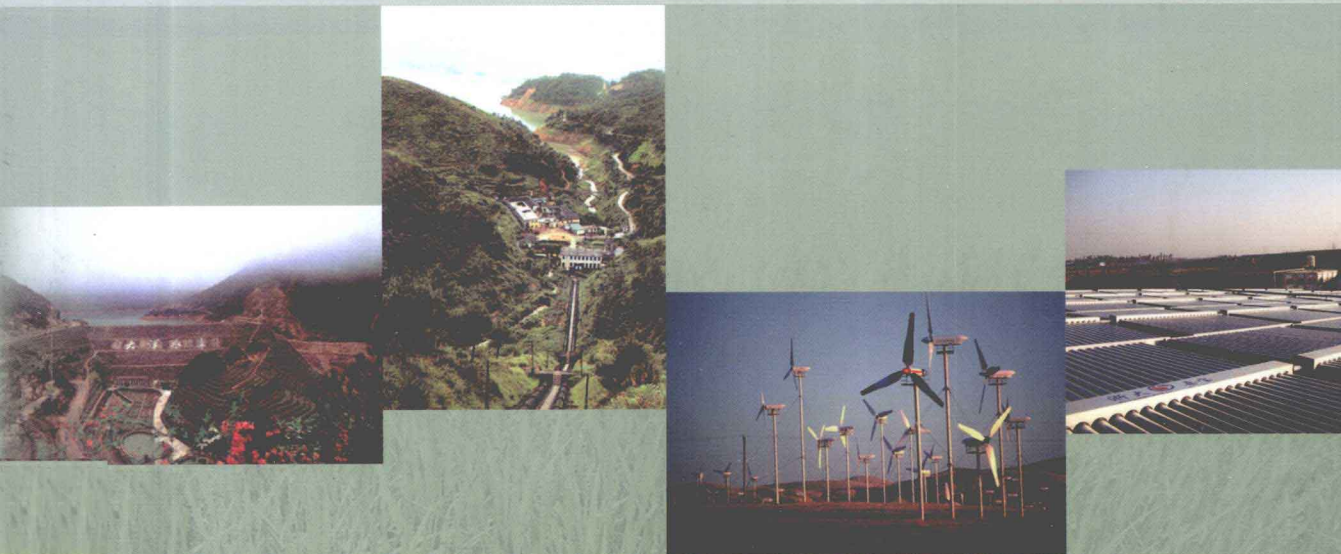


NONGCUN KEZAISHENG NENGYUAN
JISHU YU YINGYONG

农村可再生能源 技术与应用

周鑫发 杨启岳 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

国家星火计划(2007EA700007)可再生能源
在浙江省农村的综合应用和科技示范

农村可再生能源技术与应用

周鑫发 杨启岳 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

农村可再生能源技术与应用 / 周鑫发, 杨启岳著.

—杭州: 浙江大学出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-308-08572-4

I. ①农… II. ①周…②杨… III. ①农村—再生能源—综合利用—研究—中国 IV. ①S210.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 061564 号

农村可再生能源技术与应用

周鑫发 杨启岳 著

责任编辑 石国华

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 杭州星云光电图文制作工作室

印刷 杭州日报报业集团盛元印务有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 22.5

字数 576 千字

版印次 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-308-08572-4

定价 48.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

前 言

能源是现代化社会的重要物质基础。随着社会经济的快速发展,我国的能源消费也出现了高速增长的态势,目前已成为世界第二大能源消费国,我国的能源问题正面临着前所未有的严峻形势。与此同时,化石燃料的大量消耗,使得大气污染加剧,人类赖以生存的环境正在不断恶化。增加能源供应、保障能源安全、保护生态环境、促进经济和社会的可持续发展已成为我国面临的一项重大战略任务。可再生能源的开发和利用是世界上许多国家的重要能源战略,可再生能源的发展已成为国际能源领域的热点之一。我国政府一直重视可再生能源的开发利用,除水电外,风电、太阳能、生物质能等技术和产业也在政府的支持下从20世纪80年代开始稳步发展,并在小水电、太阳能热水器、小风电等技术和产业的发展方面走在了世界前列。2006年1月1日开始实施的《中华人民共和国可再生能源法》标志着我国可再生能源发展进入了一个新的历史阶段。

