

新能源开发与应用

于少娟 刘立群 贾燕冰○编著
韩肖清○主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

新能源开发与应用

于少娟 刘立群 贾燕冰 编 著

韩肖清 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

新能源的开发与应用已经成为国内外的研究热点,而电力电子技术也已广泛应用到生产和生活的各个领域,本书以电力电子技术在新能源领域的开发与应用为切入点,较为深入地解释了风力发电、光伏发电及太阳能热应用的相关理论基础,以及最大功率跟踪、并网、低电压穿越和孤岛检测等关键技术;进一步介绍了电动汽车常用的拓扑电路和工作原理,以及与蓄电池储能相关的技术和控制策略,深入介绍了微电网的电能质量管理、能量管理、体系结构等相关内容,最后简要介绍了其他新能源的开发与应用。

本书适合从事电气工程、能源生产、能源管理和环境保护等领域的工程技术人员和研究人员参考,也可作为高等院校热能与动力工程、电气工程及其自动化、电力工程及相近专业本科生和研究生的教材,同时还可作为能源相关从业人员的自学和培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

新能源开发与应用 / 于少娟, 刘立群, 贾燕冰编著. —北京: 电子工业出版社, 2014.2

ISBN 978-7-121-21924-5

I. ①新… II. ①于… ②刘… ③贾… III. ①新能源—能源开发—高等学校—教材 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 275864 号

责任编辑: 赵 娜 特约编辑: 王 纲

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 18.25 字数: 444 千字

印 次: 2014 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 42.00 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着环境问题在世界范围内的日益严重, 新能源的开发和利用日益得到了世界各国的重视。针对我国能源消耗总量大、单位能耗高、污染严重的现状, 我国政府非常重视新能源和可再生能源的开发和应用, 特别是光伏发电和风力发电系统已经进入了快速发展阶段。然而目前国内培养的与新能源开发技术相关的技术人员数量远远不能满足经济社会发展的需要, 所以新能源的开发与应用是高等院校各相关专业高年级学生应该初步了解和学习的内容。

本书分为 7 章。第 1 章对新能源的概念、种类、利用现状和发展趋势进行了介绍, 第 2 章对太阳能的资源状况、太阳能热应用、光伏发电等进行了介绍, 第 3 章对风能的资源状况、风能发电技术和发展趋势进行了介绍和讨论, 第 4 章对电动汽车功率变换技术进行了介绍, 第 5 章对储能技术进行了介绍, 第 6 章对微电网进行了较为全面的描述, 第 7 章对其他可再生能源进行了相关介绍。本书较为全面地介绍了新能源的资源状况、利用原理与控制技术, 以及部分原理的 MATLAB 仿真过程。适合从事电气工程、能源生产、能源管理和环境保护等领域的工程技术人员、研究人员参考和使用, 也可作为高等院校热能与动力工程、电气工程及其自动化、电力工程及相近专业的教材, 还可作为研究生的教学参考书, 同时也可作为自学、培训教材。

本书由太原科技大学和太原理工大学联合编写, 其中第 1、6、7 章由贾燕冰副教授编写, 第 2、3 章由刘立群教授编写, 第 4、5 章由于少娟教授编写。本书在编写过程中得到了国家国际科技合作项目(编号: 2010DFB63200)、山西省高等学校教学改革项目(编号: J2013064、2011130)和 2012 年山西省特色专业建设项目(编号: 201201)的大力支持, 韩肖清教授、韩如成教授、王鹏教授、田建艳教授、曹锐教授和王康宁高工等提出了许多宝贵意见, 究文字和赵飞等研究生提供了协助, 在此表示感谢。

