

沼 气

全国农具展览会編

农 业 出 版 社

沼 气

全國農具展覽會編

*

農業出版社出版

(北京西總布胡同7號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第106號

農業雜誌社印刷廠印刷 新華書店發行

*

787×1092 耗 1/32 · 1 $\frac{3}{4}$ 印張 · 40,000 字

1958年6月第1版

1958年8月北京第2次印刷

印數: 10,001-50,000 定價: (7) 0.17元

統一書號: 16144.269 58.6.京型

54.5311 0068-58
223

前 言

沼气是各种有机質，特別是纖維質，在嫌气条件下，由細菌發酵后所產生的一种可燃气体。經過發酵处理后，不但可以供給日常生活中所需要的热能，而且可以獲得很好的有机肥料。

我國早在抗日戰爭以前，在杭州、武漢、廣州、昆明和济南等地都曾經建池，利用人畜糞便棄秆等發生沼气，以供照明及農副業加工之用。但由于反动政府的不重視，不但沒有得到發展，反而自消自滅了。

当前我國随着社会主义建設的需要，沼气在湖北試驗成功后，不少地区已經或正在研究試驗。廣東、湖北、浙江等省都在党的積極支持下即將大力地普遍推廣。为了加速農村社会主义建設，尽快地實現沼气化，在鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义总路綫的鼓舞下，不僅是必要的，也是可能的。

全國農具展覽会開幕以來，曾經編印了有关沼气的簡單資料，各地參觀团的代表們都爭相購買，供不应求。为此，我們特又赶快編选了这本小冊子，以应各地試驗沼气时的需要。希望它能够对今后沼气的大力推廣有所帮助。

目 录

提高厩肥效力和獲得農村廉价能源的新途徑 （見農業机械化研究通訊）.....	3
生物能利用研究初步总结.....	7
浙江農学院关于沼氣發酵綜合利用試驗的初步报告 （見浙江省沼氣發酵利用試驗資料）.....	28
沼氣發酵原料的配合.....	40
用沼氣作为燃料發生动力的利用.....	44
沼氣發酵后肥料的肥效問題.....	50

提高厩肥效力和获得农村廉价能源的新途径

利用牲畜粪便、腐草、爛叶等發生沼氣，既可取得燃料，又可獲得大量速效肥料。根据苏联、德國一些研究的初步結果，牲畜粪便等農村有机廢品經過沼菌酵化，所得液体有机肥料，比普通厩肥的含氮量多，而且大部是可給态，肥效既高又速，施用这种肥料，農產品產量高，如西德“刻來富”農場，施用这种肥料后，甜菜每公頃收穫量由360公担增加到500公担，小麥每公頃收穫量由28公担增加到52公担。

腐草、爛叶等草本莖叶可与粪便同时發生沼菌酵化，变成肥料，所以，可以比一般堆積厩肥的方法，多得肥料50—80%。而且这些廢品中的害虫、雜草种子在酵化的过程中都被殺死。施用这种肥料，作物病虫害少，而且田間干淨，雜草少，不必中耕。

在西德，目前利用粪便等農村有机廢品沼菌酵化，主要是为了取得高肥效的肥料，增加農業產品。

粪便等農村有机廢品沼菌酵化發生的气体中含沼氣(CH_4) 60%左右，可以用作燃料，其發热量为4,000—6,000千卡/立方公尺。一头标准牛(每标准头牛重50公斤——西德为了計算方便，定的折合單位)每晝夜可發出沼氣0.4—0.5立方公尺左右，一噸牲畜粪便可發出沼氣60立方公尺左右。

根据西德一位專家計算，西德1,000万头牛的粪便和900万公頃耕地上的莖秆，加上菜叶、馬鈴薯皮、人糞尿所發生的沼氣，可解决整个西德所需的能源。据估計，如將苏联全國所有牲畜糞

