



当代石油和石化工业技术普及读本

生物燃料

崔心存 编



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

生物燃料

崔心存 编

中国石化出版社

内 容 提 要

生物燃料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。本书简要介绍了生物燃料的基本情况,主要包括醇燃料、生物柴油的生产、性质、应用现状及发展等。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

生物燃料/崔心存编. —北京:中国石化出版社, 2014. 9
(当代石油和石化工业技术普及读本)
ISBN 978 - 7 - 5114 - 2988 - 9

I. ①生… II. ①崔… III. ①生物燃料 - 普及读物 IV. ①TK6 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 200431 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

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

850 × 1168 毫米 32 开本 5 印张 91 千字

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

定价:15.00 元

前 言

《当代石油和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,在修订了原有分册的基础上,补充编写了海洋石油开发、天然气开采等8个新的分册,于2007年出版发行了《普及读本》第二版;2009年我们又组织编写了煤制油、乙醇燃料与生物柴油等7个分册。至此,《普及读本》第三版共出版了26个分册,涵盖了陆上石油、海洋石油、开采与储运、天然气开发与利用、石油炼制与化工、石油化工绿色化及信息化、炼化企业污染与防治等石油石化工业相关领域的内容。

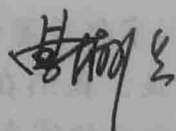
《普及读本》以企业经营管理人员和非炼化专业技术人员为读者对象,强调科普性、可阅读性、实用性、知识及技术的先进性,立足于帮助他们在较短的时间内对石油石化工业各个技术领域的概貌有一个基本了解,使其能通过利用阅读掌握的知识更好地参与或负责石油石化业的管理工作。这套丛书作为新闻出版总署“十五”国家科普著作重点出版项目,从开始组织编写到最后出版,我们在题材的选取、大纲的审定、作者的选择、稿件的审查以及技术内容的把关等方面,都坚持了高标准、严要求,力求做到通俗易懂、深入浅出、由点

及面、注重实用。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年度中国石油化工集团公司科技进步三等奖。

近年来，石油石化工业的发展日新月异，先进技术不断涌现；随着时间的推移，原有部分分册中的一些数据已经过时，需要更新。为了进一步完善《普及读本》系列读物，使其内容与我国石油石化工业技术的发展相适应，我们决定邀请国内炼油化工领域的专家对第一版及第二版的19个分册进行修订，组织该书第四版的出版发行，从而使该系列读物与时俱进，更加系统全面。

《普及读本》第四版的组织编写和修订工作得到了中国石油、中国石化、中国海油、中国神华以及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



二〇一一年八月八日

《当代石油和石化工业技术普及读本》

(第四版)

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	刘跃文	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	法琪璜	庞名立
赵 怡	宫 敬	贺 伟	郭其孝
贾映萱	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

我国石油资源紧缺，空气污染较严重，雾霾天气时间之长及范围之广引起全国人民的关注。世界气候变暖，极端天气及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。使用低碳、含氧清洁的生物燃料，节能减排，降低二氧化碳排放，已经成为我国及世界各国重要而迫切的大事。

生物质能是可再生、可持续发展的清洁能源，生物燃料是生物质能的重要组成部分。开发与应用生物燃料是高新技术与密集型劳动相结合的产业。在农村及小城镇建立中、小型开发与生产生物燃料的合作社或企业，是使农民更快富裕起来，使农村就地实现城镇化及小康社会的重要途径；也是我国净化空气，建设生态文明社会及美丽中国的必由之路。

限于篇幅，本书重点介绍车辆等交通工具用的液态生物燃料的基本内容及国内外应用简况。让能源、农业、林业的管理人员、广大农村工作者、农民兄弟及企业家们能有基本的了解，为开创生物燃料新能源企业及其推广应用做出贡献。

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	(12)
第二章 甲醇燃料	(19)
第一节 醇燃料	(19)
第二节 甲醇燃料在汽车上的应用	(25)
第三节 醇燃料应用范围的扩大及技术进展	(33)
第三章 乙醇燃料	(36)
第一节 原料及生产	(36)
第二节 在汽油机车上使用乙醇	(43)
第三节 在柴油机车上使用乙醇	(56)
第四节 含水乙醇燃料的应用	(60)
第五节 乙醇发动机的冷启动	(65)
第六节 乙醇发动机用材及润滑油	(67)
第四章 生物柴油及废油的利用	(71)
第一节 植物油的性质	(71)
第二节 植物油作为燃料的应用情况	(77)
第三节 生物柴油的原料、生产及性质	(85)
第四节 生物柴油与含水乙醇的混合燃料 ...	(92)
第五节 废油的利用	(99)

