



绿色新能源科普知识馆

TUICHENCHUXIN DE
ZHAOQINENG



沼气，作为一种生物质能，
可以用来照明、煮饭和洗澡

汪 洋◎编

推陈出新的 沼 气 能

沼气，作为一种生物质能，可以用来照明、煮饭和洗澡，
还可以作为动力燃料代替汽油、柴油供暖和发电。
使用沼气不但有效地开发了能源，保护了生态环境，
而且它取之不尽，用之不竭，是一种具有广阔利用前景的清洁能源。
本书收集了沼气的最新知识，全面系统地介绍了沼气的方方面面。



甘肃科学技术出版社



绿色新能源科普知识馆

TUICHENCHUXIN DE
ZHAOQINENG

沼气，作为一种生物质能，
可以用来照明、煮饭和洗澡

汪 洋◎编

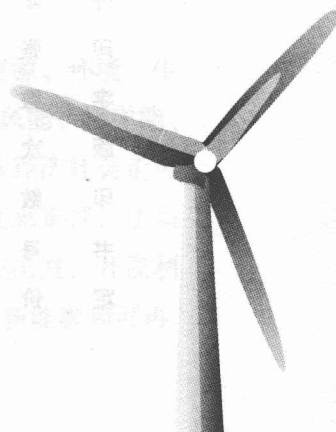
推陈出新的 沼 气 能



还可以作为动力燃料代替汽油、柴油供暖和发电。
使用沼气不但有效地开发了能源，保护了生态环境，
而且它取之不尽，用之不竭，是一种具有广阔利用前景的清洁能源。
本书收集了沼气的最新知识，全面系统地介绍了沼气的方方面面。



甘肃科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

推陈出新的沼气能 / 汪洋编. — 兰州 : 甘肃科学技术出版社, 2014.3

(绿色新能源科普知识馆)

ISBN 978-7-5424-1949-1

I . ①推… II . ①汪… III . ①沼气—普及读物 IV .
① S216.4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 044872 号

出 版 人 吉西平

责任编辑 刘钊 (0931-8773238)

封面设计 晴晨工作室

出版发行 甘肃科学技术出版社 (兰州市读者大道 568 号 0931-8773237)

印 刷 北京威远印刷有限公司

开 本 700mm × 1000mm 1/16

印 张 10

字 数 153 千

版 次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

印 数 1 ~ 3000

书 号 ISBN 978-7-5424-1949-1

定 价 29.80 元

前言

REFACE

我们生活的这个精彩纷呈的地球，能源时刻都在伴随着人类的活动而存在。人类的生存离不开能源，我们每天吃饭，是为了补充体能；天冷了，要穿上保暖的衣服，是为了保存体温，不让能量外泄；我们看电视、上网、使用手机，都需要电；汽车在路上前行，需要汽油。

自工业革命以来，能源问题就开始出现。在全球经济高速发展的今天，国际能源来源已上升到了国家战略的高度，各国都纷纷制定了以能源供应为核心的能源政策。在此后的 20 多年里，在稳定能源供应的要求下，人类在享受能源带来的经济发展、科技进步等好处，但也遇到一系列无法避免的能源安全挑战。能源短缺、资源争夺以及过度使用能源造成的环境污染等问题威胁着人类的生存与发展。

当前，能源的发展、能源和环境，已成为全世界、全人类共同关心的话题，这也是中国社会经济发展的障碍。但是，当前的状况是世界大部分国家能源供应不足，不能满足经济发展的需要。这一系列问题都使绿色能源和可再生能源在全球范围内受到关注。从目前世界各国既定能源战略来看，大规模的开发利用绿色能源和可再生能源已成为未来世界各国能源战略的重要组成部分。

