



能源与未来丛书

BIOFUELS

John Tabak, PH.D.

生物燃料

——土地和粮食的忧患

〔美〕约翰·塔巴克 著



1897

商务印书馆
The Commercial Press

能源与未来丛书 

生物燃料

——土地和粮食的忧患

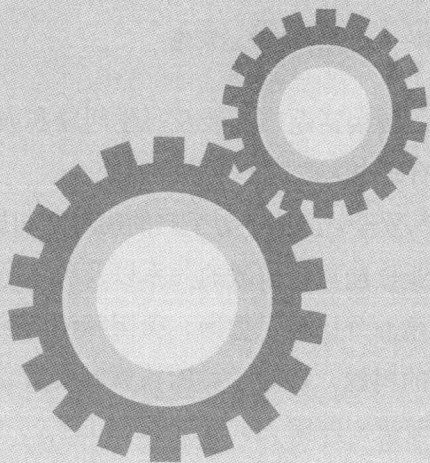
Biofuels

〔美〕约翰·塔巴克 (John Tabak) 著

冉隆华 译

商务印书馆

2011年·北京



序

世界各国的运输、制造、制热、制冷和电力等部门消耗的能源数量大得惊人；随着越来越多的人采用能耗越来越高的生活方式，对能源的需求持续增加。21 世纪的一项中心任务就是，以对环境破坏最小的方式满足日益增长的能源需求。人们提出的解决方案错综复杂，还伴随着意想不到的后果。

“能源与未来”丛书共有六卷，力图简明全面考察与能源获取和电力生产有关的历史、技术、经济、科学以及对环境与社会的影响（包括环境公平）等问题。每卷介绍一种或几种能量来源以及把它们转换成有用工作能所需的技术。其中相当大的篇幅着重于描述这些技术的科学基础、存在的局限、对环境的影响、获得性与成本问题以及政府政策与能源市场的相互影响。所有这些问题都是认识能源所必不可少的。每卷还包括对该领域一位著名



人士的访谈。访谈话题广泛涉及科学问题和高度个性化问题，揭示额外的、有时令人吃惊的事实和观点。

《核能与安全》讨论电力生产的物理学和技术、反应堆设计、核安全、商业核能与核扩散的关系以及美国解决核废料处置问题的尝试。结尾部分比较了德国、美国和法国的核政策。就美国核工业商业化的问题，访问了美国核管制委员会核反应堆管理办公室前主任哈罗德·丹顿（Harold Denton）。

《生物燃料》介绍了主要燃料、它们的生产方法及其在运输和电力生产部门的应用。还讨论了生物燃料大规模应用对环境和经济的影响，还特别关注了对粮食价格的影响。描述了生物燃料小规模应用的一些细节，例如，生物燃料的循环利用。此卷结尾部分讨论了政府政策对生物燃料市场发展的一些影响。此卷的访谈对象是经济学家阿马尼·埃拉贝德（Amani Elobeid）博士，她是广受尊敬的乙醇、食品安全、贸易政策和国际食糖市场专家。她和读者分享了她对乙醇市场及其对粮食价格影响的看法。

《煤炭和石油》描述了这些能源的历史。详细讨论了煤炭和石油技术，即煤炭开采技术、石油钻探技术、煤炭加工技术和石油炼制技术，还讨论了把这些一次能源转换成有用工作能的方法。特别关注了煤炭、石油利用对当地环境和全球环境的影响以及煤炭、石油领域的政府和行业关系。此卷包含对西弗吉尼亚州众议院议员、矿山安全特别委员会副主任查伦·马歇尔（Charlene Marshall）的访问，他谈了国家依赖煤炭时个人要付的代价的一些看法。

《天然气和氢气》介绍了天然气生产、运输和消费的技术和基础设施规模。此卷强调说，天然气生产事业和能源期货市



场已经演变为投机和风险管理工具。此卷还描述了氢气这种燃料，它一直吸引人们大量关注和进行研究。这里重点描述了氢气的潜在优势以及迄今阻止氢气的大规模燃料转换的障碍。此卷的访谈对象是美国能源部国家能源技术实验室雷·波斯韦尔（Ray Boswell）博士，波斯韦尔谈了他对甲烷水合物矿藏的识别和性质研究；毫无疑问，这是当今能源研究最有前途的领域之一。

