



当代石油和石化工业技术普及读本

乙醇燃料与生物柴油

中国石油和石化工程研究会 组织编写
崔心存 执笔



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

当代石油和石化工业技术普及读本

乙醇燃料与生物柴油

中国石油和石化工程研究会 组织编写

崔心存 执笔



中国石化出版社

内 容 提 要

乙醇与生物柴油是可再生的清洁燃料,其应用对经济的可持续发展、推进能源替代、减轻环境压力、控制城市大气污染具有重要的战略意义。本书简要介绍了乙醇燃料与生物柴油的基本情况,包括乙醇燃料与生物柴油的应用现状及发展、生产与性质、实际应用等。可作为管理人员及相关专业人员的专业知识普及读本。

图书在版编目(CIP)数据

乙醇燃料与生物柴油/崔心存编. —北京:中国石化出版社,2009
(当代石油和石化工业技术普及读本)
ISBN 978-7-80229-876-7

I. 乙… II. 崔… III. ①乙醇-液体燃料-普及读物 ②生物能源-无污染燃料-柴油-普及读物
IV. TQ517.4-49 TE626.24-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 031845 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

金圣才文化发展(北京)有限公司排版

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 32 开本 3.625 印张 68 千字

2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

定价:10.00 元

前 言

《当代石油石化工业技术普及读本》(以下简称《普及读本》)第一版共包括了 11 个分册, 2000 年出版发行; 2005 年起根据石油石化工业的新发展和广大读者的要求, 对第一版的 11 个分册进行了修订, 并补充编写了 8 个新的分册, 于 2007 年出版发行。这样, 《普及读本》第二版共出版了 19 个分册, 涵盖了陆上石油、海洋石油勘探、开采与储运, 天然气开发与利用, 石油炼制, 石油化工和绿色石油化工等相关领域。

《普及读本》以企业经营管理人員和非本专业技术人員为读者对象, 强调科普性、可阅读性、实用性、知识及技术的先进性, 立足于帮助他们在较短的时间内对石油石化工业的各个技术领域的概貌有一个基本了解, 能利用通过阅读掌握的知识更好地参与或负责石油石化业的管理工作。这套丛书作为新闻出版总署“十五”国家科普著作重点出版项目, 从开始组织编写到最后出版, 我们在题材的选择、大纲的审定、作者的选择、稿件的审查以及技术内容的把关等方面, 都坚持了高标准、严要求, 力求做到通俗易懂、深入浅出、由点及面、注重实用。《普及读本》出版后, 在社会上, 尤其是在石油石化行业和各级管理部门产生了良好影响, 受到了广泛好评。为了满足读者的需求, 其中部分分册还

多次重印。《普及读本》的出版发行，对于普及石油石化科技知识、提高技术人员和管理人员素质起到了积极作用，并荣获 2000 年度中国石化集团公司科技进步三等奖。

为了进一步补充、完善《普及读本》系列读物，根据近年来石油石化工业的发展状况，按照可持续发展的要求，在征求各方面专家意见的基础上，我们决定补充编写乙醇汽油、煤制油、页岩油以及污染治理、信息化等方面的内容；同时对先前出版的分册再次进行修订、更新，组织第三版的出版发行。对于新增补的分册，我们邀请了中国石油、中国石化、中国石油和石化工程研究会以及国内石油和石化高等院校的有关专家进行编写。原有分册的修订工作原则上请原作者负责。

《普及读本》第三版的组织编写、修订和增补工作得到了中国石油、中国石化、中国海油、中国神华和中化集团的大力支持。参与丛书编写、修订工作的专家、教授精益求精、甘于奉献，精神令人感动。在此，谨向他们表示诚挚的敬意和衷心的感谢！

中国工程院院士
美国国家工程院外籍院士

二〇〇九年二月六日

《当代石油和石化工业技术普及读本》

(第三版)

