开展综合利用时，可因地制宜增设农副产品加工机具或沼气煮饭炉等。图5是东莞县朗基湖沼气发电站厂房平面布置图。

目前还没有专用的燃烧沼气机，一般使用经过改装的柴油机或汽油机。

内燃机使用沼气的过程，就是把沼气和空气混合的气体吸入气缸内，压缩点火，使沼气中的甲烷和空气中的氧气发生化学反应而燃烧，发生高压推动活塞而做功。在理论上，燃烧时甲烷和空气的混合量应含9.47%甲烷，但在燃烧过程中，空气的实际需要量比理论的需要量为多。因此，改装内燃机时必须满足甲烷燃烧时对空气的需要。

1.汽油机的改装 汽油机在轻负荷运转时，进入气缸的混合气体甚少，对空气的需要量也就很小。但在重负荷时，则需要大量的空气，这就要求有一个调节性能很好的节气阀。故汽油机的改装主要是在汽化器与燃烧室间加一个空

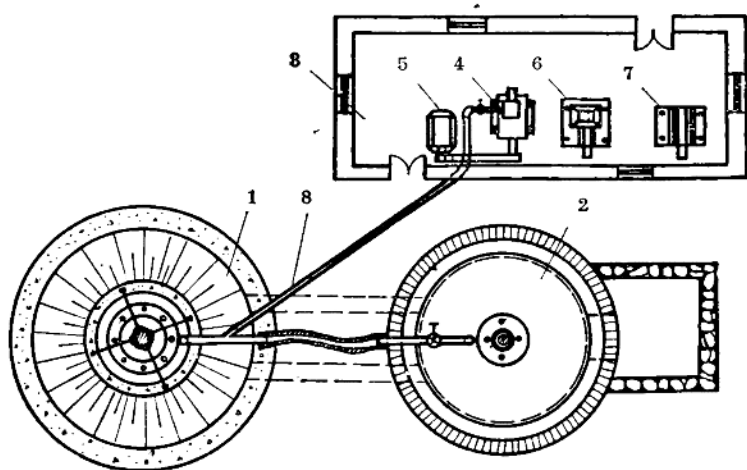


图5 东莞县朗基湖沼气发电站平面布置示意图

1. 发酵池 2. 贮气室 3. 厂房 4. 190型10匹马力柴油机
5. 724—54型5缸发电机 6. XN—05型碾米机
7. 3棍5T榨糖机 8. 沼气输送管道

气和沼气的混合器。即把混合器装在吸气系统上（化油器的底座法兰上），化油器不必取消，把它移在混合器的前面，使用时把油门关闭，化油器即作为空气进门，发动机起动时先用汽油发动，然后换用沼气或两者并用。改装的混合器见图6所示。

2. 柴油机的改装 柴油机不论在轻负荷或重负荷的情况下运转，它每一进气冲程所吸入的空气量基本上都是相同的。因此，改装柴油机燃烧沼气更为简单。东莞县朗基湖人工沼气发电站使用190型柴油机，他们在吸气管与燃烧室之间开一个沼气进气孔，装上一条直径25毫米的胶管与沼气