

酒精糟的沼气发酵与综合利用

河南省南阳酒精厂

按：南阳酒精厂利用酒精废糟进行高温沼气发酵，实现了变废为宝。所产沼气不仅可用作燃料，而且可以用它生产出几种化工产品。该厂的经验可供农村大办沼气和有关工厂因地制宜地开展综合利用时参考。

酒精糟是酒精生产的主要副产品，每生产一吨酒精可排出酒精糟 11—18 吨，我厂每天排放酒精糟量是很大的。过去酒精糟被作为废物排放掉，不但是个浪费，并且造成环境污染。我厂职工在毛主席革命路线指引下，坚持大搞综合利用，大搞科学实验，先后在轻工业部发酵研究所和燃化部第八设计院的协作下，于文化大革命初期完成了沼气发酵的投产，并于 1972 年建成了一座以沼气为原料生产二氯甲烷、三氯甲烷等的

车间。沼气消化液是一种良好的肥料，又有力的支援了农业生产。

酒精糟成分分析

我厂排放的含有机物较多的废渣废水除酒精糟和酒糟水外，还有丙酮、丁醇的生产废液。通过分析（见表 1），证明上述废渣、废液中都含有较多的碳源和氮

表1 酒精糟、酒精水和丙酮丁醇生产废液成分分析

精液名称 成分(%)		酒精糟		酒精糟水	丙酮丁醇废液
		1	2		
水分		92.90	95.07	97.44	98.50
干物质		7.10	4.93	2.56	1.5
干物质中	总糖	9.00			
	粗蛋白质	15.85	10.85		25.94
	粗脂肪	2.93			7.01
	粗纤维	25.13			
	灰分	19.41	14.63		18.74
浓度(Bx)			3.2	3.46	
还原糖(克/100毫升)			0.18	0.30	0.27
总糖(克/100毫升)			0.83	0.55	0.30
酸度(消耗 0.1 N NaOH 毫升数)			0.30	0.35	0.18
pH			4.3	4.3	6.3

源,是沼气发酵的良好原料。

沼气发酵

一、建池前的准备试验

为了确定建造发酵池的规模和具体条件,我们在建池之前首先进行了小型和中型沼气发酵试验,探讨了适宜的发酵条件和投料、产气情况。

小试验是用三个玻璃瓶(发酵瓶、积气瓶、积水瓶)进行的,取污泥作为发酵菌种,装入发酵瓶内,再加入一些酒精糟,使总体积至 2000 毫升,然后将瓶子密封(根据试验,用水玻璃调适量的氟硅酸钠封瓶口比较牢),将发酵瓶置保温箱中保温发酵(见图1),待开始产气后,每天补料 300 毫升,每天由积气瓶的容量标尺上读记产气量。

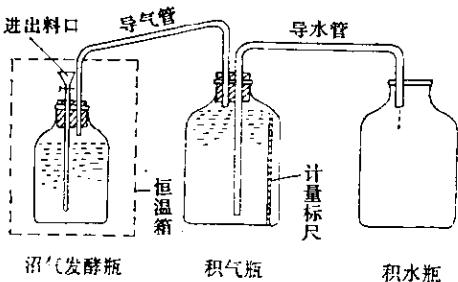


图1 小型试验装置图

通过小型试验得知:

1. 薯干为原料的酒精糟(含干物质 4.9%), 每天按发酵物总体积的 15% 投料, 每毫升糟液可产气 20—25 厘米³。
2. 如把酒精糟过滤后的滤液作原料, 每日投料 3

次, 投料比仍按 15%, 每毫升酒精糟滤液可产气 10.4 厘米³。

3. 丙酮丁醇发酵废液(含干物质 1.74%), 每日投料 3 次, 投料比 10%, 每毫升产气 5.6 厘米³。

中型试验是在 18 米³ 和 22 米³ 的小沼气池中进行。沼气的计量是将沼气导入 5 米³ 的浮筒式贮气柜中计算产气体积。通过中型试验, 进一步验证小型试验的数据是可靠的。并且测知发酵的最适温度为 52—55℃, 最适 pH 为 7.6—7.9。

二、大型沼气池的建造

依据小型试验结果每日投料按 10% 计算, 结合我厂每天排放酒精糟数量为 400 米³, 这样至少需建池容积 4000 米³, 为便于管理, 分建 2 池, 各池长 50 米, 宽 10 米, 高 4 米。