由于编者水平和经验有限, 书中难免存在不足和疏漏之处, 敬请读者批评指正。

编者
2013 年 10 月

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 能源的含义及其分类	1
1.1.1 能源的含义和分类	1
1.1.2 能源的重要性	2
1.2 中国能源现状问题及对策	3
1.2.1 中国能源现状	3
1.2.2 中国能源存在的问题及发展对策	3
1.3 新能源与可再生能源	5
1.3.1 新能源与可再生能源的含义及分类	5
1.3.2 新能源与可再生能源的发展前景	6
1.3.3 发展新能源与可再生能源的重大意义	7
第 2 章 太阳能	9
2.1 太阳能利用基础知识	9
2.1.1 太阳	9
2.1.2 日地天文关系	10
2.1.3 太阳辐射能计算	13
2.2 太阳能利用技术	15
2.2.1 光热转换技术	15
2.2.2 光伏转换技术	20
2.2.3 太阳能储存	29
2.3 太阳能热动力发电	32
2.3.1 塔式太阳能热动力发电	32
2.3.2 槽式太阳能热动力发电	33
2.3.3 碟式太阳能热动力发电	34
2.3.4 太阳池发电	35
2.3.5 太阳能烟囱热风发电	36
2.4 光伏电池建模及输出特性	37
2.5 光伏发电关键技术	43
2.5.1 最大功率点跟踪	43
2.5.2 并网技术	48
2.5.3 孤岛检测	51
2.5.4 低电压穿越	53
2.6 MATLAB 实例	54
2.6.1 光伏输出特性 (m 文件)	55

2.6.2 最大功率跟踪控制策略 (Simulink 格式)	57
2.7 太阳能应用未来发展前景	59
第 3 章 风能	63
3.1 风能利用基础知识	63
3.1.1 风	63
3.1.2 风力机的发展历史和分类	65
3.1.3 风力机基础知识	70
3.2 风力发电系统	79
3.2.1 风力发电系统构成及分类	79
3.2.2 发电机类型发展	82
3.3 混合光伏/风力发电系统	85
3.3.1 混合光伏/风力发电系统构成	85
3.3.2 混合光伏/风力发电系统优化	85
3.4 风力发电关键技术	94
3.4.1 最大功率跟踪	94
3.4.2 偏航控制	97
3.4.3 变桨距	97
3.4.4 低电压穿越	98
3.5 MATLAB 实例	101
3.5.1 风力机特性	101
3.5.2 风力发电系统仿真	104
3.6 风能利用未来发展前景	106
第 4 章 电动汽车功率变换技术	109
4.1 电动汽车概述	109
4.1.1 电动汽车及其分类	109
4.1.2 电动汽车的发展现状	110
4.1.3 电力电子技术在电动汽车中的应用	112
4.2 电动汽车功率变换器概述	117
4.2.1 一般功率交换器技术	118
4.2.2 一般功率变换器分类	118
4.2.3 一般功率变换器的主要拓扑结构	119
4.3 电动车用功率变换器	131
4.3.1 高功率密度变换器	131
4.3.2 DSPM 功率变换器	132
4.3.3 大功率移相调宽功率变换器	133
4.4 电动汽车功率变换器的抗干扰 (电磁兼容) 设计	134
4.4.1 电动车用功率变换器抗干扰问题的提出	134

4.4.2	功率变换器电磁干扰产生的原因	135
4.4.3	功率变换器电磁干扰的辐射与传导	137
4.4.4	功率变换器的抗干扰设计	138
4.5	具有制动能量回馈能力的功率变换器技术	141
4.5.1	制动能量回收的技术要求	141
4.5.2	超级电容技术在电动汽车能量回收系统中的应用	143
4.6	电动汽车用双向 DC/DC 变换器	145
4.6.1	电动汽车发展面临的问题	145
4.6.2	双向 DC/DC 变换器在电动汽车中的研究现状	146
4.6.3	双向 DC/DC 变换器的概念	148
4.6.4	双向 DC/DC 变换器的拓扑构成	148
4.6.5	软开关控制技术	150
4.6.6	双向 DC/DC 变换器的控制方式	150
4.6.7	电动汽车双向 DC/DC 变换器	151
4.6.8	双半桥双向 DC/DC 变换器拓扑结构的选择与分析	153
4.7	DC/DC 变换器的 MATLAB 仿真	160
4.7.1	计算机仿真技术简介	160
4.7.2	DC/DC 变换器 MATLAB 仿真实例	161
4.8	电动汽车未来发展前景	165
第 5 章	储能	166
5.1	概述	166
5.1.1	储能技术概况	166
5.1.2	新能源发电和储能技术的展望	168
5.1.3	中国的新能源储能技术	169
5.1.4	国际新能源储能市场与技术	169
5.2	飞轮储能技术	171
5.2.1	飞轮电池的组成与工作原理	171
5.2.2	飞轮电池的应用领域	173
5.2.3	国内外飞轮储能技术的发展概况	174
5.2.4	飞轮电池能量转换原理与矢量控制	175
5.3	飞轮电池在分布式发电系统中的应用	195
5.3.1	引言	195
5.3.2	含有飞轮电池的太阳能发电站的系统控制结构	196
5.3.3	太阳能电池的工作原理、种类及选用	197
5.3.4	飞轮储能单元	199
5.3.5	动力系统的调节与控制	200
5.3.6	系统仿真	204
5.4	其他储能技术	207

