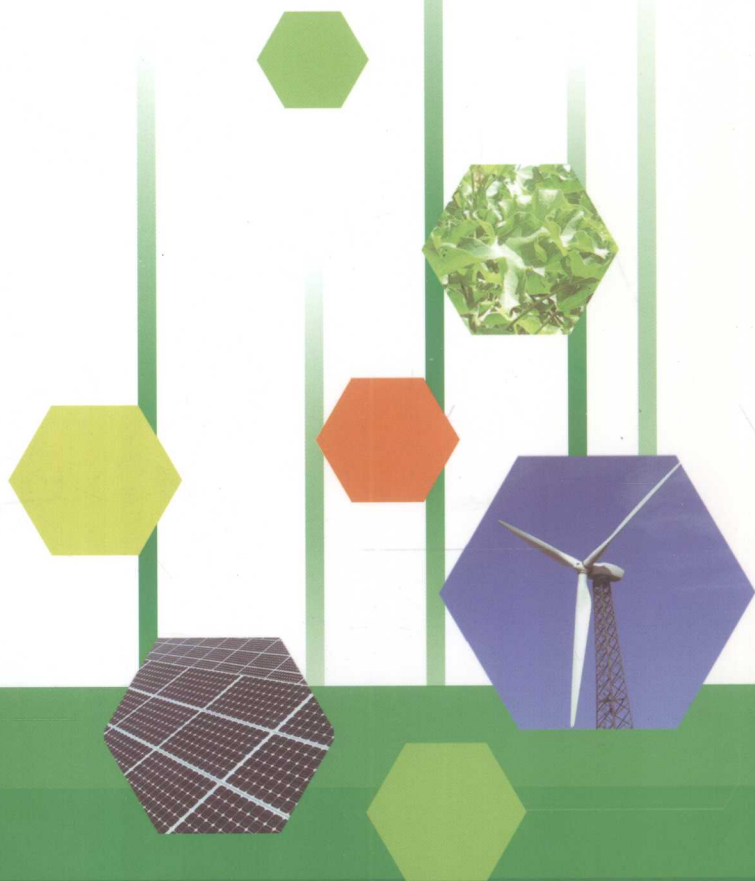


高职高专系列教材

新能源技术

主编 周锦 李倩
主审 钱伯章



中国石化出版社

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

高职高专系列教材

新能源技术

主编 周锦李倩

主审 钱伯章

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以可再生能源和其他新能源的技术与应用新进展为出发点,重点介绍了太阳能、风能、水力能、地热能等可再生能源的技术发展现状及应用前景,作为可再生能源的生物质能的应用技术与前景,尤其是生物乙醇和生物柴油的发展态势和生产技术,同时评价了氢能(含燃料电池)、核能、新能源汽车和新型蓄能电池与蓄能技术的开发和利用进展。

本书力求以新的数据、广的视角和大的集成,使读者能掌握世界与中国在上述领域的新技术、新产能、新应用、新动向和新方向。

本书可作为高职高专院校、本科院校举办的职业技术学院化工技术类专业及相关专业教材,也可作为五年制高职、成人教育及相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

新能源技术 / 周锦,李倩主编;钱伯章主审.
—北京:中国石化出版社,2011.9
ISBN 978-7-5114-1200-3

I. ①新… II. ①周… ②李… III. ①新能源—
技术 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 196923 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

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

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 250 千字

2011 年 10 月第 1 版 2011 年 10 月第 1 次印刷

定价:26.00 元

目 录

第一章 绪论	(1)
一、迎接后石油时代的到来	(2)
二、低碳经济：第五次革命浪潮	(3)
三、新能源定义及政策	(4)
四、开发新能源	(5)
第二章 太阳能	(6)
第一节 太阳能利用概述	(6)
一、太阳能概述	(6)
二、太阳能的转换	(6)
三、太阳能的收集	(7)
四、太阳能的储存	(10)
五、太阳能的利用	(11)
第二节 太阳能资源	(12)
一、太阳常数	(12)
二、世界太阳能资源	(12)
三、中国的太阳能资源及其分布	(13)
第三节 太阳能电池	(14)
一、太阳能电池的物理基础	(15)
二、太阳能电池等效电路	(16)
三、太阳能电池性能及特性	(16)
四、太阳能电池的测试	(17)
五、太阳能电池的分类	(18)
六、太阳能电池的组合和封装	(19)
第四节 太阳能电池发电系统	(20)
一、系统组成	(20)
二、太阳能电池发电系统的设计	(22)
三、太阳能电池发电系统的运行方式	(22)
四、太阳能电池发电系统的应用及前景	(22)
第五节 太阳能光伏发电	(23)
一、太阳能光发电分类	(23)
二、太阳能光伏发电组成及应用	(24)
三、太阳能光伏发电的优缺点	(25)

