

可再生

能源

概述

时君友
李翔宇
主编



KEZAISHENG
NENGYUAN GAISHU



电子科技大学出版社

能源

概述

可再生



时君友 李翔宇 主编

KEZAISHENG
NENGYUAN GAISHU



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

可再生能源概述 / 时君友, 李翔宇主编. — 成都:
电子科技大学出版社, 2017.6
ISBN 978-7-5647-4492-2

I. ①可… II. ①时… ②李… III. ①再生能源—概
论 IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 109491 号

可再生能源概述

时君友 李翔宇 主编

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑: 罗 雅
责任编辑: 唐祖琴 于 兰
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 成都市火炬印务有限公司
成品尺寸: 185mm×260mm 印张 11.75 字数 301 千字
版 次: 2017 年 6 月第 1 版
印 次: 2017 年 6 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-4492-2
定 价: 38.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

一提到能源,马上就会联想到日益枯竭的石油、高度污染的煤炭……这些如石油、煤炭等化石能源的大量使用,给地球带来了大气污染、温室效应、酸雨等问题,而这些问题涉及的是人类在地球上的生存问题。

可再生能源是指在自然界中可以不断得到补充或能在较短周期内再产生,取之不尽、用之不竭的能源,如风能、太阳能、海洋能、生物质能、地热能、水力能等,这些能源没有以石油和煤炭为代表的化石能源带给人类的生存负担。

所以,自进入 21 世纪以来,可再生能源发电在全球各国得到了极大的重视和快速的发展,在我国以风力发电、太阳能发电为代表的可再生能源发电形式尤其得到重视和发展。近些年来,全国各高校陆续开设可再生能源发电(或称新能源发电)课程,但所需对口的教材并不多;另外,由于风力发电、太阳能发电等的并网和大量相关装备制造制造,使得很多电力行业运行维护和相关产品制造业的工程技术人员也有这方面知识的需求。基于以上两点,编者组织编写了本书。

本书主要介绍了太阳能发电技术、海洋能发电技术、生物质能发电技术、地热能发电技术等相关知识,以及相关的储能技术。另外,水力发电在世界上许多国家得到大规模利用,虽然可视为一种可再生能源发电方式,但技术相对成熟,所以并没有列入本书。

鉴于编者水平所限,书中不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 可再生能源	1
1.1 能源概述	1
1.2 可再生能源发展趋势	8
1.3 我国的能源问题	11
1.4 发展可再生能源的意义	13
第2章 风能	14
2.1 风能的基本知识	14
2.2 风力提水技术	17
2.3 风力致热技术	26
2.4 风力发电技术	28
第3章 太阳能技术	43
3.1 太阳能热发电技术概述	43
3.2 太阳能热发电原理	45
3.3 太阳能热利用技术	50
第4章 生物质能技术	62
4.1 生物质能资源概述	62
4.2 生物质燃烧发电技术	67
4.3 沼气发电技术	74
4.4 垃圾发电技术	85
4.5 生物质液化技术	93
4.6 生物质气化技术	95
第5章 地热能发电技术	104
5.1 地热能概述	104
5.2 地热资源的分类和现状	105

5.3	地热发电技术	108
5.4	地热供暖	115
5.5	地热回灌技术	122
第6章	海洋能技术	124
6.1	海洋能及其开发利用	124
6.2	海洋盐差能发电技术	125
6.3	海流发电技术	129
6.4	潮汐发电技术	131
6.5	波浪发电技术	138
6.6	海洋温差能发电技术	143
第7章	氢能技术和燃料电池	145
7.1	氢能的概述	145
7.2	氢能的制备储运技术	147
7.3	燃料电池	152
第8章	天然气水合物技术	157
8.1	天然气水合物概述	157
8.2	天然气水合物的开发技术	161
8.3	天然气水合物的勘探技术	163
第9章	核能技术	166
9.1	核能概述	166
9.2	核电站的核辐射与核安全	168
9.3	核电站	174
	参考文献	181