第六节 生物柴油的应用	(108)
第五章 能源植物及其燃料	(117)
第一节 能源植物	(117)
第二节 植物油的分布与提炼	(121)
第三节 木本能源植物燃料的研发与应用 ...	(123)
第四节 选择和开发能源植物的原则及需思 考的问题	(132)
第六章 生物燃料的新进展	(136)
第一节 原料资源的扩展	(136)
第二节 乙醇及纤维乙醇的一些实验结果 ...	(137)
第三节 多元混合燃料的研发与应用	(142)
参考文献	(147)

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, 唯一的可再生资源。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

(1) 生物质能的分类

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。

(2) 能源植物及油

很多植物的枝、叶、果实能够提炼出生物燃料, 或

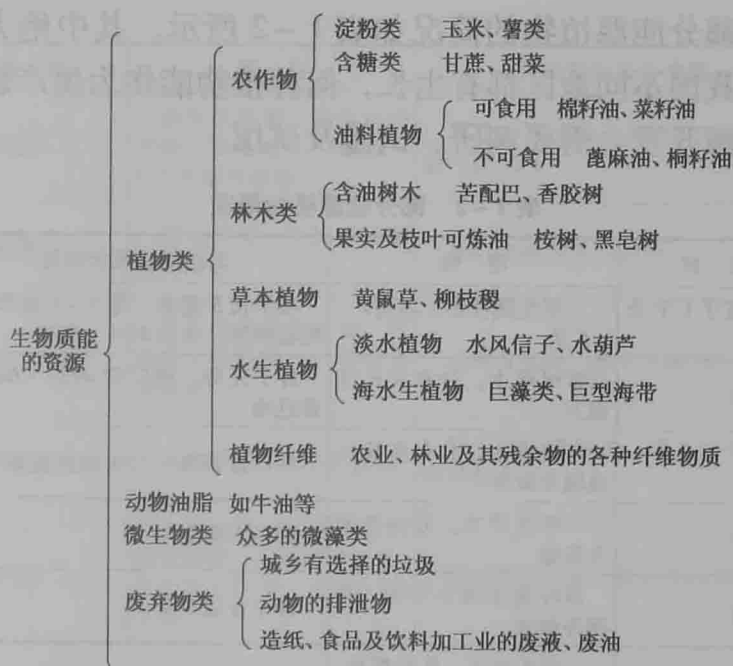


图 1-1 生物质能的资源

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。

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，大体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 凤眼莲

凤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。凤眼莲在长江以南年产量高达7.5~10万千克。可作饲料，可以使污水净化，同时也是良好的能源植物，每公顷的凤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。

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(甲醇、乙醇、生物柴油等)及气态(沼气、氢气等)存在。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，如醇燃料)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

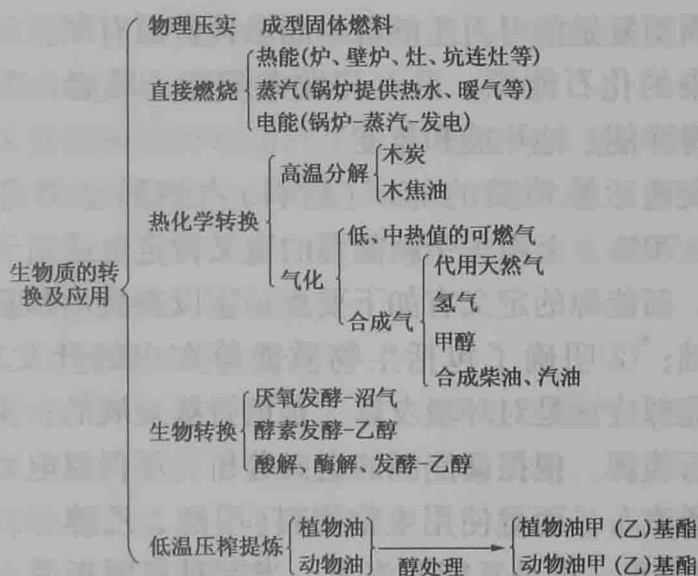


图 1-2 生物质的转换及应用

平均的太阳能光合作用的效率只有 0.3%，通过计算分析，如果光合作用的效率达到 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然会逐步提高，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。

4. 生物质能是新能源

1981 年联合国召开的“联合国新能源和可再生能源会议”对新能源定义为“以新技术和新材料为基础，使传统的可再生能源得到现代化的开发与利用，用取之不