第六节 太阳能热发电	(27)
一、太阳能热发电分类	(27)
二、太阳能热发电系统组成	(30)
三、太阳能热发电的经济性	(31)
第七节 太阳能-化学能转化技术	(31)
一、光合作用	(31)
二、光化学作用-光催化水解制氢	(32)
三、光电转化-电解水制氢	(32)
第三章 生物质能	(33)
第一节 生物质能概述	(33)
第二节 生物质能资源	(34)
一、薪柴	(34)
二、农作物秸秆	(36)
三、人畜粪便	(36)
四、工业有机废水和垃圾	(36)
第三节 生物质的利用	(37)
一、概述	(37)
二、生物质发电系统	(40)
第四节 生物质燃料的生产技术	(41)
一、水相化学反应	(41)
二、合成生物学方法	(42)
三、生物质直接制备油(生物油)	(43)
第五节 乙醇生产技术与发展趋势	(47)
一、乙醇生产常规技术及进展	(47)
二、纤维素乙醇生产技术与发展	(50)
第六节 生物柴油生产技术与应用	(55)
一、植物油和生物柴油的特性	(55)
二、生物柴油的生产技术	(58)
三、我国生物柴油生产标准和开发进展	(62)
第七节 微藻生产生物燃料,潜在的原料新来源	(65)
一、微藻生产生物燃料的优点	(65)
二、微藻生物燃料生产技术	(68)
三、我国微藻生物燃料的发展	(69)
第四章 风能	(70)
第一节 风能概述	(70)
第二节 风能资源	(71)
一、风速及风向	(71)
二、风速沿高度的变化	(72)

(80) 三、风向方位	(72)
(90) 四、风能密度	(73)
(80) 五、风速频率分布	(74)
(100) 第三节 风力发电	(74)
(101) 一、发展简史及现状	(74)
(80) 二、风力发电的原理及系统组成	(75)
(80) 三、运行方式	(76)
(90) 四、风力发电设备——叶片	(78)
(01) 五、风力发电的核心技术	(80)
(01) 六、发展趋势	(81)
(110) 第四节 风力发电场	(81)
(111) 一、风力发电场发展现状	(81)
(21) 二、风力发电场的特点	(82)
(120) 第五节 风力发电机组	(83)
(21) 一、分类及现状	(84)
(10) 二、风力机	(84)
(15) 三、发电机	(87)
(15) 四、塔架	(88)
(15) 五、升速齿轮箱	(88)
(15) 六、控制系统	(88)
(45) 七、发展趋势	(89)
(130) 第六节 风力发电储能系统	(90)
(45) 一、蓄电池储能	(90)
(85) 二、压缩空气储能	(90)
(85) 三、飞轮储能	(90)
(85) 四、抽水储能	(91)
(75) 五、电解水制氢储能	(91)
(135) 第七节 中国风力发电进展	(91)
(85) 一、中国风能资源	(91)
(85) 二、中国风力发电现状与展望	(92)
第五章 水力发电与海洋能	(96)
(100) 第一节 水能及水力发电	(96)
(00) 一、水能	(96)
(20) 二、水力发电	(96)
(18) 三、水力发电发展史	(96)
(18) 四、水力发电的特点	(97)
(105) 第二节 水力发电的原理与种类	(98)
(85) 一、水力的开发	(98)

二、水力发电的原理与流程	(98)
三、水能资源的开发方式及水电站的基本类型	(99)
四、水电与其他发电方法的比较	(103)
五、水工建筑物	(103)
六、水力发电的主要设备——水轮机与发电机	(105)
第三节 我国水力发电发展现状和展望	(108)
一、我国水能资源现状	(108)
二、我国水力发电展望	(109)
第四节 海洋能及其利用	(110)
一、海洋能概述	(110)
二、潮汐能概述	(110)
三、潮汐能资源及其发电技术	(111)
四、潮汐发电历史、现状和发展趋势	(115)
五、波浪能发电	(116)
六、海洋温差发电	(119)
七、海流发电	(120)
第六章 地热能技术与利用	(121)
第一节 地热能及资源	(121)
一、地热能概述	(121)
二、地热资源	(121)
第二节 地热发电	(124)
一、地热发电概述	(124)
二、地热发电的类型及原理	(124)
第三节 地热直接利用	(126)
一、地热供暖	(126)
二、地热浴疗、洗浴、游泳	(126)
三、地热水在工农业方面的利用	(127)
第四节 我国地热能的发展预测	(127)
一、长期目标与任务	(128)
二、中期目标与任务	(128)
三、初期目标与任务	(128)
第五节 地源热泵技术与应用	(128)
第七章 核能发电技术与应用	(130)
第一节 核能发展简史	(130)
第二节 核资源	(131)
一、海洋的核资源	(131)
二、月球的核应用	(132)
第三节 核能发电	(132)

一、核能发电概述	(132)
二、核能发电优缺点分析	(132)
第四节 中国核能发电现状与展望	(133)
第八章 氢能技术与应用	(134)
第一节 氢能概述	(134)
一、氢能	(134)
二、氢能的特点	(135)
第二节 氢能的开发及应用	(135)
一、氢能用于航天	(136)
二、氢能用于汽车	(136)
三、燃烧氢气发电	(137)
第三节 新型制氢方法	(137)
一、生物质制氢	(138)
二、太阳能制氢	(139)
三、从水制氢	(140)
四、硫化氢制氢	(142)
五、二氧化硫电解或光解制氢	(142)
第四节 我国氢能发展现状和展望	(143)
第五节 燃料电池技术与发展现状	(144)
一、概述	(144)
二、燃料电池的分类	(145)
三、氢燃料电池应用	(147)
第九章 新能源汽车与新型蓄能电池	(152)
第一节 新能源汽车发展现状和趋势	(152)
第二节 新型蓄能电池技术开发与应用	(154)
一、新型蓄能电池开发动向	(154)
二、锂离子电池的结构与工作原理	(154)
三、我国研发和生产进展	(155)
第十章 能源储存系统与材料	(156)
第一节 储能系统概述	(156)
第二节 储能市场规模	(157)
第三节 储能系统开发进展	(157)
参考文献	(159)