我国有7.5亿人口生活在农村,解决农村能源问题是全面建设社会主义新农村的必然要求。我国的《可再生能源中长期发展规划》中明确指出:促进资源节约型、环境友好型社会和社会主义新农村建设,把发展可再生能源作为全面建设小康社会和实现可持续发展的重大战略举措,加快水能、风能、太阳能和生物质能的开发利用。我国农村有着丰富的水能、太阳能、风能、地热能、生物质能等可再生资源,开发利用农村可再生能源,不仅有利于充分利用农村资源、优化农村产业结构、促进农村经济发展,还有利于方便和满足农村用能、提高边远地区人口的生活质量,也有利于保护和改善农村生态环境、整治村容村貌、实现农村的可持续发展。因此,发展农村可再生能源对于增加我国的能源供给,改善能源结构,保障国家能源安全 and 经济可持续发展,尤其是建设社会主义新农村,具有重要的意义。

农村可再生能源技术主要包括太阳能热利用技术、光电技术、小风电技术、小水电技术、水锤泵技术、沼气技术、生物质能源化利用技术和地热能利用技术等。为了进一步宣传与推广以上有关技术,加强这些技术在我国广大农村地区的应用,浙江省能源与核技术应用研究院、《能源工程》杂志社特组织来自高校、科研院所、行业协会的专家、学者编写了本书。本着大众性和实用性的编写原则,本书较为系统地介绍了农村可再生能源技术的基础知识,深入浅出地论述了各种技术的应用场合、特点、经济性及新进展等,并辑选了一些具有工程实践意

义的技术应用实例。本书可作为广大从事农村可再生能源开发应用工作的技术与管理人员的参考用书,也可供大专院校学生及专业人员培训使用。

本书由周鑫发和杨启岳合作编著。潘毅、周劲松、徐锦才、郑荣进、林期远、王其坤等参与了本书的编写工作,谨对以上编写人员的辛勤劳动表示感谢。由于编写时间仓促及编写人员水平所限,不妥之处难免,敬请广大读者、专家批评指正。

作 者

2011年3月5日

目 录

第一章 农村可再生能源利用与低碳经济	(1)
第一节 可再生能源是人类社会的必然选择	(1)
一、能源是社会发展的主要支柱	(1)
二、我国的能源发展现状	(2)
三、可再生能源是人类社会的必然选择	(5)
第二节 农村可再生能源开发利用与低碳经济	(8)
一、我国农村开发利用可再生能源十分必要	(8)
二、开发利用可再生能源是农村实现低碳经济的重要内容	(10)
第二章 太阳能热利用技术与应用	(14)
第一节 太阳能资源	(14)
一、太阳及太阳辐射	(14)
二、中国太阳能资源	(20)
第二节 太阳能热水系统	(22)
一、太阳能热水系统的主要部件	(22)
二、家用和集中太阳能热水系统	(41)
三、太阳能热水系统与建筑相结合	(56)
第三节 太阳能温室	(61)
一、发展概况	(61)
二、工作原理和结构	(62)
三、太阳能温室的应用	(69)
第四节 其他太阳能热利用技术	(72)
一、太阳房	(72)
二、太阳能干燥	(75)
三、太阳能蒸馏	(82)
四、太阳灶	(85)
第三章 光电与小风电技术应用	(92)
第一节 光伏发电基本知识	(92)
一、光伏发电原理	(92)
二、太阳能电池组件与光伏发电系统	(94)
第二节 农村光电技术应用	(100)

一、农村光电技术应用的发展与潜力	(101)
二、农村光电技术应用的意义	(103)
三、农村光伏照明系统	(104)
第三节 农村小风电技术	(106)
一、风力发电原理	(107)
二、风电技术应用	(114)
三、农村小风电技术应用及意义	(117)
第四节 光伏与小风机发电系统的设计与安装	(119)
一、设计与施工	(119)
二、运行与维护	(135)
三、经济性分析	(136)
第四章 农村水电技术与应用	(138)
第一节 农村水电概况	(138)
一、农村水电资源分布与特点	(138)
二、农村水电的发展与作用	(141)
三、农村水电开发方式	(144)
四、农村水电站系统组成	(148)
第二节 经济实用的农村水电技术与设备	(150)
一、农村水电站的典型布置及其建筑物	(150)
二、农村水电站的发电设备类型与工作原理	(160)
三、微水电设备和箱式水电站技术	(172)
四、农村水电站计算机监控技术	(174)
五、水能和其他可再生能源互补技术	(179)
第三节 农村水电技术应用	(181)
一、水电农村电气化	(181)
二、保护生态的小水电代燃料工程	(187)
第四节 水锤泵技术	(189)
一、水锤泵的结构及工作原理	(189)
二、水锤泵的应用范围及适用条件	(189)
三、水锤泵的提水能力	(190)
四、水锤泵的安装	(190)
五、水锤泵的提水运行过程	(192)
六、水锤泵应用的技术要求	(192)
七、水锤泵技术的应用实例	(194)
第五章 沼气技术与应用	(198)
第一节 沼气的基本知识	(198)
一、沼气的基本知识	(198)
二、沼气的产生	(198)

