

新能源概论

XIN NENGYUAN GAILUN

王革华 主编 / 艾德生 副主编



化学工业出版社

高等教育教材出版中心

新能源概论

王革华 主编 / 艾德生 副主编



化学工业出版社
高等教育教材出版中心

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

新能源概论/王革华主编. —北京: 化学工业出版社,
2006. 7

ISBN 7-5025-8786-1

I. 新… II. 王… III. 能源-概论 IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 075922 号

新能源概论

王革华 主编

艾德生 副主编

责任编辑: 赵玉清

责任校对: 周梦华

封面设计: 于兵

*

化学工业出版社 出版发行
高等教育教材出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 15 字数 273 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8786-1

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

能源是国民经济的命脉，也是构成客观世界的三大基础之一。随着常规能源资源的日益枯竭以及大量利用化石能源带来的一系列环境问题，人类必须寻找可持续发展的能源道路，开发利用新能源无疑是出路之一。新能源的理论研究、技术开发、新能源材料的探索、新能源经济的研究等无疑是当前众多研究热点中的亮点。新能源学科系统正逐步形成，系统阐释该学科是我们义不容辞的责任。

本书编写目的是为广大读者系统地介绍有关新能源科学的基本理论、技术进展、新能源经济与政策。鉴于能源、环境、生命、信息、材料、管理学科是新世纪高等院校科学素质系列教育的重要组成部分，本书以新能源学科的发展为契机，结合了多学科优势，力求兼顾科学素质教育的要求，理论上简单介绍，文字叙述上通俗易懂。本书适合于高等院校与新能源领域相关的研究生、大学本科高年级学生作为新能源概论方面的教材，也适合于相关的科研与管理工作者参考。

本书由王革华担任主编，由艾德生担任副主编，参加编写的作者均为在清华大学核能与新能源技术研究院从事新能源技术与开发的专家学者。编写分工为：第1章、第9章、第4章与第8章部分由王革华教授执笔；第2章由邓长生教授执笔；第3章由张建安副教授执笔；第5章由谢晓峰副教授执笔；第6章由周志伟教授执笔，第7章由艾德生副教授执笔；第4章、第8章部分由原鲲副教授执笔。全书由王革华与艾德生统稿。

化学工业出版社对本书的出版给予了大力的支持，清华大学核能与新能源技术研究院的同事提供了大量的研究成果，在此一并致谢。

由于新能源科学涉及面广、发展迅速，本书作者水平有限，书中错误和不足之处，欢迎读者批评指正。

编者

2006年5月于清华大学

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 能源及其分类	1
1.1.1 能量与能源	1
1.1.2 能源的分类	2
1.1.3 能源的开发利用	4
1.2 新能源及其在能源供应中的作用	5
1.2.1 新能源的概念	5
1.2.2 新能源在能源供应中的作用	6
1.2.3 新能源的未来	10
1.3 新能源技术的发展	11
1.3.1 太阳能	11
1.3.2 风能	13
1.3.3 生物质能	14
1.3.4 地热能	15
1.3.5 海洋能	16
思考题	17
参考文献	17
第 2 章 太阳能	18
2.1 概述	18
2.1.1 太阳与太阳辐射	18
2.1.2 太阳常数和大气对太阳辐射的衰减	18
2.1.3 太阳辐射测量	21
2.1.4 中国的太阳能资源	22
2.2 太阳能热利用	23
2.2.1 基本原理	23
2.2.2 平板型集热器	24
2.2.3 聚光型集热器	26
2.2.4 太阳能热利用系统	31
2.3 太阳光伏	34

