

改进北方沼气发酵技术简报

魏吉山 缪则学

(吉林省农业科学院土肥所)

我省农村生物能资源十分丰富，但因利用方式落后，造成了生物能源的巨大浪费。

人工制取沼气是科学地利用生物能源的有效途径。作物秸秆、人畜粪便和其它有机废物，经微生物厌氧消化都可制取沼气。沼气发酵后的废液废渣仍保留发酵前原料中绝大部分的氮、磷、钾等植物营养物质，和由大部分有机物转化成的腐殖质，这又是一种优质有机肥料，最后再还回土壤，养地肥田。

沼气是一种农村新能源，可煮饭、烧水和照明，还可办小沼气发电站，每阤只投资四百元左右，而且时间短，收效快。可见，农村办沼气大有可为，对改善农民生活，全面发展农业生产和促进农业现代化，都有重大的现实意义。

沼气已在我国南方各省农村推广应用，并取得很好效果。我省在1975年开始示范推广。我院曾在怀德县城郊公社火炬三队进行过试验，发现沼气池池温低、产气量少，全年使用时间只有三个多月。全年池温变化与地面下80厘米和160厘米深处的地温变化相似

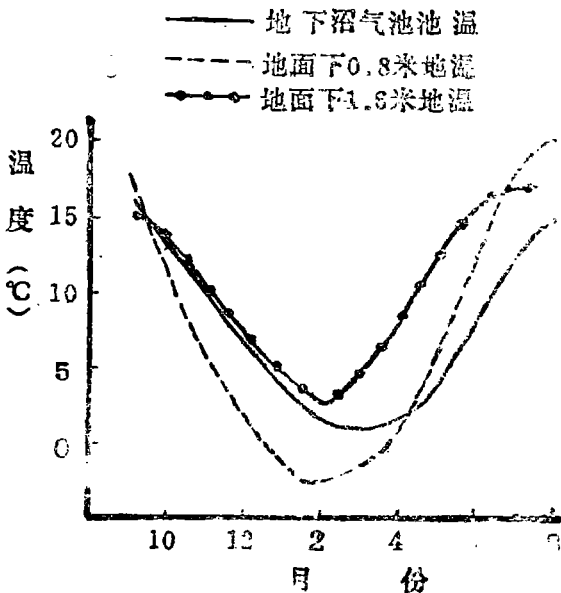


图1、地下沼气池池温与地温变化的关系

(图1)。对省内30多个地下沼气池的调查，也发现存在同样问题，这说明埋于地下的沼气池池温受地温影响极大。

沼气发酵是微生物活动过程，一般在4~60℃间进行，温度升高，微生物活动增强，产气量也增加。反之亦然。当温度接近或低于4℃时，微生物活动最弱，就不能产气。

可见，温度问题是影响我省沼气发酵的关键。为此，我们就提高池温方面进行了一些试验。现简报如下。

试 验 方 法

为提高沼气池池温，我们根据“温室效应”和有机物好气发酵生热的原理，设计了大棚半地下式隔离保温层沼气池（以下简称大棚沼气池），其作法如下。

一、大棚沼气池的建造方法

1、地点的选择：大棚沼气池应选在房舍西侧，背风向阳，地下水水位低。

2、建池：挖直径约3米，深约1.5米的园坑，夯实坑底，然后安好薄铁板（2~3毫米厚）作成园筒状的内、外模，两模间距离约5厘米，以8~10号铁丝为筋，纵筋间距离约70厘米，横筋间距离约10厘米，然后灌入配好（水泥：砂：卵石为1：2：3）搅匀的混凝土，反复仔细捣固，分层浇灌，直至池顶。然后再作拱盖，拱盖高度约为池直径的十分之一。在浇灌混凝土前，应将进、出料管和沼气导管预先安好、固定。建池工序应在一天内完成。养生21天后拆去内、外模，再在池顶上建一晒水池，其壁高约40厘米。沼气池底铺10厘米厚的卵石，夯实后抹水泥砂浆（1：3），压实抹光。池底呈锅底形。