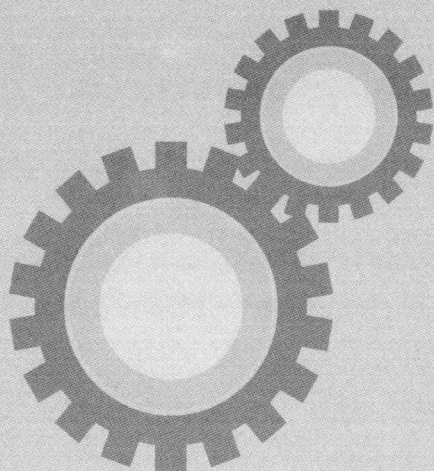
《风能和水能》介绍了传统水电、目前的常规风电以及前景极不确定的较新技术，这些新技术旨在利用洋流能量、海浪能量以及海洋上下层之间的温差。此卷讨论了每种技术的优点和局限性，描述了这些装置能够利用的最大能量的数学模型。此卷包含对美国前国家可再生能源实验室的科学和技术副主任斯坦·布尔（Stan Bull）博士的访谈，他谈了如何（或者应当如何）管理、培育和评价科学研究观点。

《太阳能和地热能》介绍了目前反对意见最少的两种电力生产方式。除了描述太阳能和地热能的性质及其利用工艺外，还详细介绍了在实践中如何利用太阳能和地热能作为电力市场提供电力。特别地，书中还向读者介绍了基本负荷和高峰负荷的差异、间歇性能源（太阳能）和几乎可以连续工作的能源（地热能）的一些实际应用区别。每个部分都讨论了鼓励太阳能和地热能部门在能源市场增长的一些政府政策。此卷采访的是在盖沙斯地热田的卡尔派恩公司的工程部主任约翰·费雷森（John Farison），他谈论了设施运行和保持产量面临的一些挑战，该公司是世界上最大和生产率最高的地热单位之一。

“能源与未来”丛书简明、全面地介绍了大规模能源生产和消费的科学、经济、技术及其环境、社会后果。丛书图文并茂，

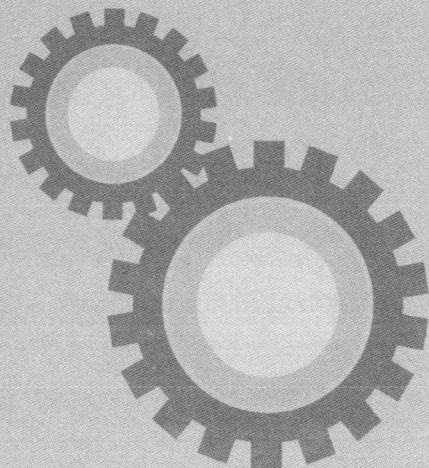


各卷独立成体系，也可以用作多种科学课程的参考书。



致谢

美国田纳西流域管理局媒体关系部吉姆·艾伦 (Jim Allen) 和伯灵顿电力部约翰·欧文 (John Irving) 为作者研究他们各自所在单位使用的一些技术提供了帮助, 作者在此深表谢意。作者还要感谢 Facts On File 出版社执行编辑弗兰克·达姆施塔特 (Frank Darmstadt) 的耐心和支持, 感谢伊丽莎白·奥克斯 (Elizabeth Oakes) 挑选精美的照片, 感谢阿马尼·埃拉贝德 (Amani Elobeid) 博士的慷慨指点。



引言

21 世纪的一个中心问题就是以对环境负责的方式获得充足的能源供应。许多资源都将用来解决这个问题，每个建议方案都将引起争议，寻求答案谈何容易。

在与能源生产相关的所有问题中，没有哪个问题比生物燃料生产问题更复杂的了。生物燃料就是来源于生物质的非化石燃料，它包括植物、动物排泄物和城市垃圾。要获取足够的生物质来满足需求，就需要集约经营大量森林，还要求把用于粮食和饲料生产的农业资源转用于燃料生产。生物燃料具有特殊的环境和经济破坏作用。