2.3.1	太阳光伏基本原理	34
2.3.2	太阳电池的制造和测定方法	36
2.3.3	太阳电池发电系统	37
2.4	太阳能其他应用	38
2.4.1	太阳池	38
2.4.2	海水淡化	39
	思考题	39
	参考文献	39
第3章	生物质能源	41
3.1	概述	41
3.1.1	生物质	41
3.1.2	生物质能	41
3.1.3	生物质的组成与结构	41
3.1.4	生物质转化利用技术	43
3.2	生物质燃烧	44
3.2.1	生物质燃烧及特点	44
3.2.2	生物质燃烧原理	44
3.2.3	生物质燃烧技术	45
3.2.4	生物质燃烧直接热发电	46
3.2.5	生物质与煤的混合燃烧	47
3.3	生物质气化	48
3.3.1	生物质气化及其特点	48
3.3.2	生物质气化原理	48
3.3.3	生物质气化工艺	49
3.3.4	生物质气化发电技术	49
3.4	生物质热解技术	50
3.4.1	生物质热解及其特点	50
3.4.2	生物质热解原理	51
3.4.3	生物质热解工艺	51
3.4.4	生物质热解产物及应用	52
3.5	生物质直接液化	52
3.5.1	生物质直接液化及其特点	52
3.5.2	生物质直接液化工艺	53
3.5.3	生物质直接液化产物及应用	53

3.6	生物燃料乙醇	54
3.6.1	生物燃料乙醇及其特点	54
3.6.2	淀粉质原料制备生物燃料乙醇	54
3.6.3	乙醇发酵工艺	55
3.6.4	纤维质原料制备生物燃料乙醇	56
3.6.5	生物燃料乙醇的应用	57
3.7	生物柴油	58
3.7.1	生物柴油及其特点	58
3.7.2	化学法转酯化制备生物柴油	58
3.7.3	生物酶催化法生产生物柴油	59
3.7.4	超临界法制备生物柴油	59
3.7.5	生物柴油的应用	60
3.8	沼气技术	61
3.8.1	沼气的成分和性质	61
3.8.2	沼气发酵微生物学原理	62
3.8.3	大中型沼气工程	63
3.8.4	沼气的用途	63
	思考题	64
	参考文献	64
第4章	风能	66
4.1	风能资源	67
4.1.1	风能资源分布的一般规律	67
4.1.2	风能资源的表征	69
4.1.3	中国风能资源	71
4.2	风能利用原理	72
4.2.1	风力机简介	72
4.2.2	风力机工作原理	73
4.3	风力发电	78
4.3.1	关键设备及工作原理	78
4.3.2	离网风力发电	80
4.3.3	并网风力发电	81
4.4	风力提水	81
4.4.1	风力提水的现状	82
4.4.2	发展风力提水业的前景	83

4.4.3 风力提水存在的问题	83
思考题	84
参考文献	85
第5章 氢能	86
5.1 概述	86
5.2 氢的制取	87
5.2.1 天然气制氢	87
5.2.2 煤制氢	88
5.2.3 水电解制氢	89
5.2.4 生物质制氢	89
5.2.5 太阳能制氢	90
5.2.6 核能制氢	92
5.2.7 等离子化学法制氢	93
5.3 氢的储存	93
5.3.1 高压气态储氢	93
5.3.2 冷液化储氢	94
5.3.3 金属氢化物储氢	94
5.3.4 碳质材料储氢	95
5.3.5 有机化合物储氢	96
5.3.6 其他的储氢方式	97
5.4 氢的利用	97
5.4.1 燃料电池技术	97
5.4.2 氢内燃机	111
5.5 氢能安全	111
5.6 氢能应用展望	112
思考题	112
参考文献	112
第6章 新型核能	114
6.1 概述	114
6.2 原子核物理基础	116
6.2.1 原子与原子核的结构与性质	116
6.2.2 放射性与核的稳定性	117
6.2.3 射线与物质的相互作用	121
6.2.4 原子核反应	123

