

科技参考资料 (K82—03)

欧洲沼气技术的现状

北京市科学技术情报研究所

一九八二年十月

前 言

为了进一步开发沼气资源，我们在北京市计委和太阳能研究所的支持下，收集、编译了这本专题资料，主要内容是联合国工业开发组织提供的欧洲各国沼气发展现状。这是国外沼气技术发展状况的较新资料。还收集了“国外污泥沼气利用现状”和“下水污泥中沼气的发生率及其主要影响”等译文，一并汇编成册，供从事沼气开发研究和实际工作者参考。

目 录

1. 欧洲沼气的现状..... (1)
2. 国外污泥沼气利用现状..... (58)
3. 下水污泥中沼气的发生率及其主要影响..... (67)
4. 关于沼气设备的设计..... (75)

欧洲沼气技术的现状

欧洲沼气生产主要是在石油危机以后发展起来的。根据联合国工业开发组织1980年提供的有关欧洲沼气情况资料,瑞士在1973年前只有一套设备,到1980年已有20多套;西德1959年有一套,目前已有10多套;英国1974年前有2套,现有10多套。一般是1976年开始出现发展沼气生产的势头,1978年以后才有较大的发展。目前欧洲有近200套装置,多数是从事研究开发的项目,少数已投入工业化生产。

从装置分布情况来看,瑞士最多,占20%以上。其次是美国和丹麦,约占15%,意大利和西德的装置各占约10%。

瑞士在1979年开展了规模较大的调查研究工作,对10多套沼气装置的各种参数逐日逐月地进行了纪录和分析,准备在此基础上提出改进工艺和技术设备的方案。由A Welliger博士领导的研究项目费用达350,000美元,法国下诺曼底地区在1979年也开展了研究开发工作,其研究费用为610,000美元。1979年西德斯图加特大学农业机械研究所沼气研究费用达470,000美元,1979年匈牙利农业部和农业研究所进行的沼气研究费用约1,600,000美元。

欧洲沼气生产装置多为厌氧发酵型,发酵槽容量以200立方米至300立方米的最多,50至80立方米的也不少,1000立方米以上的只有三处,最大的为3700立方米,最小的为0.1立方米(英国)。发酵槽的材料多为混凝土,也有用钢、橡胶、合成树脂、玻璃纤维加强聚酯等材料制成的。保温材料用聚胺酯(泡沫)的较多,也有用聚苯乙烯、石棉、玻璃棉的。

效率最高的为78%(计划数值,西德万德普鲁),其次有58%(英国萨福克),其他有数可查的均在30%以上。

工业沼气装置不多,捷克有一套装置以农业粪肥和城市污水作原料,主要解决环境卫生和生产肥料问题。法国正在开展用废水加上水生植物进行发酵生产沼气和利用屠宰场、木材厂、牛奶场的废物等为原料生产沼气的研究。

现将主要情况和各装置的详细内容附后。

农业沼气

编号	国别 时间 地点	类型	原料	发酵槽		保温 材料 温度	沼气产量	效率	装置成本 (美元)	回收期 年限	研究费用 (美元)	人员	备注
				容量(米 ³)	材料 滞留时间								
1	奥地利 1979 维新堡	研制	牲畜粪 (20头牛)	12	可调节	可调节	23MJ/米 ³		10,000 奥先令/ 每头牲畜		85,000	2	MJ一百 万焦尔
2	奥地利 朗根	工业化	猪 牛 粪	115	35天	30℃	90米 ³ /日	39%	770/每头牛			25	已有四套
3	奥地利 1975 斯太尔	"	400头猪(平均每头 重60公斤), 300只鸡	120 (共三个)	钢筋混凝土 25—30天	聚胺脂 32℃	13.7~16 米 ³ /日	40%	700~800/每头 牛 (预计最佳投资)	3~7年		5	已建成一 套, 六套 在施工
4	塞浦路斯 1979 尼科西亚	研制	牛 粪	42加仑(原油桶) (共9个)								3	
5	丹麦 1978 格洛斯特鲁普	研究	牲畜粪: 1700头猪 90头牛+500头猪+100头母猪 170头母牛及牛犊	370 2×200 2×200	聚酯增强玻璃纤维 混凝土 混凝土砖		250米 ³ /日 350 " 300 "				500,000		
6	丹 麦	工业化	80头牛 1000头猪+250头母猪 60头牛+40头母猪 4000~5000头猪+60~70头 母猪 170头牛 60头牛 150头牛 50头牛	2×45 90 5×80 300 2×110 180 2×150 5	钢 混凝土 钢 混凝土(铜盖) " 钢	37℃ 20℃ 35℃	55米 ³ /日 720 " 50~60 "						
7	法国 1975	研制	猪粪 秸秆	4(共6个) (预期最佳容量20~40)	42天	35℃	0.228 米 ³ /小时	30%			100,000 年	4	
8	法国 1979 诺曼底	"	牛 粪	300	5~6周	35℃	0.33米 ³ / 公斤(有机物)		20,000~25,000 (工业化投资)		165,000	5	
9	西德 1979	"	牲畜粪肥及青贮植物	100									
10	西德 1980 巴塞尔	工业化	120头催肥牛的粪肥	50	塑料袋, 钢架 10天		70~80米 ³ /日 (3~4米 ³ 基质) 150~180米 ³ / (计算数) 日		60,000 (预期最佳)				瑞士两套 西德一套