三、沼气发酵的影响因素	(199)
第二节 户用水压式沼气池技术	(201)
一、户用水压式沼气池的运行原理	(201)
二、户用水压式沼气池的结构	(201)
三、户用水压式沼气池的设计	(203)
四、水压式沼气池的建造	(205)
五、户用水压式沼气池的运行管理	(209)
六、户用沼气技术的应用	(211)
第三节 大中型沼气工程技术	(214)
一、大中型沼气的类型	(214)
二、大中型沼气的发酵原料	(215)
三、大中型沼气的选址及总体布局	(215)
四、大中型沼气的工艺流程	(215)
五、大中型沼气的工艺参数	(216)
六、大中型沼气的工艺设备	(218)
七、大中型沼气的安全措施	(223)
八、大中型沼气工程技术的应用及实例	(223)
第四节 生活污水净化沼气技术	(227)
一、生活污水净化沼气技术的适用范围	(227)
二、生活污水净化沼气技术的特点	(227)
三、生活污水净化沼气的原理	(227)
四、生活污水净化沼气池的设计与建造	(227)
五、生活污水净化沼气池的运行管理	(231)
六、生活污水沼气净化技术的应用实例	(231)
第六章 热泵技术与应用	(233)
第一节 热泵基本原理	(233)
一、热泵基础知识	(233)
二、热泵技术原理	(233)
三、热泵的分类	(234)
第二节 热泵技术应用	(236)
一、热泵的技术类型	(236)
二、热泵系统组成和运行特点	(236)
三、热泵系统的能效评价	(237)
四、热泵与建筑节能	(238)
第三节 热泵系统的设计	(238)
一、建筑的供热供冷负荷	(238)
二、热泵空调系统的类型选择	(238)
三、热泵空调机组的选型	(239)
四、空调末端的选择和设计	(239)

五、输配系统的设计	(239)
第四节 可再生能源与热泵应用	(240)
一、太阳能与热泵应用	(240)
二、浅层地热能与热泵应用	(240)
三、空气能热泵应用	(240)
四、多能源组合的热泵系统应用	(241)
第五节 典型案例分析	(241)
一、项目概述	(241)
二、空调系统	(241)
三、系统分析	(241)
四、技术经济评价	(243)
 第七章 农村生物质能源化利用	(245)
第一节 农村生物质资源及利用现状	(245)
一、我国农村生物质资源及潜力	(245)
二、我国农村生物质能利用现状	(246)
三、农村生物质能源化利用的意义	(247)
四、农村生物质能源化利用技术概述	(247)
第二节 生物质压块成型技术	(250)
一、压块成型原理	(250)
二、压块成型技术分类	(250)
三、压块成型技术应用	(251)
第三节 生物质气化技术	(257)
一、生物质气化原理	(257)
二、生物质气化技术分类	(258)
三、生物质气化技术的应用	(262)
第四节 生物质燃烧技术	(269)
一、生物质燃烧技术原理	(269)
二、生物质燃烧技术分类	(272)
三、生物质燃烧技术应用	(275)
第五节 生物质热解技术	(277)
一、生物质热解原理	(277)
二、生物质热解技术分类	(279)
三、生物质热解技术应用	(280)
第六节 其他农村生物质能利用技术	(283)
一、垃圾资源能源化利用技术	(283)
二、燃料乙醇技术	(284)
三、生物柴油技术	(286)