第一章 绪 论

20 世纪，全球 15% 的人口在实现工业化的过程中，消耗了同期全球 60% 的能源和 50% 的矿产资源。在未来 100 年或更长的时间里，包括中国、印度在内的占世界人口 85% 的发展中国家，也将陆续实现工业化和现代化。如何解决人口、资源、环境与工业化经济快速增长的矛盾，是人类发展需要解决的问题。大力节约能源，加快开发新能源，更快地提高能源效率，无疑是既能缓解能源资源约束、保障能源安全，又能保护环境、实现可持续发展的必然选择。

世界能源界预测，今后 10 年左右，尽管世界石油供应仍是充足的，但在今后 20 年左右的时间，全球石油产量可能开始持续下降。虽然市场力量和石油生产技术的改进可能使石油供应继续保持到 21 世纪末，但是石油危机的到来可能比一般人的设想早得多。2010 年全球每年消耗的石油已超过 $40.281 \times 10^8 \text{t}$ ，几乎每年增加 2%。以这个数字计算，到 2012 年，全

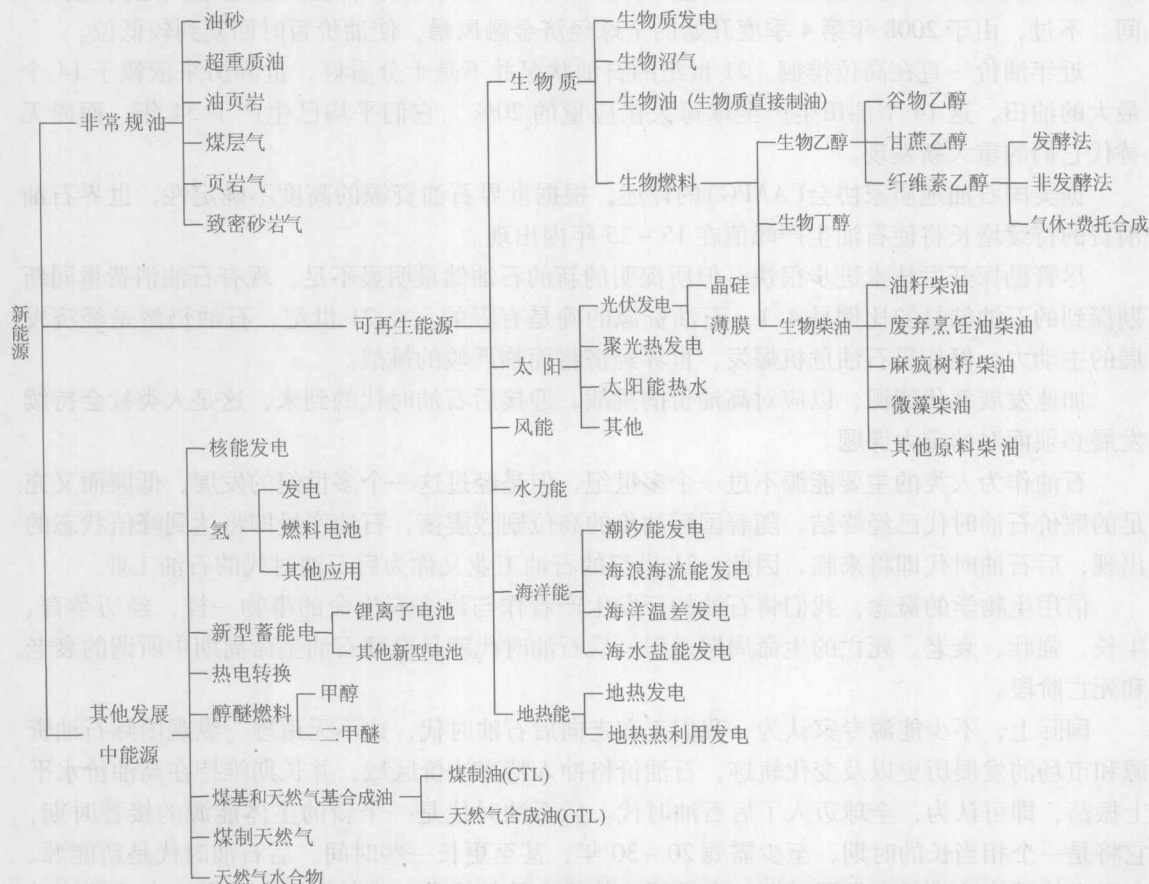


图 1-1 当今新能源范围概念图

世界将消耗掉全部石油的一半。地球上的石油到底还能供人类用多久，这是一个有争议的问题。有专家认为地球上的石油仅够用三四十年，有专家则认为可使用一二百年。按石油探明储藏量计算，世界石油的可开采年限分别为2003年41.0年、2004年40.5年、2005年40.6年、2006年40.5年、2007年41.6年、2008年42年、2009年45.7年和2010年46.2年。中国的石油可开采年限远低于世界水平，并由2003年的19.1年减小到2004年的13.4年，2009年和2010年分别降至10.7年和9.9年。

