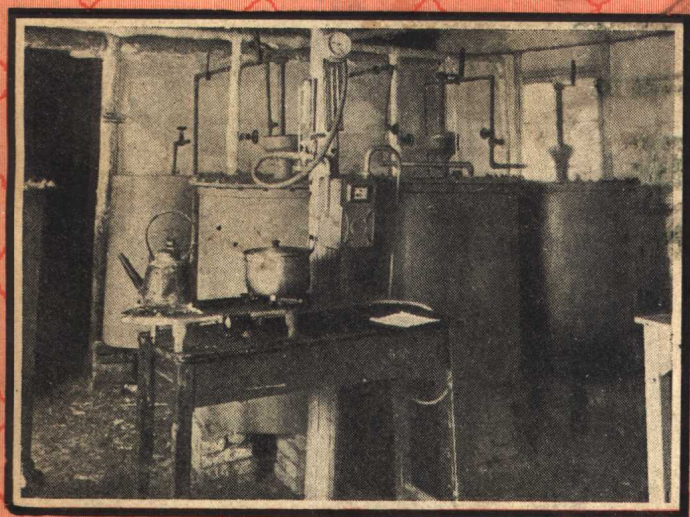


生物能綜合利用研究

湖北省科学技术普及协会化工化学学組主編

姜子鋼、胡太山、李 壘 編写



湖北人民出版社

社文与陽旗下五社

生物能綜合利用研究

湖北省科学技术普及协会化工化学学組主編

姜子綱、胡太山、李 瑛編写

湖北人民出版社出版 (武汉解放大道333号)

武汉市书刊出版业营业许可证新出字第1号

新华书店武汉发行所发行

汉口新华印刷厂印刷

787×1092 1/32 开·1-3/16 印張·36,000字

1958年7月第1版

1958年7月第1次印刷

印数: 1--20,000

統一書号: T13106·8

前 言

利用有机廢物密閉发酵产生沼氣点灯，在解放前很早就有人研究試驗过，但对生物能作綜合性利用（如动力、肥料、照明、卫生等）研究来为人类造福，在我国來說还是一件新事情。

生物能綜合性利用研究是从1957年元月份由原中南材料試驗所工程师姜子鋼等同志建議发起的，在中共湖北省委正确领导及有关部門的重視下，并将姜子鋼、胡太山調出作专门研究，我們正式研究時間不到一年，能够得到从試驗到使用上的成功，这只有在新社会才是可能的。

目前生物能利用工作，已在各地普遍推广，将在社会主义建設中，特别是在广大农村中起重要的作用。为了滿足各方面对生物能綜合性利用的研究和推广上的需要，姜子鋼、胡太山、李士春等同志在百忙中抽出時間編写了这本册子，供各地参考。

这本小册子，是根据苏联的經驗和我們在研究、应用摸索中，所体会到的一些东西，主观上也想尽力写的通俗些，讓广大农村工作同志都能讀懂，并通过这本册子来掌握这門科学武器；但由于我們摸索時間短，所知道东西还肤淺，再加上科学技術水平的限制，錯誤和缺点在所难免。我們編写这本小册子只能算作拋磚引玉，需要上級领导及对生物能有研究和有兴趣的科学家們，給予大力支持，多提供意見，指出我們的錯誤和缺点，以便在今后修改再版，使生物能更好地为建設社会主义事业服务。

湖北省工业厅生物能利用研究組 1958年5月

目 录

一、“生物能”的意义	1
二、挖掘生物能的原料	2
三、生物能利用的几种主要用途	2
1. 气体的主要用途	2
(一) 燃灯照明	2
(二) 烧水煮饭	3
(三) 机械动力: 发电、抽水、开汽车开拖拉机等	5
(四) 制造“干冰”	8
(五) 是化工产品之母	9
2. 发酵后的物质是优质有机肥料	9
四、发酵池	11
1. 发酵池的构造	11
(一) 有循环水压閘的小型发酵池	11
(二) 附有贮气池的发酵池 (磚拱形式)	14
(三) 多拱构成的中型发酵池	16
(四) 大型发酵池	16
2. 发酵池的施工方法	21
(一) 池基挖土	21
(二) 池底基础	21
(三) 砌池墙	22
(四) 池顶盖	22
(五) 内部粉刷	24

