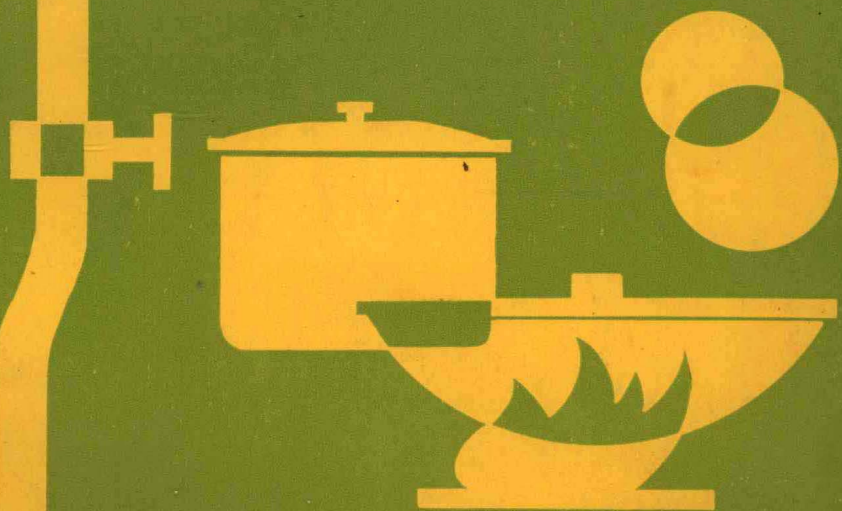




农村沼氣

甘肅人民出版社

农 村 沼 气

杨允文 张庆安 编

甘 肃 人 民 出 版 社

前 言

甘肃省农村燃料十分缺乏，农民由于生活的需要，不得不把大量草料和畜粪当作燃料烧掉，使饲料和肥料也十分紧张，一料不足变成三料俱缺。由于农村燃料匮乏，农民千方百计攫取一切可燃之物：砍伐林木、剥取树皮、铲挖草皮草根，使森林遭受破坏，植被减少，水土流失和沙化面积扩大，自然灾害频繁。因此，认真解决农村燃料问题，是关系到甘肃农民生活的头等大事，也是改善农业生态环境的重要措施。

实践证明，兴办沼气是解决农村能源问题的有效途径之一。为了搞好农村能源建设和满足农民群众的要求，我们在总结甘肃省几年来办沼气经验的基础上，吸取外地经验，编写了这本小册子，供农村知识青年和广大农民群众阅读。这本书也可作为农村沼气基层干部和农民沼气技术员的培训教材。

罗舒群同志为我们审阅了稿件，卢欣石、李兴中同志为本书绘制了插图，在此一并致谢。

编 者

1984年

目 录

第一章 沼气建设的重要性	(1)
第一节 能源与农村能源.....	(1)
第二节 沼气发展的历史和概况.....	(4)
第三节 甘肃沼气建设的概况.....	(6)
第四节 农村办沼气的意义和作用.....	(7)
第二章 沼气和沼气发酵	(12)
第一节 生物能源——沼气.....	(12)
第二节 沼气的产生.....	(14)
第三节 制取沼气的条件.....	(18)
第四节 沼气发酵工艺.....	(26)
第三章 沼气池的构造和设计	(32)
第一节 沼气池的种类及主要池型.....	(32)
第二节 水压式沼气池构造和工作原理.....	(38)
第三节 沼气池的设计原则和依据.....	(40)
第四节 沼气池的几何尺寸及计算.....	(42)
第四章 沼气池建池材料	(46)
第一节 建池材料的选用.....	(46)
第二节 常用的建池材料.....	(47)
第三节 建池混凝土的性质及配比.....	(54)
第四节 建池砂浆的性质及配比.....	(67)
第五节 沼气池密封材料.....	(70)