“石油时代的终结也绝不会是因为没有石油，而是人们已经找到了更好的替代能源。”随着原有能源储备日益减少，特别是不合理地过多使用煤炭、石油、天然气等化石能源造成了严重的环境污染，为了实现能源和环境的可持续发展，世界许多国家已将新能源作为发展的重点。

一、迎接后石油时代的到来

2003年以来，国际油价急剧上涨，标志着世界石油市场进入了一个新的阶段，也越来越深刻地影响着能源发展战略取向。回顾国际油价发展历史，石油价格大致可划分为15美元/桶以下的特低油价、15~20美元/桶的低油价、20~40美元/桶的常规油价、40~80美元/桶的高油价和80美元/桶以上的超高油价等五个区间。现在，世界已经进入超高油价区间。不过，由于2008年第4季度开始的全球经济金融风暴，使油价暂时回复到较低位。

近年油价一直在高位徘徊。21世纪的石油状况并不是十分看好，世界历来依赖于14个最大的油田，这14个油田生产全球每天供应量的20%。它们平均已生产了54年，而尚无替代它们的重大新发现。

据美国石油地质家协会(AAPG)的评述，根据世界石油资源的高度不确定性，世界石油消费的持续增长将使石油生产峰值在15~25年内出现。

尽管勘探开发技术进步很快，但所探明的新的石油储量明显不足，现有石油消费量同新勘探到的石油储量的比例是4:1，石油资源的确是有限的。在21世纪，石油仍然是经济发展的主动力，但如果石油危机爆发，世界经济将面临严峻的挑战。

加速发展替代能源，以应对高油价的挑战，迎接后石油时代的到来，这是人类社会持续发展必须面对的重大课题。

石油作为人类的主要能源不过一个多世纪，但是经过这一个多世纪的发展，低廉而又充足的廉价石油时代已经终结。随着国际油价的高位剧烈震荡，石油产量即将达到峰值状态的出现，后石油时代即将来临，因此，21世纪的石油工业又称为后石油时代的石油工业。

借用生物学的概念，我们将石油的开发生产看作与许多有生命的事物一样，经历孕育、生长、强壮、衰老、死亡的生命周期过程。后石油时代就是全球石油生命周期中所谓的衰老和死亡阶段。

国际上，不少能源专家认为，我们正在走向后石油时代，这不无道理。纵观国际石油资源和市场的发展历史以及变化轨迹，石油价格冲入特高油价区域，并长期维持在高油价水平上振荡，即可认为，全球迈入了后石油时代。后石油时代是一个新的主体能源的接替时期，它将是一个相当长的时期，至少需要20~30年，甚至更长一些时间。后石油时代是新能源、可再生能源快速成长和发展时期，也是石油替代产品的培育、成长和发育时期。在后石油时代，我们一方面要从各个领域入手应对高油价和特高油价；另一方面，要大力鼓励支持新能

源和可再生能源的发展以及石油替代产品的发展,从容地迎接新的主导能源时代的到来,提供新的可靠能源保障体系。

二、低碳经济:第五次革命浪潮

在以瓦特发明蒸汽机为标志的第一次工业革命后,汽车、飞机成为主要的交通工具,煤炭、石油等化石燃料被广泛利用。继工业革命之后,世界又迎来了信息革命等一系列的重大变革。然而,这些革命都带来了温室气体的大量排放,导致全球气候变暖。为了弥补上述革命带来的缺憾,如今,一个以低能耗、低污染、低排放为基础的低碳经济时代正在到来。低碳经济被人们认为是继两次工业革命、信息革命、生物技术革命之后,第五次改变世界经济的革命浪潮。

高速发展的世界经济在创造巨大物质财富的同时,也使大气中包含二氧化碳在内的温室气体的含量急剧增加。在人类社会实现工业化以前的19世纪初,大气中二氧化碳的浓度为270ppm(体积浓度,即一百万体积的大气中所含二氧化碳的体积数),而目前大气中的二氧化碳含量已达350ppm。有人预测,如果人类不采取任何措施,到2050年,大气中二氧化碳含量将超过900ppm。由此引起的全球变暖可能会导致温带扩大、冰川消融、海平面上升等一系列环境问题,人类生存环境面临着自我发展所带来的空前威胁。

联合国环境规划署2008年年鉴指出,一个新兴的绿色低碳经济已处于萌芽阶段,越来越多的企业和城市均表现出减少废气排放量和开放碳市场的愿望,投资者也在清洁能源和可再生能源方面投资数千亿美元,这带来的不仅仅是社会和经济方面的效益,更重要的是生态效益。