使用來發生沼氣，則一年所得的沼氣，足夠全蘇現有150万台拖拉機兩年之用。

沼氣還可用來發電、點燈、取暖、做飯、燒水。一個農戶如有一頭牛、三分地和幾只雞，則糞便加上莖秆，經沼菌醇化發生的沼氣，可供五口之家做飯、燒水、取暖及照明之用。

西德布來丁波爾工廠已設計出適用於100、170、340頭標準牛的三種沼菌醇化設備，進行工業生產，其價格如下表：

標準牛頭數	肥料 (馬克)	用 肥料及沼氣兩用 (馬克)
100	73,000	151,000
170	106,000	213,000
340	169,000	344,000

如肥料及沼氣兩用，每頭標準牛的設備費約合1,500馬克相當貴，目前在西德，還只有數十家農場採用。

民主德國也已創造出幾種沼菌醇化裝置，進行試驗室和生產使用試驗。

蘇聯實驗室實驗用小型沼菌醇化裝置早已創制成功，現在設計使用實驗用的各型裝置，並已從西德引進一批，布置到全蘇各地進行生產實驗。

印度也有沼菌醇化裝置的生產，多屬小型，供農戶應用，價格很便宜。

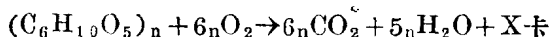
關於從糞便等農村有機廢品發生沼氣過程的規律性，研究報導還不多。

植物不斷的創造有機物，貯存能量。但是，有機物中所含能量不能被動物全部吸收，一半左右的能量從動物的呼吸、糞便中排出。如牛從呼吸、糞便等排出的能量，就占飼料總能量的58%

左右。动物粪便在普通腐熟成厩肥的过程中，散失热量，放出气体，在一般的情况下：约有50%的能量遭到损失。据计算，每吨新鲜粪便在分解的过程中，平均损失热量达350,000千卡，约合4,000度电的能量。

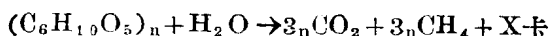
实验证明，将粪便等有机废品的好气分解改变为嫌气分解，即将粪便等进行沼菌酵化，即能取得沼气，作为能源。

有机物的好气分解，是按照下列化学公式进行的：



好气分解，发出碳酸气和水，并放出大量没有用的热量。

而嫌气分解，是按照另一化学公式进行的：



嫌气分解发生沼气和一部分碳酸气，散失热量很少。

粪便等农村有机废品，产生高肥效的液体有机肥料，发生沼气，其一般的工艺如下：

牲畜粪便，连同畜舍填料，从畜舍中运出，放入酵化罐。酵化罐可用磚石、洋灰或金属制成。这些有机废品，在特定条件下，便在酵化罐内自行发生沼菌酵化作用，产生沼气。

有机废品的沼菌酵化是一种嫌气分解，所以酵化罐必须密封。沼菌酵化的最好条件是：有机废品的湿度88—90%，酸碱度pH7.2—7.8，罐内温度32—34°C。

沼菌酵化，不发出热量，为了保持酵化罐合适的温度，酵化罐必须预热，并对其温度变化设法控制。

牲畜粪便的湿度，一般在80%左右，所以在酵化罐内应加入尿、污水或净水，以调节到合适的湿度。

酵化罐内有机废品堆的表层，在酵化过程中，由于沼气作用，很易结块，使酵化作用停止，因此必须定期加以搅拌。

菜叶、马铃薯皮、草本茎秆等均能在酵化罐内和粪便同时发

酵，可以同时加入酵化罐，增加有机肥料和沼气。但是，木質有机廢品，不易沼菌酵化，不能投入。

綜合上面所說，糞便等農村有机廢品，經過沼菌酵化，可以得到高肥效的液体有机肥料和作为能源的沼气，帶動農用动力机械，貫徹農村增產措施，增加農產品產量，提高農民生活水平。由于廢品污水都被利用，还改進了环境衛生。

这种利用动物糞便等農村有机廢品的方法，國民經濟意义極大。实验証明，完全可能，前途極大。因此，应立即組織我國有关農村动力及肥料的研究机关，抽調生物化学、微生物学、热工及農業机械化等專業人員，進行研究，并引進外國已有設備，結合生產進行試驗。

