

· 农具改革丛书 ·

沼气的生产和使用

广东省农具改革推广评比展览会编



广东人民出版社

16.180
14.8



毛主席在1958年“五一”节前夕参观广东省农具改革推广评比展览会。

新华社记者摄



广东省农具改革推广评比展览会于1958年4月15日开幕，图为
陈郁省长剪綵。

中国新闻社记者摄



陶铸同志参观广东省农具改革推广评比展览会。

广东省农具改革推广评比展览会摄

編者的話

在去冬今春的农业生产大跃进中，广东省和全国各地一样，广泛开展了群众性的农具改革运动。全省工农业劳动群众，发挥了敢想、敢说、敢做的共产主义精神，創造和改良了数以千計的农业生产工具，大大提高劳动效率，減輕劳动强度，改进工作質量，加速了农业建設和农事活动的进度。为了及时总结、評比和推广全省劳动人民所創造和改良的各种先进农具和操作方法，使农具改革运动迅速普及和提高，以适应农业、漁业等生产大跃进的需要，省委、省人委在今年4月举办了“广东省农具改革推广評比展覽会”。本会共有展品4,500多件，大部分是各地工人、农民和手工业者創造改良的，充分显示了劳动人民的无穷的智慧和創造性。本会展出二个半月，接待观众近60万人。毛主席和刘少奇、邓小平、康生、陆定一、邓子恢等中央負責同志，也先后到过本会参观。这对于我們是一个很大的鼓舞。

为了正确評选先进农具，本会采取专家鑑定、群众評比、领导批准、三榜定案的办法，从展品进館时起，便开始对各項展品进行鑑定評比工作。先进的标准是：功效大，成本低，既适用，又耐用。功效大，就是能提高工作效率，減輕劳动强度，保証工作質量，甚至能够一物数用，提高工具的利用率。成本低，就是要充分利用农村的物質資源和动力資源，就地取材，就地加工，用料較少，造价低廉。适用、耐用，就是要适合本省的自

然条件、耕作制度和实际需要，构造简单，轻便灵活，操作方便，坚固耐用。本会对展品的鑑定評比工作是严格慎重的。在展出的几千件展品中，大部分都經過实地試驗和野外(田間)操作，由技术人员进行技术測定，提出改进意見。同时，还先后召开过80多次专业座談会，由各地派出代表参加，根据上述标准，分別对各项展品进行評比討論。最后經評比委员会討論批准，共选出先进展品410多件。这些先进展品，大部分是可以立即普遍推广的；有些是稍加改良，便可以推广使用的。

为了使展覽会評选出来的先进展品能迅速在各地开花、結果，我們选择其中200多件目前农村普遍迫切需要而又简单易做的先进工具和操作方法，繪出图样，附以說明材料和鑑定意見，編成一套“农具改革丛书”。这套丛书共分沼气的生产和使用、耕耘工具、制肥工具、加工工具、水利工具、民間运输工具、海洋捕捞工具、淡水养魚工具、建筑材料、建筑工具、水力联合加工厂等11册。内容非常丰富，文字通俗易懂，一般能看图識字的人，都可以按照图样进行改良仿制。但應該說明，有些农具是剛試制、創造出来的，还没有經過实际生产上的考驗；有些新式农具还在試制阶段，大部分沒有定型；加上試驗時間短促和自然条件等的限制，我們提出的鑑定意見，可能不全面、不成熟。各地应根据当地的具体情况进行仿制、改良，經過大面积試驗，証明其規格、質量、功效、价格等都适合当地使用，才可以大量推广。

我們正处在“一天等于二十年”的偉大时期，党中央已經向全国人民提出向技术革命大进軍的号召，各地在“鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义”的总路綫的光輝照

耀下，各方面工作都在大跃进，农具改革工作自然不会例外。刘少奇同志在参观本会时说：“农具改革运动，改良很快，改得很好，这样的技术革新运动，象一部車子，已經开动了，永远不会停止，一天不停，一万年不停。”希望各地劳动人民和革命知识分子，在党的领导下，破除迷信，打破常规，密切結合生产的需要，大胆改良和創造更多更好更省的先进农具，爭取在五年或者更短的时间內，全省实现农业机械化和半机械化，改变全省农村的面貌。