第八章 可再生能源在农居建筑中的应用	(289)
第一节 可再生能源与建筑一体化的概念	(289)
一、光伏与建筑结合及可行性	(289)
二、太阳能热与建筑结合及可行性	(291)
三、地热能与建筑结合及可行性	(293)
第二节 热泵技术在农居建筑中的应用	(294)
一、热泵与地源热泵	(295)
二、热泵的原理	(297)
三、农村利用地源热泵的特点	(297)
附录一 中华人民共和国节约能源法	(300)
附录二 中华人民共和国可再生能源法	(309)
附录三 可再生能源中长期发展规划	(314)
附录四 中华人民共和国循环经济促进法	(329)
附录五 可再生能源发展专项资金管理暂行办法	(337)
附录六 农业部关于加强农业和农村节能减排工作的意见	(340)
附录七 可再生能源产业发展指导目录	(345)

第一章 农村可再生能源利用与低碳经济

第一节 可再生能源是人类社会的必然选择

能源是经济和社会发展的重要物质基础。工业革命以来,世界能源消费大大增长,地球上化石能源消耗加剧,生态环境不断恶化,人类社会的可持续发展受到严重威胁。目前,我国已成为世界能源生产和消费大国,但人均能源消费水平还很低。随着经济和社会的不断发展,我国的能源需求将持续增长,增加能源供应、保障能源安全、保护生态环境、促进经济和社会的可持续发展是我国面临的一项重大战略任务。

一、能源是社会发展的主要支柱

(一)人类利用能源的历史与发展

在人类文明发展的历史长河中,能源为人类的生产和生活提供了重要的物质保障。大约在一万年前的旧石器时代,原始人开始了火的使用并发明了钻木取火,他们用火取暖、烤熟食物,有效地促进了自身体质的改善,加速了原始人的进化,这是人类利用能源的开始,也昭示了能源从此成为人类社会发展的主要物质基础。此后,在漫长的年代里,人类利用柴草做燃料,利用太阳来干燥作物和食物,利用大自然的风力和水力作动力来取水和从事农业生产活动,摆脱了单纯依靠人力和畜力从事活动的局面,虽然人类使用能源的能力和范围都非常有限,但是这些简单原始的能源利用却在人类进化和社会发展中起到了非常重要的作用。后来人们利用木炭烧制陶器,利用煤炭冶炼金属,把人类社会带入了青铜器时代、铁器时代。

18世纪60年代,随着蒸汽机的发明和应用,人类第一次产业革命从英国开始蔓延到世界各国,促使世界能源结构发生第一次大转变,即从薪柴转向煤炭为主。冶金工业的兴起,铁路和航运业的发展都需要大量的煤炭,整个19世纪,煤炭成为资本主义工业化的动力基础。1860年至1920年,世界煤产量从1.36亿吨增长至12.50亿吨标煤,1920年煤炭占世界商品能源总结构的87%。从20世纪20年代开始,世界能源结构发生了第二次大转变,即从煤炭转向石油和天然气。1920年,石油和天然气在世界能源构成中的比重为11%,1959年达到了50%,超越煤炭成为第一能源,相对应地,煤炭的比重则由87%下降到48%。1993年,世界一次能源总消费量约为111.5亿吨标煤,其中石油占40.4%,天然气占22.9%,煤炭占27.5%,其余为水电和核电等。能源结构从煤炭转向石油、天然气,对社会经济的发展具有非常重要的作用。20世纪50年代和60年代,许多国家正是依靠充足的石油供应实现了国民经济的高速增长。

电的发明和应用是继蒸汽机的发明和应用之后,近现代史上第二次技术革命的核心。

20 世纪以来,人类在设计、材料和制造工艺上的进步,推动了电力的生产和应用的迅速发展,世界发电量从 1951 年的 956.8 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 增长到 1992 年的 120267 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$,四十年来增长了 100 多倍。电力输送的方便性和经济性、电能和机械能之间的高转换效率以及易于控制的特点等,使得电力成为现代社会使用最广、增长最快的二次能源。

以煤炭、石油、天然气为主的化石能源属于不可再生能源,地球上其资源总量是有限的,而且化石燃料燃烧排放的 CO_2 、 SO_2 和 NO_x 会给全球带来严重的环境问题,诸如温室效应、酸雨、水土流失等,所有这些问题促使世界能源结构开始第三次大转变,即从石油、天然气为主的能源系统转向以可再生能源为基础的可持续发展的能源系统。这一转变始于 20 世纪 70 年代,1973 年中东战争引发的世界石油危机加速了各国对可再生能源的开发利用及对核聚变发电的研究,可再生能源包括太阳能、风能、生物质能、水能、地热能等。世界能源结构转变到以可再生能源为主将是一个漫长的过程,有专家认为大约需要 100 多年时间。