（材料來源：摘自中國科學代表團訪苏專題考察報告）

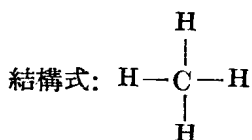
生物能利用研究初步总结

一、概 述

生物能是自然界中三大能量之一(原子能、物理化学能、生物能),它是利用微生物如甲烷菌类与有机质(尿粪等)经过密闭发酵后产生甲烷可燃气体(俗名沼气),这种气体可以转化为热能、机械能、电能等,而且发酵后的物质变成优质的有机肥料。从可以发酵的原料看,所有人畜尿粪、粪秆、杂草、落叶、湖草、污水、污泥、屠宰厂废物、皮革厂废物、厨房废物、城市垃圾等均可作为发酵的原料,这些自然界中的废弃物质,真是取之不尽,用之不竭。

甲烷(CH_4)系无色无味微作蒜臭的可燃气体,与足量空气配合后燃烧时发出大量的热,故名高卡气体。甲烷池气的发热值,通常是5,000—6,000卡/立方公尺。

甲烷的物理常数



分子量: 16.14

熔点: -182.5°C

沸点: -162°C

比重: (与空气比)0.55

密度: 0.7166公斤/立方公尺

微溶于水 20°C 0.033(%)

壓縮度：80大氣壓—70°C時，可將甲烷體積壓縮約3倍。

200大氣壓在常溫時可將10立方公尺甲烷壓縮到50公升鋼瓶中。

甲烷的用途(根據蘇聯資料)：

(1)發酵後的物質為優質有機肥料。據蘇聯資料，與一般農肥比較可提高農作物單位面積產量20—30%。

(2)甲烷氣體可以代替汽油發動各種內燃機。36立方公尺氣體在高压常溫下壓縮鋼瓶中能使3噸重汽車行駛100公里；1.5立方公尺甲烷相當於1公斤汽油。

(3)甲烷氣體可以用作燃燈照明代替石油及其他油類。

(4)甲烷氣體可以用作燃料，如燒飯、取暖。1,000立方公尺氣體相當於800公斤煤。

在安全上，甲烷本身無毒，但在空氣中濃度達20—30時略具麻醉性。在密閉情況下，如礦井或閉室內與空氣配合一定比例後，遇明火即發生爆炸，但只要通風即無危險。另外甲烷是易燃性氣體，容易釀成火災，應設置沙袋、沙箱、滅火機，如發生火情，首先關閉總氣門，即可防止。

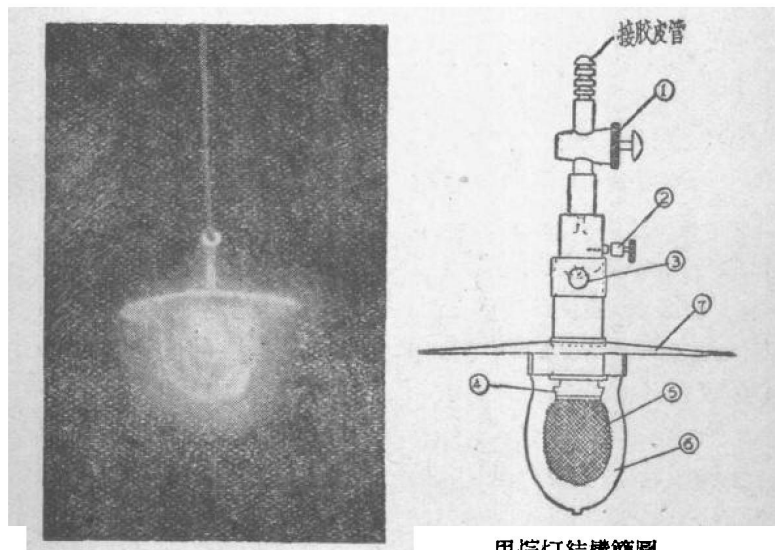
生物能利用研究試驗只是初步情況，各種科學數據還未得出，尚待進一步研究試驗；特別是在肥料效用，究竟適合那種農作物的生長需要和效果如何？還須一段較長的時間，希望對生物能有研究或有興趣的科學家同志們，多提供意見，或參加研究，協助尽早得出很好的結論。