第六节	建池材料预算	(71)
第五章	沼气池的施工	(73)
第一节	建池前的施工准备	(73)
第二节	沼气池施工技术要点	(77)
第三节	沼气池密封层的施工技术	(82)
第四节	沼气池的质量检验	(85)
第五节	病态池的维修	(86)
第六节	沼气池的施工安全	(88)
第六章	沼气池附属配套设备	(89)
第一节	沼气的输气系统	(89)
第二节	沼气燃烧器	(94)
第三节	沼气在农用动力上的应用	(101)
第四节	沼气池出料机具	(102)
第七章	沼气池的科学管理	(106)
第一节	提高认识加强管理	(107)
第二节	合理配料及投料	(110)
第三节	保持稳定的发酵条件	(121)
第四节	日常管理和排除故障	(123)
第五节	沼气池的越冬管理	(127)
第六节	安全管理	(129)
第八章	沼气肥及其综合利用	(131)
第一节	沼气肥	(131)
第二节	沼气肥的综合利用	(141)

第一章 沼气建设的重要性

第一节 能源与农村能源

什么是能源？简单地说，能源就是人类利用自然界能量资源的总称。人们在日常生产和生活中，需要各种形式的能。例如，高炉炼铁需要大量的热能熔化矿石；机器转动，开动各种车辆需要机械能；电器设备工作时需要电能；夜间照亮需要光能。那么，我们从那里得到人们需要的各种形式的能量呢？在自然界里，象煤、石油、天然气、木柴、秸秆等经过燃烧可以产生热能，空气流动形成风能，水流运动形成水能，这些能量通过一定的设备可以变成机械能。凡是在一定条件下，能够提供某种形式能量的物质或物质的运动，叫做能源。

在自然界里，有一些能源，如太阳能和由太阳能辐射而形成的风能、生物质能等，在使用之后经过一定时期又可以再生，叫做可再生能源；煤炭、石油、天然气、铀等用一些就少一些，叫做不可再生能源。

能源问题是全世界注目的问题。能源是发展国民经济的重要物质基础，是实现四个现代化的一个重要条件。要搞四化建设，要建设社会主义物质文明和精神文明，都离不开能源。在工农业生产中，产品的增加和产量的提高，都是和能

源的消耗紧密相连的。对于国防建设来说，能源是现代化装备汽车、坦克、飞机、军舰等能够活动的保证。随着四个现代化的实现，人民生活逐步得到改善，生活消耗用能也越来越大。科学技术的发展、文化教育事业的发展也都需要有充分的能源保证。这说明，能源供应的保证程度，与经济建设、国防建设、人民生活是息息相关的，在一定的意义上来说，能源的消费量及增长速度与国民生产总值是成正比例的。因此，能源消费量往往成为衡量一个国家的经济技术发展水平的标志。

我国的能源资源是很丰富的。根据已经探明的储量，煤占世界第三位，石油占世界第九位，水力资源占世界第一位。新中国建立以后，我国的能源工业得到了迅速发展，煤炭产量增加了十几倍，石油产量成百倍增长，大型水电枢纽相继建立。但我国是一个人口大国，按照人口平均，能源的消费量仅有0.6吨标准煤，加上农民直接燃烧的生物质能，平均耗能也只有0.9吨标准煤，比世界平均水平要低得多。加上我国工业生产设备陈旧，能源效率低，而且存在着浪费，能源的实际利用率很低。因此，我国的能源仍呈现出全面短缺的现象。

能源问题的一个重要方面是农村能源问题。农村能源通常指农业生产用能和农民生活用能两部分。由于我国农村人口众多，能源消耗数量很大，所以，农村能源问题在我国农业现代化中占有特别重要的地位。

我国农村能源短缺的情况也很严重，主要表现在缺柴、缺煤、缺电，石油制品也不够用。目前世界上依靠直接燃烧柴草做饭的人约有15亿人，我国就占一半。直接燃烧柴草是

一种非常落后的生物能利用方式。据估计，全国农村一年要烧 6 亿多吨柴草，而每年收获的作物秸秆不到 5 亿吨，一部分还要做饲料和轻工业原料，农民生活用的燃料，每年要缺 3 ~ 4 个月。