第1章 可再生能源

能源是人类赖以生存的基础,也是人类从事生产和生活的基础。能源的开发利用程度标志着人类社会进步和发展的程度。能源对于现代社会的重要性如同粮食对于人类的重要性,没有粮食,人类将不能生存;没有能源,现代社会将会陷入瘫痪,人类只能回到远古的刀耕火种时代。

1.1 能源概述

1.1.1 能源的定义

1. 能量

什么是能量?按照物理学的定义来说,能量即物体(或系统)对外做功的能力。广义地讲,能量是产生某种效果(变化)的能力。反过来说,产生某种效果(变化)的过程必然伴随着能量的消耗或转化。

2. 能源

凡是能直接或者经过转化而获取某种能量的自然能源通称为能源。在自然界里一些自然资源本身就拥有某种形式的能量,它在一定条件下能够转换成人们所需要的能量形式,这种自然资源显然是能源,如煤、石油、天然气、太阳能、风能、水能、地热能等。但在生产和生活过程中,由于需要或为便于运输和使用,常将上述能源经过一定的加工使之成为更符合使用要求的能源来源,如煤气、电力、焦炭、沼气、氢能等,它们也称为能源,因为它们同样为人们提供了所需的能源。

3. 能源的形式

目前,人类认识的能量有如下6种形式。

(1)机械能。它包括固体和流体(能够流动的物体)的动能、势能、弹性能及表面张力能。动能和势能统称为宏观机械能,是人类最早认识的能量。在牛顿力学中,机械能表现为平动动能 E_k 、转动动能 E_r 和重力势能 E_p 。

可再生能源中的水能、波浪能、风能也属于上述能量形式。

(2)热能。热能是能量的一种基本形式,所有其他形式的能量都可以完全转换为热能,热能在能量利用中有着重要的意义。根据能量守恒原理,对于封闭系统, $\Delta U = Q - W$ 。其中, ΔU 为系统热力学能的变化, Q 为热能, W 为功。热能的本质是微观粒子随机热运动的动

能和势能的总和,这种能量的宏观表现是温度的高低,它反映了分子运动的剧烈程度。由于分子运动速度越快,物体的温度越高,因此在热力学中,热能也可以表示为由温差传递的能量。在实际中,绝大多数化石能源的利用,都是先将燃料的化学能转变为热能,然后再转变成其他形式的能量。

(3)电能。它是和电子流动与积累有关的一种能量,通常是由电池中的化学能转化而来,或是通过发电机由机械能转换得到;反之,电能也可以通过电动机转化为机械能,从而显示出电做功的本领。

(4)辐射能。物体以电磁波形式发射的能量称为辐射能,如地球表面所接受的太阳能就是辐射能的一种。

辐射能被物体吸收时产生热效应,物体吸收的辐射能不同,所表现的温度也不同。因此,辐射是能量转换为热量的重要方式。地球表面所接受的太阳能就是最重要的辐射能。

(5)化学能。它是一种原子核外进行化学反应时放出的能量。人类利用最普遍的化学能是通过燃烧碳和氢而获得的,而这两种元素正是煤、石油、天然气、薪柴等燃料中最重要可燃元素。

同时在光化学反应中,涉及的能量包括化学键能、热能与辐射能等。当燃料燃烧时,内部的化学键能转变成为分子热运动的热能和辐射能。无论是吸热反应或放热反应,由于原子需要重新组合,首先必须由外界提供能量,如热能或辐射能,使构成分子的原子的化学键打开,此能量即活化能,然后原子重新组合成为新分子,释放出多余的化学能。干电池和蓄电池都是利用了化学能。