编 委 会

主任：曹湘洪

编委：（按姓氏笔画为序）

王子康	王少春	王丙申	王协琴
王国良	王毓俊	尤德华	亢峻星
刘积文	刘镜远	孙梦兰	孙殿成
孙毓霜	陈宝万	陈宜焜	张广林
张玉贞	李润清	李维英	吴金林
吴明胜	法琪瑛	庞名立	赵 怡
宫 敬	贺 伟	郭其孝	贾映莹
徐嗶东	翁维琬	龚旭辉	黄志华
黄伯琴	梁朝林	董恩环	程曾越
廖谟圣			

编者的话

石油资源紧缺，世界气候变暖，自然灾害频繁而日趋严重，如不控制气候变暖，甚至将危及人类生存。节能减排，降低二氧化碳等温室气体的排放，成为我国及世界各国头等而迫切的大事。使用可再生的、清洁的低碳燃料是体现科学发展观、节能减排的重大措施之一。

乙醇及生物柴油是世界各国公认的重要的可再生清洁能源。限于篇幅，本书介绍有关的基本内容，让管理人员及非专业人士能有基本的了解。本书除使用了作者多年来的研究成果外，还使用了国内外很多公司、大学、科研单位及个人发表的数据、图表及资料，作者表示衷心的感谢，恕未一一列举。书中错误之处，敬请读者指教。

目 录

第一章 生物质能与生物燃料	(1)
第一节 生物质能	(1)
第二节 生物燃料——乙醇与生物柴油	(4)
第三节 乙醇与生物柴油应用的现状及发展 ...	(8)
第二章 乙醇与生物柴油的生产及性质	(15)
第一节 原料及生产	(15)
第二节 理化性质	(22)
第三节 混合燃料的性质	(36)
第三章 乙醇燃料在汽车上的应用	(42)
第一节 在汽油机车上使用乙醇	(43)
第二节 在柴油机车上使用乙醇	(52)
第三节 含水乙醇燃料的应用	(56)
第四节 乙醇发动机的冷启动	(62)
第五节 乙醇发动机用材及润滑油	(64)
第四章 生物柴油及其应用	(68)
第一节 植物油作为燃料的应用情况	(68)
第二节 生物柴油的应用	(77)
第三节 生物柴油与含水乙醇的混合燃料 ...	(83)
第四节 废烹调油的应用	(90)
第五节 生物柴油的实际使用	(99)
参考文献	(108)

第一章 生物质能与生物燃料

第一节 生物质能

1. 生物质能的特点

生物质是指由太阳的光合作用而产生的有机物，由植物、动物及微生物构成。生物质能是太阳能通过光合作用转化、贮存在植物中的能量，或者贮存在以植物为食物的动物中的能量。

与非再生及其他再生能源相比，生物质能具有如下的特点：① 生物质能是来自于取之不尽、用之不竭的太阳能，是可持续发展的能源；② 总体上，只要使用恰当，生物质能是环境友好的，可为人类造福；③ 目前生物质能对全球能源需求所做的贡献超过其他任何形式的可再生能源。

生物质能与矿物质能(煤、石油、天然气)比较，主要不同之处见表1-1。

表1-1 生物质能与矿物质能的比较

生物质能	矿物质能
靠太阳的光合作用，随时随地可种植生长	生物质经过漫长的演变
全球分布均匀，占用较多土地，是分散的生物矿	分布极不均匀，占地少，是集中型的矿产

续表

生物质能	矿物质能
资源丰富, 惟一的可再生资源。可转化成固态、气态及液态的燃料, 可持续发展	资源逐渐减少, 不可再生
生物质生长时吸收大气中的 CO_2 , 在转换成燃料及使用时排出的 CO_2 也较少	加工成燃料及燃烧使用时要排放出较多 CO_2 , 是导致地球气候变暖的主要根源
热力机械中使用时, NO_x 、 CO 及 HC 的排放较少, 有利于净化空气、保护环境	燃烧使用时, 煤、汽油及柴油的有害排放物相对较多