各国纷纷采取鼓励低碳能源开发和使用的政策。比如英国引入了气候变化税、碳排放贸易基金、碳信托交易基金。美国于2007年底颁布了新能源法,为其发展低碳经济提供法律保障。美国通过能源法案,对风能、太阳能、生物燃料等一系列可再生能源项目实行减免税收、提供贷款担保和经费支持等优惠政策,此外,一些欧洲国家还对汽油、化工产品等开征能源税和碳税。一些欧洲国家对燃烧会产生二氧化碳的化石燃料如汽油等,也准备开征能源税和碳税。目前,全球已经有50多家金融机构投资13万亿美元,进行低碳技术等开发。

走低碳经济之路是人类实现可持续发展的必然选择,它需要建立低碳产业结构、调整能源结构及消费结构,需要政策法规的扶植,更需要科技创新的支撑。

我国发展低碳经济,需要开发产业节能新技术,努力优化工艺路线,选择节约型替代产品,并实现CO₂的捕集、利用及填埋。长远看来,能源开发深度和利用效率是人类文明发展水平的标志,也是始终困扰和制约社会发展的重要因素,需要持续的科研攻关。而资源回收利用是大幅度减少资源、能源消耗的一项有力措施。

中国对未来增长仍需强化管理。虽然人均能量使用量仍低于世界平均水平,但自2000年起中国能源消费量已翻了一番。中国已计划到2020年使单位GDP的碳排减少40%~45%,到2020年可再生能源将占总能源消费量的16%~20%,到2050年达40%~45%。

我国将继续从调整产业结构、提高能效、发展清洁及可再生能源三方面积极应对气候变化,发展低碳经济。今后我国将继续推行有利于节约资源、保护环境的生产方式、生活方式和消费模式,建立低投入、高产出、低能耗、少排放、能循环、可持续的国民经济体系,为中国发展低碳经济提供必要的政策基础和条件保障。

三、新能源定义及政策

化石燃料存在着两大问题，一是其存储量有限，无法满足人们长久的能源需求；二是其在使用后产生大量污染物质，特别是导致全球变暖的二氧化碳气体。高油价给全球的经济带来相当大的冲击，许多国家开始认真思考未来本国能源安全的问题。其实，即使化石燃料存储量丰富、价格稳定，但是从人类地球环境的未来出发，人们也应着手改变现在能源需求结构，大力发展新能源。

人类严重依赖原油、煤炭和天然气这类化石燃料并非长久之计，只有广开能源渠道才能保持社会可持续性发展。

替代能源开发正在加快。200多年前开始大规模使用煤炭，100多年前开始大规模使用石油，30多年前开始大规模使用天然气，现在，煤炭、石油和天然气的价格与需求均在增长之中，使用它们还都有温室气体排放(GHG)问题。

世界环境论坛指出，核能不是可再生能源，也不是清洁能源。石油、煤炭和天然气也不是可再生能源或清洁能源。核能和化石燃料都对环境有污染，并且属不可再生能源，它们都产生长期的放射性废物或温室气体排放。但因核能仍是发展中的能源，故仍习惯地将其列入新能源范畴。各国设定新能源的种类不尽相同。中国目前设定的新能源包括太阳能、风能、生物质能、地热能和海洋能等5种。这些可再生能源列为新能源，为联合国和许多国家所认同。像太阳能、生物质能、风能、地热能又是古老的、早就被人类利用的能源，只不过现在要在高新技术基础上加以开发利用。因此，新能源是在高新技术基础上开发利用的可再生能源。

这类能源的共同点是，能量密度较低并且高度分散，风能、太阳能、潮汐能等还有间歇性、随机性问题。因此，它们的开发利用受到一定的限制，在技术上往往也存在一定的难度。新能源是清洁的能源，它们的开发利用不会污染环境或较少环境污染。新能源开发利用技术涉及工程热物理、电子学、气象学、地质学、空气动力学、海洋学、微生物学和材料学等多种学科，是综合性的高新技术。

新能源按其开发利用途径可分为若干类，其内容为：①太阳能，包括太阳能热利用、太阳能光伏利用和蓄能技术；②生物质能，包括能源植物(陆生、水生)、沼气、生物质气化、生物质液化、生物质压块、生物质发电；③风能，包括风能动力、风力发电、风帆助航以及其他利用技术；④地热能，包括中低温地热水利用、地热发电和干热岩的利用；⑤海洋能，包括潮汐能发电、波浪能发电、海洋温差发电、海流发电、潮流发电以及盐度差能利用。

水能、生物质能的应用相对成熟；风能、地热能、太阳能由于政策的支持近年来发展比较迅速。海洋能尚处于研究开发和验证阶段，距大规模商业化应用还有一段距离。

当今世界各国都在为获取充足的能源而拼搏，而且对解决能源问题的决策给予了极大重视，其中可再生能源的开发与利用尤为引人注目。新技术的发展，使得风能、生物质能以及太阳能等可再生能源得到加快开发利用。发展新能源，尤其发展可再生能源有利于促进能源安全、经济安全、气候安全和国家安全。随着化石能源的日趋枯竭，可再生能源终将成为化石能源的替代品。