(6)核能。核能是蕴藏在原子核内部的物质结构能。释放巨大核能的核反应有两种,即核裂变反应和核聚变反应。

1.1.2 能源的分类

由于能源形式多样,因此,不同的认识角度具有不同的分类方法。

1. 按地球上的能量来源分类

(1)地球本身蕴藏的能源,如核能、地热能等。

(2)来自地球外天体的能量,如宇宙射线和太阳能、潮汐能、风能、波浪能、海洋温差能、生物质能、光合作用、化石燃料(煤、石油、天然气等)。

(3)地球与其他天体相互作用的能源,如潮汐能。

2. 按被利用的程度分类

(1)常规能源,如煤炭、石油、天然气、薪柴燃料、水能等。

(2)新能源,如太阳能、地热能、风能、潮汐能、生物质能等,核能通常也被看作新能源。

3. 按获取途径的方法分类

(1)一次能源,即可供直接利用的能源,如煤、石油、天然气、风能、水能等。

(2)二次能源,即由一次能源直接或间接转化而来的能源,如电、蒸汽、焦炭、煤气、氢等,

它们使用方便,易于利用,是高品质的能源。

4. 按能否再生分类

(1) 可再生能源,不会随它本身的转化或人类的利用而日益减少,如水能、风能、潮汐能、太阳能等。

(2) 非再生能源,随人类的利用而越来越少,如石油、天然气、核燃料等。

5. 按能源本身的性质分类

(1) 含能体能源,可以直接储存,如石油、煤、天然气、地热、氢等。

(2) 过程性能源,无法直接储存,如水能、风能、潮汐能、电能等。

6. 按对环境的污染情况分类

(1) 清洁能源,即对环境无污染或污染很小的能源,如太阳能、水能、海洋能等。

(2) 非清洁能源,即对环境污染较大的能源,如煤、石油等。

综上所述,能量能够以多种形式存在,可以简单地把能量分为两类:与运动相联系的能量称为动能,与物体的相对位置或内部结构有关的能量统称为势能。目前人类使用的能源主要来自以下若干类型的势能。

(1) 重力势能。重力势能由距离地球表面的垂直高度决定。水能即是利用水的位差产生的重力势能。

(2) 弹性势能。弹性势能可存储在弹性物体内部,如弹簧、压缩空气等。

(3) 温度差能。温度差能储存在海水和空气的温度差中,风能可以认为是来自空气的温度差能。

(4) 化学势能(化学键能)。该能量是在化学反应中被释放出来的(分子重新组合),如煤、石油、天然气等化石能源。燃料电池就是利用了化学势能的装置。

(5) 电磁能。该能量是指带电体或导磁体在电磁场中所具有的电磁能量。如电容器、超导线圈,都可以储存大量的电磁能。电磁能也可通过辐射的形式放出,即光能。

(6) 原子核能。原子核能是指由于原子核内部粒子间相互作用而储存在原子核内部的能量,当原子发生某种重新组合时释放出来。此能量非常巨大,当其发生不可控的连锁反应时,则为原子弹或氢弹爆炸,因此人类和平利用原子能的目标是实现可控的核裂变和核聚变。太阳其实就是一座天然的核聚变反应堆,氢同位素的核聚变放出能量,产物为水,因而是最理想的能源。原子核能释放时,以热能、辐射能的形式放出能量。不同学科遇到的各种能量形式及表达式见表1-1。

表1-1 各学科的能量形式及表达式

学 科	能 量	表 达 式	符 号 意 义
牛 顿 力 学	平 动 动 能	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	m 为物体的质量; v 为物体的平动速度
	转 动 动 能	$E_r = \frac{1}{2}I\omega^2$	I 为转动惯量; ω 为物体的转动角速度
	重 力 势 能	$E_p = mgh$	g 为重力加速度; h 为物体的相对高度

学 科	能 量	表达式	符号意义
热力学	热能、热力学能	$\Delta U = Q - W$	ΔU 为系统热力学能的变化; Q 为热能; W 为功
电磁场	电场能	$E_e = \frac{1}{2} CV^2$	C 为电容; V 为电压
	磁场能	$E_e = \frac{1}{2} LI^2$	L 为电感; I 为电流
核物理学	核能	$\varepsilon = hv$ $E = mc^2$	ε 为单个粒子或光子的最小能量; h 为普朗克常数; v 为振动频率; m 为质量; c 为光速
化学能	化学键能、热能、辐射能	化学反应方程式	在化学反应中, 首先由外界提供能量, 如热能或辐射能, 使连接原子之间的化学键断开, 此能量即活化能; 然后, 原子发生重新组合, 释放出多余的化学能
生物学	光合作用	$6H_2O + 6CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$	植物利用阳光将空气中的水和二氧化碳转化为葡萄糖
	无氧发酵产生的热量		利用微生物将碳水化合物转变为酶
	酶催化或消化作用		能量以葡萄糖的形式储存在体内, 呼吸时与氧气作用, 反应释放出 H_2O 和 CO_2