2. 生物质能的分类及资源

生物质能可划分为传统的及现代的两大类。传统的包括从远古时代的钻木取火、木炭到后来的薪柴、农作物的残余物(稻草、稻壳、棉花杆等)以及牛粪等。象征古代文明的许多制作精良、优美的铜器、铁器就是用木炭作燃料制造出来的。公元 618 ~ 907 年我国唐代就用淀粉生产酒精, 作为照明及烹饪燃料用, 人类是靠生物质能生存、发展的, 在历史上生物质能就为人类作出了巨大的贡献。现代生物质能是用先进的工艺及技术将农业、林业的产品及残余物、水生植物、养殖业的废物及城乡有选择的垃圾等, 转换成可以方便地使用的多种形式的燃料, 在资源范围及用量、生产工艺的先进性、使用的广泛性及多样性方面, 远远超过传统的生物质能。生物质能的资源极丰富, 如图 1-1。

3. 生物质能的应用及地位

生物质能以固态(原始形状、木炭、压制成型等)、液态(乙醇、生物柴油等)及气态(沼气、氢气等)存在。

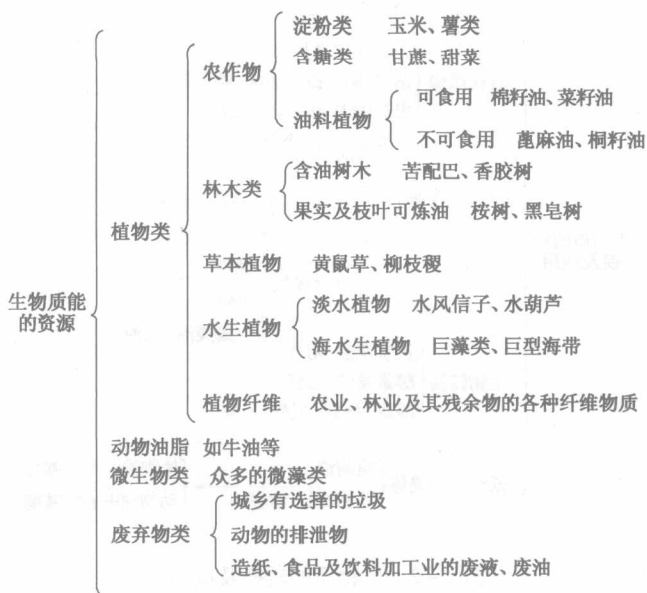


图 1-1 生物质能的资源

应用方式有直接燃烧、供热发电，窑炉、冶金、发动机、多种热力机械及燃料电池等的燃料，用途极广泛。生物质的转换及应用如图 1-2 所示。

生物质在生长时需吸收二氧化碳(CO_2)，生物燃料(尤其是低碳燃料如乙醇)在使用时，又有可能使 CO_2 排放减少。使用生物燃料可以减少大气中 CO_2 浓度，缓解气候变暖。开发和应用生物质能可以振兴农业，增加农民收入及就业岗位，这是综合治理“三农”问题的重要途径。

世界能源理事会的专家们评估，目前世界各国陆地平均的太阳能光合作用的效率只有 0.3%，通过计算分

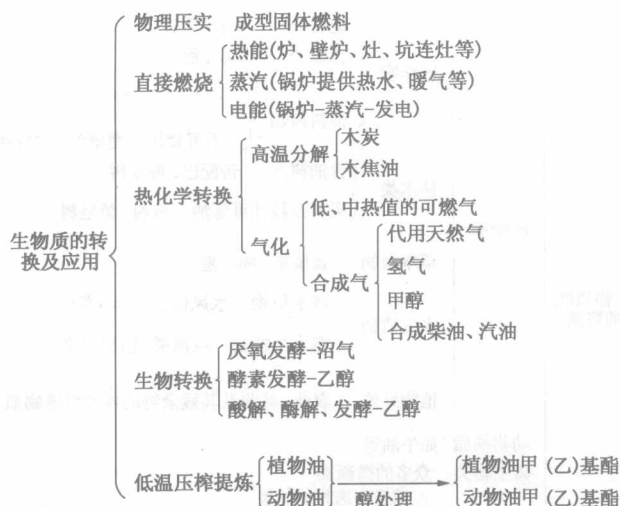


图 1-2 生物质的转换及应用

析，如果光合作用的效率只有 1.0%，全球生物质所含的能量约为 3×10^{21} 焦耳，相当于世界的能耗的 10 倍。然而通过理论分析及太阳能光实验室的试验结果表明，太阳能光合作用的效率可达 4.5%，目前太阳能光合作用还远未被人们所利用。随着科学技术的发展，植物的光合作用效率必须会逐步提高，生物质能对人类的贡献也会愈来愈大，开发和利用生物质能是必由之路。