二、我們作的幾項試驗工作

(一) 照明試驗

1、燈頭的設計與製造：

根据甲烷燃燒的原理和条件，我們仿照煤氣灯的構造，設計了甲烷照明灯头。分为甲烷气体开关、甲烷調節閥、空气調節門、耐热泥脚、紗罩、玻璃罩、回光罩等部分(組成式样如下圖)。



甲烷灯照片

甲烷灯結構簡圖

1. 甲烷开关。2. 甲烷調節閥。3. 空气調節門。
4. 耐热泥脚。5. 紗罩。6. 玻璃外罩。
7. 回光罩。

灯头的草圖拟定后，由中南材料試驗所修配組車工同志制造，先用鉄元条車制一个，試点照明，基本上合乎要求，光度与煤氣灯相似。但使用稍久即生鉄锈，致开关不灵，以后改用銅条按泥脚的尺寸不同形式車制灯头4个，試点的效果很好，惟銅条成本过高，如果大批制造，应当改用翻砂銅比較經濟。

2、气管的安裝及迁引：

从發酵池的出气喇叭孔处接上总導气管，管子原用1/2吋口徑的白鉄水管(为了避免腐蝕在水压間一段現改用鉛管)。

在总管的中間安上总气閥和气压表。气压表开始用的过大，起不到作用，現在換用1公斤/平方公分的气压表后，指針的升降比較灵活。再由1/2吋口徑的管子上將1—0.6公分的塑膠管和橡膠管分支接出。管子用鉛卡固定接上灯头，每个灯头用3吋圓木吊于空中，所有管子与灯头安裝完全与电灯安裝形式相似。

3、照明試驗：

先將發酵池的導气管总开关打开，再开每个灯头开关，点火即燃，隨即調節甲烷的調節閥和空气的調節門，到適宜时發出白色光芒，光度与用煤油的煤气灯相似，不用时即將灯头开关關閉，灯即熄滅，管理簡單，使用方便。經从6月开始照明試驗直到目前为止，用200支光灯炮1盞，400支灯炮3盞，共計試点4盞，平均每天經常試点4小时或6小时，情况良好。当气足时光度較强，有吱吱的响声，气弱时光度較弱，响声亦小。估計在30人的学生教室內用400支光灯炮1盞即可，一般家庭用200支光灯炮1盞有余。

我們初次試驗用的發酵池很小，儲气最大量只能容納2立方公尺。当气压表为0.12公斤/平方公分的时候，用400支紗罩灯头2盞連續試点12小时后，儲气量才用完(气压表降到零点)。此时關閉1盞，另1盞可以繼續燃下去并不熄滅。另方面將皮管迁引到40公尺远的農業生產合作社办公室安裝使用，光亮反而平穩。按几个月來經驗，平均計算每盞灯每小时耗气量約为0.1立方公尺。

特点：照明时无烟無灰光度大，清潔方便。

(二) 肥效試驗

当研究照明的中途，在党的号召搞化肥和大力積肥的英明

措施中，同時在雜誌上及資料上得到蘇聯方面的啓示，我們想到發酵後的殘渣可能提高肥料質量，經過化學分析的結果完全証實了這一點。所遺憾的是原先因未考慮到肥料這一問題，故未在下料時取樣化驗，無法找出發酵前後肥分的對比。現在已重新換料，測定掌握，尚未得出結果。為了作為一般性參考，茲將生牛糞和發酵池內熟料作對比分析，含肥成分列表如下：

生熟料含肥分參考對比成分

名 稱	水分(%)	全氮(N, %)	速效氮 ($\text{NH}_3\text{—N}$, %)	磷(P_2O_5 , %)
濕樣：生料(新鮮牛糞)	81.69	0.3939	0.0338	0.6644
熟料(發酵池物)	94.98	0.1863	0.0623	0.0345
干樣：生料(新鮮牛糞)	—	2.1513	0.1048	3.6286
熟料(發酵池物)	—	3.7111	1.2404	6.0657
熟料比生料增高百分率	—	72.5%	571%	67.2%