3、防漏：俟混凝土养生后，用水泥砂浆（1：3）抹两遍，最后一遍用木抹板擦成麻面，再用素灰（2：1的水泥白灰）压实抹光，上述工序要求一天内完成。池壁干透后，用石蜡密封防漏，其作法是：取石蜡块在池壁和拱顶内侧涂擦一遍，然后用喷灯挨次喷烤，使石蜡熔化渗入混凝土孔隙内。捣固混凝土、抹压水泥砂浆和素灰以及石蜡密封等，是建池中最重要工序，必须仔细施工，否则影响沼气池质量，漏气漏水就无法使用。

建成的沼气池直径约3米，高约2.2米，池体高出地面70厘米，为半地下式，池壁厚约5~6厘米，拱盖厚约6厘米左右。沼气池容量约15立方米。

- | | |
|---------|---------|
| 1、塑料大棚 | 2、隔离保温层 |
| 3、沼气池 | 4、进 料 管 |
| 5、出 料 管 | 6、活 动 盖 |
| 7、沼气导管 | 8、晒 水 池 |

4、挖隔离保温层：在池外四周挖沟，宽约一米，深约1.5米。

5、架塑料大棚：在隔离保温层外建墙，以便架设塑料大棚，棚顶为屋脊形，棚顶南向坡面长约3.6米，坡面夹角45~50度，北向坡面长约2.5米。大棚内面积约25平方米。大棚沼气池（图2）建成后，即可使用。

此外，又建造容量为12立方米的地下式沼气池作对照，无隔离保温层，不架设大棚。

二、管理

1978年11月末在大棚沼气池的隔离保温层内填入格菱并使之发酵，12月中旬格菱温度达45~50℃，沼气池内壁温度为17℃。

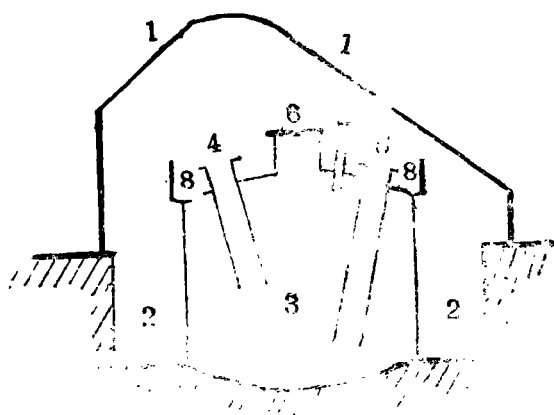


图2 大棚沼气池侧剖面示意图

1979年1月1日沼气池投料(冻马粪和冻牛粪各两吨,冻鸡粪和格茺各一吨),先好气发酵。2月15日原料升温至36°C后加水(7°C)至池容量的三分之二处,此时发酵液(池温)为9.5°C。5月13日隔离保温层内温度为22°C,比大棚内温度低,为使池体增温,将该层内格茺取出。8月21日和11月上旬沼气池换料两次(两次投料量共为鸡粪1吨,羊粪3吨,格茺2吨)。8月中旬发现沼气池池体漏气,此时揭去大棚,进行检修,为保持池温,将发酵过的旧格茺再填入隔离保温层内。9月下旬取出格茺,换以新格茺。11月上旬架设大棚。

对照池池顶堆放40厘米厚的玉米果穗包叶,然后用塑料薄膜覆盖,四周围以一米高的土墙。该池也于1月1日投料(冻马粪和冻牛粪各两吨,格茺一吨)先好气发酵,2月份原料的温度为2°C(底层中部,部分原料尚有冻块),3月份为13°C,4月份为18°C,加水(7~8°C,)后为9°C,5月份发酵液(池温)为10°C,6月15日池温为15°C。为提高池温,此时在池外四周挖沟,设隔离保温层,8月3日和10月7日换料两次(两次投料量共为羊粪3吨,格茺1吨,土豆秧和青草各约500斤),此外,一家五口人的全年粪便也都投池使用,11月16日隔离保温层内填入格茺,12月上旬架设大棚。