11	西德万德普	工业化	厩肥	高8米, 直径4.16米	30天	石棉波纹板	24米 ³ /日 100米 ³ /日 (预期数)	78% (设计)	52,000 (预期最佳投资)	10年		丹麦三套 西德一套
12	西德 1959 霍恩施泰因	"	厩肥(合18头牛的粪肥)	22米 混凝土		30~35℃	1.6~2米 ³ /日					
13	西德 1979 霍恩海蒙	研制	牲畜粪肥	2×280 1×40 1×120 1×15							470,000 2~3	
14	匈牙利 1979 布达佩斯	"	厩肥 (500头牛)							10~12	1600000 10	
15	爱尔兰 高尔威 夏尔维尔 COCAYAN	"	猪粪 1000头母猪 牛粪				1,135,000 米 ³ /日					三个主要 项目投产
16	意大利 1976 皮亚诺	"	猪粪, 4,400 头猪 (平均每头重80公)	300 钢制	9~12天	玻璃棉(120 毫米) 35℃	18~25 标米 ³ /小时	44%		4~5	375,000 8	
17	意大利 1977 都买	"		2×1.5			0.05米 ³ /小时					4
18	意大利 1979 米兰	"	猪粪, 1200头催肥猪	63 钢制	7天	聚苯乙烯35℃ 丁基橡胶	20~24 标米 ³ /日				120,000 5	
19	意大利 1980 米兰	"	猪牛粪、杆桔(合60头牛)	30 橡胶 10							150,000 5	
20	意大利 1980 维罗纳	工业化	猪粪(6000头猪, 平 均重65公斤)	900 混凝土	25天	泡沫聚胺酯 35℃	29.5 标米 ³ /小时	48~57 %	45~50/每头猪			五套在施 工中
21	意大利 佩鲁贾	"	猪粪(10,000头猪, 平均重70公斤)	2×1000 钢制	7~10天	聚胺酯 35℃	108.3 标米 ³ /小时	51%	30~35/每头猪			已有四套
22	荷兰 1977 瓦赫宁根	研制	猪牛粪(2500头猪)	270 钢制	15天	27℃	16米 ³ / 粪肥米 ³					4
23	荷兰瓦赫宁根	"	猪粪(800头催肥猪)	混凝土		Tempex 27~30℃	19,200米 ³ /年		26,000			
24	挪威 1979 奥斯	"	牲畜粪肥(15~30头牛)	45×2 (粪肥容量) 加强混凝土	10~30天		2.2 标米 ³ /小时	36%	140,000	15	280,000 3	
25	瑞典 1978 乌普萨拉	"	牛粪、内脏、杆桔	丁基橡胶袋							1250000 7~10	

牛 (Cattle) 单位 “每头牛” 为折合数

30	英 1967	国 苏格兰	研 制	猪 牛 粪	3×150, 2×13 1×25, 1×600						6	
31	英国	约克郡	"	猪粪: 500头母猪	390		75米 ³ /日					
32	英国	萨福克	研 制	猪牛粪, 草 1200头奶牛+300头母猪	340	35℃	530标米 ³ /日	58%	48,000			
33	"	萨洛普	工业化	猪、牛粪	1.5, 11, 40, 60, 80, 100 160, 200, 260, 325, 300				1,600~70,000 (最佳容量)	$\frac{1}{1-2}$ ~12	4	
34	"	埃耶萨福克	"	猪粪: 1100头母猪+小猪	680	玻璃涂层钢 10.7天	42标米 ³ /小时	42%	150,000	$\frac{1}{4-2}$	197	
35	英 1980	国 维尔斯	"	牛粪: 320头牛	260	混凝土	14.16标米 ³ /小时	52%	70,000	5~6	38	
36	英 1974	国 南威尔士	研 制	1~50公升 30,000公升 1000公升						20	16	
37	英国	林肯郡		性 畜 粪 肥	140	35℃	140~146 公升/日猪 1400公升/日, 奶牛 1.5.公升/日, 家禽			5	100	