本卷介绍了最常见的生物燃料类型和生物燃料技术，力求说明生物燃料利用的相关优势和劣势。生物燃料种类繁多，利用方式千差万别。最有名的例子是，生物燃料用于运输行业。它们通



常与汽油燃料或柴油燃料混合使用，不过它们也可以用来发电，为住宅和工业供热。生物燃料的消费很简单，如把木头放在火上；生物燃料的消费也可以很复杂，如用联合循环发电机组燃烧来源于植物的可燃气。本卷力求突出一些这种多样性。

第一章描述生物燃料是什么，然后介绍人类利用木材的一些历史。这种简要的历史因如下的事实而变得复杂：燃烧木材不仅仅是为了获取热能，获取木材也不仅仅是为了燃烧。这些历史说明了许多国家今天尝试使用生物燃料所面临的大量的相同问题。一些先人成功地、负责任地利用了这种最基本的燃料来源，一些先人却没有做到这一点。

虽然生物燃料类型繁多，但是所有生物燃料生产的目的是被用来燃烧的。因此，可以根据能含量、生产成本、获得性及其生产和消费对环境的影响，对生物燃料进行比较。第二章和第三章介绍这些观点，但其他章节也有所涉及。不对这些观点进行评价，就难以理解生物燃料的优势和局限性。

在美国，大约百分之九十的石油用于运输行业，大多数轿车、卡车、火车、飞机和轮船都消耗石油来产生动力，石油消费和交通运输几乎是同义词。生物燃料乙醇和生物柴油是石油的两种极少的替代品。相对于石油市场巨大的规模，虽然生物燃料乙醇和生物柴油的利用历史与汽油、柴油一样悠久，但它们的市场规模微乎其微。（一些最早的汽车发动机用乙醇，一些最早的柴油发动机用植物油。）第四章和第五章分别讨论乙醇和生物柴油。

第六章介绍目前采用的生物燃料发电方式。目前，生物燃料发电量极其微小。生物燃料对电力这个重要行业的贡献非常小，这是有其恰当理由的。在这一章将介绍生物燃料发电技术现状。



生物燃料有固体、液体和气体三种形式。它们的用途极其多样，但其大规模利用也存在许多严重制约因素。第七章介绍生物燃料大规模利用的一些基本物理限制。虽然生物燃料在能源构成中的最大潜在份额很小，但是使用生物燃料依然具有令人信服的理由。要充分理解生物燃料利用的环保优势，理解前述观点的真实性就具有重要意义。第八章给出了几个例子，说明生物燃料利用如何解决环境问题，同时对能源生产作出贡献。

在发达国家，生物燃料乙醇和生物柴油产业的生存仅仅是政府强力干预交通运输燃料市场的结果。大量补贴生物燃料乙醇和生物柴油生产是常见的做法；另一种做法也很常见，为了保证生物燃料生产商的市场，政府要求把生物燃料与相应的石油燃料混合使用。美国如此，欧盟如此，甚至巴西也如此——巴西是建立现代生物燃料运输市场的杰出先驱。第九章讨论美国政府试图发展生物燃料市场所采取的一些措施。政府创立生物燃料市场的努力并非总是成功，代价却总是高昂。这表明哪怕用相应的生物燃料替代少量汽油和柴油，都是非常艰难的。

生物燃料生产和消费涉及能源业最复杂、最有趣的一些问题。解决这些问题，将产生重要的经济后果与环境后果，而且这些问题将成为一些越来越热门的能源及环境的公共话题。



目 录

序.....	i
致谢.....	v
引言.....	vi

第一部分 生物燃料的性质与历史 1

第一章 最早的燃料.....	3
第一节 什么是生物燃料?	5
第二节 火与木柴的简史.....	8
第三节 早期的保护工作	16
专栏一 古代森林, 现代人类	18
第二章 燃料的性质	23
第一节 生物燃料的能含量	23
第二节 获得性及成本	28
第三节 环境影响和经济影响	33
专栏二 碳汇、碳源和温室气体效应	34