甘肃省是全国农村能源短缺最为突出的一个省。据调查，河西、陇东、陇南大部分地方的农民一年要缺 3 ~ 5 个月燃料，中部地区一年要缺 6 个月左右，这个问题成了群众的沉重负担。而缺乏的这部分燃料就靠毁林、铲草皮和牲畜粪便来弥补。

由于树木被大量砍伐，草皮被连根铲除，水土流失日益加剧。农作物秸秆大部分当做燃料烧掉，不能用于还田，土壤肥力普遍下降，生态平衡遭到了破坏，农业、林业、畜牧业的发展受到了限制。如不很快改变这种状况，不仅农民生活水平不能提高，农业现代化也难以实现。

农业生产用能也同样短缺，商品性能源煤、油、电的供应也不能满足农业生产的需要。甘肃省农业现代化水平尚低，商品能源用量不多，但已供不应求。在灌溉季节，许多机井、电井时有中断，不能充分发挥农业机械的作用。

农村能源使用极不合理是另一个严重问题。直接燃烧生物燃料的旧式炉灶热效率很低，只有 10% 左右，使大量生物能源白白浪费掉了。一方面是燃料严重不足，另一方面燃料的利用又极不合理，这是农村能源消费中的两个突出问题。

农村能源短缺如此严重，应该怎样去解决呢？从我国农村实际情况出发，通过多种途径，大力开发沼气、太阳能、风能、小水电，发展薪炭林，改革旧式炉灶，搞好能源节约，建立起多种结构的农村能源体系，是一条适合我国情况

的解决农村能源的道路。

我国国民经济和社会发展第六个五年计划(1981~1985)提出了发展农村能源的具体要求：“根据因地制宜、多能互补、综合利用、讲求实效的方针，努力搞好农村能源的合理使用和节约。主要措施是：推广省柴省煤的炉灶2,500万个，使全国七分之一农户采用这种炉灶。在整顿现有650万个沼气池的基础上，稳步发展350万个新的沼气池，营造薪炭林5,000万亩。在有水利资源的农村多发展一些小水电。积极搞好太阳能、风能及地热的利用。”这就明确地提出了解决农村能源的途径和方向。我们应该遵循这个方针，因地制宜地切实搞好农村能源工作，为农业现代化作出贡献。

第二节 沼气发展的历史和概况

利用沼气解决农村燃料问题，在我国已有六十多年的历史，可以说我国是世界上研究人工制取和利用沼气最早的国家之一。早在1920年前后，就已建成过有实际应用价值的混凝土沼气池。到了三十年代，我国有个名叫罗国瑞的研究沼气应用的先驱，在上海开办了中华国瑞天然瓦斯库总行，先后在上海、四川、江苏等地开办训练班，培训人才，发展沼气。直到现在，在浙江省诸暨县安华镇、江苏省宜兴县和无锡市、河北省武安县等地还有三十年代修建的沼气池，有的保存完整，有的稍加修复，就可利用。

我国也是世界上推广利用沼气最广泛的国家。截止1982年底全国已建成农村沼气池650万个，远远超过印度（印度约有10万个沼气池）而居世界首位，引起了全世界特别是第

三世界国家的重视。自1978年以来，联合国的许多组织和六十多个国家的专家、学者先后来我国参观、考察沼气。1982年邓小平同志陪同朝鲜金日成主席在成都市郊区参观沼气，金日成主席在参观时高兴地说：“看到了你们中国的‘宝贝’，我们回去在朝鲜也要推广。”1980年联合国有关组织在北京召开了大型国际讨论会，计划在我国建立世界沼气研究中心，把农牧渔业部成都沼气科学研究所选为国际沼气技术培训中心。该所已先后为联合国举办过几期沼气技术培训班。我国的沼气事业在世界居于领先地位，沼气的技术交流和对外交往正在与日俱增。