1. 厌气发酵 奥地利 (研制)	Bundesversuche und Prüfungsanstalt für landwirtschaftliche Maschinen und Gerwte-wiesburg 农业机械设备联合试验检查所—维斯堡 负责人: J. PernKoPe 工程师
------------------------	---

一、装置概述

发酵池有专用予处理设备 & 专用进料系统, 可移动并易于与其他系统 (塞流式、提升式、多相式等) 相连接。温度范围和滞留时间可以改变。

规模及容量: 发酵池 12 米³, 可容纳 20 头牲畜的厩肥。

技术水平: 发酵池为先进的连接流动式, 可与其他系统互换。有热回收装置。

所需输入能量: 开始时用于供厩肥发热, 运转中用于保持恒温。

所用基质特点: 各种类型的原含水量达 95% 的基质。

二、输出

平均净热值: 23 百万焦耳/米³。

2. 厌气发酵 奥地利 工业化	NENNIGL, Langen (NENNING 有限公司, 朗根) BVTG·m·b·H·Bregenz (BVT 有限公司, 布雷根茨) 负责人: Manah 工程师, H. PfefferKarn 工程师
-----------------------	---

一、装置概况

改进型园柱体塞流式沼气装置, 不需要泵和搅拌器, 用气体压力使基质产生流动的搅拌。沉渣贮槽上有专用的湿式贮气柜 (用塑料作表层)。

尺寸及容量: 发酵池 115 米³ (净体积); 沉渣贮罐 275 米³; 贮气柜工作容量 300 米³,

技术水平: 是先进的塞流式装置, 配有沉渣再装入设备, 工作温度为中温范围 (30℃), 滞留时间为 35 天, 沉渣与厩肥进行热交换。

操作灵活性: 低。

外部能量输入: 开始时对浆料加热 9600 百万焦耳。运转中保持恒温, 每日加热 415 百万焦耳。

二、基质特性：

牛、猪粪肥，干物含量10—15%，比重为0.9—1 吨/米³。

三、输出

平均产气数量：每日90米³，甲烷含量65%。平均净热值为23000千焦耳/标米³。贮存问题：冬天贮气罐需防霜冻。非能量输出：每日输出沉渣3.3米³，为优质肥料；无污染及环境问题。

四、能量平衡

总能量输入约4950百万焦耳/日。工艺能量输入为415百万焦耳/日。总能量输出为2070百万焦耳/日。净能量输出为1655百万焦耳/日。效率为39%。

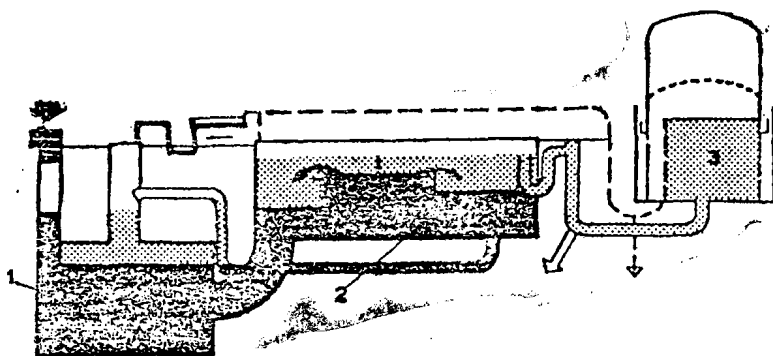
五、产生净能量的用途

燃烧生热，与农场电热联产装置接通。

六、技术及经济情况

最佳最小规模：从技术上考虑，发酵池净容量45米³以上最好；从经济上考虑，供30头以上牲口使用最好。

予期最佳装置成本：每头牲口约770美元。



1.主粪肥贮槽；2.发酵池；3.贮气柜。

3. 厌气发酵 奥地利 (工业化)