从上表明顯地表示出：由於物質經過嫌氣性發酵的結果，甲烷和二氧化碳釋放出來，而原含有的氮、鉀、磷均被保持，大大減少了因為好氣性的貯藏方法不良而引起的損失。特別是速效氮部分，則大大提高了(提高5.7倍)，這雖是相對的提高，但是由於肥分絕對含量隨著提高很多，則實際效果必然大大的增加。經過我們與星星二社，初步以農家肥料及發酵池物，作肥料種植小白菜的結果，認為施發酵過的肥料葉大、莖壯、顆大、肥效速，可能後期肥力較差。因為沒有作科學的對比試驗，故未得出科學數據。這一科學研究工作尚待今後在省綜合農業試驗站進行。初步可以肯定發酵過的速效氮高，可作追肥。

特點：肥料濃度均勻

另從厩肥因貯藏法不同，氮的損失量與發酵物質速效氮的提高對比如下：

肥 肥 貯 藏 法	2 个月後氮的損失(%)	3 个月後速效氮的增加
未加蓋的化糞池	損失52	
關閉的化糞池	損失38.7	
高位泥炭制成的堆肥	損失19.0	
我們發酵池的肥料		增加571%

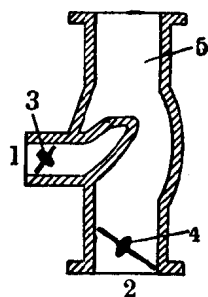
附注：速效氮的提高是与生牛糞作对比的数字。

由上表看出：加蓋的損失少。我們密閉的發酵池中保氮較好，又因甲烷和二氧化碳的逸出，相對地提高了速效氮的含量。但由於田間試驗必須一段較長時間，究竟發酵後的肥料適合那種農作物的生長需要和效果，尚待進一步研究試驗。

(三) 動力試驗

1、3 馬力四冲程汽油机的改裝：

我們這次改裝，系用柳州機械廠出品的 3 馬力單缸四冲程的汽油机，僅在氣化器與缸體之間增加一個氣體混合器（如右圖），並在混合器的甲烷導管上安裝一調節閥以調節甲烷進氣量的大小（根據甲烷燃燒特點適當配合空氣）。經過反復試驗，只要空氣與甲烷混合適當，機器則運轉正常，兩者過大過小，都會影響機器的運轉甚至停車。



混合器圖

1. 甲烷氣進口。2. 空氣進口。
3. 控制甲烷閥門。4. 控制空氣量閥門。5. 氣體混合管。

2、機器運轉試驗：

根據蘇聯資料 1 馬力/小時的功率，需甲烷 0.5 立方公尺。我們改裝的

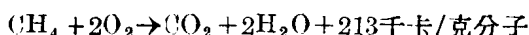
3 匹馬力汽油机在 11 月 14 日正式試用，甲烷氣體發動運轉情況

良好，經過帶動0.95瓩的直流發電機發出的電量，每小時可供應電燈20盞(40瓦)的耗電量，而所需氣體只相當15盞200支紗罩燈頭每小時的耗氣量。如按理論推算，以氣體發動動力帶動發電機發電照明，比直接用氣體照明的數量可增加1/4倍到3倍。另外帶動水泵抽水效果良好。現因動力試驗時間太短，對於功率效果與實際耗氣量尚待繼續探求。

特點：以甲烷氣體作為動力燃料，與柴油汽油比較，相對地可延長機器使用壽命。因柴油汽油含有硫磺，而甲烷僅含極微量硫化氫。

(四) 燃燒試驗

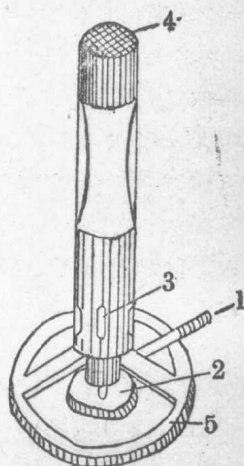
按甲烷燃燒的條件，1個體積甲烷，需10個體積空氣(空氣內有兩個體積氧)才能燃燒。反應式：