我们生活在同一个地球上，开发和利用新能源，缓解能源、环境、生态问题已迫在眉睫，新能源、绿色能源如太阳能、地热能、风能、海洋能、生物质能和核聚变能等，越来越得到世人的重视。不论是从经济社会走可持续发展之路和保护人类赖以生存的地球的生态环境的高度来审视，还是从为世界上十几亿无电人口和特殊用途解决现实的能源供应出发，开发利用新能源和可再生能源都具有重大战略意义。可以这么说，新能源和可再



生能源是人类社会未来能源的基石，是大量燃用的化石能源的替代能源。

实践证明，新能源和可再生能源清洁干净，只有很少的污染物排放，人类赖以生存的地球的生态环境相协调的清洁能源。

由于现阶段广大青少年对绿色新能源认识比较单一，甚至相当匮乏，多数人处于一知半解的水平，这严重影响了新能源的推广认识和绿色低碳生活的实现，基于熟知绿色新能源知识和提高低碳意识已成为广大读者的迫切需要，我们编写了本书。

本书重点讲述了新能源知识和新能源推广应用，知识版块设置合理，方便阅读、理解与记忆。

本书集知识性、趣味性、可读性于一体，是一本难得的能源环保书籍，希望本书能为你带来绿色能源环保知识，让你在新能源推广应用之路上，为我们能够拥有一个美好的明天一起加油。

目 录 CONTENTS

第一章 沼气及沼气发酵

第一节 沼气	002
一、认识沼气	002
二、沼气的性质	003
三、沼气的用途	005
四、沼气的合理开发与利用	006
第二节 沼气发酵	010
一、沼气发酵的概念及过程	010
二、沼气发酵的影响因素	011
三、沼气发酵工艺类型	016
四、沼气发酵的微生物	023

第二章 沼气池

第一节 认识沼气池	026
一、沼气池设计原则	026
二、沼气成本及效益分析	029
第二节 常见户用沼气池	033
一、水压式沼气池	033

二、旋流布料沼气池	035
三、曲流布料沼气池	037
四、活动罩水压式沼气池	038
五、分离储气浮罩沼气池	039
六、预制钢筋混凝土板装配沼气池	040
七、商品化沼气池	041
第三节 大中型沼气池	043
一、典型大中型沼气工程	043
二、大中型沼气池的建设	046

第三章 沼气利用设备

第一节 沼气燃烧设备	054
一、沼气燃烧器	054
二、沼气灶	057
三、沼气灯	059
四、沼气热水器	061
第二节 输气管路及出料设备	064
一、输气管路部件	064
二、沼气池出料设备	069

第四章 沼气的综合利用

第一节 沼气发电	074
一、沼气发电	074

二、沼气发电站	076
三、沼气燃料电池发电	080
第二节 沼气的其他利用方式	084
一、沼气储粮	084
二、沼气保鲜水果	086
三、利用沼气增温、调湿育秧	088
四、沼气在塑料大棚蔬菜生产中的应用	090

第五章 沼液的综合利用

第一节 认识沼液	094
一、沼液的主要组成和特性	094
二、沼液肥效	097
三、沼液防治农作物病虫害的效果	100
四、沼液对病菌的抑制	102
五、沼液防治病虫害的可能原因	103
六、沼液防治病虫害的一般方法	104
第二节 沼液在种植业中的应用	106
一、沼液浸种	106
二、沼液叶面喷洒	111
三、沼液水培蔬菜	114
四、果园沼液滴灌	114
第三节 沼液在养殖业中的应用	116
一、沼液养猪	116