5.4.1 超导储能	207
5.4.2 蓄电池储能	208
5.4.3 超级电容储能	210
5.4.4 电容充放电过程仿真	212
5.5 储能技术的展望	215
第 6 章 微电网	217
6.1 微电网概述	217
6.1.1 微电网的定义	217
6.1.2 微电网的重要意义	218
6.1.3 微电网国内外发展状况	219
6.2 微电网结构	222
6.2.1 微电网总体结构	222
6.2.2 微电网组成部分	224
6.2.3 微型电源及其特性	225
6.2.4 微电网接线形式及微电网负荷	227
6.3 微电网运行和控制方式	227
6.3.1 微电网运行方式	227
6.3.2 微电网逆变器控制方法	229
6.3.3 微电网储能	233
6.4 微电网电能质量分析	234
6.4.1 谐波	235
6.4.2 电压波动	235
6.4.3 电压暂降	237
6.5 微电网能量管理系统	238
6.5.1 微电网能量管理基本概念	238
6.5.2 微电网能量管理体系结构	240
6.5.3 能量管理系统通信与控制功能	242
6.6 微电网控制 MATLAB 仿真	243
6.6.1 微电网控制仿真	243
6.6.2 微电网运行仿真	251
6.6.3 负荷扰动试验	251
6.7 微电网的未来发展方向	253
6.7.1 高频交流微电网和直流微电网	253
6.7.2 微电网智能化	254
第 7 章 其他新能源简介	255
7.1 生物质能发电	255
7.1.1 生物质能概述	255

7.1.2 生物质能转换技术	256
7.1.3 生物质能发电技术	260
7.1.4 生物质能发电前景	262
7.2 地热能发电	263
7.2.1 地热资源	263
7.2.2 地热发电原理和发电技术	266
7.2.3 地热能发电现状	268
7.3 潮汐能发电	269
7.3.1 潮汐和潮汐能	269
7.3.2 潮汐能发电原理及技术	269
7.3.3 潮汐能发电前景	272
7.4 燃料电池发电	273
7.4.1 燃料电池发电简介	273
7.4.2 几种典型的燃料电池	275
参考文献	280

第 1 章 概 述

1.1 能源的含义及其分类

1.1.1 能源的含义和分类

我们把能量的来源称为能源，它是能够为人类提供某种形式能量的自然资源及其转换物。换言之，自然界在一定条件下能够提供机械能、热能、电能、化学能等形式能量的自然资源叫做能源。能源的种类很多，它的分类方法也很多。

按照能源的生成方式可分为一次能源和二次能源。一次能源，又叫自然能源。它是自然界中以天然形态存在的能源，是直接来自自然界而未经人们加工转换的能源。煤炭、石油、天然气、水能、太阳能、风能、生物质能、海洋能、地热能等都是一次能源。世界各国的能源产量和消费量，一般均指一次能源。二次能源是由一次能源转换而成的符合人们使用要求的能量形式。电能、汽油、柴油、焦炭、煤气、蒸汽、氢能等都是二次能源。一次能源只在少数情况下以它原始的形式为人类服务，更多情况下则要根据不同的目的进行加工，转换成便于使用的二次能源，以提高能源的使用效率。随着科学技术的发展和社会的现代化，在整个能源消费系统中，二次能源所占的比重将日益增大。

按照各种能源在当代人类社会经济生活中的地位，人们还常常把能源分为常规能源和新能源两大类。技术上比较成熟，已被人类广泛利用，在生产和生活中起着重要作用的能源，称为常规能源。例如，煤炭、石油、天然气、水能和核裂变能都是常规能源。目前世界能源的消费几乎全靠这五大能源来供应。在今后相当长的时期内，它们仍将担任世界能源舞台上的主角。目前尚未被人类大规模利用，还有待进一步研究试验与开发利用的能源称为新能源。例如，太阳能、风能、地热能、海洋能及核聚变能等都是新能源。所谓新能源，是相对而言的。