(一) 挖池

挖池时要挖到好土, 下砖渣石灰 30 厘米, 夯实, 敷砖一层, 上涂水泥面, 池倾斜度为每米 1 厘米。池子一半在地下, 一半在地上。

(二) 池墙

墙基用钢筋混凝土作基础。墙厚 0.62 米, 中隔墙 0.88 米, 砌砖用白灰砂浆, 墙上部设钢筋混凝土腰箍, 中间有拉梁。

(三) 发拱

拱高与跨度相比为 25:100, 实为 2.5 米高。用砖砌好后, 抹 3 厘米厚水泥, 再浇一层沥青, 铺一层油毡, 再浇一层沥青, 再铺一层油毡, 共浇三层沥青, 铺三层油毡, 再铺一层平砖, 最后再抹 3 厘米厚水泥。

(四) 内壁粉刷

池内壁要用防水粉、水泥浆粉五层, 顶部尤其要粉好, 以防漏气。

(五) 搅拌机

每一大池有 8 个木制搅拌机, 长 9 米, 宽 5 米。每个搅拌机下中部砌两个高 1.2 米的砖墩。上架 φ 4 毫米的钢管作梁, 梁上套搅拌机, 池内没液体时搅拌机落下, 池里原料充满时搅拌机上升。

沼气发酵池必须严格密闭, 不使漏料、漏气, 这是沼气发酵成败的关键。

三、菌种及活性污泥的驯养

沼气发酵是靠多种细菌在无气条件下共同作用, 不同的细菌, 起着不同的作用, 大致可分为两大群, 第一群是产酸细菌, 可将各种复杂的有机物, 分解为有机

酸、醇、二氧化碳、氢、氨、硫化氢等；第二群是甲烷细菌，将简单的有机酸、醇、二氧化碳、氢、转化为甲烷，所以沼气发酵是在加料后酸增加，pH 下降时开始，此时气体中二氧化碳含量较高。

沼气发酵的细菌，广泛存在于自然界的土壤中和含有有机物质较多的水塘底部污泥中，在培养沼气菌种时，采集污水池或下水道有气泡发生且呈中性或微碱性的污泥作为菌种，然后加少量的酒精糟（10%）作为培养液，保持适宜的温度进行培养。在发酵初期，pH 值可以降低很多，等到发酵旺盛时，发酵液则呈中性或微碱性。这时再续加少量糟液，如此逐步扩大培养，使甲烷菌大量繁殖，此发酵液即可作为菌种，叫做活性污泥。我们用的沼气发酵菌是高温发酵菌，它们是由中温发酵菌通过逐步提高培养温度多次培养驯化得到的。

四、发酵条件

在沼气池中，投入酒精糟（温度 80℃，pH4.9，固形物 4.5%），每 2000 米³ 发酵池，接种活性污泥 335 米³。接种后启开搅拌，进行发酵。发酵正常以后，每天定时排出消化液为原发酵液的十分之一。加入等量冷却到 60℃ 的酒精糟。

发酵条件：① 发酵最适温度 47—55℃，不能长时间高于 56℃；② 发酵最适 pH7.5—7.8，pH 不低于 7.0；③ 正常发酵时，发酵液中挥发酸含量为 2600 至 3500ppm，不高于 3600ppm。挥发酸含量与菌种驯养时间，发酵温度高低，发酵旺盛程度等因素有关；正常发酵时沼气中的二氧化碳含量不高于 49%。根据中型发酵试验结果，每日每米³ 沼气池补料 100 升时，产气量、二氧化碳和挥发酸含量变化曲线如图 2。

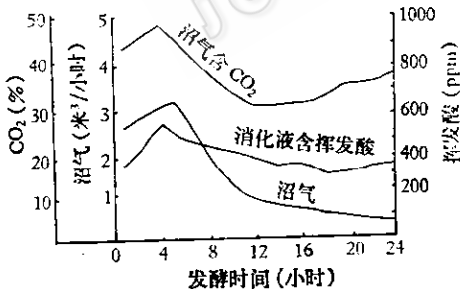


图 2 每次补料后沼气、CO₂、挥发酸含量变化

五、管理注意事项

1. 控制好投料是沼气产生非常重要的一环，投料量要根据发酵液的 pH 而定，投料前 pH 应以 7.5—7.8 为宜，随投料 pH 逐渐降低，待 pH 为 7.0 时，应停止加料。我厂一般按发酵液容量的 10% 投料。倘使投料量过多，pH 降到 7.0 以下，会影响初期产气质量，沼液中二氧化碳含量增高。这时应加强搅拌，等 pH 回升后，再逐步增加投料量，使之恢复正常。