(六)攪拌器安裝·····	25
(七)導氣喇叭管·····	25
(八)回填土·····	25
(九)檢驗發酵池漏氣的方法·····	25
五、沼氣發酵的過程和操作·····	26
1. 制取沼氣的工藝過程·····	26
2. 下料時操作(附糞料與水配合比估算參考表)·····	26
3. 制取沼氣應當掌握的幾個條件·····	29
(一)隔絕空氣·····	29
(二)溫度·····	29
(三)酸鹼度·····	30
(四)含水量·····	30
(五)原料加入量·····	30
(六)接種問題·····	30
(七)氮素氮·····	31
(八)攪拌·····	31
六、一般有機廢物(牲畜糞等)完全分解後所產生的沼氣量 和氣體成分·····	31
1. 有機廢物產生的沼氣量·····	31
2. 沼氣成分·····	32
七、內燃機的改裝問題·····	33
1. 汽油機·····	33
2. 柴油機·····	34
3. 煤氣機·····	34
八、沼氣的壓縮情況·····	35
九、導氣設備的安裝及檢查漏氣和點燈的方法·····	39
1. 導氣管、燈頭、燃燒爐及氣壓表的安裝·····	39

2. 检查导气管及灯头漏气的方法.....	42
3. 点沼气灯的方法.....	43
十、一般技术安全知识.....	43
1. 防火.....	43
2. 防麻醉.....	44
3. 防止爆炸.....	44
4. 防止池内造成负压.....	44
十一、展望.....	44

一、“生物能”的意义

根据苏联专家指出，生物能是自然界三大能量之一。三大能量，就是原子能、物理化学能和生物能。

“生物能”这个名词，还是一个崭新的科学名词。我们的体会：自然界中的各种生物和一切有机质都潜在着能量，这种生物潜在的能，当利用有机质（如粪尿等）在隔绝空气情况下进行发酵、经过微生物的分解作用，才能挖掘出来。发酵的结果最终产物为可燃性气体——沼气（化学名称甲烷）。这种气体可以利用转变为热能、机械能和电能等。发酵后的残留物质确实是优质有机肥料。虽然能源的变化很复杂，但基本上是出于生物潜在的能，挖掘这种能是靠微生物的发酵机理作用的结果。因此，我们认为它是属于生物能的范围。它的利用，称为“生物能利用”。在自然界中蕴藏着这种能源是极为丰富广阔的。如果能广泛地利用起来，对农村的电气化、机械化动力问题，有很大的帮助；同时又获得优质有机肥料，可以提高农作物的单位面积产量。这种综合性的利用，对加速我国社会主义建设和在十五年内赶上或超过英国水平，有着重大的意义。

自然界中能量的储备和转化，主要是吸收和储备太阳能。各种动植物间接或直接吸收太阳能，经过光化作用，成为潜在的生物能，实际利用率很低；如动物所吃的植物饲料，能够吸收的只有一半，另一半都成为粪便排泄出来。每吨新鲜粪便的能量平均损失达33万仟卡，如换算为电能，约为每小时383瓩。

如以每头牛每年粪尿排泄总量平均为七吨半来计算，一年的能量损失约为每小时 2 872 瓩的潜在能。目前我国畜牧业虽不发达，但就全国范围讲，仅就畜牧业方面每年所损失的生物能，它的数值就很巨大惊人。可以这样说：“生物能的利用，是打开第三能量的一把钥匙。”