(二)能源是现代社会的物质基础

能源是人类社会生存和发展的重要物质基础,在当代,能源已成为世界各国满足人民生活 and 保障国民经济发展的重要基础产业,随着工业文明的持续发展和经济全球化进程的加快,世界能源需求正在不断增长。

1. 经济的高速发展离不开能源

任何国家工业化过程中经济的高速增长,都离不开钢铁、化工、建材等高耗能工业的发展。能源的开采、加工、转换和输送,不仅需要充裕的资金、劳力、材料、设备,还要消耗大量的能源;能源工业向耗能部门提供燃料和动力,耗能部门则向能源工业提供材料和设备,两者之间有着相互依存的关系。

2. 农业的现代化在很大程度上依赖于能源

农业机械的使用,化肥、农药等的生产,农田的灌溉等,均离不开能源,农业现代化其实就是用能源来代替人力、畜力和天然肥料的过程。全世界平均约有四分之一的化石燃料用于食物系统,包括食物的生产、加工、运输、分配、冷藏和烹调,而其中又有大约四分之一用于农业生产。因此,在我国开发农村新能源和节能是能源工作的一个重点。

3. 能源与国防紧密相关

石油是非常重要的战略物资,它推动了钢铁、汽车、造船、化学等工业的发展以及海洋开发、地质、电子等领域新技术的研究,在各国对外政策和经济战略中占有主导地位,从军事角度看,石油已成为一个全球性的战略要素。狭义地讲,能源技术的进步是军备现代化的先决条件,能源科学技术的重大发现和发明往往用于军事目的:19 世纪,英国依靠以蒸汽为动力的远洋舰队称霸世界;内燃机的发明,使飞机、坦克、军舰等成为主要的常规武器;核能的发现则被首先用来制造原子弹。

4. 能源是科技进步的前提,科技的发展又促进能源的开发和能源利用效率的提高

历史上,伴随着能源技术的每一次突破,都能带来生产技术的重大变革甚至社会生产方式的革命。以蒸汽机、电力和核能的发明与应用为代表的三次能源技术的重大突破就是最好的证明。正是新的能源技术促使世界能源结构的转变,而不是能源资源的枯竭。今天,许多新的工业技术,诸如电子技术、空间技术、生物工程等都需要分散的、可再生的、多样化的能源,而这些技术的应用又为人类应对能源问题开辟了新的前景。

二、我国的能源发展现状

中国是目前世界上第二大能源生产和消费大国。能源供应的持续增长,为经济社会发

展提供了重要的支撑。能源消费的快速增长,为世界能源市场创造了广阔的发展空间。中国已经成为世界能源市场不可或缺的重要组成部分,对维护全球能源安全,正在发挥越来越重要的积极作用。中国政府正在以科学发展观为指导,加快发展现代能源产业,坚持节约资源和保护环境的基本国策,把建设资源节约型、环境友好型社会放在工业化、现代化发展战略的突出位置,努力增强可持续发展能力,建设创新型国家,继续为世界经济发展和繁荣作出更大贡献。

(一)我国的能源资源

1. 能源资源总量比较丰富

我国拥有较为丰富的化石能源资源,其中煤炭占主导地位。2006年,我国煤炭保有资源量10345亿吨,剩余探明可采储量约占世界的13%,列世界第三位。我国已探明的石油、天然气资源储量相对不足,而油页岩、煤层气等非常规化石能源储量潜力较大。我国拥有较为丰富的可再生能源资源,其中水力资源的理论蕴藏量折合年发电量为6.19万亿kW·h,经济可开发年发电量约1.76万亿kW·h,相当于世界水力资源量的12%,列世界首位。

2. 人均能源资源拥有量较低

我国由于人口众多,人均能源资源拥有量在世界上处于较低水平。煤炭和水力资源人均拥有量相当于世界平均水平的50%,石油、天然气人均资源量仅为世界平均水平的1/15左右。而耕地资源不足世界人均水平的30%,也制约了生物质能源的开发。

3. 能源资源赋存分布不均衡

我国能源资源分布广泛但不均衡。煤炭资源主要赋存在华北、西北地区,水力资源主要分布在西南地区,石油、天然气资源主要赋存在东、中、西部地区和海域。中国主要的能源消费地区集中在东南沿海经济发达地区,资源赋存与能源消费地域存在明显差别。大规模、长距离的北煤南运、北油南运、西气东输、西电东送,是中国能源流向的显著特征和能源运输的基本格局。