6.3	商用核电技术	125
6.3.1	核能发电的基础知识	126
6.3.2	商用核电站的工作原理	134
6.3.3	商用核电站的安全性	136
6.4	核能的新纪元	137
6.4.1	核裂变发电技术的选择	137
6.4.2	Gen-IV的研发目标与原则	139
6.4.3	选定的 GEN-IV反应堆	140
6.5	未来的新型核能	145
6.5.1	核裂变能园区	145
6.5.2	加速器驱动的次临界洁净核能系统	146
6.5.3	核聚变点火与约束	146
6.5.4	聚变-裂变混合堆系统	147
6.5.5	磁约束聚变能系统 (MFE)	148
6.5.6	惯性约束聚变能系统 (IFE)	149
	思考题	151
	参考文献	151
第7章	新能源材料	153
7.1	绪论	153
7.2	锂离子电池材料	154
7.2.1	正极材料	154
7.2.2	负极材料	158
7.3	燃料电池材料	164
7.4	新型储能材料	166
7.4.1	概论	166
7.4.2	热能储存技术	168
7.4.3	相变储能材料	170
7.5	其他新能源材料	171
7.5.1	太阳能电池材料	171
7.5.2	生物质能材料	173
7.5.3	核能关键材料	173
7.5.4	镍氢电池材料	174
7.5.5	其他新能源材料	175
	思考题	176

参考文献	176
第8章 其他新能源	179
8.1 地热能	179
8.1.1 地热资源及其特点	179
8.1.2 地热的热利用	180
8.1.3 地热发电	181
8.2 海洋能	184
8.2.1 潮汐能及其开发利用	185
8.2.2 波浪能及其开发利用	187
8.2.3 海流能及其开发利用	190
8.2.4 海洋温差能及其开发利用	191
8.2.5 海洋盐度差能及其开发利用	194
8.3 可燃冰	195
8.3.1 可燃冰资源及其特点	195
8.3.2 国际上可燃冰的勘探和开发动态	196
8.3.3 中国的相关活动和资源量估计	197
8.3.4 可燃冰的开采技术现状	198
思考题	199
参考文献	199
第9章 新能源发展政策	201
9.1 新能源的发展障碍	201
9.1.1 成本障碍	201
9.1.2 技术障碍	205
9.1.3 产业障碍	206
9.1.4 融资障碍	206
9.1.5 政策障碍	207
9.1.6 体制障碍	208
9.2 国外促进新能源发展的政策措施	208
9.2.1 国外新能源技术发展的政策经验	208
9.2.2 国外的主要政策工具	209
9.3 我国《可再生能源法》及新能源政策	218
9.3.1 《可再生能源法》的主要原则和内容	218
9.3.2 与《可再生能源法》配套的政策措施	225
思考题	229
参考文献	229

第 1 章

概 述

1.1 能源及其分类

1.1.1 能量与能源

从物理学的观点看,能量可以简单地定义为作功的能力。广义而言,任何物质都可以转化为能量,但是转化的数量、转化的难易程度是不同的。比较集中而又较易转化的含能物质称为能源。由于科学技术的进步,人类对物质性质的认识及掌握能量转化方法也在深化,因此并没有一个很确切的能源的定义。但对于工程技术人员而言,在一定的工业发展阶段,能源的定义还是明确的。还有另一类型的能源即物质在宏观运动过程中所转化的能量即所谓能量过程,例如水的势能落差运动产生的水能及空气运动所产生的风能等等。因此,能源的定义可描述为:比较集中的含能体,或可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任何形式能量的载能体资源。

能量的单位与功的单位一致。常用的单位是尔格、焦耳、千瓦小时等(单位换算见表 1-1)。能源的单位也就是能量的单位。在实际工作中,能源还用煤当量(标准煤)和油当量(标准油)来衡量,1 千克标准煤的发热量为 29.3kJ,1 千克标准油的发热量为 41.8kJ。千克标准煤用符号 kgce 表示,千克标准油用符号 kgoe 表示。也可以用吨标煤(tce)或吨标油(toe)及更大的单位计量能源。