第二节 生物燃料——乙醇与生物柴油

1. 概述

乙醇(酒精)在远古时代就用于化工、医药、饮料

等领域。20 世纪 20 年代巴西在点燃式发动机上用乙醇作过燃料，70 年代以后开发和应用乙醇作燃料的国家日益增多。也有将用作燃料的乙醇称为燃料乙醇(以下简称乙醇)。

生物柴油通常是指将植物油、动物油或废烹调油经过处理后，其理化性质与柴油接近，可用作柴油机的燃料。目前多数生物柴油是用可食用的菜油、豆油等制成，很多不可食用的植物油同样可制成生物柴油，有待开发。凡是用生物质制成的燃料称之为生物燃料，其中液体的也有人称之为绿色石油，乙醇及生物柴油仅是其中的两种，目前已用得较多，而且具有良好的发展前景。

很多植物的枝、叶、果实能够提炼出生物燃料，或者从有些植物的树干中流出类似石油的液体，将这类植物统称为能源植物，其范围很广，包括草本、灌木、乔木及水生植物等。在将植物纤维转化为液体燃料的技术成熟，生产廉价的燃料时，将有更多的植物可看成是能源植物。

能源植物的品种繁多，仅以草本植物为主而言，据不完全统计，我国可食用及不可食用的含油植物就有 400 余种。随着遗传基因工程、杂交技术及生物技术的广泛而深入的研究，将陆续有以产油为主或适合发酵生产液体燃料并且高产的品种出现；同时也会有更多的耐干旱、耐寒及抗虫害的新品种产生。

2. 能源植物及油

部分能源植物的简况如表 1-2 所示。其中绝大部分在我国不同地区都有生长,何种植物能作为生产燃料的资源开发,需要调研、试验及试用。

表 1-2 部分能源植物简况

名 称	特 性	含油部位及含油量
续随子(千金子)	二年生圆柱形茎高 1~1.5 米	种子长 5 毫米,宽 3~4 毫米,表皮有黑斑,含油 40%~60%
油茶	常绿灌木,分布在长江南方	种子壳薄,种仁含 40%~60% 棕黄色油
茶	常绿灌木,分布在长江流域及南方	种仁含 28%~35% 的黄色油
秋葵	一年生草本,分布在南方各地	种子含油 20%
白檀	落叶灌木或小乔木,全国各地有	种子含油 30%
烟草	一年生草本,各地都有,仅贵州可收烟籽千吨以上	烟籽含黄色油 30%~40%
霍霍巴	多年生常绿灌木,可生长在亚热带及沙漠地区,可用于固沙	种子含油 50%,可制高级润滑油,叶子及嫩茎作饲料
黑皂树,又名小桐子、芙蓉树	灌木或小乔木,高 2~5 米,大戟科,可活 20 年以上,适合在亚热带及热带干旱山坡地种	百粒种子重 70 克,种子含油 34%,种仁含油 52%,可用作内燃机等燃料
桉树,金娘科	种类很多,既有灌木,也有高达 100 米,周长 20 米的大树,其中蓝桉是优良速生树种,多产于亚热带及热带。每公顷可产油 20~50 吨	枝叶含油 6.6%~8.7%,主要成分是 $C_{10}H_{18}O$,可用作燃料、香料及医药等
棕榈树,又名油棕树	主要产于亚热带,如马来西亚	果实含油,除可食用外,是柴油机的燃料
松树	很多地区可种植的树	从松脂及木质纤维可提炼出黄色油,主要成分为 $C_{10}H_{16}$,可作汽油机燃料

续表

名 称	特 性	含油部位及含油量
马利筋	多年生草本，能生长在干旱、贫瘠地区，栽植2~3个月即可收割	茎及叶含乳白色烃类化合物，含量可达75%
油渣果	藤本植物，生长于西藏南部山区	种仁含油 72% ~ 77%
油瓜	多年生匍匐性植物，适宜在干旱地种，一年可多次收获	地根含淀粉，种子含油 33%
蓖麻	各地都有，一年生植物	种子可产蓖麻油，掺入醇燃料提高其黏度
油沙豆	生长在辽宁、吉林与内蒙古地带，一年可种二季，生长期 110 天，亩产 1300 千克	块根类似土豆，粒小含油 38%