二、沼液用于其他养殖	119
------------------	-----

第六章 沼渣的综合利用

第一节 认识沼渣	122
----------------	-----

一、沼渣的定义	122
---------------	-----

二、沼渣作为肥料的利用	123
-------------------	-----

三、沼渣的肥料特性	124
-----------------	-----

四、沼渣的饲料特性	126
-----------------	-----

第二节 沼渣在种植业的应用	128
---------------------	-----

一、利用沼渣种植蘑菇	128
------------------	-----

二、利用沼渣栽培木耳	130
------------------	-----

三、沼渣栽培平菇技术	132
------------------	-----

四、沼渣瓶栽灵芝技术	134
------------------	-----

五、沼渣种花	136
--------------	-----

六、沼渣种烟	137
--------------	-----

七、沼渣育稻秧	139
---------------	-----

第三节 沼渣在养殖业中的利用	141
----------------------	-----

一、沼渣养猪	141
--------------	-----

二、沼渣养鱼	141
--------------	-----

三、沼渣养殖黄鳝技术	142
------------------	-----

四、沼渣养殖蚯蚓	144
----------------	-----

五、沼渣饲养土鳖虫	146
-----------------	-----

第一章

Chapter

沼气及沼气发酵

沼气，顾名思义就是沼泽里的气体。人们经常看到，在沼泽地、污水沟或粪池里，不时有气泡冒出来，如果我们划着火柴，可把它点燃，这就是自然界天然发生的沼气。沼气，是各种有机物质，在隔绝空气，并在适宜的温度、湿度下，经过微生物的发酵作用产生的一种可燃烧气体。





第一节 ZHAOQI

沼气

沼气存在于自然界已有数十亿年，其产生菌（甲烷细菌）也是一种古老的细菌，严格厌氧，多生长于沼泽、湖河、池塘及污水池的底部。有些反刍动物（如牛）的胃里有时也有沼气产生。沼气是一种良好的气体燃料。中国生物质资源十分丰富，生产燃料沼气，对于提高农村用能效率、改善生活条件、保持社会稳定、缓解中国能源市场的压力等，均具有十分重要的战略意义。

一 认识沼气

在日常生活中，特别是在气温较高的夏、秋季节，人们经常可以看到，从死水塘、污水沟、储粪池中，

咕嘟咕嘟地向表面冒出许多小气泡，如果把这些小气泡收集起来，用火点燃，便可产生蓝色的火苗，这种可以燃烧的气体就是沼气。由于它最初是从沼泽中发现的，所以叫做沼气。沼气又是有机物质在厌氧条件下产生出来的气体，因此，又称为生物气。

沼气实质上是人畜粪尿、生活污水和植物茎叶等有机物质在一定的水分、温度和厌氧条件下，经微生物的发酵转换而成的一种方便、清洁、优质、高品位气体燃料，可以直接用于炊事和照明，也可以供热、烘干、贮粮。



死水塘

沼气发酵是自然界中普遍而典

贴士

沼泽是指地表过湿或有薄层常年或季节性积水，土壤水分几近饱和，生长有喜湿性和喜水性沼生植物的地段。广义的沼泽泛指一切湿地；狭义的沼泽则强调泥炭的大量存在。

型的物质循环过程，按其来源不同，可分为天然沼气和人工沼气两大类。天然沼气是在没有人工干预的情况下，由于特殊的自然环境条件而形成的。除广泛存在于粪坑、阴沟、池塘等自然界厌氧生态系统外，地层深处的古代有机体在逐渐形成石油的过程中，也产生一种性质近似于沼气的可燃性气体，叫做“天然气”。人类在分析掌握了自然界产生沼气的规律后，便有意识地模仿自然环境建造沼气池，将各种有机物质作为原料，用人工的方法制取沼气，这就是“人工沼气”。人工沼气的性质近似于天然气，但也有不同之处。

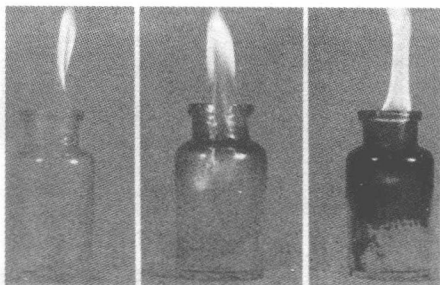


沼气池

无论是天然产生的，还是人工制取的沼气，都是以甲烷为主要成分的混合气体，其成分不仅随发酵原料的种类及相对含量不同而有变化，而且因发酵条件及发酵阶段的不同而各有差异。一般情况下，沼气中的主要成分是甲烷(CH_4)、二氧化碳(CO_2)和少量的硫化氢(H_2S)、氢(H_2)、一氧化碳(CO)、氮(N_2)等气体。其中，甲烷占50%~70%、二氧化碳占30%~40%，其他成分含量极少。沼气中的甲烷、氢气、一氧化碳等是可以燃烧的气体，人类主要利用这一部分气体的燃烧量。