我国沼气事业的现状可以归纳为这样几个方面：

1.全国农村已经有了650万个农村家用沼气池，其中有相当数量是质量好、使用好、效益好的典型，解决了农户照明、做饭的燃料，增加了优质有机肥料，收到了综合利用的效益。

2.城市、工厂、农场、奶牛场、园艺场相继出现了一批大型沼气池，为解决环境污染、变废为宝、开展综合利用作出了榜样。

3.在沼气发酵工艺、建池工艺和应用工艺上不断取得新成就，把我国沼气事业推向新的水平。

4.已经建立了一支沼气专业技术队伍。这样一支专业技术队伍，将是我国沼气事业兴旺发达的保证。

5.沼气科学研究事业迅速发展。农牧渔业部在四川省成都市建立了沼气科学研究所，许多省、地、县也先后成立了沼气科研机构，开展了沼气科学研究。

6.国家对沼气事业的发展非常重视。中央领导同志十分

关心沼气事业的发展，邓小平同志三次在四川、河南农村视察沼气，指出“沼气很好，是个方向性问题，是个世界性问题，是个战略性问题。”各省市的党政领导也都十分重视沼气事业的发展。沼气的发展已作为解决农村能源的主要措施之一列入国家计划。

第三节 甘肃沼气建设的概况

1958年甘肃省农村一度兴起了大办沼气的热潮，由于当时操之过急，忽视了科学技术，加上缺乏经验，没有巩固下来。1976年再次兴起了群众办沼气的热潮，部分地区也曾取得成功，但是仍然沿袭了大搞群众运动的办法，忽视了沼气建设的科学性和技术性。在建池技术不过关的情况下，强调土法上马，因陋就简。虽然建了几千个沼气池，但大部分是二合土、三合土、酸草泥的池子，质量很差，发挥效益的不多。少部分池子虽然产气利用，但结构、布局不合理，或强度低、密封性差、漏水漏气，加之管理工作没有跟上，陆续废弃了。

1979年甘肃第三次办沼气了，这次步子比较稳，但由于没有经验，仍然走了一段弯路。主要是忽视客观条件，强调“那里燃料困难就在那里发展沼气”。个别地方脱离实际，建池计划偏大，不严格要求质量，仍然以修建土池为主，结果大量池子报废。沼气主管部门及时总结经验教训，扭转了这种偏向。强调尊重办沼气的客观规律和科学性，以甘肃省各地的气温、生物能资源、缺柴程度、群众和领导对办沼气的要求等发展沼气的条件为依据，提出了发展沼气的区划，

确定了重点地区，要求在试点成功的基础上逐步推广。其次，统一了沼气池的池型结构，培训了沼气池建池技术人员，由专业队承包或培养合格的沼气技术员修建沼气池，使大部分地区建池的成功率达到95%以上，提高了建池质量。强调把沼气建设工作的重点放在抓质量、抓管理、抓效益方面，制定了“巩固为主，狠抓管理，稳步发展”的原则。从1981年起，全省的沼气建设逐步走上了健康发展的道路，并且初步取得了成效。截止1983年底，全省共建池1.6万个（除去虚数和报废池），使用率达80%左右。一般可供建池户做饭点灯4~8个月。1979年全省只有3个县试办沼气，目前已有30多个县开展沼气建设。沼气事业已越来越受到群众的欢迎。

第四节 农村办沼气的意义和作用

农村办沼气是一举多得的好事，它能给国家、集体和农民带来许多好处。农村办沼气的好处，概括起来主要有以下几个方面：

1. 大大提高农村现有生物质能源的利用率。我国农村民用燃料的90%是直接燃烧秸秆、薪柴、杂草和干粪，据估计全国农村每年燃烧的生物能按热量计算，相当于原煤3.9亿吨，占全国能源消耗量的38%，仅次于煤，在我国能源结构中占第二位。这样大量的能源，却沿用落后的直接燃烧方式，是对生物质能源的巨大浪费。