我国能源植物分布广泛，资源量很大，据统计中国高等植物中共计 152 科 697 属 1554 种可作燃料油植物用。可分为天然野生植物、野生栽培种、栽培种及外来品种等几类。以本土栽培、野生及半野生的为主，外来品种仅占总数的 8.5%。

3. 水生能源植物

在淡水及海水中也有较多的能源植物，现举数例如下。

(1) 风眼莲

风眼莲又称水葫芦或水浮莲，在河水、池塘或沟渠中繁殖生长快。风眼莲在长江以南年产量高达 7.5 ~ 10 万千克。不仅可作饮料及使污水净化外，也是良好的能源植物，每公顷的风眼莲经过厌氧发酵可产生 7 万立方米的沼气。

(2) 巨型海带

通常作为食品的海带是不能提供能源的，有一种巨型海带，可提取大量合成天然气，还可提取氯化钾和化妆品中的乳化剂。巨型海带生长快，每天可长 0.6 米，在 5 个月的时间内可长到约 60 米。养殖海带的地方，还可使鱼类及养殖的蚝类增产，我国山东及台湾等地已在开发或研究中。

(3) 藻类

在淡水及海水里都有大量藻类生物物质，将一种生长快的藻类称为巨藻，成熟的巨藻一般有 70 ~ 80 米，最长的可达 500 米。藻类是藻胶、塑料、纤维板及制药工业的原料，有些藻也可提炼出燃料，或者甲烷。

第三节 乙醇与生物柴油

应用的现状及发展

1. 我国的简况

我国目前以用陈化粮、谷物、甜高粱、薯类及甘蔗等生产乙醇为主，年产 12 万吨以上有河南天冠、黑龙江华润、吉林燃料乙醇及新天龙，安徽丰原及吉安生化等。据 2005 年统计，包括生产 3 万吨以上的酒精厂，总产量约 297 万吨，其中 1/3 用作燃料。用秸秆等纤维生产纤维乙醇已经试生产或立项的有河南天冠及山东禹城等。乙醇厂的生产规模及产量都在逐年增加，有条件的地方还将建新厂。

我国乙醇产业在节能减排、综合利用及开发新工艺等方面，都不断取得新进展，例如开发了连续蒸煮法、无蒸煮工艺、同步糖化发酵及浓醪发酵等，有些先进工艺在生产应用中，已取得提高产量、降低成本等良好的效果。

解放战争期间，河南南阳天冠集团公司的前身——芳林酒厂将酒精用作汽车的燃料，对解放全中国作出了贡献。我国 2001 年完成车用乙醇汽油燃料的可行性研究，制定了相应的标准。2002 年河南省等开始汽车使用在汽油中加 10% 变性乙醇(E10)的试点工作，2005 年推广到 9 个省使用 E10。2004 年河南天冠在柴油机上掺烧 5% ~ 10% 乙醇取得成功，并在南阳等地区的汽车上推广使用。2005 年国家颁布了《可再生能源法》，鼓励发展乙醇及生物柴油等生物燃料。

我国可食用及不可食用的野生植物的资源丰富，野生植物油还有待开发。可食用的植物油产量增幅较大，20 世纪 90 年代初总产量还不到 500 万吨，而 2001 年已达到 1086 万吨。此外，每年还有大量的废烹调油，据不完全统计，每年约有 500 万吨可以利用。20 世纪 80 年代贵州山地农机研究所、上海内燃机研究所、南京野生植物研究所及上海交通大学等单位，开展将菜油、棉籽油、桉树油及黑皂油等用作发动机燃料的试验研究，并在拖拉机及船舶柴油上使用。以后，中国农业工程研究设计院、辽宁省能源研究所、华中理工大学、中国科技大学及陆军化学所等单位都不同程度地对生物柴油进行过试验研究。