一次能源还可以按照其是否能够再生而循环使用，分为可再生能源和非再生能源。所谓可再生能源，就是不会随着它本身的转化或人类的利用而日益减少的能源，具有自然的恢复能力。例如，太阳能、风能、水能、生物质能、海洋能及地热能等，都是可再生能源。而化石燃料和核燃料则不然，它们经过亿万年形成而在短期内无法恢复再生，随着人类的利用而越来越少。我们把这些随着人类的利用而逐渐减少的能源称为非再生能源。

一次能源又可以按照其来源的不同，分为来自地球以外的能源、来自地球内部的能源和地球与其他天体相互作用产生的能源三大类。各种能源的分类表如表 1-1 所示。



表 1-1 能源分类表

类别		来自地球内部的能源	来自地球以外的能源	地球与其他天体相互作用产生的能源
一次能源	可再生能源	地热能	太阳能 风能 水能 生物质能 海水温差能 海水压差能 海洋波浪能 海（湖）流能	潮汐能
	非再生能源	核能	煤炭 石油 天然气 油页岩	
二次能源		焦炭、煤气、电力、氢、蒸汽、酒精、汽油、柴油、煤油、重油、液化气和电石		

为满足人类社会可持续发展对能源的需要，防止和减轻大量燃用化石能源对环境造成的严重污染和生态破坏，近年来世界各国政府和能源界、环保界等均大声疾呼：必须走可持续发展的能源道路，即清洁能源道路。清洁能源可分为狭义和广义两大类。狭义的清洁能源仅指可再生能源，包括水能、生物质能、太阳能、风能、地热能和海洋能等，它们消耗之后可以得到恢复补充，不产生或很少产生污染物，所以可再生能源被认为是未来能源的结构基础。广义的清洁能源是指在能源的生产、产品化及其消费过程中，对生态环境尽可能低污染或无污染的能源，包括低污染的天然气等化石能源、利用洁净能源技术处理的洁净煤和洁净油等化石能源、可再生能源和核能等。

1.1.2 能源的重要性

能源是人类社会赖以生存和发展的物质基础，在国民经济中具有特别重要的战略地位。能源在现代工业生产中占有重要地位。从技术上来说，现代工业生产有 3 项不可缺少的物质条件：一是原料和材料，二是能源，三是机器设备。任何机器进行生产，都必须有足够的能源供应做保证。现代工业生产离开了能源，机器设备就不能运转，生产就将停止。能源和现代化农业的关系十分密切。随着中国农业机械化、电气化的发展，农业生产对能源的需求量将日益增加，能源工业的发展水平将直接影响农业生产的发展。现代的交通运输也是以强大的能源工业为基础的。能源在国防建设中具有重要作用，实现国防现代化必须依靠发达的能源工业。人民日常生活和公用事业也要消耗大量能源。在我们的日常生活中，吃、穿、用、住、行等各方面，都是依靠能源的。随着人民生活水平的提高，能源在人民生活和公用事业中的作用将越来越重要。

当代社会最广泛使用的能源是煤炭、石油、天然气和水力，特别是石油和天然气的消耗量增长迅速，已占全世界能源消费总量的 60%左右。但是，石油和天然气的储量是有限

的,许多专家预言,石油和天然气资源将在40年、最多50~60年内被耗尽。煤炭资源虽然远比石油和天然气资源丰富,但是直接应用煤炭严重污染环境。人类如不及早采取对策,在不远的将来会面临一场全面的能源危机,这是当前人类面对的一项重大挑战。

为了保证大规模的能源供应,当前世界各国都在制定规划、采取措施、组织力量、增加投资,大力开发太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能及核聚变能等新能源技术,力争在不太长的时间内,将目前的以化石能源为基础的常规能源系统,逐步过渡到持久的、多样化的、可以再生的新能源系统。只要应用现代科学技术,广泛开发利用新能源,大力提高能源利用效率,采取合理的能源政策,完全可以避免能源危机的出现。

1.2 中国能源现状问题及对策

1.2.1 中国能源现状

1949年新中国成立时,全国一次能源的生产总量仅为2374万吨标准煤,居世界第10位。经过新中国成立初期的经济恢复,到1953年,一次能源的生产总量和消费总量分别发展为5200万吨标准煤和5400万吨标准煤,与新中国成立初期相比翻了一番。随着经济建设的展开,中国的能源工业得到了迅速发展。到1980年,一次能源的生产总量和消费总量分别达到6.37亿吨标准煤和6.03亿吨标准煤,与1953年相比,分别平均年增长9.7%和9.3%。