魏因伯格有限公司, 施太尔4400

负责人: G. 施来格 工程师

一、装置概述

两级连续式装置。设计发酵粪肥数约400头猪(平均每头猪重60公斤)及30000只鸡的粪肥。两个集粪池与饲养室相连接, 圈肥与水均匀混合, 使干物含量平均达8—10%左右, 然后用容量泵将液体基质送至三个平行的主反应器(园柱形, 直径5米, 高6米)。每个反应器的总容量为120米³, 用钢筋混凝土制成, 外加80毫米的聚胺酯保温层。所采用的潜水泵排料量为60米³/小时, 需电4瓩。经初步发酵后送入计量滤析池, 浓的沉渣送入容量为120米³的第二发酵池, 然后送至氧化池贮存。全部滞留时间为25—30天, 发酵温度为32℃, 由一个160,000千焦耳/小时的炉子供热。

技术标准: 全部操作自动化。发酵过程需要有经验的人员进行控制。

外部能源要求: 开始阶段, 电(安装功率为12瓩)用于装卸及混合粪肥, 热能用于使基质加温至32℃。

平均总能量消耗为34,000百万焦耳, 保持热稳定条件约8天。

运转阶段: 冬季每天需热和电约1540百万焦耳, 夏季每天约990百万焦耳。

二、输入

基质特性: 鸡、猪粪与尿混和, 使干物含量平均达6—10%; 比重约0.9—1吨/米³。

予处理: 鸡粪中的干物质含量高, 需分别在两个池子(直径4米, 高3米)内用水与尿将其稀释调匀。

三、输出

所产沼气的总平均量: 13.7—16.0标米³/小时

平均净热值: 23,000—25,000千焦耳/米³。

贮存装置: 100米³的贮气柜。

非能量输出: 沉渣每天10米³, 可用作肥料, 无污染问题。

四、能量平衡

基质的理论输入值: 562—717百万焦耳/小时, 工艺能量平均输入: 53—60百万焦耳/小时;
总能量输出: 321—405百万焦耳/小时; 净能量输出: 268—345百万焦耳/小时; 效率:
47—48%。

五、净能量的输出利用

所产生的能量可用于燃烧及农场的电热联产装置，贮气柜只能贮存半天的用量，所以气体大部分要立即使用。

六、技术及经济情况

经济上要求的最小装置：用于30头牛，300头猪，4500只产蛋鸡。

预计装置最佳投资为700—800美元/头(平均重量500公斤)。

4. 厌气发酵 塞普路斯 (研制)

农业研究所，农业和天然资源部，尼科西亚

负责人：S. Economides。

一、装置概述

用9个装有气体分离槽的油桶，每个容量为42加仑左右。正常操作在装料后2至3天完成。牛粪混合时需用热水。

原料为牛粪，干料含量96%。

二、净能量输出的利用：电和热。

5. 厌气发酵 丹麦(研制)

STUB-Samarbejdsgruppen for Teknologiskudvikling
op Biogas 2600 Glostrup

一、装置概述

项目计划：(1)在现有农场内建立三个沼气示范装置；(2)对现有的沼气装置进行测试；(3)进行工艺技术的开发试验；(4)对发酵粪肥的肥效、寄生虫杀除及对环境的影响(如

臭味的减少及生物含氧量负荷等)进行实验并作出评价; (5)向农业及小工业提供技术服务, 向社会提供一般性资料。

三个示范装置是按不同的工艺技术、原材料的选择, 能量的利用及表1中汇总的各种粪肥而建立的。全部项目均为连续操作, 一个装置用作操作研究。各示范装置均于1979年夏投入运转, 秋末已取得初步试验结果。

现存沼气装置的测试包括: 逐日监测沼气产量及能量利用的各种主要数据, 并逐月记录化学及经济变化数据, 有六个装置包括在测试计划内。

工艺试验正在以实验室及中间试验厂的规模进行, 包括起动程序、动力学作用、批量和连续生产对金属和抗生素的作用等。此外, 还正在进行有关沼气装置的专用部件的试验。沼气装置设计和使用说明书也即将编成。

实验目的除了研究操作程序和厩肥处理方法所需的时间外, 还要求对提高厩肥的肥田价值、寄生虫杀除、臭味降低等的效率进行调查研究, 并在经济方面作出估价。从第一年试验结果看, 发酵粪肥能提高土壤肥力。