表 1-1 能量单位的换算

单 位	千焦(kJ)	千瓦·时 (kW·h)	千卡 (kcal)	马力·时 (hp·h)	公斤力·米 (kgf·m)	英热单位 (B. t. u.)	英尺·磅力 (ft·lbf)
kJ	1	2.77778×10^{-4}	2.38846×10^{-1}	3.776726×10^{-4}	1.01927×10^2	9.47817×10^{-1}	7.37562×10^2
kW·h	3600	1	859.846	1.359621	3.67098×10^5	3412.14	2.65522×10^6
kcal	4.1868	1.163×10^{-3}	1	1.58124×10^{-3}	426.936	3.96832	3088.03
hp·h	2.647796×10^3	735.499×10^{-3}	632.415	1	270000	2509.63	1952913
kgf·m	9.80665×10^{-3}	2.724069×10^{-6}	2.34228×10^{-3}	3.703704×10^{-6}	1	9.29487×10	7.23301
B. t. u.	1.05506	2.93071×10^{-4}	2.51996×10^{-1}	3.98466×10^{-4}	1.075862×10^2	1	778.169
ft·lbf	1.35582	3.76616×10^{-7}	3.23832×10^{-4}	5.12056×10^{-7}	1.38255×10^{-1}	1.28507×10^{-3}	1

1.1.2 能源的分类

对能源有不同的分类方法。以能量根本蕴藏方式的不同,可将能源分为以下三类。

第一类能源是来自地球以外的太阳能。人类现在使用的能量主要来自太阳能,故太阳有“能源之母”的叫法。现在,除了直接利用太阳的辐射能之外,还大量间接地使用太阳能。例如目前使用最多的煤、石油、天然气等化石资源,就是千百万年前绿色植物在阳光照射下经光合作用形成有机质而长成的根茎及食用它们的动物遗骸,在漫长的地质变迁中所形成的。此外如生物质能、流水能、风能、海洋能、雷电等,也都是由太阳能经过某些方式转换而形成的。

第二类能源是地球自身蕴藏的能量。这里主要指地热能资源以及原子能燃料,还包括地震、火山喷发和温泉等自然呈现出的能量。据估算,地球以地下水和地热蒸汽形式储存的能量,是煤储能的1.7亿倍。地热能是地球内放射性元素衰变辐射的粒子或射线所携带的能量。此外,地球上的核裂变燃料(铀、钍)和核聚变燃料(氘、氚)是原子能的储存体。即使将来每年耗能比现在多1000倍,这些核燃料也足够人类用100亿年。

第三类能源是地球和其他天体引力相互作用而形成的。这主要指地球和太阳、月球等天体间有规律运动而形成的潮汐能。地球是太阳系的九大行星之一,月球是地球的卫星。由于太阳系其他八颗行星或距地球较远,或质量相对较小,结果只有太阳和月亮对地球有较大的引力作用,导致地球上出现潮汐现象。海水每日潮起潮落各两次,这是引力对海水做功的结果。潮汐能蕴藏着极大的机械能,潮差常达十几米,非常壮观,是雄厚的发电原动力。

能源还可按相对比较的方法来分类,表1-2所示。

(1) 一次能源与二次能源。在自然界中天然存在的,可直接取得而又不改变其基本形态的能源,称之为一次能源,如煤炭、石油、天然气、风能、地热等。为了满足生产和生活的需要,有些能源通常需要经过加工以后再加以使用。由一次能源经过加工转换成另一种形态的能源产品叫做二次能源,如电力、煤气、蒸汽及各种石油制品等。大部分一次能源都转换成容易输送、分配和使用的二次能源,以适应消费者的需要。二次能源经过输送和分配,在各种设备中使用,即终端能源。终端能源最后变成有效能。

(2) 可再生能源与非再生能源。在自然界中可以不断再生并有规律地得到补充的能源,称为可再生能源,如太阳能和由太阳能转换而成的水力、风能、生物

表 1-2 能源的分类

		可再生能源		不可再生能源	
一次能源	常规能源	商品能源	水力(大型) 核能(增殖堆) 地热 生物质能(薪材秸秆、粪便等)	化石燃料(煤、油、天然气等)	核能
		传统能源(非商品能源)	太阳能(自然干燥等) 水力(水车等) 风力(风车、风帆等) 畜力		
	非常规能源	新能源	生物质能(燃料作物制沼气、酒精等) 太阳能(收集器、光电池等) 水力(小水电) 风力(风力机等) 海洋能 地热		
二次能源		电力、煤炭、沼气、汽油、柴油、煤油、重油等油制品、蒸汽、热水、压缩空气、氢能等			