四、开发新能源

2009年中国是世界第二大能源消费国,根据BP公司于2011年6月9日发布的世界能源统计回顾报告,中国在2010年已超过美国成为世界上最大的能源消费国。2010年中国的能源消费总量增长了11.2%。2008年5月,中国原油进口量首次超过日本,成为世界第二大原油进口国。2009年,中国原油表观消费量达到3.88亿吨。2009年中国进口原油已占到石油消费总量的52%,超过了50%的能源安全警戒线。

在国际油价持续上涨的背景下,风能、太阳能、生物质能等新能源有望成为全球发展最迅速的产业之一,中国的新能源产业也孕育着更多的投资机会。

我国新能源与可再生能源资源丰富,可开发利用的风能资源约2.53亿千瓦,地热资源的远景储量为1353.5亿吨标准煤,探明储量为31.6亿吨标准煤,太阳能、生物质能、海洋能等储量更是属于世界领先地位。我国开发风力发电技术已基本成熟,但对于核能、海洋能、生物质能等能源的利用还处于探索阶段。

在国际石油市场不断强势震荡,中国国内石油、煤炭、电力资源供应日趋紧张的形势下,开发利用绿色环保的可再生能源和其他新能源,已经成为缓解制约中国能源发展瓶颈的当务之急。中国致力于发展新能源将带来巨大商机,国家已出台《可再生能源法》,在“十一五”规划中也明确提出,要加快发展风能、太阳能、生物质能等可再生新能源。

世界上一些顶级石油公司已纷纷转轨成为“能源公司”,加快步伐涉足生物燃料、氢能、太阳能、风能等新能源的开发和利用。

以“为国家提供优质能源”为己任的中国石油、中国石化、中国海洋三大石油公司,除了进一步加快石油、天然气的开发速度外,三大石油公司也已腾出手来将目光投向了生物质能源、太阳能发电、风能利用、地热、煤层气等“新能源”开发上。

在《可再生能源法》及《可再生能源中长期发展规划》等推动下,中国可再生能源已步入快速发展阶段。

第二章 太阳能

第一节 太阳能利用概述

一、太阳能概述

回顾人类能源消费的历史,大约经过了木/水/风—煤—石油三大阶段,现在正向利用太阳能阶段迈进。

太阳能是最重要的基本能源,生物能、风能、水能等都来自太阳能。其优点是取之不尽、用之不竭、无所不在、不需运输、对环境没有任何污染,被公认为人类社会可持续发展的重要清洁能源。太阳能是自然界最丰富的可再生能源,据全球权威能源机构的预测,到21世纪中后期,太阳能将成为人类能源构成中的“主能量”。

太阳表面温度高达6000K,内部不断进行核聚变反应,并且以辐射方式向宇宙空间发射出巨大的能量。太阳能发电就是把太阳照射的能量转化为电能的方法。直接将太阳能变成电能的半导体器件称太阳电池。太阳能是一种取之不尽、用之不竭的能源。据估算,地球上每年接收到的太阳能,相当于地球上每年燃烧其他燃料所获能量的3000倍,因此,大力开发利用太阳能是21世纪的高新技术。

利用太阳能不仅可缓解石油等化石能源短缺的瓶颈,而且因太阳能属于清洁能源,可实现温室气体减排的良好效应,在气候变化和能源安全成为当前综合性全球问题的今天,发展利用太阳能可谓是一箭双雕。

二、太阳能的转换

太阳能是已知的最原始的能源,地球上几乎所有其他能源都直接或间接地来自太阳能(核能和地热能除外)。它是大气圈、水圈和陆圈上层中所发生的各种物理过程和各种生命活动的基本动力。

太阳辐射能被物体吸收后,主要发生光—热、光—电、光—化学和光—生物质等几种转换方式。

太阳光热转换技术的产品最多。如热水器、开水器、干燥器、采暖和制冷、温室与太阳房、太阳灶和高温炉、海水淡化装置、水泵、热力发电装置及太阳能医疗器具。

太阳光电转换,主要是各种规格类型的太阳电池板和供电系统。太阳电池是把太阳光直接转换成电能的一种器件。例如,人造卫星、无人气象站、通讯站、电视中继站、太阳钟、电围杆、黑光灯、航标灯、铁路信号灯。

太阳光化学转换包括光合作用、光电化学作用、光敏化学作用及光分解反应,目前该技术领域尚处在实验研究阶段。

太阳能除数量巨大外，还能长期供给，根据天体物理学的理论计算，估计尚可维持数十亿年之久。此外，太阳能遍地都有，不需开采和运输，并且还是清洁而毫无污染的能源。这些，都是它的独特优点。不过，它的能流密度较低，只有 $1\text{kW}/\text{m}^2$ 左右；并且由于受到昼夜、季节、地理纬度和海拔高度的限制以及晴阴云雨等随机因素的影响，使它具有间断性和不稳定性。这些，又都给太阳能的利用带来一定的困难。

太阳能目前最主要的利用是太阳能热水器和太阳能光伏发电。

太阳能光伏电池被称为“梦之材料”，因为你只需要把一片薄薄的硅片对着天空，就可以产生电能。这是目前最昂贵的可再生能源技术，但从长期看来，它可能具有最大的潜力。太阳能光伏发电是一种零排放的清洁能源，是一种能够规模应用的新能源。随着科技的发展，太阳能发电的成本将进一步降低，太阳能电力将成为人类电力的重要来源。