改革开放以来,中国的能源工业无论是在数量上还是在质量上,均取得了巨大的发展。1998年中国一次能源的生产总量和消费总量分别达到12.4亿吨标准煤和13.6亿吨标准煤,均居世界第3位。2000年中国一次能源的产量构成如下:原煤99800万吨,占67.2%;原油16300万吨,占21.4%;天然气277.3亿立方米,占3.4%;水电2224亿千瓦时,占8%。综上所述,在进入21世纪之际,中国已拥有世界第3位的能源系统,成为世界能源大国。

1.2.2 中国能源存在的问题及发展对策

1. 存在的问题

伴随中国能源的发展,还存在许多问题需要采取有力措施加以解决。

1) 人均能耗低

中国能源消费总量巨大,超过俄罗斯,仅次于美国,居世界第2位。但由于人口过多,人均能耗水平却很低。从世界范围来看,经济越发达,能源消费量越大。21世纪中叶,中国国民经济要达到中等发达国家水平,人均能源消费量还将有很大的提高。预计到2050年人均能源消费量将达到2.38吨标准煤,相当于目前的世界平均值,仍远远低于目前发达国家的水平。



2) 人均能源资源不足

中国地大物博、资源丰富,自然资源总量排名世界第7位,拥有能源资源总量约4万亿吨标准煤,居世界第3位。其中,煤炭保有储量为10 024.9亿吨,可采储量为893亿吨;石油资源量为930亿吨,天然气资源量为38万亿立方米,现已探明的石油和天然气储量仅分别占全部资源量的约20%和3%;水力可开发装机容量为3.78亿千瓦,居世界首位。但由于中国人口众多,人均资源占有量却相对匮乏。人均能源资源相对不足是中国经济社会可持续发展的一大制约因素,是21世纪中国能源面临的巨大挑战。

3) 能源效率低

按照联合国欧洲经济委员会(ECE)提出的“能源效率评价和计算方法”,能源系统的总效率由开采效率(能源储量的采收率)、中间环节效率(包括加工转换效率和储运效率)及终端利用效率(终端用户得到的有用能与过程开始时输入的能量之比)三部分组成。据中国专家测算,中国1992年的能源系统总效率为9.3%,其中开采效率为32%,中间环节效率为70%,终端利用效率为41%。中间环节效率与终端利用效率的乘积,通常称为能源效率。中国1992年的能源效率为29%,约比国际先进水平低10个百分点。终端利用效率也约比国际先进水平低10个百分点。

4) 以煤为主的能源结构亟待调整

以煤为主的能源结构,必然带来一些问题,需要采取有力措施加以调整。

(1) 大量燃煤严重污染环境。中国煤炭消费量占世界煤炭消费总量的27%,是全世界少数几个以煤炭为主的能源消费大国。煤炭燃烧所产生的温室气体的排放量比燃烧同热值的天然气高61%,比燃油高36%。

(2) 大量用煤导致能源效率低下。中国能源效率比国际先进水平低10个百分点,主要耗能产品单位能耗比发达国家高12%~55%,这一现象与以煤为主的能源结构有密切关系。一般来说,以煤为主的能源结构的能源效率比以油气为主的能源结构的能源效率约低8~10个百分点。

(3) 交通运输压力巨大。中国煤炭生产基地远离消费中心,形成了西煤东运、北煤南运、煤炭出关的强大煤流,不仅运量大,而且运距长。大量使用煤炭给中国的交通运输带来的压力十分巨大。

(4) 将能源供应安全问题提到议事日程上来。中国未来能源供应安全问题,主要是石油和天然气的可靠供应问题。

2. 相应对策

针对上述问题,中国能源的中长期发展应采取如下对策。

(1) 坚持实行能源节约战略方针

提高能源利用效率是确保中国中长期能源供需平衡的基本措施。在中国的能源发展战略中,要把提高能源利用效率作为基本出发点,坚持实行能源节约战略方针,以广义节能为基础,以工业节能和石油节约为重点,依靠技术进步,提高能源利用效率。