注：人力计入劳动力，不计入能源。

质能等。它们都可以循环再生，不会因长期使用而减少。经过亿万年形成的、短期内无法恢复的能源，称之为非再生能源，像煤炭、石油、天然气、核燃料等。它们随着大规模地开采利用，其储量将越来越少，总有枯竭之时。

(3) 常规能源与新能源。在相当长的历史时期和一定的科学技术水平下，已经被人类长期广泛利用的能源，不但为人们所熟悉，而且也是当前主要能源和应用范围很广的能源，称之为常规能源，如煤炭、石油、天然气、水力、电力等。一些虽属古老的能源，但只有采用先进方法才能加以利用，或采用新近开发的科学技术才能开发利用的能源；有些能源近一二十年来才被人们所重视，新近才开发利用，而且在目前使用的能源中所占的比例很小，但很有发展前途的能源，称为新能源，或称替代能源，如太阳能、地热能、潮汐能等。常规能源与新能源是相对而言的，现在的常规能源过去也曾是新能源，今天的新能源将来又成为常规能源。

(4) 从能源性质来看，能源又可分为燃料能源和非燃料能源。属于燃料能源的有矿物燃料（煤炭、石油、天然气），生物燃料（薪材、沼气、有机废物等），化工燃料（甲醇、酒精、丙烷以及可燃原料铝、镁等），核燃料（铀、钍、氦等）等四类。非燃料能源多数具有机械能，如水能、风能等；有的含有热能，如地热能、海洋热能等；有的含有光能，如太阳能、激光等。

从使用能源时对环境的大小，又把无污染或污染小的能源称为清洁能源，如太阳能、水能、氢能等；对环境污染较大的能源称为非清洁能源，如煤

炭、油页岩等。石油的污染比煤炭小些，但也产生氧化氮、氧化硫等有害物质，所以，清洁与非清洁能源的划分也是相对而言，不是绝对的。

1.1.3 能源的开发利用

(1) 煤炭

煤炭是埋在地壳中亿万年以上的树木和植物，由于地壳变动等原因，经受一定的压力和温度作用而形成的含碳量很高的可燃物质，又称作原煤。由于各种煤的形成年代不同，碳化程度深浅不同，可将其分类为无烟煤、烟煤、褐煤、泥煤等几种类型，并以其挥发物含量和焦结性为主要依据。烟煤又可以分为贫煤、瘦煤、焦煤、肥煤、漆煤、弱黏煤、不黏煤、长焰煤等。

煤炭既是重要的燃料，也是珍贵的化工原料。20世纪以来，煤炭主要用于电力生产和在钢铁工业中供炼焦，某些国家蒸汽机车用煤比例也很大。电力工业多用劣质煤（灰分大于30%）；蒸汽机车用煤则要求质量较高：灰分低于25%，挥发分含量要求大于25%，易燃并具有较长的火焰。在煤矿的附近建设的“坑口发电站”，使用了大量的劣质煤来作燃料，直接转化成电能向各地输送。另外，由煤转化的液体和气体合成燃料，对补充石油和天然气的使用也具有重要意义。

(2) 石油

石油是一种用途广泛的宝贵矿藏，是天然的能源物资。但是石油是如何形成的，这个问题科学家一直在争论。目前大部分的科学家都认同的一个理论是：石油是由沉积岩中的有机物质变成的。因为在已经发现的油田中，99%以上都是分布在沉积岩区。另外，人们还发现了现代的海底、湖底的近代沉积物中的有机物，正在向石油慢慢的变化。

同煤相比石油有很多的优点：首先，它释放的热量比煤大的多，每千克煤燃烧释放的热量为5000kcal/kg，而石油燃烧释放的热量大于10000多kcal/kg；就发热而言，石油大约是煤的二三倍；石油使用方便，它易燃又不留灰烬，是理想的清洁燃料。