我们每天定时(早5~6时)测定池温、大棚内温度、隔离保温层的温度和沼气产量。用棒状水银(或酒精)温度计从进料口插入发酵液中部测定池温,隔离保温层内温度采用多点测定的方法,用湿式流量计测量沼气的量,以PH试纸测定发酵液的酸碱度。

试验结果及讨论

试验结果列于表1和表2,从表看出:

一、塑料大棚和隔离保温层对沼气池有较好的增温保温效果

表1 大棚沼气池的温度及产气情况 1979年

月 份	气温 (°C)	棚 温		地 温 (-1.6m)(°C)	池温 (°C)	保温层温度 (°C)	PH	产气量 (m ³ /天)
		最高	最低					
2	-9.9	28	-5	0.9	18	35	7.5	0.85
3	-1.1	31	3.5	0.5	20	32	7.1	1.20
4	4.8	38	7.4	0.6	21	30	7.2	1.25
5	16.6	52	16	2.6	22	25	6.9	1.50
6	21.0	61	20.6	7.9	29	/	7.0	3.1
7	22.6	60	22.8	11.7	30	/	8.0	3.3
8	20.8	/	21.2	14.0	25.1	/	7.5	/
9	14.4	/	/	14.3	/	/	/	/
10	8.5	/	/	12.0	20	21.3	7.0	1.39
11	-4.4	/	-0.8	9.3	18.4	41.9	7.5	0.96
12	-7.6	25	-4.7	6.1	26.9	55.0	8.0	1.92
1(80年)	-16	6.5	-16	3.2	28	41.3	8.0	1.67

注:2~7月份沼气产气量,是根据每天水压柱升高总数,与以后用湿式流量计推算出来的。

(一)、在冬季塑料大棚和隔离保温层有显著的增温保温效果。

(1) 从表1可以看出, 1、2月份大棚沼气池投入的冻料解冻较快, 2月15日原料升温至36℃。加水后转入沼气发酵, 2月末开始产气。而对照池, 由于没有大棚和隔离保温层, 投入的冻料解冻较慢, 2月份原料温度只有2℃, 比大棚沼气池低34℃。4月份升温至18℃, 加水后转入沼气发酵, 5月份池温为10℃, 产气很少。可见, 在大棚和隔离保温层的作用下, 大棚沼气池的产气时间比对照池提早3个多月。

(2) 2、3月份气温和地温最低, 大棚沼气池池温保持在20℃左右, 这比4月中旬四川省绵阳地区的“三结合”沼气池池温还高3~5℃, 沼气日产量为0.85~1.67立方米(表1)。如上所述, 对照池此时尚未产气(表2)。

表2 地下式沼气池的温度及产气情况 1979年

月 份	气 温 (°C)	棚 温 (°C)	地 温 (°C)	池 温 (°C)	保温层温度 (°C)	产 气 量 (m ³ /天)
2	-9.9	—	0.9	—	—	—
3	-1.1	—	0.5	—	—	—
4	4.8	—	0.6	—	—	—
5	16.6	—	2.6	10	—	0.10
6	21.0	—	7.9	13.9	—	0.60
7	22.6	—	11.7	20.5	—	0.90
8	20.8	—	14.0	19.7	—	0.90
9	4.4	—	14.3	14.4	—	0.49
10	8.5	—	12.0	12.0	—	0.14
11	4.4	—	9.3	11.2	20	0.22
12	-7.6	-0.13	6.1	15.8	41.4	0.68
1 (80年)	-16	-7.7	3.2	17.2	34.8	0.68

注: 5~7月份的产气量是根据每天水压柱升高总数, 与以后用湿式流量计推算出来的。

(3) 11月以后, 气温下降较大, 大棚沼气池11月份的池温为18.4℃, 12月和1月, 虽气温显著下降, 最低在-20℃以下并持续约一个月, 但其池温仍保持在26.9~28℃, 日产气量为1.67~1.92立方米(表1、图3)。

对照池也在大棚和隔离保温层的增温保温作用下, 12月和1月其池温保持在15.8~17.2℃, 日产气量为0.68立方米。虽然如此, 但仍比大棚沼气池池温低9℃, 日产气量少1立方米(图3)。这是因为对照池采取上述增温保温措施比大棚沼气池晚1~2个月, 又采取踩实格菱的办法, 不使其温度过高(在30~40℃间)的缘故。