二、挖掘生物能的原料

城市中的粪尿、污水、垃圾、厨房废物以及屠宰场、皮革厂、酿酒厂、糖厂的渣滓、污物、废水等，除四害的死尸及废弃物质，农村中的人畜粪尿、粪杆、杂草、湖草、山青、落叶，其他非饲料的植物废弃物质等，都可以作为生物能利用的原料，这些物料除其中水份及一小部份系无机物外，绝大部分系有机质（碳的化合物、二氧化碳、一氧化碳除外），原料广阔丰富，到处可以找到，而且是取之不尽，用之不竭。

三、生物能利用的几种主要用途

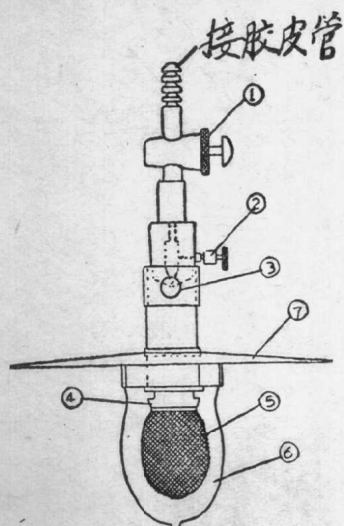
从1957年5月到目前为止，我们已先后建造了大小不同规格的发醇池共计50余，作为试验研究用的10个，利用沼气和发醇后的残留物进行过各种试验。兹简单的综述如下：

1. 气体的主要用途

（一）燃灯照明：我们曾仿照煤气灯的构造，设计了沼气

灯头（见图1：甲、沼气灯构造简图，乙、沼气灯照片），将

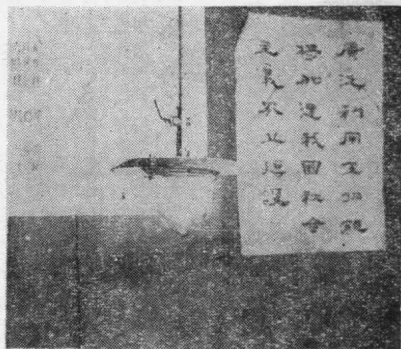
图1 甲、沼气灯构造简图



1. 沼气开关。2. 沼气调节阀。
3. 空气调节门。4. 耐热泥脚。
5. 纱罩。6. 玻璃外罩。7. 回光罩。

灯头装接在导气管（橡皮管或塑胶管）上，用普通汽灯的泥脚和纱罩，打开气门用火柴一点即可明亮。如果不亮，必须调节沼气进气门与空气门，以达到沼气与空气配合适当，一般为1:10，即

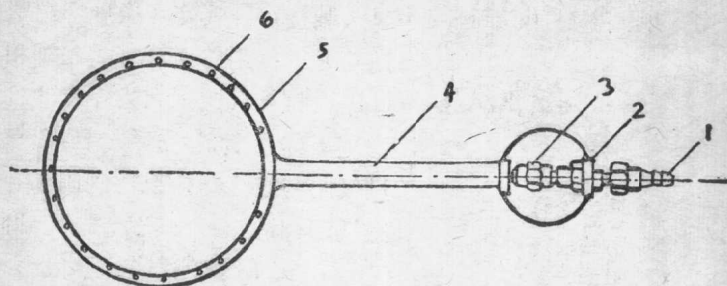
乙、沼气灯照片



一个体积的沼气需要十个体积的空气，过多或过少均不明亮。点过的灯头没有烟灰痕迹，经过多次测定每盏灯每小时耗气量为0.1立方公尺。这种沼气灯最适于无电力网的地方，如目前的山区、农业合作社、学校教室等处都适用，光亮充足，使用方便。