二、输入

三个装置的设计进料速率: 1号装置每天10米³, 2号装置每天15—18米³, 3号装置每天15米³。

三、输出

预计沼气产量: 1号装置250米³/日, 2号装置350米³/日, 3号装置300米³/日。

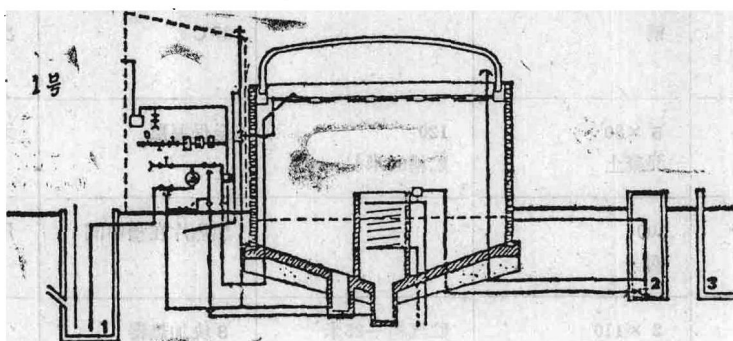
四、净能量输出的利用

1号装置的沼气用于气动电热联产装置; 冷却水及排出物的废热回收后用于加热。2号装置的沼气送到锅炉使用, 大约 $\frac{1}{3}$ 能量用于发酵槽加热。3号装置的沼气用于燃气电热联产装置; 冷却水的热量加以回收用于加热。

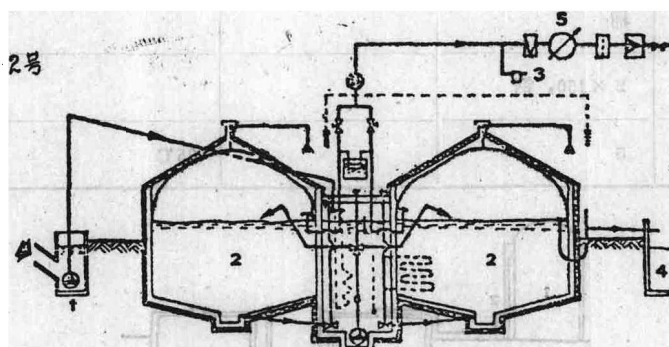
表1

装 置 编 号	1	2	3
粪 肥 种 类	猪粪	奶牛及猪粪肥	奶牛粪肥
产粪肥的牲口数	1700头猪	96头牛, 500头猪, 100头母猪	170头母牛及其牛仔
工 艺 类 型	连续试, 一级	连续式, 两级	连续式, 一级
工 艺 布 置	完全混和	完全混和	塞流

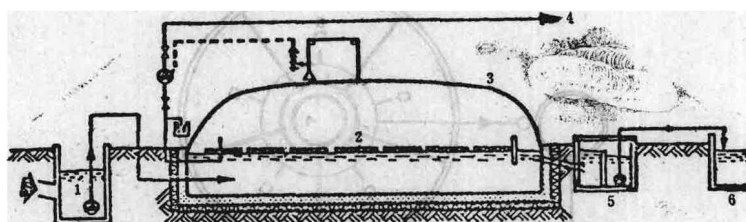
加 热 室	10米 ³	20米 ³	
反应器尺寸及数量	1 × 370米 ³	2 × 200米 ³	2 × 200米 ³
反 应 器 材 料	玻璃纤维加强聚酯带 浮动式玻璃增强塑料 气顶50米 ³	混凝土预制，带伸缩性 PVC气顶，2个气囊， 每个80米 ³	混凝土砖，带伸缩性 PVC气顶，2个 气囊每个120米 ³



1号装置：1.来自牲畜圈 2.疏水器 3.贮槽



2号装置：1.来自牲畜圈 2.发酵池 3.疏水器 4.贮槽 5.贮气柜



3号装置：1.来自牲畜圈 2.发酵池 3.疏水器 4.贮槽 6.贮气柜

6. 厌气发酵 丹

现有装置—1978

牲 畜 数	发酵池容量 (米 ³)	沼气输出(米 ³ /日)	加 热	搅 拌
80头牛(图1)	2 × 45	55	15米管子, 25毫米保温层	用泵
1000头猪 250头母猪 (图2)	90 钢	720	加热管约30米, 37℃	用泵, 每小时两次, 每次5分钟
60头牛, 40头母猪 (图2)	5 × 80 混凝土	120 贮槽30米 ³	全保温层	无
4000—5000头猪(每年), 60—70头母猪	300 钢		加热片在槽中间	用泵打循环
170头牛	2 × 110 混凝土 铜盖	贮气柜—25米 ³	8块加热器	
60头牛	180, 单独的混凝土桶	50—60	20℃	用泵, 每天15分钟, 15天
150头牛	2 × 150, 钢			
50头牛	5		35℃	