从已探明的石油储量看，世界总储量为1043亿吨。目前世界有七大储油区，第一大储油区是中东地区，第二是拉丁美洲地区，第三是前苏联，第四是非洲，第五是北美洲，第六是西欧，第七是东南亚。这七大油区占世界石油总量的95%。

(3) 天然气

天然气是地下岩层中以碳氢化合物为主要成分的气体混合物的总称。天然气是一种重要能源，燃烧时有很高的发热值，对环境的污染也较小，而且还是一种重要的化工原料。天然气的生成过程同石油类似，但比石油更容易生成。天然气主要由甲烷、乙烷、丙烷和丁烷等烃类组成，其中甲烷占80%~90%。天然气

有两种不同类型：一是伴生气，由原油中的挥发性组分所组成，约有40%的天然气与石油一起伴生，称油气田，它溶解在石油中或是形成石油构造中的气帽，并对石油储藏提供气压；二是非伴生气，与液体油的积聚无关，可能是一些植物的衍生物。60%的天然气为非伴生气，即气田气，它埋藏更深。

最近十年液化天然气技术有了很大发展，液化后的天然气体积仅为原来体积的1/600。因此可以用冷藏油轮运输，运到使用地后再予以气化。另外，天然气液化后，可为汽车提供方便的污染小的天然气燃料。

(4) 水能

水能资源最显著的特点是可再生、无污染。开发水能对江河的综合治理利用具有积极作用，对促进国民经济发展，改善能源消费结构，缓解由于消耗煤炭、石油资源所带来的环境污染有重要意义，因此世界各国都把开发水能放在能源发展战略的优先地位。

世界河流水能资源理论蕴藏量为40.3万亿千瓦时，技术可开发水能资源为14.3万亿千瓦时，约为理论蕴藏量的35.6%；经济可开发水能资源为8.08万亿千瓦时，约为技术可开发的56.22%，为理论蕴藏量的20%。发达国家拥有技术可开发水能资源4.82万亿千瓦时，经济可开发水能资源2.51万亿千瓦时，分别占世界总量的33.5%和31.1%。发展中国家拥有技术可开发水能资源共计9.56万亿千瓦时，经济可开发水能资源5.57万亿千瓦时，分别占世界总量的66.5%和68.9%，可见世界开发水能资源主要蕴藏量在发展中国家；而且发达国家可开发水能资源到1998年已经开发了60%，而发展中国家到1998年才开发20%，所以今后大规模的水电开发主要集中在发展中国家。中国水能资源理论蕴藏量、技术可开发，和经济可开发水能资源均居世界一位，其次为俄罗斯、巴西和加拿大。

(5) 新能源

人类社会经济及的发展需要大量能源的支持。随着常规能源资源的日益枯竭以及由于大量利用矿物能源而产生的一系列环境问题，人类必须寻找可持续的能源道路，开发利用新能源和可再生能源无疑是出路之一。

1.2 新能源及其在能源供应中的作用

1.2.1 新能源的概念

新能源是相对于常规能源而言，以采用新技术和新材料而获得的，在新技术基础上系统地开发利用的能源，如太阳能、风能、海洋能、地热能等。与常

规能源相比, 新能源生产规模较小, 使用范围较窄。常规能源与新能源的划分是相对的。以核裂变能为例, 20 世纪 50 年代初开始把它用来生产电力和作为动力使用时, 被认为是一种新能源。到 80 年代世界上不少国家已把它列为常规能源。太阳能和风能被利用的历史比核裂变能要早许多世纪, 由于还需要通过系统研究和开发才能提高利用效率, 扩大使用范围, 所以还是把它们列入新能源。

按 1978 年 12 月 20 日联合国第三十三届大会第 148 号决议, 新能源和可再生能源共包括 14 种能源: 太阳能、地热能、风能、潮汐能、海水温差能、波浪能、木柴、木炭、泥炭、生物质转化、畜力、油页岩、焦油砂及水能。1981 年 8 月 10~21 日联合国新能源和可再生能源会议之后, 各国对这类能源的称谓有所不同, 但是共同的认识是, 除常规的化石能源和核能之外, 其他能源都可称为新能源和可再生能源, 主要为太阳能、地热能、风能、海洋能、生物质能、氢能和水能。