广东省农具改革推广评比展览会

1958年6月13日

目 录

一	沼气是怎样产生的？	1
二	沼气发酵池的设计和施工	3
	发酵池设计中的几个问题	3
	两类发酵池的设计	10
	施工前后应注意的事项	14
	小型发酵池	15
三	沼气的生产和管理	17
	配料	17
	装料和卸料	19
	抽气	20
	密闭检查	21
	排气	21
	发酵情况检查	21
	搅拌	27
	发酵原料流通管道的检查	27
	调整用气时间	27
	其他	27
四	沼气和发酵肥料的利用	27
	用做动力燃料	28
	用做日用燃料	31
	用做照明	33
	发酵肥料的利用	34
五	安全问题	35

原书缺页

沼气中的甲烷更是有机合成的重要原料，可以制造橡胶工业必需的高级炭黑，可以合成人造皮革、人造漆布、人造丝、人造染料、高级油漆、炸药、喷气机燃料、高级汽油、有机玻璃、电影胶片等，还可以制造甲醇（木酒精）醋、氯仿等重要化工制品。

有机物经过沼气发酵（经过嫌气细菌作用产生沼气的发酵），还可以得到很好的肥料。我们曾经用人粪、牛粪、猪粪做发酵原料进行试验，经过沼气发酵后所得到的暗黑色液体肥料的速效氮的含量，比原粪约增加七倍多，而原粪中几乎所有的氮肥都可以保存下来（一般化粪池氮肥损失达40—50%）。施用这种肥料，比施用原粪一般可以增加单位面积产量25—30%。这种液体肥料可以用渠道运送到田间去以节省人力。此外，粪便和有机废物在密闭情况下发酵，苍蝇、蚊子和其他害虫便不会繁殖。这对于消灭四害，改善人民的环境卫生和防治农业虫害方面，都有良好的作用。

沼气发酵的基本原理可以这样理解：粪便、垃圾、杂草、落叶等有机物，在密闭情况下经过其他嫌气细菌的作用，逐渐分解成简单的有机物，沼气细菌再将这些简单的有机物转变为沼气。例如：纤维素是先水解成葡萄糖，再分解成醋酸和丁酸（都是简单的有机酸），然后由沼气细菌将醋酸和丁酸转变为甲烷和二氧化碳。

各种有机物在沼气发酵过程中都有独特的反应，而且很复杂，所以产生沼气的成分和数量就有不同。至于发酵的原理（为什么会起这样的反应），一直到現在还未研究清楚，有待于继续深入研究。

一般有机物在沼气发酵过程中不能分解完全，例如植物

莖秆,在适当条件下大約有40—45%的干物质可被分解。

根据苏联的資料(見附表),一吨干畜粪在适当条件下进行沼气发酵,可以产生260—280立方公尺(即 m^3)的沼气,草类的沼气产量更高。根据一个月来农展会发酵池的生产情况統計,以发酵时间为一个月計算(可能还没有达到发酵限額),每吨干料(包括人粪、牛粪、猪粪、稻草按1.2 : 1 : 0.55 : 0.16的比例)可以产生120立方公尺的沼气。

附表:

原 料 名 称	沼气产量 (立方公尺/吨)
青 草(长纖維的)	630
野 草(短纖維的)	615
玉蜀黍莖	425
泥 炭	350
小 麦 秆	340
向日葵莖	300
馬鈴薯莖叶	290—420
畜 粪	260—280

二 沼气发酵池的設計和施工

发酵池設計中的几个問題 (一)一般发酵池的結構及其作用(图1)。为了便于讀者对于新設計发酵池的了解,有必要扼要地介紹一般发酵池的結構及其作用。

整个发酵池由进料間、发酵間、卸料間和水压間四部分組

成，兼有生产沼气和貯藏沼气两个作用(也有些发酵池另設貯气間)。原料經過进料間下部的进料洞进入发酵間，經過密閉发酵后产生沼气，由发酵間頂部的沼气管排出。如果沼气管的开关紧閉，沼气便貯藏在发酵間上部的空間內。池中的沼气有压力，将发酵原料經发酵間左下部的卸料洞压上卸料間，再經水压間下部的循环水洞进入水压間。池中的沼气越多，压力也越大，进入水压間的发酵原料就越多，发酵間和卸料間的水位差也就越大。这个差数就是池中的沼气压力和大气压力之差。如果沼气管开关打开，沼气排出后，水压間的发酵原料就自动流回发酵間去，池中的沼气压力也就降低。所以水压間既有調整池中气压使它变化得緩慢些的作用，間接也起貯藏沼气的的作用。发酵間的原料排到水压間之后，就留下空間貯藏沼气。