二 沼气的性质

沼气是一种无色气体，它常含有微量的硫化氢(H_2S)气体，在脱除硫化氢前，有轻微的臭鸡蛋味，燃烧后，臭鸡蛋味消失。沼气的主要成分是甲烷(CH_4)。



甲烷燃烧

1. 热值

甲烷是一种发热值相当高的优质气体燃料。 1m^3 纯甲烷, 在标准状况下完全燃烧, 可放出 35822kJ 的热量, 最高温度可达 1400°C 。沼气中因含有其他气体, 发热量稍低一点, 为 $20000 \sim 29000\text{kJ}$, 最高温度可达 1200°C 。因此, 在人工制取沼气中, 应创造适宜的发酵条件, 以提高沼气中甲烷的含量。

2. 比重

与空气相比, 甲烷的比重为 0.55 , 标准沼气的比重为 0.94 。所以, 在沼气池的气室中, 沼气较轻, 分布在上层; 二氧化碳较重, 分布在下层。沼气比空气轻, 在空气中容易扩散, 扩散速度比空气快 3 倍。当空气中甲烷的含量达 $25\% \sim 30\%$ 时, 对人、畜有一定的麻醉作用。

3. 溶解度

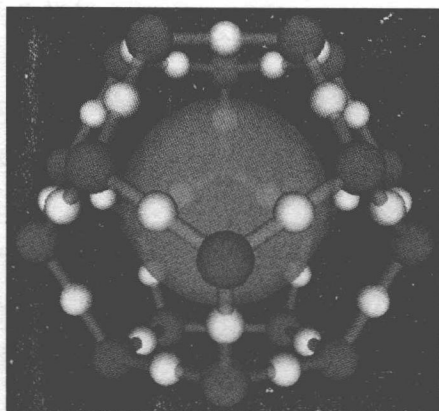
甲烷在水中的溶解度很小, 在 20°C 、一个大气压下, 100 单位体积的水只能溶解 3 个单位体积的甲烷, 这就是沼气可用排水法收集的原因。

4. 临界温度和压力

气体从气态变成液态时, 所需要的温度和压力称为临界温度和临界压力。标准沼气的平均临界温度为 -37°C , 平均临界压力为 $56.64 \times 10^5\text{Pa}$ (即 56.64 个大气压力)。这说明沼气液化的条件是相当苛刻的, 也是沼气只能以管道输送, 不能液化装罐作为商品能源交易的原因。

5. 分子结构与尺寸

甲烷的分子结构是一个碳原子和四个氢原子构成的等边三角四面



甲烷分子模型

体, 分子量为 16.04。其分子直径为 $3.76 \times 10^{-10} \text{m}$ (3.76 埃), 约为水泥砂浆孔隙的 1/4, 这是研制复合涂料, 提高沼气池密封性的重要依据。

6. 燃烧特性

甲烷是一种优质气体燃料, 一个体积的甲烷需要两个体积的氧气才能完全燃烧。氧气约占空气的 1/5, 而沼气中甲烷含量为 60% ~ 70%, 所以, 一个体积的沼气需要 6 ~ 7 个体积的空气才能充分燃烧。这是研制沼气用具和正确使用沼气用具的重要依据。

7. 爆炸极限

在常压下, 标准沼气与空气混合的爆炸极限是 8.8% ~ 24.4%; 沼气与空气按 1: 10 的比例混合, 在封闭条件下, 遇到火会迅速燃烧、膨胀, 产生很大的推动力。因此, 沼气除了可以用于炊事、照明外, 还可用做动力燃料。