由于化石能源燃烧时带来严重的环境污染, 且其资源有限, 所以从人类长远的能源需求看, 新能源和可再生能源将是理想的持久能源, 已引起人们的特别关注, 许多国家投入了大量研究与开发工作, 并列为高新技术的发展范畴。由不可再生能源逐渐向新能源和可再生能源过渡, 是当代能源利用的一个重要特点。

1.2.2 新能源在能源供应中的作用

能源是国民经济和社会发展的重要战略物质, 但能源同样是现实中的重要污染源。我国是一个人口大国, 同时又是一个经济迅速崛起的国家。随着国民经济的日益发展以及加入 WTO 目标的实现, 一个以煤炭为主的能源消费大国, 能源工业不仅面临着经济增长及环境保护的双重压力, 同时能源安全、国际竞争等问题也日益突出。太阳能、风能、生物质能和水能等新能源和可再生能源由于其清洁、无污染和可持续开发利用等特性, 既是未来能源系统的基础, 对中国来说又是目前急需的补充能源。因此在能源、气候、环境问题面临严重挑战的今天, 大力发展新能源和可再生能源不仅是适宜、必要的, 而且是符合国际发展趋势的。

(1) 发展新能源和可再生能源是建立可持续能源系统的必然选择

煤炭、石油、天然气等传统能源都是资源有限的化石能源, 化石能源的大量开发和利用, 是造成大气和其他多种类型环境污染与生态破坏的主要原因之一。如何解决长期的用能问题, 以及在开发和利用资源的同时保护好人类赖以生存的地球的环境及生态, 已经成为全球关注的问题。从世界共同发展的角度以及人们

对保护环境、保护资源的认识进程来看,开发利用清洁的新能源和可再生能源,是可持续发展的必然选择,并越来越得到人们的认同。既然人类社会的可持续发展必须以能源的可持续发展为基础。那么,什么是可持续发展的能源系统?根据可持续发展的定义和要求,它必须同时满足以下三个条件:一是从资源来说是丰富的、可持续利用的,能够长期支持社会经济发展对于能源的需要;二是在质量上是清洁的,低排放或零排放的,不会对环境构成威胁;三是在技术经济上它是人类社会可以接受的,能带来实际经济效益的。总而言之,一个真正意义上的可持续发展的能源系统应是一个有利于改善和保护人类美好生活、并能促进社会、经济和生态环境协调发展的系统。

到目前为止,石油、天然气和煤炭等化石能源系统仍然是世界经济的三大能源支柱。毫无疑问,这些化石能源在社会进步、物质财富生产方面已为人类作出了不可磨灭的贡献;然而,实践证明,这些能源资源同时存在着一些难以克服的缺陷,并且日益威胁着人类社会的发展和安。首先是资源的有限性,专家们的研究和分析,几乎得出一致的结论:这些非再生能源资源的耗尽只是时间问题,是不可避免的。表 1-3 是法国专家 20 多年前所作出的分析,现在看来他的结论依然是正确的。

表 1-3 世界非再生能源开采年限估计

能源情况种类	已探明的储量(PR)和推测出的潜在储量(AR)	消耗期(公历年)
煤	900(PR) 2700(AR)	2200 年左右
石油	100(PR) 36(AR)	2020 年以前
天然气	74(PR) 60(AR)	2040 年左右
铀	按热反应堆计	按热反应堆计 2073 年;
	60(PR+AR)	
	按增值反应堆计	按增值反应堆计 2110~2120 年
	1300(PR) 1600(AR)	
所有不可再生能源	1100(PR)	2200 年左右
	300(AR)	

其次是对环境的危害性。化石能源特别是煤炭被称为肮脏的能源,从开采、运输到最终的使用都会带来严重的污染。大量研究证明,80%以上的大气污染和