直接燃烧秸秆、薪柴、杂草和干粪，破坏了农作物和土壤之间的有机质再循环，对农业生产的发展影响很大。由于

大量作物秸秆被烧掉不能还田，土壤有机质含量减少、肥力下降，农业生产不能持续稳产高产；大量做饲料的秸秆被烧掉，又影响畜牧业的发展；农民缺柴，林木亦遭到破坏。

甘肃省 300 万农户，1600 万农民，除少数地区烧煤外，90% 以上的农民是直接燃烧生物能源的，这是影响甘肃农、林、牧业发展的重要原因。直接燃烧热效率只有 10% 左右，如果把秸秆、畜粪制成沼气燃烧，只需一半就可以达到同样的燃烧效果，热效率可以提高一倍。因此，大力发展沼气是农村燃烧技术上的一场重大改革，它将大大提高现有生物质能源的利用率。

2. 可以综合利用农业自然资源。长期以来，农村的肥料和燃料都是单一使用的。对生物能的利用往往只是简单的一次或两次。例如，将作物秸秆直接还田作肥料，植物在光合作用下所固定的能量并没有被利用，而白白地浪费了；如果直接作燃料，则植物有机质和营养物质氮和磷被烧掉了，草木灰只能补偿土壤中钾的含量。对人畜粪便依照传统方式作肥料，其中的能量也没有被利用。发展沼气是一种综合利用农业资源——生物能的最好方式。人畜粪便、秸秆、杂草投入沼气池发酵，既可以制取沼气作燃料，又可得到沼渣和沼液成为优质的有机肥料。生物质能被多次利用，经济效益显著增加。

根据实际使用情况，一般 5 口之家，养两头猪所排出的人畜粪便，加上每天有 8~10 斤秸秆和青杂草投入沼气池，所产的沼气就够一天做饭烧水的需要。它比直接燃烧要节约秸秆一半以上。估计甘肃全省的农民一年要烧秸秆 100 亿斤以上，如果把这部分秸秆先用做牲畜饲料，再把畜粪投入沼

气池做发酵原料，不仅可以得到10亿多立方米的沼气，而且可以给土壤增加相当于10万吨硫酸铵的氮和8万吨的过磷酸钙的磷，还能增加土壤中有机质含量。可见办沼气对改良土壤、降低农业生产成本和促进农业生产的发展有多么重要的意义。

沼气池也是一种理想的储肥、造肥器具。根据科研单位测定，相同数量、质量的肥料按照不同方法存放，肥效也就不同。堆肥全氮会减少20~40%，敞口粪坑的全氮会减少20%左右，而沼气池的全氮只减少5%左右。因为有机物在沼气厌氧发酵过程中要产酸，它能中和固定氨态氮，防止氨的挥发损失，并能溶解转化磷钾等有效养分。因此，沼气池既有保肥的功能，又有把迟效肥变成易为植物吸收的速效肥的功能。据甘肃省定西、武都、文县等地进行的肥效对比试验，施用沼气肥的农作物比施用一般农家肥的作物增产4~20%左右。如果农业生产中以使用沼气肥和农家肥为主，化肥为辅，不仅会提高农作物的产量、降低生产成本，而且会提高农产品的质量，特别是蔬菜瓜果会味道鲜美香甜，易于储存保管。

3.有利于生态系统的平衡。由于许多地方的自然植被被破坏了，严重地影响了人类赖以生存的自然生态系统的平衡。国内外许多学者把这种由于直接燃烧薪柴、秸秆而引起的森林破坏、水土流失、地力衰退、生态平衡变化的现象称为第二能源危机，并大声疾呼要向再生能源过渡，改变这种状况。大力营造薪炭林、种草和发展沼气等新能源正是摆脱危机的最现实、最可靠、最有效的办法。例如武都县柏林公社杨家庄生产队共46户农民，由于燃料困难，过去连年造