了解和熟悉沼气的上述主要理

化性质, 对于利用沼气有重要意义。

近年来, 沼气发酵技术已经广泛应用于处理农业、工业及人类生活中的各种有机废弃物以制取沼气, 为人类生产和生活提供了丰富的可再生能源。

三 沼气的用途

沼气的用途很多, 可以代替煤炭、柴薪用来煮饭、烧水, 代替煤油用来点灯照明, 还可以代替汽油开动内燃机或用沼气进行发电等, 因此, 沼气是一种值得开发的新能源。现在 90% 以上的能源是靠矿物燃料提供的, 这些燃料在自然界储量有限, 而且都不能再生。而人类对能源的需求却不断增加, 如不及早采取措施, 能源枯竭将会成为现实。所以推广沼气发酵, 也是开发生物能源, 解决能源问题的一个重要途径。

随着科学技术的发展, 沼气的
新用途不断地被开发出来, 从沼气中



可燃物质 (可燃气体、蒸气和粉尘) 与空气 (或氧气) 必须在一定的浓度范围内均匀混合, 形成预混气, 遇着火源才会发生爆炸, 这个浓度范围称为爆炸极限, 或爆炸浓度极限。

分离出甲烷，再经纯化后，用途更加广泛。美国，日本，西欧等国已经计划把液化的甲烷作为一种新型燃料用在航空、交通、航天、火箭发射等方面。在非洲苏丹国家，沼气作为一种可替代能源正在兴起和开发。

总之，沼气生产工艺及用途的研究是目前各国沼气科学工作者研究的热点课题，沼气作为一种新型可再生能源将来有可能替代石油、天然气等产品而广泛应用于生产生活中。

四 沼气的合理开发与利用

来自植物、动物和人类的有机废物常常被当做是一种公害，而正是这样的废物，却潜含着相当大的能量，通过利用沼气技术在提供清洁能源的同时，还可改善环境卫生

状况，缓解中国能源与环境压力，实现建设节约型社会的目的。

随着中国畜牧业的快速发展，畜禽养殖特别是规模化畜禽养殖产生的粪便已经成为中国农村环境污染的重要来源。在一些地区，畜禽养殖业污染物排放已超过居民生活、乡镇工业和餐饮业的污染物排放，成为水体污染和富营养化的重要原因之一。建设社会主义新农村迫切需要整治人畜粪便和秸秆对农村环境面貌造成的污染。在中国公共财力短期、无力大规模改善农村公共基础设施的状况下，发展农村沼气可有效地改善农村公共卫生脏、乱、差的现状，是一条成本低、见效快、技术成熟、综合效益明显、农民欢迎的捷径，是目前最经济、最有效、最便捷的方式。不仅促进了农民传统生活方式的改变，而且使广大农民走向清洁、卫生、健康的生活之路。

中国目前实施的生态家园富民工程则是以农户为基本单元，系统整合各类农村可再生能源利用技术和高效生态农业技术，与改圈、改厕、改厨相结合，建设以农村户用沼气池为纽带的各类能源生态模式工程，根据实际需要，配套建设太阳能利



干枯的植物

用工程、省柴节煤工程和小型电源工程,使土地、太阳能和生物质能资源得到更有效的利用,形成农户基本生产生活单元内部能流和物流的良性循环,实现家居取暖清洁化,庭院经济高效化,农业生产无害化。

以沼气为纽带的农业生态基本模式,主要包括:“四位一体”能源生态模式、“猪-沼-果”能源生态模式、“五配套”能源生态模式。

“四位一体”能源生态模式:在农户庭院内建日光温室,在温室的一端地下建沼气池,沼气池上建猪舍和厕所,温室内种植蔬菜或水果;该模式以太阳能为动力,以沼气为纽带,种植业和养殖业相结合,形成生态良性循环。