4. 能源资源开发难度较大

与世界各国相比,我国煤炭资源的地质开采条件较差,大部分储量需要井下开采,极少量可供露天开采。石油天然气资源的地质条件复杂,埋藏深,勘探开发技术要求较高。我国未开发的水力资源多集中在西南部的高山深谷,远离负荷中心,开发难度和成本较大。我国非常规能源资源的勘探程度低,经济性较差,缺乏竞争力。

(二)我国的能源发展

1. 供给能力明显提高

经过几十年的努力,中国已经初步形成了煤炭为主体、电力为中心、石油天然气和可再生能源全面发展的能源供应格局,基本建立了较为完善的能源供应体系。建成了一批千万吨级的特大型煤矿。2006年我国一次能源生产总量22.1亿吨标准煤,列世界第二位,其中原煤产量23.7亿吨,列世界第一位。先后建成了大庆、胜利、辽河、塔里木等若干个大型石油生产基地,2006年原油产量1.85亿吨,实现稳步增长,列世界第五位。天然气产量迅速提高,从1980年的143亿m³提高到2006年的586亿m³。商品化可再生能源量在一次能源结构中的比例逐步提高。我国电力发展迅速,装机容量和发电量分别达到6.22亿kW和2.87万亿kW·h,均列世界第二位。能源综合运输体系发展较快,运输能力显著增强,建设了西煤东运铁路专线及港口码头,形成了北油南运管网,建成了西气东输大干线,实现了西电东送和区域电网互联。

2. 能源节约效果显著

1980—2006年,中国能源消费以年均5.6%的增长支撑了国民经济年均9.8%的增长。按2005年不变价格,万元国内生产总值能源消耗由1980年的3.39t标准煤下降到2006年的1.21t标准煤,年均节能率3.9%,扭转了近年来单位国内生产总值能源消耗上升的势头。能源加工、转换、储运和终端利用综合效率为33%,比1980年提高8个百分点。单位产品能耗明显下降,其中钢、水泥、大型合成氨等产品的综合能耗及供电煤耗与国际先进水平的差距不断缩小。

3. 能源消费结构有所优化

中国能源消费已经位居世界第二。2006年,我国一次能源消费总量为24.6亿吨标准煤。中国政府高度重视优化能源消费结构,煤炭在一次能源消费中的比重由1980年的72.2%下降到2006年的69.4%,其他能源的比重由27.8%上升到30.6%,其中可再生能源和核电的比重由4.0%提高到7.2%,石油和天然气也有所增长。终端能源消费结构优化趋势明显,煤炭能源转化为电能的比重由20.7%提高到49.6%,商品能源和清洁能源在居民生活用能中的比重明显提高。

4. 能源科技水平迅速提高

中国能源科技取得显著成就,以“陆相成油理论与应用”为标志的基础研究成果,极大地促进了石油地质科技理论的发展。石油天然气工业已经形成了比较完整的勘探开发技术体系,特别是复杂区块勘探开发、提高油田采收率等技术在国际上处于领先地位。煤炭工业建成一批具有国际先进水平的大型矿井,重点煤矿采煤综合机械化程度显著提高。电力工业方面,先进发电技术和大容量高参数机组得到普遍应用,水电站设计、工程技术和设备制造等技术达到世界先进水平,核电初步具备百万千瓦级压水堆自主设计和工程建设能力,高温气冷堆、快中子增殖堆技术研发取得重大突破。烟气脱硫等污染治理、可再生能源开发利用技术迅速提高。正负500kV直流和750kV交流输电示范工程相继建成投运,正负800kV直流、1000kV交流特高压输电试验示范工程开始启动。

5. 能源环境相得益彰

中国政府高度重视环境保护,加强环境保护已经成为基本国策,社会各界的环保意识普遍提高。1992年联合国环境与发展大会后,中国组织制定了《中国21世纪议程》,并综合运用法律、经济等手段全面加强环境保护,取得了积极进展。中国的能源政策也把减少和有效治理能源开发利用过程中引起的环境破坏、环境污染作为其主要内容。2006年,燃煤机组除尘设施安装率和废水排放达标率达到近100%,烟尘排放总量与1980年基本相当,单位电量烟尘排放减少了90%。2006年,全国建成并投入运行的脱硫火电机组装机容量达1.04亿kW,超过前10年的总和,装备脱硫设施的火电机组占火电总装机的比例由2000年的2%提高到30%。