1.1.3 能量的各种形式与转换

能量在使用过程中会发生转换。人们通常所说的能量转换是指能量形态上的转换, 如燃料的化学能通过燃烧转换成热能, 热能通过热机再转换成机械能。然而广义地说, 能量转换还应当包含以下两项内容:

- (1) 能量的空间转换, 即能量的传输;
- (2) 能量的时间转换, 即能量的储存。

任何能量的转换过程都必须遵循自然界的普遍规律——能量转换和能量守恒定律, 即输入能量—输出能量—储存能量的变化使用最多、最普遍的能量形式是热能、机械能、电能。它们都可以由其他形态的能量转换而来, 它们之间也可以相互转换。然而任何能量的转换过程都需要一定的转换条件, 并在一定的设备或系统中才能实现, 如表 1-2 所示。

表 1-2 能量转换过程及转换设备和系统

能 源	能量形式转换过程	转换机械或系统
石油、煤炭、 天然气等矿物质 燃料	化学能→热能	炉子, 燃烧器
	化学能→热能→机械能	各种热力发动机
	化学能→热能→机械能→电能	热机、发电机、磁流体发电、EGD 发电 (压电效应)
氢和酒精灯 二次能源	化学能→热能→电能	热力发电机、热电子发电
	化学能→电能	燃料电池

能源	能量形式转换过程	转换机械或系统
水能、风能、潮汐能、海流能、波浪能	机械能→热能 机械能→热能→电能	水车、风车、水力发电机、波力发电、风力发电、潮汐发电、海流发电
太阳能	辐射能→热能 辐射能→热能→机械能 辐射能→热能→机械能→电能 辐射能→热能→电能 辐射能→电能 辐射能→化学能 辐射能→生物能 电磁波→电能	热水器、采暖、制冷、光化学反应、太阳灶 太阳热发动机 太阳热发电 热力发电、热电子发电 光电池、光化学电池 光化学反应(水分解) 光合成 充电转换器
海洋热能	热能→机械能→电能	海洋温度差发电(热力发动机)
海洋盐差(能)	化学能→电能 化学能→机械能→电能 化学能→热能→机械能→电能	浓度发电 渗透压发电 浓度差发电
地热能	热能→机械能→电能 热能→电能	热力发电机 热能发电
核能	核分裂→热能→机械能→电能 核分裂→热能 核分裂→热能→电能 核聚裂→热能→机械能→电能	核发电,磁流体发电 核能炼钢 热力发电,热电子发电 光电池 核聚变发电

1.1.4 能源品质评价

能源的种类很多,各有优劣。通过对能源进行品质评价,可以了解各种能源利用的难易程度以及对环境的影响程度。评价各种能源的计算指标主要有以下几个方面。

1. 储量

作为能源的一个必要条件是储量要足够丰富。在考察储量的同时还要对能源的可再生性和地理分布做出评价。比如太阳能、风能、水能等都是可再生能源,而煤、石油、天然气则是不可再生的能源。能源的地理分布和使用关系密切,例如我国煤炭资源多在西北地区,水能资源多在西南地区,而工业区却分布在东南沿海,因此能源的地理分布对能源的使用起关键性作用。

2. 储能的可能性与供能的连续性

储能的可能性是指能源不用时是否可以储存起来,需要时是否又能立即供应。在这方

面,化石燃料容易做到,而太阳能、风能则比较困难。供能的连续性是指能否按需要和所需的速度连续不断地提供能量。

3. 能量密度和能流密度

能量密度是指单位质量的物质释放的能量。煤的能量密度为 $2.74 \times 10^7 \text{J/kg}$,石油的能量密度为 $4.32 \times 10^7 \text{J/kg}$,裂变物质的能量密度要比常规燃料大百万倍,如铀 235 的能量密度为 $7.79 \times 10^{13} \text{J/kg}$ 。能流密度是单位时间内通过单位面积的能量,主要用来评价可直接利用的能源,如太阳能、风能等。