“猪-沼-果”能源生态模式:以农户为基本单元,利用房前屋后的山地、水面、庭院等场地,建设畜禽舍、沼气池和果园等几部分,同时使沼气池的建设与畜禽舍和厕所三结合,构成养殖-沼气-种植三位一体的庭院经济格局,形成生态良性循环。

“五配套”能源生态模式:由沼气池、厕所、太阳能暖圈、水窖、果园灌溉设施等五部分配套建设而成。沼气池是西北“五配套”能源



日光温室

生态模式的核心部分,通过高效沼气池的纽带作用,把农村生产用肥和生活用能有机结合起来,形成以牧促沼、以沼促果、果牧结合的良好生态循环系统。

沼气技术也成功地应用到了村镇生活污水净化中,它是20世纪80年代后期开发推广的又一项沼气实用技术,目前全国已经建设村镇污水沼气净化池11.5万多处。

生活污水净化沼气池技术的主要优越性:一是管网建设要求低;二是不占地,建设周期短,见效快;三是投资分散,能够推进政府补贴、

贴

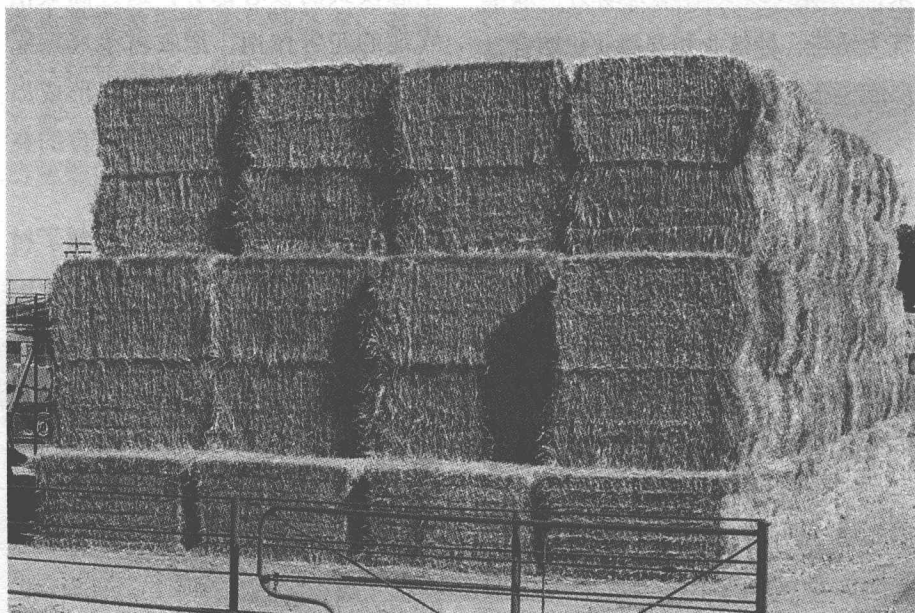
1

能在水中生长的植物，统称为水生植物。水生植物四周都是水，不需要厚厚的表皮来减少水分的散失，所以表皮变得极薄，可以直接从水中吸收水分和养分。如此一来，根也就失去原有的功能，所以水生植物的根都不是很发达。

村镇农民和建设单位自筹为主的建设方式；四是除了约三年一次清淘沉渣的费用外，不需要其他运行费用，不仅不耗能，还可回收部分沼气。该技术已成为农村解决生活污水处理，实现环境保护的基本建设的内容之一。

养殖场沼气工程建设是解决规

模化、集约化畜禽养殖业环境污染的技术手段。目前常采用的有能源环保模式和能源生态模式，随着沼气工程技术研究的深入和工艺流程较广泛地推广应用，近年来已逐步总结出一套比较完善的工艺流程，内容包括粪污的前处理系统、厌氧消化系统、好氧水处理系统、沼气



农作物秸秆