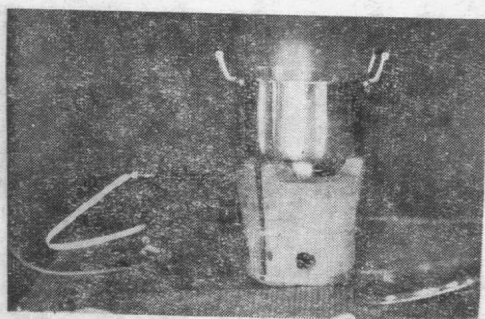
（二）烧水煮饭：我们用环形燃烧管（见图2：甲、燃烧管简图，乙、燃烧炉）进行燃烧，火力很强，过去在冬季12分钟，即可使6市斤冷水烧开，现在改用了煤气燃烧炉，只需7分钟就可烧开。经我们试验证明，在室温18°C时，烧4人的菜

图2 甲、炉管简图（置于燃烧炉内）



1. 沼气进口。 2. 固定螺丝。 3. 沼气与空气调节阀。
4. 沼气与空气混合间。 5. 混合气体燃烧管。 6. 渣火眼。

乙、燃烧炉



飯只需35分鐘，耗氣量為0.6立方公尺（見圖3），這是我們武昌試驗站工作人員利用沼氣燒飯的情形。沼氣是很理想的气体燃料，它的优点是：燃燒完全，沒有氣味，沒有爐渣、烟灰，清洁卫生，而且方便。沼氣發熱值，甲烷含量70%，每立方公尺為5500—6500仟卡；如甲烷含量達到90%時，發熱值每立方公尺為9000仟卡，燃燒溫度可達 1000°C — 1400°C 。每立方公尺的沼氣能把120斤冷水從 10°C 燒熱到 80°C 。根據蘇聯資料介

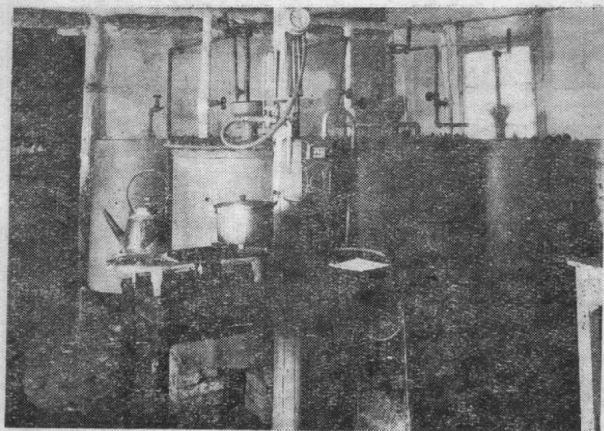


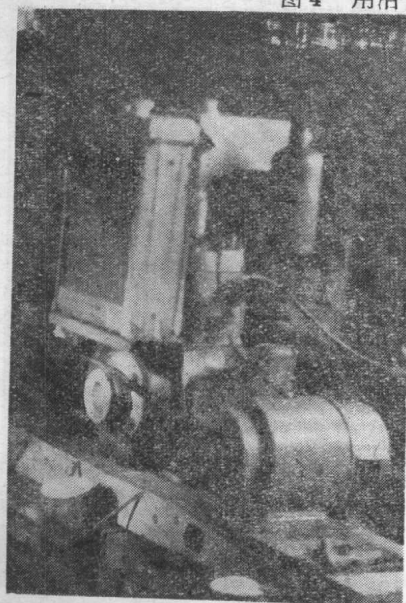
图3 武昌試驗站工作人員用沼氣設備燒飯

紹，每个奶牛昼夜粪尿全部利用后可以产生沼气二立方公尺，足以供应五口之家，每天生活需要的气体燃料（包括照明、燒水、燒飯），如用沼气取暖，在50立方公尺大小的房間，每昼夜用沼气仅6立方公尺。

（三）机械动力：发电、抽水，开汽車开拖拉机等。

經半年多試驗証明，沼气不需要经过任何处理，可直接发动內燃机。我們將3匹馬力、四冲程汽油机加上一个气体混合器后，就可用沼气来发动，并带动2.8瓩的抽水机和0.95瓩的直流发电机，同时抽水和发电（见图4），用同样的气体所发生的电力供应电灯的盞数（以25支光計），較直接用气体燃灯的灯头数可以增加三倍以上。把沼气压縮到鋼瓶中，可以开动汽車、拖拉机等，我們和武汉市公用汽車公司，用压縮过的沼气試驗开动公共汽車，平路与上坡行駛已获初步成功。本年5月6日用“三吨半万国K6型”公共汽車，載着68人从汉口四維路開車，經過解放大道、江汉桥、长江大桥，到洪山路一路，完