4. 开发费用和利用能源的设备费用

太阳能、风能不需要任何成本即可得到,各种化石燃料从勘探、开采到加工都需要大量投资。但利用能源的设备费用则正好相反,太阳能、风能、海洋能的利用设备费用(按每千瓦计)远高于利用化石燃料的设备费用。核电站的核燃料费用远低于燃油电站,但其设备费用却高得多。

5. 运输费用与损耗

太阳能、风能和地热能等很难输送出去,但化石燃料却很容易从产地输送至用户。核电站核燃料的运输费用极低,因为核燃料的能量密度是煤的几百万倍,而燃煤电站的输煤费用就是一笔高昂的费用。

6. 能源的品位

能源的品位有高低之分。例如:水能够直接转变为机械能和电能,它的品位要比由化学能转变为热能,再由热能转换为机械能的化石燃料的品位要高些,在热机中,热源的温度越高、冷源的温度越低,则循环的热效率就越高。

理想热机的效率的表达式为

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (1-1)$$

因此,温度高的热源品位比温度低的热源品位要高。在使用能源时,要适当安排不同品位的能源。可是,在实际生活中,大量的低品位能源未被利用,白白浪费掉。如工业的废热、太阳的热能等。

7. 对环境的影响

对环境的影响不仅是指对环境的污染,还包括开采和开发过程中对生态平衡方面的影响。优良的能源是干净、安全、不破坏生态平衡的能源。

1.1.5 能源与经济

能源贯彻在具体的生产与生活的每一个环节中。正因为如此,能源的形式也决定了国家的经济实力、发展模式和发展前途。因此,人类社会发展的每个阶段都与那个阶段的能源生产与消费水平有关。

1. 能源与生产

任何生产过程必须有一定的投入。以往人们往往只以原材料、资金和劳动力作为生产

的必要条件。随着工业生产的进步与扩大,人们越来越认识到,不投入必要的能源,生产过程是绝对不能实现的。

任何工农业产品的生产都离不开能源,它的需求量不仅表现在生产过程中直接消耗掉的能源,还包括生产设备本身及所耗能源的生产所必需的能源。以矿井采煤为例,勘探、建矿、井下开拓、采掘、通风、提升至地面、传输乃至洗煤,每一个步骤都要消耗能源。能够把地下初级资源转变为可满足最终需要的燃料过程,称为能量转化系统,如煤的转化效率为95.3%。

2. 能源与经济

任何产品(包括精神产品、软件等在内)都离不开能源,所以能源发展水平在一定程度上代表了国家的经济发展水平。

两个指标反映出能源和经济的关系:

- (1)人年平均产值越高,人年平均能耗就越大;
- (2)人年平均能源消耗量越高,人年平均国民生产总值就越大。

3. 能源与生活水平

为了估计能源消耗水平与生活水平之间的关系,我们用生活质量指数来作为数量评估的基础。生活质量指数包含平均寿命、文化指数及婴儿死亡率三大指标。

不论是哪个国家,人均能耗量越多,生活质量指数就越高。人均能耗量达到1.6t,以后的生活质量指数就趋于平稳。现代社会,能源在国民经济中的地位和作用是相当高的。国家越发达,现代化程度越高,人们依赖能源的程度也就越大。

1.1.6 能源与环境

世界经济的发展和人类赖以生存的环境是不协调的,经济发展和人口增长给环境造成了巨大的压力,而发展中国家的这种情况尤为突出。从引起环境问题的源头考虑,环境问题可分为两类:由自然力引起的原生环境问题和由人类活动引起的次生环境问题。第一类环境问题主要是指地震、洪涝、干旱、滑坡等自然灾害所引起的环境问题,对于这类环境问题,目前人类的抵御能力还很薄弱;第二类环境问题又可分为环境污染和生态破坏两大类型。能源的大量开发和利用,是造成生态破坏和环境污染的主要原因之一,它属于第二类环境问题。