我們試驗燃燒時，發現空氣過多或者過少，火苗都易熄滅，必須把空氣門調節在適當時，才能很好的燃燒。一般純甲烷的性質，是無色無臭的可燃氣體，而我們所用的是從牛馬糞密閉發酵後取出的，甲烷中混雜有多種成分的氣體，實際是無色微帶蒜味的氣體。但在燃燒時，則是無煙、無味、無灰、淡藍色的火焰，按記載純甲烷火焰溫度高達 $1,400^{\circ}\text{C}$ ，能發熱6,000—8,000卡/立方公尺。

我們初期在本生燈上(見下頁圖1)用甲烷燃燒，可以燒熔玻璃管；以後改用煤氣本生燈燒水，在14分鐘內可以燒開6磅的冷水；又經改用煤氣的圓形具(見下頁圖2)，只12分鐘即可將6磅冷水燒開。目前用此氣作家庭烹飪燃料，毫無問題，惟耗氣量較大，經試驗比3匹馬力汽油機耗氣量不會少。所以，當氣體產量過剩時用作烹飪燃料才較適合。

特点: 燃燒完全, 無爐渣, 無烟灰, 不需添补燃料, 清潔方便。



1. 甲烷進口(接橡皮管)。2. 甲烷調節开关。3. 空氣門。4. 燃燒火焰出口。5. 底座。

圖1 本生灯

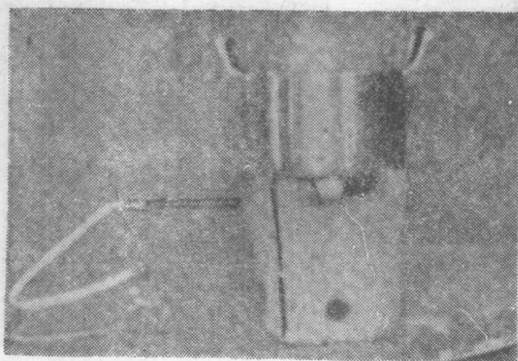
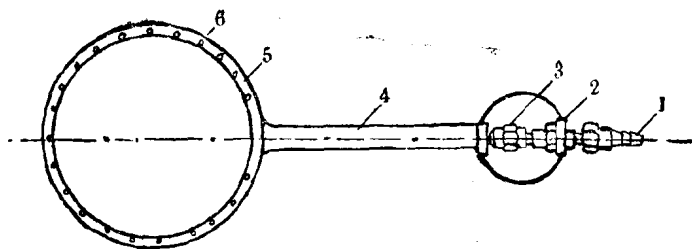


圖2 燃燒爐



爐管簡圖(置于燃燒爐內)

1. 甲烷進口。 2. 固定螺絲。 3. 甲烷與空氣調節閥。
4. 甲烷與空氣混合管。 5. 混合氣體燃燒管。 6. 噴火眼。

(五) 化学分析

1. 气体的化学分析:

为了了解發酵后產生的气体中化学成分,我們曾作过以下两种化学分析:

(1) 利用特制的小鉄箱一具,裝進牛糞若干量,經数日發酵,進行气体分析,并試驗可燃情况,茲將分析結果列表如下:

气 体 成 分

日 期	甲烷及微量 氮、氫(%)	二氧化碳 (CO ₂ , %)	一氧化碳 (CO, %)	氧 气 (O ₂ , %)	不饱和碳氫 化合物(%)	燃 灯 情 况
8月19日	40	56	—	2	—	可燃,易熄
8月20日	49	50	—	0.9	—	可燃,不熄
8月21日	55	43	0.1	1	0.3	可燃,不熄
8月31日	53	45	—	1.4	0.3	可燃,不熄
8月2日	55	44	—	0.5	0.4	可燃,不熄

(2) 甲烷池發酵后,取样分析: 限于設備条件,未能作气体全分析。僅借用中南材料試驗所的奥氏气体分析器,用不同的吸收剂進行了粗略化学分析。从7月31日到9月9日共測定过89次,得出平均气体含量为:甲烷及少量氮气、氫气共約占60.5%,最