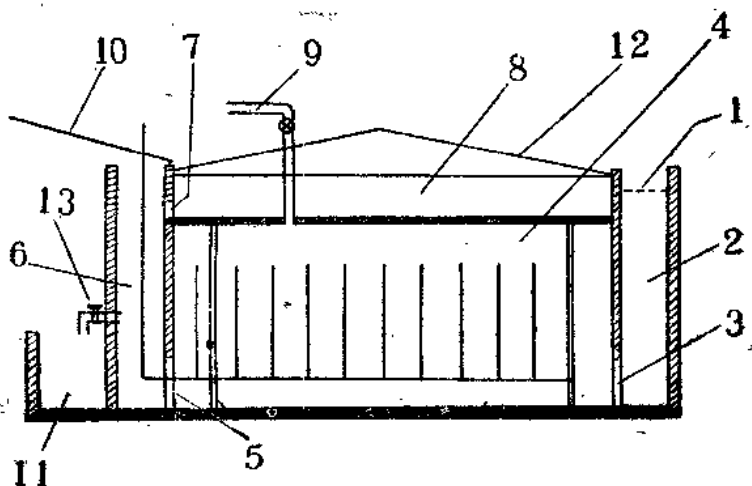
为了避免池中气压增长过高过快，就要适当增大水压間的底面积，使水位不易升高，而且要在卸料間頂部和水压間頂部相平处，安設一个粪水溢出口，让发酵原料可以从这里自动流到貯肥池去。

为了便于沼气的产生和排出，在发酵間还要安装攪拌器，攪拌器的形式有許多种，一般用的是木制浮沉式攪拌器。这种攪拌器是一端固定、另一端借发酵原料的浮力浮升起来的木排，用牵引木条由卸料間伸出发酵池外，以便进行攪拌。在木排的垂直面上还安設了若干条横木，在木排上下浮沉时，这些横木便在左右方向来回轉动，这样既可以增强攪拌程度，也可以刮破在发酵原料表面結成的硬皮。

为了便于卸料，在卸料間下部要安設一个卸料管，通到外面的貯肥池，排出的液体肥料就暂时貯藏在貯肥池里。在卸料

間底部還要安設一個預備修理洞門，平時是封閉着的，將來需要進入池內進行清理工作時，就把洞門打開。

為了保溫和加強池壁的抗壓力，發酵間下部一般是藏在地面之下的，上部外圍也填上土堆。



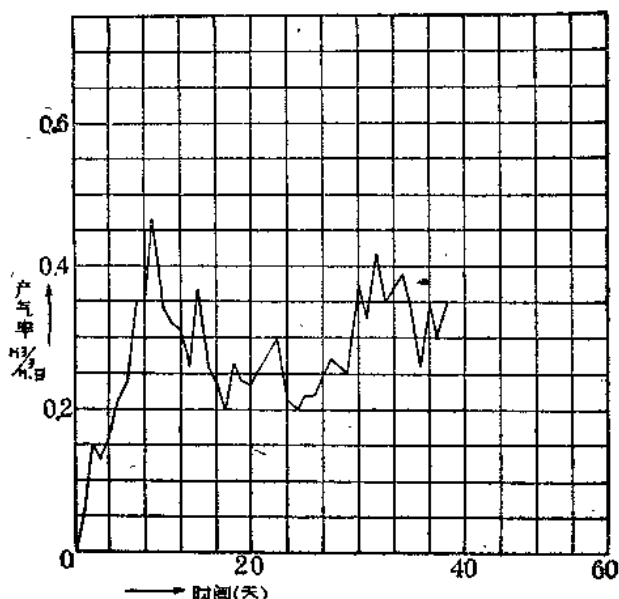
(圖1) 一般長方形發酵池簡圖

- | | | |
|--------|----------|-----------|
| 1. 木 格 | 5. 卸 料 洞 | 9. 沼氣出口管 |
| 2. 進料間 | 6. 卸 料 間 | 10. 攪 拌 器 |
| 3. 進料洞 | 7. 循環水洞 | 11. 貯 肥 池 |
| 4. 發酵間 | 8. 水 壓 間 | 12. 木 頂 架 |
| | | 13. 卸 料 管 |