图4 用沼气抽水、发电的情形



甲、用沼气发动内燃机带动发电机



乙、同时在发电和抽水，中间是内燃机，下面是发电机，左方是抽水皮管正在抽水，右方是电灯



丙、用沼气发动的公共汽车通过汉口中山公园门前



丁、司机正在安装用沼气的气体混合器

全用沼气发动，約走了二十公里，試驗中沒有发生任何問題。一立方公尺沼气，約能走二·五公里。六立方公尺沼气，可走一加侖汽油所走的路程。据汽車司机談：“沼气用于开汽車的特点，是不用汽油点火，容易操作、干淨、无怪味、燃燒力强。”現正在进一步試驗中（見图4）。另外湖北省工业厅南湖沼气抽水站用8匹馬力煤气机，直接使用沼气发动，并带动8匹馬力抽水机抽水，揚程为20呎，出水量每分鐘500加侖，从五一前試車到五一后正式抽水，每馬力耗气为0.5立方公尺，运轉正常（見图5，正在抽水的情形）。它的特点是容易发动、声音小、馬力足。1.5立方公尺的沼气，用在发动机上相当于1公斤汽油，一吨新鮮牲畜粪便，平均总产量可产生沼气60立方公尺，能供动力120匹馬力开动1小时、或20匹馬力开动6小时。如在

图5 武昌南湖沼气抽水站正在抽水情形



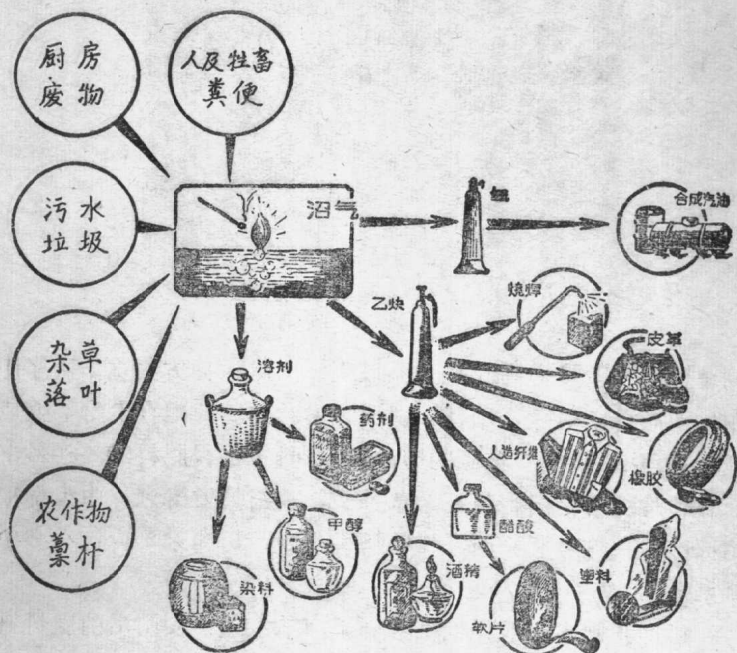


拥有100头奶牛的畜牧场，每昼夜可产生沼气将近350立方公尺，按卡热计算，相当于240公斤汽油，这样的畜牧场一年内可产生沼气127 000立方公尺，相当于十万公斤汽油，折合电能为每小时75万瓩。

（四）制造“干冰”：沼气主要副产品的化学形式之一，就是用二氧化碳制造干冰。沼气中含有30—40%二氧化碳，苏联已将这种二氧化碳与其他气体分离，制成“干冰”。它可以作为冷冻剂和工业原料，而且在天旱时能制造“人工降雨”。我们大量剂造沼气后，将二氧化碳分离出来制成“干冰”，是非常廉价的冷冻剂。