6. 市场环境逐步完善

中国能源市场环境逐步完善,能源工业改革稳步推进。能源企业重组取得突破,现代企业制度基本建立。投资主体实现多元化,能源投资快速增长,市场规模不断扩大。煤炭工业生产和流通基本实现了市场化。电力工业实现了政企分开、厂网分开,建立了监管机构。石油天然气工业基本实现了上下游、内外贸一体化。能源价格改革不断深化,价格机制不断完善。

(三)我国能源面临的挑战

1. 资源约束突出,能源效率偏低

中国优质能源资源相对不足,制约了供应能力的提高;能源资源分布不均,也增加了持续稳定供应的难度;经济增长方式粗放、能源结构不合理、能源技术装备水平低和管理水平相对落后,导致单位国内生产总值能耗和主要耗能产品能耗高于主要能源消费国家的平均水平,进一步加剧了能源供需矛盾。单纯依靠增加能源供应,难以满足持续增长的消费需求。

2. 能源消费以煤为主,环境压力加大

煤炭是中国的主要能源,以煤为主的能源结构在未来相当长时期内难以改变。相对落后的煤炭生产方式和消费方式,加大了环境保护的压力。煤炭消费是造成煤烟型大气污染的主要原因,也是温室气体排放的主要来源。随着中国机动车保有量的迅速增加,部分城市大气污染已经变成煤烟与机动车尾气混合型,如果这种状况持续下去,将给生态环境带来更大的压力。

3. 市场体系不完善,应急能力有待加强

中国能源市场体系有待完善,能源价格机制未能完全反映资源稀缺程度、供求关系和环境成本。能源资源勘探开发秩序有待进一步规范,能源监管体制尚待健全。我国煤矿生产安全问题比较多,电网结构不够合理,石油储备能力不足,有效应对能源供应中断和重大突发事件的预警应急体系有待进一步完善和加强。

三、可再生能源是人类社会的必然选择

20 世纪 70 年代以来,可再生能源开发利用受到世界各国高度重视,许多国家将开发利用可再生能源作为能源战略的重要组成部分,提出了明确的可再生能源发展目标,制定了鼓励可再生能源发展的法律和优惠政策,可再生能源得到迅速发展,成为各类能源中增长最快的领域。我国于 2006 年 1 月 1 日开始实施《中华人民共和国可再生能源法》,对我国的可再生能源发展产生了十分巨大的影响。

(一)我国可再生能源现状

可再生能源是指在自然界中可以不断再生、永续利用、取之不尽、用之不竭的能源资源,如水能、风能、太阳能、生物质能和海洋能等。可再生能源分布广泛,不存在资源枯竭问题,且对环境无害或危害极小,特别适合就地开发利用。

中国除了水能的可开发装机容量和年发电量均居世界首位之外,太阳能、风能和生物质能等各种可再生能源资源也都非常丰富。中国太阳能较丰富的区域占国土面积的 2/3 以上,年辐射量超过 6000MJ/m²,每年地表吸收的太阳能大约相当于 1.7 万亿吨标煤的能量;风能资源量约为 32 亿 kW,初步估算可开发利用的风能资源约 10 亿 kW,按德国、西班牙和丹麦等风电发展迅速的国家的经验进行类比分析,中国可供开发的风能资源量可能超过 30 亿 kW;海洋能资源技术上可利用的资源量估计约为 4 亿~5 亿 kW;地热资源的远景储量为 1353 亿吨标煤,探明储量为 31.6 亿吨标煤;现有生物质能源包括:秸秆、薪柴、有机垃圾和工业有机废物等,资源总量达 7 亿吨标煤/年,通过品种改良和扩大种植,生物能的资源量可以在此水平再翻一番。总之,中国可再生能源资源丰富,具有大规模开发的资源条件和技术潜力,可以为未来社会 and 经济发展提供足够的能源,开发利用可再生能源大有可为。

2006 年年底,中国可再生能源年利用量总计为 2 亿吨标煤(不包括传统方式利用的生物

质能),约占中国一次能源消费总量的8%,比2005年上升了0.5个百分点,这为2010年可再生能源占全国一次性能源10%的目标迈出了坚实的一步。

随着越来越多的国家采取鼓励可再生能源的政策和措施,可再生能源的生产规模和使用范围正在不断扩大,2007年全球可再生能源发电能力达到了24万MW,比2004年增加了50%。