三、太阳能的收集

太阳能的收集方式大体上可以根据太阳能的转换方式进行分类。

1. 光-热转换

太阳能的光-热转换能量收集主要采用太阳集热器来实现。按照使用条件和需求的不同，主要可以分为平板型集热器、真空管集热器和聚焦型集热器等三类。

(1) 平板型集热器

平板型集热器是太阳能低温热利用系统中的关键部件。它实质上是一种特殊的热交换器，可将太阳能转换为工质（液体或气体）的热能。它的特点是结构简单，可以固定安装而不需跟踪太阳，并且直射辐射和漫射辐射都能收集，成本也比较低。不过，它的工作温度一般多在 370K 以下。

一般来说，平板型集热器由下列五个基本部件组成：

- ① 吸热体，吸收入射的太阳辐射能并转换成热能传递给工质。
- ② 盖层，允许太阳辐射透过，但阻碍吸热体的长波热辐射透过，以减少吸热体的热损。
- ③ 保温层，减少吸热体不直接接收太阳辐射部分的热损。
- ④ 工质及流动通道，使工质能与吸热体直接发生热接触。
- ⑤ 支架及框架，将集热器的各个部分连接成一个整体并支撑其重量。

典型的平板型集热器如图 2-1 所示。

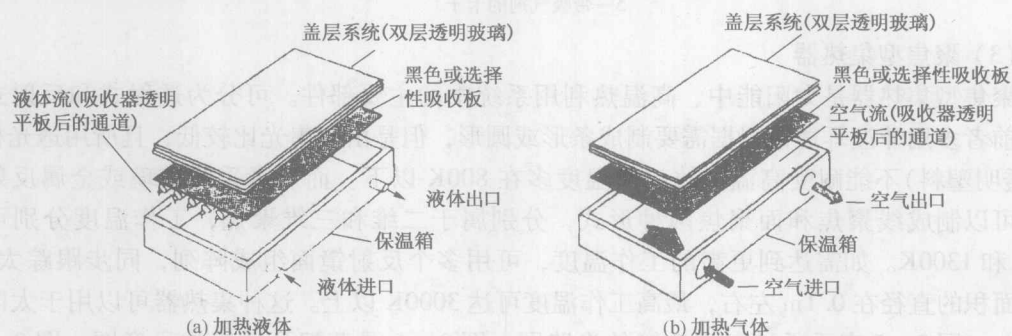


图 2-1 典型的平板型集热器

(2) 真空管集热器

真空管集热器是太阳能中、低温热利用系统中的主要部件。它的基本单元结构如图 2-2 所示。图 2-2 中 A 是一块白色漫反射平板，B 是若干支真空集热管，C 是由聚氨酯保温的连集管，D 是连集管上的流体输入与输出端。图 2-3 是全玻璃真空集热管示意图，它像一个拉长的暖水瓶，由两根同心圆玻璃管组成，内、外管间抽成真空，可以防止对流热损；内管的外表面通过磁控溅射沉积有吸收率高(≥ 0.92)、发射率低(≤ 0.08)的选择性吸收涂层，一方面提高吸收率，另一方面又降低辐射热损。图 2-4 是玻璃-金属真空集热管示意图，其中，图 2-4(a) 玻璃外管的直径较大，吸热体是具有选择性吸收表面的平板翅片及与它紧贴的 U 形铜管，两铜管与玻璃进行真空熔封，引出集热管外，作为传热流体的进、出口；图 2-4(b) 中金属平板的吸热体与嵌在其中的热管进行热接触，通过金属间钎焊以及玻璃-金属熔封，使热管的冷凝端引出集热管外；图 2-4(c) 中的吸热体为一中心金属圆管，其两端与外玻璃管分别熔封，熔封的金属与中心圆管之间焊接有弹性的波纹管。这种集热管可以耐受 500~800K 的高温，用于太阳能热发电。