林，都没有保存下来。三中全会以后，这个队办起了沼气，修建沼气池46个，试制太阳灶18台，家家做饭照明都用沼气和太阳能。燃料问题解决了，保护林木有了保证，几年来全队已植树13.5万株，平均户有树木3000株，普遍成活很好，有的胸径已达20厘米。

4.可以部分弥补动力燃料的不足。沼气是热值较高的气体燃料，1立方米沼气可产生约5500大卡的热量，它既能直接用来点灯、做饭，又能作动力燃料开动汽车、拖拉机、烧锅炉和发电，部分弥补生产用能的不足。近几年来，全国各地的一些社队、农场、牧场、酒厂、食品厂等单位已修建了3.6万个容积较大的沼气池、利用沼气开动内燃机，用来抽水喷灌、碾米磨面、粉碎饲料、烘干农副产品和发电等。

5.广泛的综合效益。农村办沼气是一举多得的好事，具有非常广泛的综合效益，从各个方面都会给农民带来好处。其直接经济效益主要包括三个方面：一是节约燃料开支（或节约拣柴的劳力）；二是节约灯油的开支；三是减少购买商品肥料的支出。一般农户全年减少这三项的支出可达50元左右，每个沼气池如按200元计，只要4年时间便可全部收回成本。

农村办沼气还有很重要的间接经济效益，如增加优质有机肥、改良土壤、有利于生态良性循环、保护森林植被、促进畜牧业的发展、美化环境改善卫生等。根据专家们用科学方法测算，沼气作为燃料只占全部经济效益的22%，而综合效益则占到78%。

6.改善环境卫生面貌。通过沼气发酵处理粪便，不仅扩大了肥源和保存了肥效，还能减少因人畜粪便管理不好而引

起的疾病传染，改善环境卫生。因此，兴办沼气也是我国农村的一项环境保护和卫生基本建设。

沼气是一种较少污染的能源，沼气燃烧时既无灰又无烟，不会造成公害。

办沼气与农民群众的利益密切相关。凡是农户修建的厕所、猪圈、沼气池连通的“三结合”池子，家中的人畜粪便可以随时入池，为了多产气而收集的野粪杂草和各种有机垃圾也可随时投入沼气池，既增加了沼气池的发酵原料，也改变了农村的粪便、垃圾遍地、染污环境的现象。许多实现了沼气化的农村收到了“一管”（粪便管理）、“四改善”（炉灶、畜圈、厕所、环境卫生）的效果，成为干净卫生的文明村，精神面貌焕然一新。

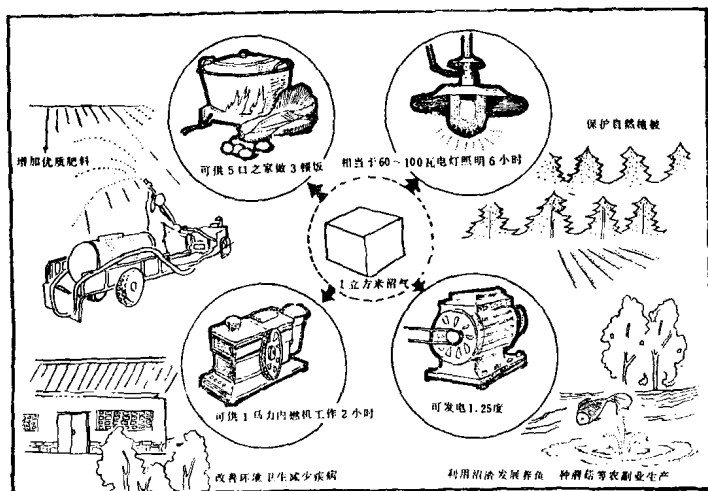


图1 发展沼气的好处