(二)設計發酵池的基本數據。從一個多月來農展會沼氣發酵池生產情況的統計，對於設計發酵池結構的幾個基本數據得出如下的結果：

①產氣率（每立方公尺發酵原料每晝夜產生沼氣的立方公尺數），最低0.06立方公尺/立方公尺晝夜（只是在最初幾天

这样低)，最高0.47立方公尺/立方公尺昼夜，一般是0.35—0.40立方公尺/立方公尺昼夜。所以设计发酵池时，产气率按0.4立方公尺/立方公尺昼夜计算是合适的。（参看图2，产气率变化曲线）



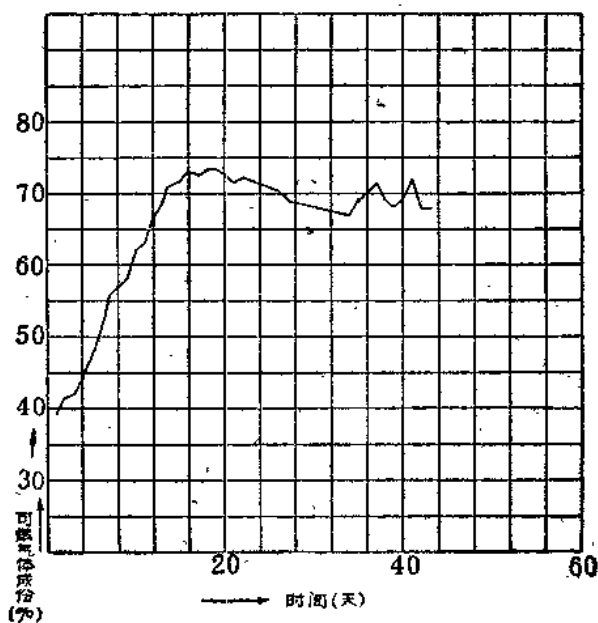
(图2) 产气率变化曲线

自产生可燃气体后第七天开始记录

自产生可燃气体后第十八天开始换料

②耗气率（每匹馬力的发动机运转1小时消耗沼气的立方公尺数）：耗气率决定于沼气的质量和发动机的热效率。从农展会沼气发酵池一个多月所产沼气成分变化的情况看来，除最初阶段外，沼气中可燃气体成分（甲烷，氢气等）一般都

在60—70%之間。1立方公尺这样的沼氣，充分燃燒后，产生的热量平均約5,500千卡（1千卡是使1公斤水溫度升高摄氏1度所需要的热量）。按一般发动机热效率（将热能轉变为机械能的百分数）是20%計算，則沼氣的耗气率为0.6立方公尺/馬力小时。（參看圖3，沼氣成分变化曲綫）



（圖3）沼氣成分变化曲綫
自产生可燃气體后第七天开始記录
自产生可燃气體后第十八天开始換料

③装料率（发酵原料的体积占全部发酵間容积的百分数）：一般100立方公尺的发酵池装料率为80—90%时，发酵間就可以貯藏12—24小时内所产生的沼氣。而只要水压間底面

积适当增大,气压可以保持在1.2大气压以下。所以設計时,装料率按80%計算是适合的。

(三)发酵池的大小問題。发酵池的大小,取决于沼气的需要量、发酵肥料的需要量、发酵原料的供应和农村現有的技术水平(尤其是在建筑方面)等。

以产气率为0.4立方公尺/立方公尺昼夜、装料率为80%、耗气率为0.6立方公尺/馬力小时計算,則发酵池的发酵間容积同所用发动机的每天使用馬力小时数之間的关系如下式:

发酵間容积(立方公尺)=每天使用馬力小时数 $\times$ 1.9

如果所用发动机为10匹馬力,每天运轉5小时,則发酵間容积应为 $10 \times 5 \times 1.9 = 95$ 立方公尺。

我們认为发酵池不宜过大,一般以100立方公尺为适宜。如果是需要动力大的农业社,可以建筑由几个100立方公尺的发酵池組成的发酵池組,利用一条总沼气管将各池的沼气集中起来使用。这样可以在一定程度上克服产气率不均匀,維持生产的連續性,建筑也較容易。如果采用长方形池,則还可以利用共牆連拱的方式,降低造价。