干冰与普通冰比起来，优点很多，即在同样冷冻效果下，干冰所占体积约比普通冰小，在储藏或运输中要求零度以下的冷藏物时，干冰特别方便；而且它的温度低，可以直接化成气体易降温，又不会产生违反卫生或其他情况的融化水，对食品工业和冷藏物的运输，非常有利。

(五) 是化工产品之母：沼气精炼后，能制出化工产品、人造纖維和合成橡胶以及医药、染料等等。基本产品如下：



2. 发酵后的物质是优质有机肥料

湖北省农业综合试验站，用沼气发酵池的肥料作小白菜田间对比试验结果，追施沼气发酵池的肥料较不施肥的增产40.3%，较追施人粪尿的增加10.5%；小麦田间对比试验，追施沼气池肥料较施堆肥的增产8.3%。这一试验证明，经过沼气发酵后的牛马粪比人粪尿和堆肥的肥效要提高很多（见图6，用发酵后的牛马粪与人粪尿同时施肥生长的对比情形）。根据苏联资料，沼气发酵后的肥料是一种很好的有机肥料，能使农作

图6 小白菜施肥对比情况



农家粪尿肥料

沼气发酵池的牛马粪
发酵后的肥料

物单位面积产量提高25—30%以上；同时这种方法也扩大了肥源，使杂草、烂叶、茎秆、湖草等废物与粪便配合发酵、变成肥料，可比一般堆积厩肥的方法，在数量上多得肥料50—80%。而且这种肥料中的害虫、杂草种子，在沼气发酵过程中大都被消灭，施用这种肥料的农作物病虫害少，田间杂草少，不必中耕。

根据我们多次取样化验的结果（见表1），发酵后的肥料质量大大提高，其中速效性的氨态氮相对提高到571%，磷(P_2O_5)相对提高了67%。提高原因，主要是密闭发酵。有机质中含氮化合物，如蛋白质、尿素、尿酸等，经微生物的分解成为氨基酸，再转为有机酸和氨盐，另外在分解纤维素的的同时，产生有中间产物——腐植质。在发酵过程中气体分解出来后，这些物质都保存在发酵液中，所有氮素养分，在这样情形下，有机氮都已能转化为速效氮了。平常露天的好气性发酵，氮的损失极大。这种密闭的嫌气性发酵，氮素损失极微。因此相对地提高了速效的含量。下面是生熟料化学成分对比：

生熟料含肥份对比

表1

名 称	水份 (%)	全 氮 (N) %	速效氮 (NH ₃ -N) %	磷 (P ₂ O ₅) %
湿样生料(新鲜牛粪)	81.69	0.3939	0.0338	0.6644
湿样熟料(发酵池肥料)	94.98	0.1863	0.0623	0.6845
干样生料(新鲜牛粪)	—	2.1513	0.1850	3.6286
干样熟料(发酵池肥料)	—	3.7111	1.2404	6.0657
熟料比生料增高百分比	—	72.5%	571%	67.2%

四、发酵池

沼气发酵池是挖掘生物能的主要设备。设计发酵池的要求，主要是根据生物能利用制取沼气的原理。首要条件是隔绝空气；防止地下水渗入和原料水份外逸；进出料方便；在密闭条件下要进行搅拌；池子要求简单、适用、经济、耐久，适于广大农村推广。我们初步试验几种形式的池子介绍如下：

1. 发酵池的构造

(一) 有循环水压间的小型发酵池：初步作试验的池子，是附有循环水压间的，它的构造形式主要分四个部份：进料间、出料间、发酵间及循环水压间（见图7）。进出料间与发酵间下部有洞门连通，出料间上端有洞门与循环水压间连通。当发酵进行后，气体发生愈多，压力就愈强，将原料较稀的部份往下压，到一定程度时从出料间上升压至循环水压间贮存。当气