(2) 大力优化能源结构

目前世界上大多数国家的能源结构以油气为主。以油气为主的能源路线,能够逐步减

少固体燃料的比例,以达到提高能源利用效率、降低能源系统成本、减少环境污染、改善能源服务质量的目的。

由于自身资源特点、经济发展水平和历史等因素,中国一直保持着以煤炭为主要能源的能源结构。随着能源消费量的日益增大,这种能源结构的弊端日益明显和突出,应采取有力措施加以改变。但同时也要清醒地看到,要改变中国以煤炭为主要能源的能源结构,绝非短期可以办到的,并且需要采取多种措施发展多种优质清洁的能源。

(3) 积极发展洁净煤技术

即使大力推行能源优质化、多样化,煤炭在未来几十年仍将是中国的主要能源。因此,积极发展洁净煤技术,努力降低燃煤对于环境的污染,应成为中国能源发展的重大措施之一。

(4) 大力开发利用新能源与可再生能源

近年来,世界新能源与可再生能源迅速发展,技术上逐步成熟,经济上也逐步为人们所接受。专家预测,不论是在技术上,还是在经济性上,新能源与可再生能源的开发和利用,在几十年内将会有大的突破。

(5) 采取措施保证能源供应安全

为保证能源供应安全,降低进口风险,应采取如下措施:实行油气产品进口的多元化、多边化和多途径方案,逐步建立起国家和地区的石油储备,努力发展石油替代产品。

1.3 新能源与可再生能源

1.3.1 新能源与可再生能源的含义及分类

新能源与可再生能源,在中国是指除常规化石能源和大中型水力发电、核裂变发电之外的生物质能、太阳能、风能、小水电、地热能及海洋能等一次能源。这些能源资源丰富、可以再生且清洁干净,是最有前景的替代能源,将成为未来世界能源的基石。

1. 生物质能

生物质能是蕴藏在生物质中的能量,是绿色植物通过叶绿素将太阳能转化为化学能而储存在生物质内部的能量。有机物中除矿物燃料以外的所有来源于动植物的能源物质均属于生物质能,通常包括木材及森林废弃物、农业废弃物、水生植物、油料植物、城市和工业有机废弃物以及动物粪便等。生物质能的利用主要有直接燃烧、热化学转换和生物化学转化3种途径。

2. 太阳能

太阳能的转换和利用方式有光热转换、光电转换和光化学转换等。接收或聚集太阳能使之转换为热能,并用于生产和生活,是太阳能利用的一种方式。太阳能热水系统是太阳



能热利用的主要形式。它是一种利用太阳能将水加热并储于水箱中以便利用的装置。太阳能产生的热能可以广泛应用于采暖、制冷、干燥、蒸馏、温室、烹饪以及工农业生产各个领域,并可进行太阳能热发电。利用光生伏打效应原理制成的太阳能电池,可将太阳的光能直接转换为电能,称为光电转换,即太阳能光电利用。光化学转换目前尚处于研究开发阶段,这种转换技术包括半导体电极产生电而电解水产生氢、利用氢氧化钙或金属氢化物热分解储能等内容。

3. 风能

风能是指太阳辐射造成地球各部分受热不均匀,引起各地温差和气压不同,导致空气运动而产生的能量。利用风力机可将风能转换成电能、机械能和热能等。风能利用的主要形式有风力发电、风力提水、风力致热及风帆助航等。

4. 小水电

所谓小水电,是小水电站及与其相配套的小电网的统称。在 1980 年联合国召开的第二次国际小水电会议上,确定了以下 3 种小水电站容量范围:小型水电站(small),1001~12 000kW;小小型水电站(mini),101~1000kW;微型水电站(micro),100kW 以下。按照国家发展计划委员会的规定,水电站总容量在 5 万千瓦以下的为小型水电站,5 万~25 万千瓦的为中型水电站,25 万千瓦以上的为大型水电站。在中国,自 20 世纪 70 年代以来,小水电一般是指单站容量在 12 000kW 以下的小水电站及其配套小电网。小水电的开发方式,按照集中水头的办法,可分为引水式、堤坝式和混合式 3 类。