环境问题是全球性问题。因为相当数量的污染物可以在生物圈中停留相当长时间,并且通过扩散和漂移输送到离污染源很远的地方。联合国环境规划署的报告表明,整个地球的环境正在全面恶化。因此,使用能源一定要考虑对环境的影响,化石燃料对环境的污染很大,太阳能、风能、氢能对环境基本上没有污染。

能源作为人类赖以生存的基础,在其开采、输送、加工、转换、利用和消费过程中,都直接或间接地改变着地球上的物质平衡和能量平衡,并对生态系统产生各种影响,成为环境污染的主要根源。因此,有必要学习、了解对人类基本没有污染的、不会随其本身的转化或人类

的利用而日益减少的一种能源——可再生能源。

图 1-1 展示了在不久的将来,利用风能、太阳能、地热能为住宅提供能量的新型住宅模型。

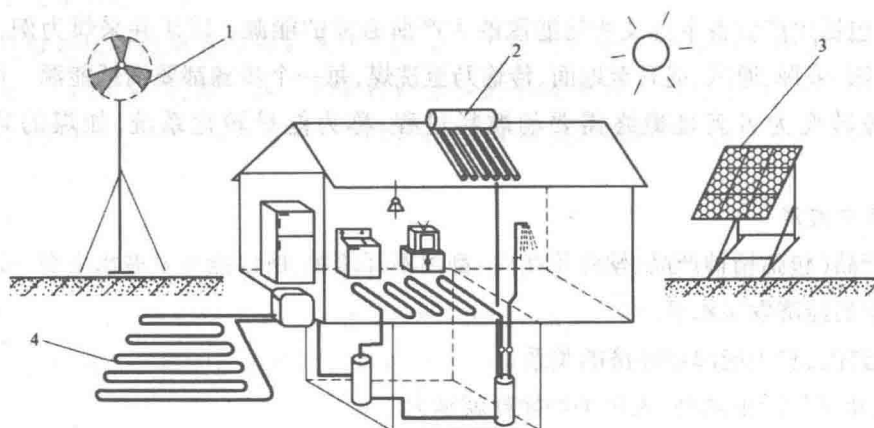


图 1-1 可再生能源住宅

1—风力机;2—太阳能热水器;3—太阳能光电板;4—地热埋管

1.2 可再生能源发展趋势

1.2.1 能源消费现状与趋势

图 1-2 所示为 2006 年世界与我国的一次能源消费构成图。1995 年,我国的煤炭消费曾占一次能源的 74.6%,同世界能源消费结构相比,我国属低质型能源消费结构。这种以煤为主的能源消费结构,是客观上造成我国与世界相比,能源经济利用效率低、污染严重、产品能源成本高、市场竞争能力差的根本原因。

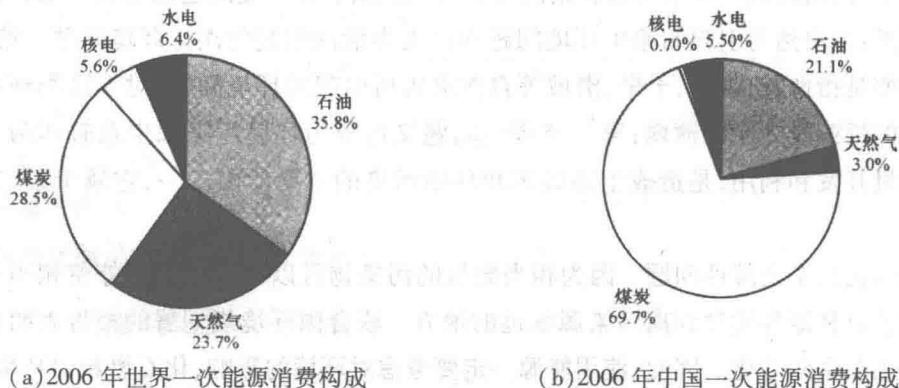


图 1-2 一次能源消费构成图

1.2.2 世界可再生能源利用状况

2004 年世界一次能源使用中可再生能源比例达到 17%,其中包括传统生物质、大型水

力发电及新兴可再生能源。传统生物质能主要用于家庭炊事和取暖,其在全球一次能源使用中比例为9%。由于出现了更高效的使用方式或新的能源形式,传统生物质能所占比例增长缓慢,甚至在某些地区呈下降趋势。大型水力发电多见于发展中国家,所占比例接近6%,同样增长缓慢。新兴可再生能源所占比例为2%,但它在发达国家和部分发展中国家保持飞速增长。显然,这3种形式的可再生能源具有各自的特点和发展趋势。