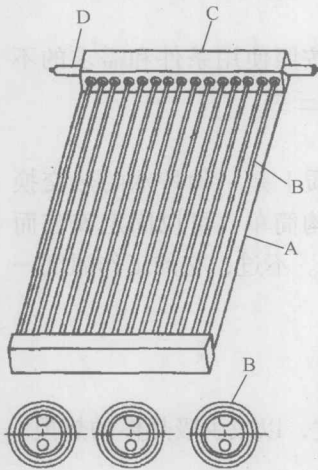


图 2-2 真空管集热器单元

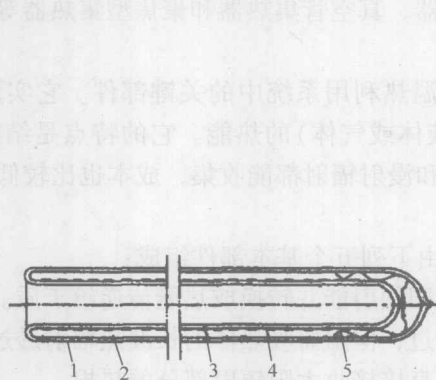


图 2-3 全玻璃真空集热管

- 1—外玻管；2—真空；3—内玻管；
- 4—选择性吸收涂层；
- 5—带吸气剂的卡子

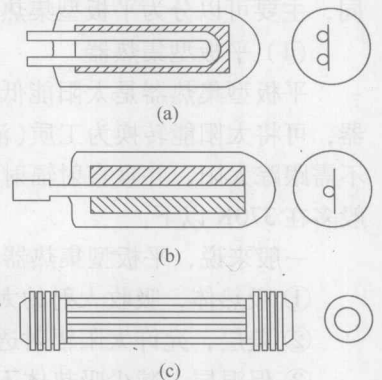


图 2-4 玻璃-金属真空集热管

(3) 聚焦型集热器

聚焦型集热器是太阳能中、高温热利用系统中的主要部件。可分为透射式和反射式两种。前者多用菲涅耳透镜根据需要制成条形或圆形，但是由于集光比较低，且所用透光材料(如透明塑料)不能耐受高温，故工作温度多在 800K 以下。而后者采用玻璃或金属反射镜面，可以制成线聚焦和面聚焦两种形式，分别属于二维和三维聚焦，工作温度分别可达 800K 和 1300K。如需达到更高的工作温度，可用多个反射镜面组成阵列，同步跟踪太阳，焦斑面积的直径在 0.1m 左右，最高工作温度可达 3000K 以上。这种集热器可以用于太阳能热发电。图 2-5 表示通过汇聚透镜的光路图；图 2-6 是菲涅耳透镜的示意图；图 2-7、图 2-8 和图 2-9 分别表示抛物面反射式集光器、复合抛物面反射式集光器和带有真空玻璃管吸热体的反射式集光器。

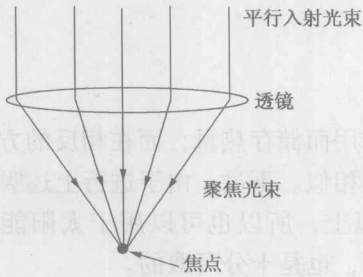


图 2-5 通过汇聚透镜的光路图

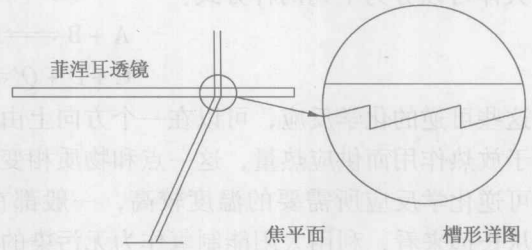


图 2-6 菲涅耳透镜的示意图

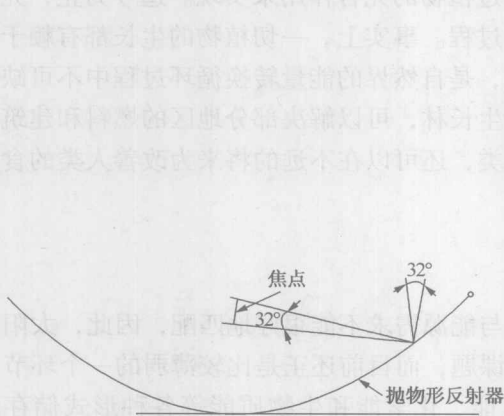


图 2-7 抛物面反射式集光器

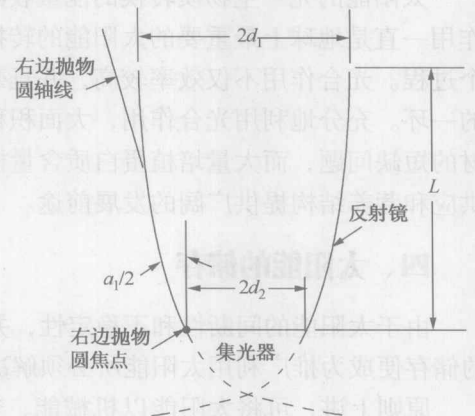


图 2-8 复合抛物面反射式集光器

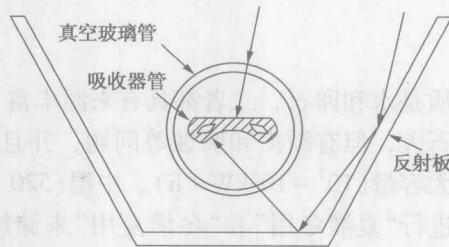


图 2-9 带有真空玻璃管吸热体的反射式集光器

2. 光 - 电转换

太阳能的光 - 电转换能量收集主要依靠太阳能电池来实现。它实际上是一种光生伏打电池，即一种可以把光能直接转换为电能的半导体器件。目前常用的半导体材料多为单晶硅、多晶硅和非晶硅薄膜；此外，还有硫化镉、砷化镓等。它的主要优点是：可将光能直接转换为电能，而电能的应用面最广也最方便；工作寿命长，结构简单而紧凑；比功率（功率与装置质量数值之比）高；运行方便可靠，不需运行和维修费用。它的主要缺点是：效率较低，单位面积太阳能电池所发出的功率约为 $100\text{W}/\text{m}^2$ ，因而往往需要大面积的太阳能电池阵列；初始投资高，当无阳光而仍要求用电时，需配备蓄电池。

3. 光 - 化学转换

太阳能的光 - 化学转换能量收集要通过可逆的化学反应来实现太阳能转换成化学能的过