5. 地热能

地热资源是指在当前技术经济和地质环境条件下,地壳内能够科学、合理地开发出来的岩石中的热能量和地热流体中的热能量及其伴生的有用组分。地热资源,按赋存形式可分为水热型(又分为干蒸汽型、湿蒸汽型和热水型)、地压型、干热岩型和岩浆型 4 大类,按温度高低可分为高温型($>150^{\circ}\text{C}$)、中温型($90^{\circ}\text{C}\sim 149^{\circ}\text{C}$)和低温型($<89^{\circ}\text{C}$)。地热能的利用方式主要有地热发电和地热直接利用两大类。

6. 海洋能

海洋能是指蕴藏在海洋中的可再生能源,它包括潮汐能、波浪能、海流能、潮流能、海水温差能和海水盐差能等不同的能源形态。海洋能按储存的能量形式,可分为机械能、热能和化学能。潮汐能、波浪能、海流能和潮流能为机械能,海水温差能为热能,海水盐差能为化学能。海洋能技术是指将海洋能转换为电能或机械能的技术。

1.3.2 新能源与可再生能源的发展前景

中国的新能源与可再生能源,经过新中国成立 50 多年来、特别是最近 30 多年来的发展,在技术水平、应用规模和产业建设上,均取得了重大进展,奠定了良好的基础,在国

民经济建设中发挥了重要作用。从优化能源结构、保护生态环境、实施经济社会可持续发展战略的高度展望未来,中国新能源与可再生能源的发展前景良好,在21世纪前20年将有大发展,到21世纪中叶将有可能逐步发展成为重要的替代能源。

(1) 中国拥有丰富的新能源与可再生能源资源可供开发利用。经粗略估算,在现有科技水平下,中国太阳能、风能、生物质能和水能等一年可以获得的资源量大约相当于46亿吨标准煤,为2000年全国一次能源总消费量12.8亿吨标准煤的3.59倍。

(2) 中国对新能源与可再生能源的需求量巨大,市场广阔。各方面的预测表明,21世纪中叶,新能源与可再生能源将成为中国能源供应的一支主力军。1998年国家发展计划委员会能源研究所完成的“中国中长期能源战略研究”认为,到2020年和2030年,新能源与可再生能源将逐步发展成为重要的替代能源。

(3) 中国新能源与可再生能源的发展适逢良好的市场机遇。近年来,随着经济改革的深入和能源工业的发展,常规能源供应紧缺的状况有所变化,但总体消费水平还很低,特别是广大农村地区,商品能源特别是优质能源如煤气、天然气和电力的供应仍处于短缺或较低的水平,无电人口不少,且短期内难以改变。这就为新能源与可再生能源的应用提供了良好的市场机遇。另外,随着能源价格体制的调整和价格的放开,常规能源的价格呈不断上扬的趋势。常规能源价格在不断上涨,而新能源与可再生能源却技术性能不断提高、经济性不断改善,因而市场竞争力不断增强。

(4) 市场巨大推动力将促进中国新能源与可再生能源的发展。同时,人们环保意识的增强和国家对环保工作的重视,也大大推动了新能源与可再生能源市场的发展。

综上所述,在21世纪,中国的新能源与可再生能源将会有更大、更快的发展,为中国的现代化建设做出更大的贡献。

1.3.3 发展新能源与可再生能源的重大意义

不论是从经济社会走可持续发展之路和保护人类赖以生存的地球的生态环境的高度来审视,还是从为世界20多亿无电、缺能人口和特殊用途解决现实的能源供应问题出发,发展新能源与可再生能源均有重大战略意义。

(1) 新能源与可再生能源是人类社会未来能源的基石,是目前大量燃用的化石能源的替代能源。

当今的世界能源结构中,人类所利用的能源主要是不可再生的石油、天然气和煤炭等化石能源。在1997年,世界一次能源消费构成中,石油占39.9%,天然气占23.2%,煤炭占27%,三者合计高达90.1%。随着经济的发展、人口的增加以及社会生活水平的提高,预计未来世界能源消费量将以每年3%的速度增长。到2020年,世界一次能源消费总量将由1997年的121.56亿吨标准煤增加到200亿~250亿吨标准煤。截至1996年年末,世界石油、天然气和煤炭的可采储量为1.3万亿吨油当量,其中石油和天然气约占1/5,煤炭约占4/5。尽管今后还会有新的能源资源被发现,但按目前的世界能源探明储量和消费量计算,这些能源资源仅可供全世界消费约172年。根据目前国际上通行的能源预测方法,石油资源将在40年内枯竭,天然气资源将在60年内用光,煤炭资源也只能使用220年。