1.2.3 世界可再生能源发展趋势

目前,全国和全球统计数据的可再生能源主要有生物质能、水电、太阳能热利用和光伏发电、风力发电、地热利用。世界可再生能源开发利用量见表1-3。

表1-3 世界可再生能源开发利用量

年份	1980年	1990年	2000年	2003年	2005年	2005年世界之最
一次能源消费量/Mtce	9612.4	11 476.1	12 942.1	13 915.9	15 053.0	美国,3338.0
可再生能源水电/TW·h	1755.0	2229.6	2763.5	2679.3	3009.2	中国,401.0
生物质能/Mtce	1114	1337	1550	1633	1680	中国,295.6
地热发电/MW	3887	5832	7974	3735	8912	美国,2110
风力发电/MW	10	1930	18 450	42 090	59 247	德国,18 427
光伏电池产量/MW	6.5	46.5	288.0	741.0	1760.0	日本,830

由表1-3可知,世界可再生能源增长率远远超过常规能源的增长率。1990—2005年,世界风电装机容量增长近30倍,光伏电池产量增长37倍。美国可再生能源发电量仍居世界首位。

近几年,可再生能源年增长率明显加快,太阳能光伏电池(并网)年增长率达60%,风力发电年增长率达29%,其他如图1-3所示。

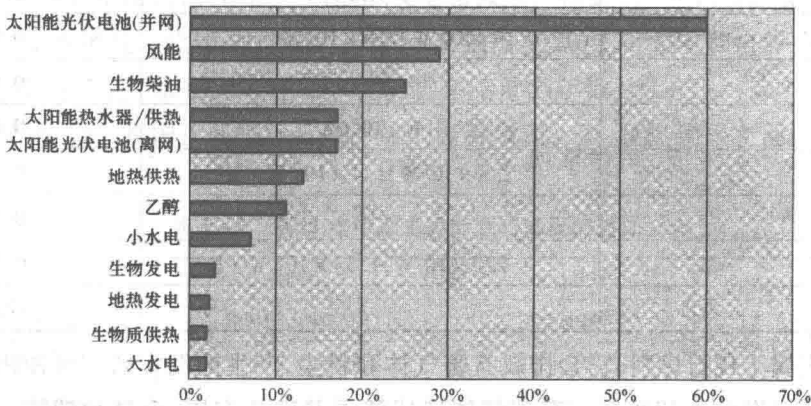


图1-3 可再生能源总量平均年增长率(2002—2004年)

1.2.4 我国可再生能源利用状况

我国是目前以煤炭为主的能源消耗大国,煤炭占我国一次能源的69%左右。虽然可再

生能源的比例占一次能源总消耗量还比较高,但主要是生物质能占了绝对量,农村人口多,其生活用能基本主要依靠烧薪柴、畜禽粪便等,但这种直接燃烧的方式能源利用效率是相当低的。除太阳能应用(主要是太阳能热水器)发展比较快以外,风能、水能、海洋能等应用比例都比较低。

我国可再生能源开发利用有较大进展。1990—2005年,大中型水电装机容量增长1.8倍,新可再生能源产能增长2.7倍。我国生物质传统利用、水力发电、小水电、户用沼气池、太阳能热水器等均居世界第一位,见表1-4。

表1-4 中国可再生能源开发利用量(2005年)