(二) 在夏季塑料大棚和隔离保温层也有较好的增温保温效果。

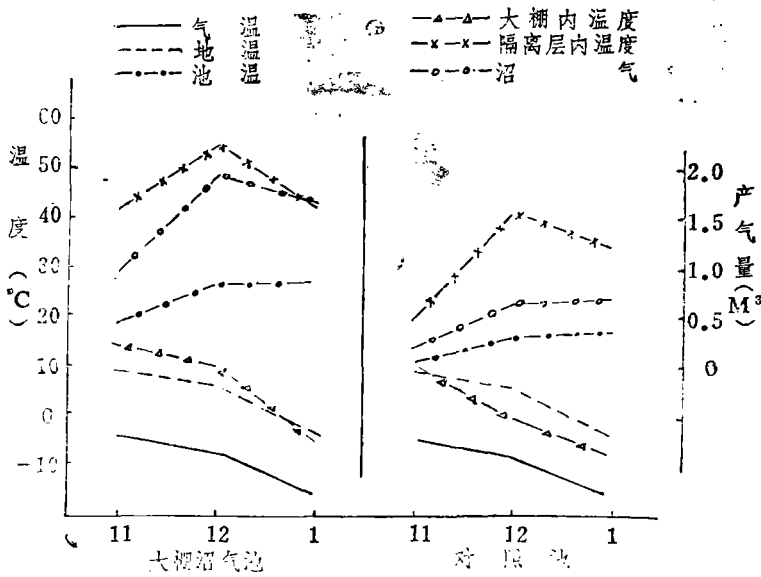


图3 大棚和隔离保温层与池温和产气量的关系

(1) 隔离保温层的增温效果

I、对照池在6月15日前，由于池体埋于地下，受地温影响，其池温上升较慢，5月份池温为10℃，6月15日为15℃，此时在池外四周挖沟，由于切断地温影响和池体直接接受太阳能，在无大棚条件下一周内池温由15℃升至20℃。

II、8月下旬以后，气温下降至15℃，昼夜温差大，大棚沼气池在无大棚的条件下，为防止池温降低，在空着的隔离保温层内填入发酵过的旧格莪（28℃左右）8~10月其池温为20~25℃（表1）。但对照池，由于隔离保温层内没有格莪，其空间温度与气温相近，有时还低于气温，而隔离保温层内空气对流，使池体散热较多，故池温逐月下降，由8月的19.7℃降至10月的12℃，日产气量由0.9立方米降至0.14立方米（表2）。可见，在这段时间内，由于隔离保温层内填入格莪的保温作用，大棚沼气池池温比对照池高5~8℃，日产气量多1.2立方米（图4）。