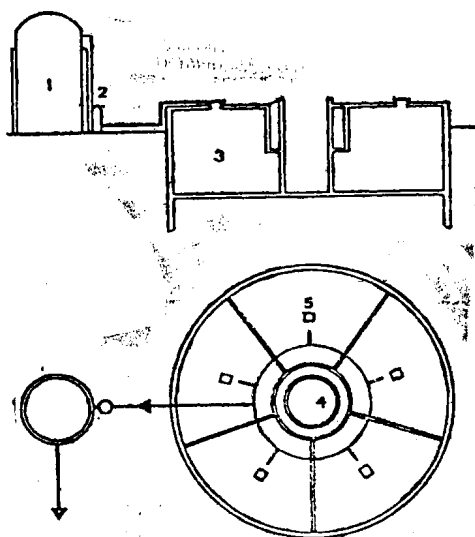


图1: 1. 贮气柜 2. 检查巷 3. 发酵池及贮气器 4. 混合槽 5. 入口

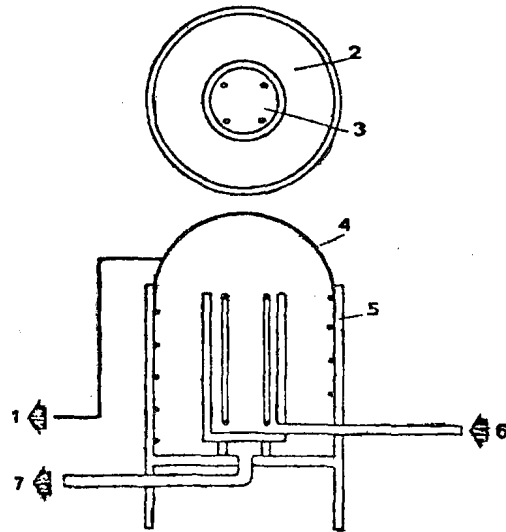


图2：1.气体 2.发酵槽 3.予处理槽及加热管 4.塑料壳 5.加热塑料管 6.浆料入口 7.排出液

7.厌气发酵 法国(研制)

农村经济研究所, S.Zelter教授,
J.L.Roustan博士, A.Aumaiter博士。

一、装置概述

有6个实验型发酵槽, 每个容量为4米³, 用吊车自动装料。在具备上次接种条件下, 达到正常运转所需时间为6周, 沼气理论气体值产量为78%。基质在发酵槽中的最佳温度为35℃。

二、输入

基质特性: 猪粪及玉蜀黍杆、稻草(麦秸)的混合物, 干料含量约25%, 表观比重约800公斤/米³

三、输出

每台发酵槽滞留时间为42天, 沼气平均产量为0.228标米³/小时, 沼气平均净热值为23000千焦耳/米³, 无沼气贮存系统; 非能量用作农场肥料。

四、能量平衡

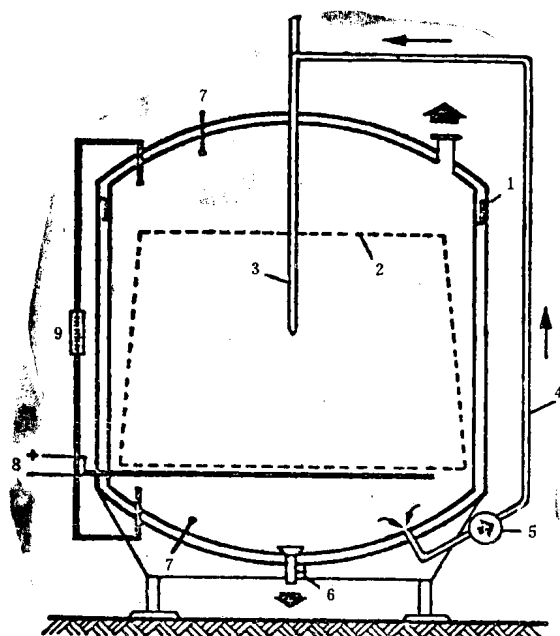
基质的理论输入值：10800百万焦耳，工艺能量输入：约2100百万焦耳，总能量输出：5300百万焦耳，净能量输出：3200百万焦耳，效率：30%

五、净能量输出的利用

所产沼气大约40%用于工艺需要的热量，60%用于农场能量的需要。

六、技术及经济情况

从技术及经济情况考虑，装置内发酵槽的最佳容量为20—40米³。



粪肥发酵槽布置图：1.液封 2.粪肥容器 3.废液注入器 4.废液回流管 5.泵
6.排净器 7.温度计 8.电阻器 9.沼气流量计和压力表