(四)发酵池的形式。目前的发酵池的形式有圓柱形和长方形两种,两种池各有优缺点。圓柱形池主要优点是:造价較低,保温情况較好,利用旋轉攪拌器时攪拌較均匀。主要缺点是:圓拱頂建筑困难,如果用空心圓柱套着攪拌器(一般圓柱形池是这样做的),空心圓柱就空悬在发酵間内,这就需要用鋼筋,也不容易建筑,而且圓柱形池因为进料間和卸料間距离較近,新旧料容易相混,不利于用連續換料的方式进行生产。长方形池則可以避免或减少这些缺点;而且可以适当地将池

埋藏于地面之下，在广东地区这样可以解决保温问题。长方形池的攪拌器的形式可以适当修改，使攪料更均匀。同时，长方形池可以用共牆連拱的方式建筑发酵池組，降低造价。所以我们认为，还是采用长方形池較适合。

利用旧化粪池修改成沼气发酵池的方法是值得提倡的，所以如果原有化粪池是圓柱形，而建筑技术条件也具备，也可用以修改成圓柱形发酵池。

此外，要談談水压間和貯气池的取舍問題。前面曾提过，水压間有調节沼气压力和間接貯藏沼气的的作用，因此不能任意取消。我們現用发酵池的发酵原料經常流入水压間，如果没有水压間，发酵原料就四处外溢，也无法貯藏沼气。但是，水压間和卸料間相連的发酵池，还是存在着缺点的：流入水压間的发酵原料，不但不进行沼气发酵，还因为同空气接触而进行好气发酵（即喜欢空气的細菌的发酵），在冬天还会降溫，结果就会降低产气率，增加肥分的損失。此外，将水压間建在发酵間上面，底板就要用鋼筋混凝土，又不能采用拱頂的发酵間，因而不利于沼气的聚集和排出。

所以我们提出两个方案。一个方案是将水压間移到卸料間的外側，发酵間改用側拱頂。这样整个发酵池可以不用鋼筋，100立方公尺的发酵池估計造价約1,000元，在农村中造价还可以再降低。另一个方案是多建立一个有水压間的貯气池，从发酵間送来的沼气将貯气池的清水压到水压間去，用气时清水又流回来。按产气率为0.4立方公尺/立方公尺昼夜，最大貯气量以半日产量計算，則貯气池的容积約为发酵池容积的四分之一。

两类发酵池的设计 (一)水压間和卸料間相連的发酵池(图4)。全部建筑材料为磚、沙、水泥。发酵間是长方形、側拱頂，水压間在卸料間外側。如利用地形将水压間建筑在高原上，只要将底部压实，可以不必鋪磚。进料間改为弧形底，并增大进料口以防堵塞。攪拌器还是用浮沉式，只将支点移至橫梁的中間，以便在木排上下浮沉时，发酵間两头的粪水都可振蕩，攪拌时也較省力。

①发酵間：长10.1公尺，寬3.2公尺，高3.6公尺(其中拱頂半徑1.6公尺)，容积为105.23立方公尺，装料量为83.7立方公尺，在允許最高气压为1.15大气压时，发酵間貯气量为16.8立方公尺，相当于半日(12小时)的产气量。发酵間用磚砌成，內外壁均用水泥沙漿批擋(即粉刷)。

②进料間和卸料間：大小一样，都是长1公尺，寬1公尺，高3.9公尺，用磚砌成。

③水压間：底部距离发酵間底部2.9公尺，底面积为13.2平方公尺(4.4×3 公尺)，高1公尺，用磚砌成。設有木塞的卸料瓦管。

④配料池(即貯料池)：容积为6立方公尺($3 \times 2 \times 1$ 公尺)，相当于两天的装料量。

⑤貯肥池：容积为12立方公尺($4 \times 3 \times 1$ 公尺)，相当于四天的卸料量。

(二)水压間和貯气間相連的发酵池(图5)。这一类发酵池的发酵間和前一类发酵池的发酵間相同，但取消同卸料間相連的水压間，另建有水压間的貯气池。在卸料間下部設卸料管，卸料間外有木板式水閘，卸料間內的管口向上，用有柄伸