2. 沼气发酵分高温发酵（50—56℃）、中温发酵（30—38℃）、低温发酵（30℃ 以下）三个类型，高温发酵速度比中温发酵速度快数倍，比低温发酵速度快 15—20 倍，我厂采用高温发酵，大生产时每米³ 有效池容积，可日处理含固形物 5% 的酒精糟 100 升。小型试验可处理 300 升，产气量达 5.8 米³。

3. 沼气发酵的碳氮比，一般认为 20:1 较合适，利用酒精糟进行沼气发酵由于酒精糟中营养物质充足，不必考虑碳氮比，不必另加营养物质，酒精糟虽呈酸性也可不予中和，即能进行正常发酵。

4. 由于厌氧细菌在呼吸过程中所获得的能量较小，生长速度要比好气性细菌慢得多，所以从初投料到产气，菌种繁殖阶段也较长，应注意在开始时多加菌种污泥，以加速发酵。以后培养时间越长，发酵速度越快。停工后复工时要少加料，逐日提高投料量，给一个恢复期。

沼气的利用

一、沼气烧锅炉

用直径 200 毫米的管，并在管路中加有除水装置和防止回火装置，用沼气自身压力（80 毫米水柱）输送到锅炉房，而后分为 4 根 4 寸管由锅炉两侧成喇叭型进入炉膛燃烧。当沼气产量不足时，仍然可以添加煤作补充。

用此法烧锅炉，其效果较好，但是我们认为仍存在有配空气不足的缺点，如果加以合理改进，每天 8000 米³ 沼气烧一台 K-2 型锅炉是可以的。

使用沼气烧锅炉时，绝不允许设备管路漏气。沼气中含有少量的硫化氢，具有臭鸡蛋气味，如闻到此气味就表示漏气，应立即检查修理。为防止空气进入池内，回火爆炸，必须保持发酵池及管路呈正压，发酵池周围严禁烟火。锅炉点火前，应先将风闸拉开，炉膛内用鼓风机吹一下，然后先点火后开气，停炉时先关气。

二、用沼气作原料生产化工产品

沼气用 15% 乙醇胺和环丁砜去除二氧化碳和硫化氢，再用固体硷干燥后即得甲烷气，纯度为 98% 以上。净化后的沼气与氯气混合反应，加压冷凝后，将粗氯化液蒸馏，即可分别得到二氯甲烷和三氯甲烷。

三、由沼气消化液提取维生素 B₁₂

（参考本期“利用酒精糟沼气发酵废液提取维生素 B₁₂”一文。——编者注）

四、沼气消化液作肥料

沼气发酵液（消化液）可直接当作肥料使用，也可
（下转 27 页）

(上接 6 页)

把消化液滤去水分,得到其浓稠物——消化污泥,以便

表 2 消化液和消化污泥的成份

项 目 \ 名 称		消 化 液		消 化 污 泥	
		本厂化验	农科所化 验	本厂化验	农科所化 验
水 份 (%)		96.70	98.08	平均 90	95.50
干物质 (%)		3.30	1.91	平均 10	4.50
干物 质中	氮 (%)	4.80	5.50	4.39	5.53
	磷 P_2O_5 计 (%)	2.74	4.35	2.49	3.43
	钾 K_2O 计 (%)	1.13		0.98	

注: 本厂化验与农科所化验不是同一样品。

运输。

我厂曾将消化污泥作为种植小麦底肥进行试验,施肥的小麦在生长过程中,发育快,叶肥大、色黑绿,秆高比对照约高 2—3 厘米,茎粗穗大,试验田小麦平均亩产 638 斤,对照亩产 530 斤,平均增产 21%。用于水稻,增产效果更好。特点是肥效高,肥期长,抗旱保墒,改善土壤团粒结构。

我厂利用酒精糟发酵沼气并进行综合利用,每日可产沼气 14400 米³,如用来烧锅炉可节煤 12 吨,用作化工原料,可生产二氯甲烷 3 吨,三氯甲烷 1 吨,同时副产盐酸 15 吨。消化液可提取维生素 B_{12} ,又可作为肥料使作物增产。