类别	开发利用量	
	实物量	标煤量/Mtce
生物质能传统利用	2.956×10^8 tce	295.6
小水电	3.853×10^{10} W, 1.209×10^{14} W·h	41.47
微水电	8.1万台, 2.13×10^8 W, 3.8×10^{11} W·h	0.13
生物质能	—	9.32
户用沼气池	1716万户,产气 7.06×10^9 m ³	5.55
大中型沼气	3090处,产气 1.5×10^9 m ³	1.15
秸秆气化集中	539处,产气 2×10^8 m ³	0.03
生物质发电	2×10^9 W, 4.8×10^{12} W·h	1.67
生物质制乙醇	1×10^6 t	0.92
太阳能	—	10.69
热水器	约 8×10^7 m ² (集热面积)	9.60
被动太阳房	约 3×10^7 m ²	0.72
太阳灶	68.6万台	0.34
光伏电池	7×10^7 W, 7.8×10^{10} W·h	0.03
地 热	—	0.65
直接利用	6×10^5 tce	0.60
发 电	2.8×10^7 W, 1.4×10^{10} W·h	0.05
风力发电	—	0.54
并网风力机	1.226×10^9 W, 1.53×10^{12} W·h	0.53
总 计		378.6

由于煤炭属于化石燃料,它会排放有害气体和粉尘,产生的温室效应可使海平面上升,使气候恶化并引发洪水和风暴。有害气体造成酸雨并破坏农田、森林和湖泊,大气中的粉尘、SO₂和NO_x直接危害人体健康。因此,必须控制化石燃料的消耗,使人类的能源使用时期迅速转入清洁的可持续发展能源时期。

1.2.5 我国可再生能源发展趋势

我国的能源相对贫乏,其中,石油的可采储备年限只有15年,相对丰富的煤炭资源也仅能维持81年。再加上我国庞大的人口基数,人均能源占有量与世界平均水平相比就更低了,据统计,我国的人均石油、煤炭、天然气的占有量分别为世界的6.8%、63%、6.0%。同时,我国是世界上少数几个以煤为主要能源的国家。经过不断努力,我国一次能源消费结构中煤炭的比例已从1990年的76.2%下降至2005年的69.1%。2005年,我国可再生能源利用量占能源消费总量的7.5%。目前,提高可再生能源在能源结构中的比例、推进可再生能源的产业化发展已成为我国的一项基本国策。在2010年,我国的可再生能源利用量达到3亿吨标准煤,使之在能源消费中的比例达到10%。到2020年,要力争将可再生能源在我国一次能源消费结构中的比例提升到16%。

总之,世界能源结构必将从以煤炭、石油和天然气为主的矿物能源系统转向以可再生能源为基础的持久性的能源系统。虽然这一转化过程需要经过漫长的发展过程,但这是必然趋势。因此,降低矿物能源消费和开发利用可再生能源应成为我国能源政策极为重要的组成部分。开发利用可再生能源是我国实施可持续发展战略的必然选择。

1.3 我国的能源问题

根据国际上通行的能源预测,石油和天然气均将在未来50~60年内枯竭,煤炭也只能用200年左右。在人口众多的我国,传统能源将枯竭得更快,形势不容乐观。与世界上一些资源贫乏的国家相比,我国的能源资源并不缺少。水力资源总量居世界第一,煤炭总储量居世界第三,石油总储量居世界第六,天然气总储量居世界第十六。但由于人口太多,技术落后,就人均资源占有量而言,我国的一次能源又非常匮乏。因此,开发利用新能源、提高资源综合利用效率是我国现代化建设的关键。表1-5列出了2013年中国和世界主要能源的储量和储采比(按当年生产水平尚可开采的剩余能源储量的年数)的对比。从中可看出,随着国民经济的快速增长,我国正面临着日益严峻的能源危机。21世纪我国在能源问题上面临着如下的挑战。

表1-5 2013年中国主要能源与世界的对比

	煤炭	石油	天然气
世界总可采储量	$8.915 \times 10^{11} \text{t}$	$2.382 \times 10^{11} \text{t}$	$1.857 \times 10^{14} \text{m}^3$
中国可采储量	$1.145 \times 10^{11} \text{t}$	$2.5 \times 10^9 \text{t}$	$3.3 \times 10^{12} \text{m}^3$
中国所占比例(%)	12.8	1.1	1.8
世界储采比	113	53.3	55.1
中国储采比	31	11.9	28
中国产量名次	1	4	5

注:资料来源:BP世界能源统计2014。