第三章 燃烧化学	43
第一节 理论上的燃烧	44
第二节 燃烧的一些实际问题	49
第三节 高效发动机	53
专栏三 可持续性	56
 第二部分 重要生物燃料技术	59
 第四章 乙醇	61
第一节 乙醇生产技术	63
专栏四 乙醇在巴西	70
第二节 净能量平衡	72
第三节 美国乙醇市场	77
 第五章 生物柴油	81
第一节 生物柴油的若干性质	82
第二节 生物柴油市场：需求与供给	89
专栏五 藻类生物柴油	92
 第六章 电力生产	99
第一节 电力生产和电力市场	101
第二节 生物燃料发电厂	105
专栏六 案例研究——发电与环境	112



第三部分 环境因素与政策因素 119

第七章 生物质的大规模利用 121

第一节 生物质：太阳能的一种形式 123

第二节 多少土地换多少燃料？ 128

专栏七 生物炼制厂选址 132

第八章 生物燃料消费的理由 135

第一节 一种环保方式 136

第二节 制浆和造纸工业 140

第三节 火灾控制 143

专栏八 制浆造纸业气化技术 144

第九章 生物燃料的政策与研究 151

第一节 克服惯性 152

专栏九 柳枝稷——未来燃料 156

第二节 乙醇市场立法 159

第三节 科学、商业与生物燃料 164

结束语 168

后记 乙醇经济学——阿马尼·埃拉贝德博士访谈录 ... 170

大事记 180

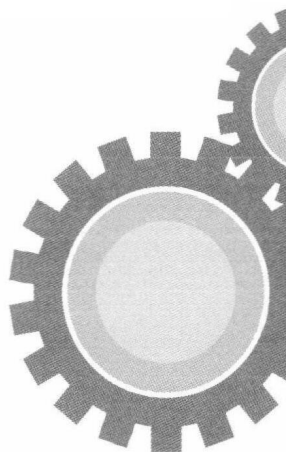
术语表 183

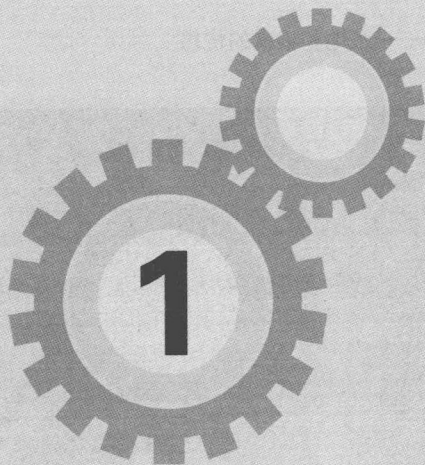
参考文献 187

第一部分



生物燃料的性质与历史





第一章 最早的燃料

生物燃料，即来自植物物质和动物粪便的非化石燃料，它是最早的燃料，应用历史非常悠久。有证据表明，16万4千年以前，生活在南非海岸的现代人类用火来做饭，甚至现代人类的近亲尼安德特人显然也用过火，不过其用火方法的细节仍不清楚。生物燃料很可能是遥远时代人类所控制的唯一能源来源，在今天依然具有重要作用。

负责任地集约利用生物燃料，需要解决与其利用有关的大量技术问题和环境问题。回顾过去，其中一些问题甚至明显在世界最古老社会的历史中出现过，它们揭示了生物燃料的许多性质。本章介绍木头利用的一些早期成就。生活在今天的亿万人依然熟悉许多早期的技术和方法，因为这些技术和方法天天在用。更一般地说，木头作为燃料的早期历史表明，哪怕维持适度人口的生活，



4 生物燃料——土地和粮食的忧患



生物燃料是人类掌握的最早能源来源，如今依然是重要的能量来源。

(Einer Helland Berger)

都需要大量木头，没有对森林集约管理，生产这么多木头就可能导致环境灾难。为了使生物燃料成为重要的能源来源，必须大规模地、高效地收获生物质——生物燃料的来源。没有效率就会产生广泛的环境破坏。

本章开宗明义就说明了什么是生物燃料，生物燃料不是一种燃料来源，而是许多种燃料来源。每种燃料的重要性都不相同，它取决于各自的化学成分、发现区域、利用文化及其利用者的收入和技术。评价这个主题的第一步就是评价它的复杂性。