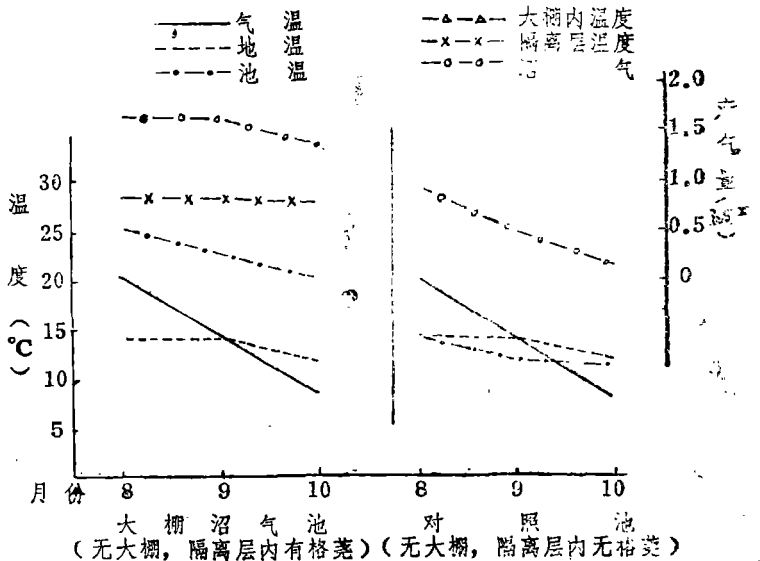


图4 隔离层内有无格莪与池温和产气量的关系

(2) 大棚的增温保温效果

5月份以后,太阳辐射能增强,大棚内温度一般在 30°C 以上,最高温度达 $52\sim 61^{\circ}\text{C}$ 。而5月中旬以后隔离保温层内格茺温度低于棚内温度,影响池温的提高,此时取出格茺,让池体多接受些太阳能,因此,6、7两月大棚沼气池池温显著升高,平均池温为 30°C ,比无大棚的对照池高 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$;日产气量多 $2.4\sim 2.5$ 立方米(图5)。大棚沼气池池温有时最高达 35°C ,比对照高 12°C 。

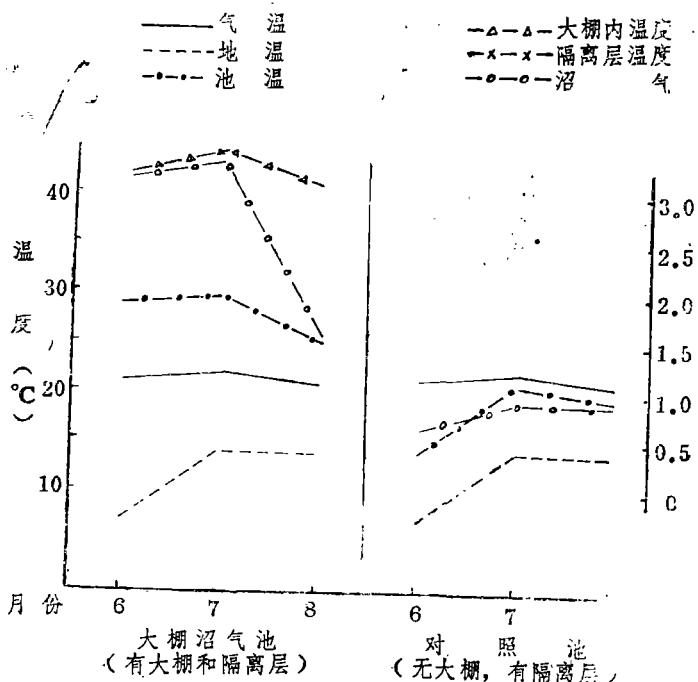


图5 大棚与地温和产气量的关系

120元左右。由于采取了上述增温保温措施,显著地提高了全年的池温,增加了产气量,突破了我省冬季不能使用沼气的难关。大棚沼气池全年日平均温度为 23.5°C ,全年日平均产气量为 1.63 立方米。平均产气率为 0.1 ,夏季最高为 0.22 。

大棚沼气池(15立方米)所产的沼气,可满足五口之家,一日三餐所需之热能。为此,建议示范推广大棚沼气池,改进现在地下式沼气池。

三、综合利用大棚,发展社员副业

1979年冬季,我们曾在大棚内饲养猪、鸡,初步看到猪增重,鸡产蛋。因此,开展塑料大棚的综合利用,既利于全年使用沼气,又可发展社员副业,增加收入,加快回收沼气池的投资。

大棚沼气池虽突破了我省冬季不能产气使用的难关,解决了我省沼气全年产气使用的问题。但还有一些问题,有待今后进一步研究解决,如农村使用沼气后如何解决烧炕取暖问题;沼气池、厕所、猪圈“三结合”问题;冬季输气管道的冻堵问题以及如何减少或不用格茺等问题。

必须指出,与大棚沼气池形成明显对比的是1975年建于猪圈下的地下沼气池,全年不能接受太阳热能,又严重受地温影响。故大棚沼气池全年平均池温均显著高于地下沼气池,冬季高 $16\sim 22^{\circ}\text{C}$,夏季高 $9\sim 14^{\circ}\text{C}$ 。

(三) 大棚沼气池结构坚固、造价低,并能全年使用。

这种沼气池为铁丝筋混凝土结构,池壁厚 $5\sim 6$ 厘米,一般容量为 12 立方米,造价约