2007年至少有60多个国家制订了促进可持续能源发展的相关政策,欧盟已建立了到2020年实现可持续能源占有能源20%的目标,而中国也确立了到2020年可再生能源占总能源的比重达到15%的目标。2007年,全球并网太阳能发电能力增加了52%,风能发电能力增加了28%。全球大约有5000万个家庭使用安放在屋顶的太阳能热水器获取热水,250万个家庭使用太阳能照明,2500万个家庭将沼气用于炊事和照明。

可再生能源比重的提升传递着“绿色经济”正在兴起的信息,2012年《京都议定书》到期后,新的温室气体减排机制将进一步促进绿色经济的全面发展。

根据我国中长期能源规划,在2020年之前,我国基本上可以依赖常规能源满足国民经济发展和人民生活水平提高的能源需要,到2020年,可再生能源的战略地位将日益突出,届时需要可再生能源提供数亿吨乃至十多亿吨标煤的能源。因此,我国发展可再生能源的战略目的将是最大限度地提高能源供给能力,改善能源结构,实现能源多样化,切实保障能源供应的安全。

(二)我国发展可再生能源的意义

可再生能源是重要的能源资源,开发利用可再生能源具有以下重要意义:

(1)开发利用可再生能源是落实科学发展观、建设资源节约型社会、实现可持续发展的基本要求。充足、安全、清洁的能源供应是经济发展和社会进步的基本保障。我国人口众多,人均能源消费水平低,能源需求增长压力大,能源供应与经济发展的矛盾十分突出。为了从根本上解决我国的能源问题,不断满足经济和社会发展的需要,保护环境,实现可持续发展,除大力提高能源效率外,加快开发利用可再生能源是重要的战略选择,也是落实科学发展观、建设资源节约型社会的基本要求。

(2)开发利用可再生能源是保护环境、应对气候变化的重要措施。目前,我国环境污染问题突出,生态系统脆弱,大量开采和使用化石能源对环境的影响很大,特别是我国能源消费结构中煤炭的比例偏高,二氧化碳排放增长较快,对气候变化影响较大。可再生能源清洁环保,开发利用过程不增加温室气体排放。开发利用可再生能源,对优化能源结构、保护环境、减排温室气体、应对气候变化具有十分重要的作用。

(3)开发利用可再生能源是建设社会主义新农村的重要措施。农村是目前我国经济和社会发展最薄弱的地区,能源基础设施落后,全国还有约1.15亿人口没有电力供应,许多农村生活能源仍主要依靠秸秆、薪柴等生物质低效直接燃烧的传统利用方式提供。农村地区可再生能源资源丰富,加快可再生能源开发利用;一方面可以利用当地资源,因地制宜解决偏远地区电力供应和农村居民生活用能问题,另一方面可以将农村地区的生物质资源转换为商品能源,使可再生能源成为农村特色产业,有效延长农业产业链,提高农业效益,增加农民收入,改善农村环境,促进农村地区经济和社会的可持续发展。

(4)开发利用可再生能源是开拓新的经济增长领域、促进经济转型、扩大就业的重要选择。可再生能源资源分布广泛,各地区都具有一定的可再生能源开发利用条件。可再生能源的开发利用主要是利用当地的自然资源和人力资源,对促进地区经济发展具有重要意义。

同时,可再生能源也是高新技术和新兴产业,快速发展的可再生能源已成为一个新的经济增长点,可以有效拉动装备制造等相关产业的发展,对调整产业结构,促进经济增长方式转变,扩大就业,推进经济和社会的可持续发展都有重大意义。

(三)发展可再生能源是改善我国能源结构,保障能源安全的需要

由于石油、煤炭等目前大量使用的传统能源资源日趋枯竭,同时新的能源生产供应体系又未能建立而在交通运输、金融业、工商业等方面造成的一系列问题统称能源危机。

根据经济学家和科学家的普遍估计,到本世纪中叶,亦即 2050 年左右,世界石油资源将会开采殆尽,全球面临能源危机。目前美国、加拿大、日本、欧盟等都在积极开发如太阳能、风能、海洋能(包括潮汐能和波浪能)等可再生新能源,或者将注意力转向海底可燃冰(水合天然气)等新的化石能源。同时,氢气、甲醇等燃料作为汽油、柴油的替代品,也受到广泛关注。目前国内外研究的氢燃料电池电动汽车,就是此类能源中应用的典型代表。

作为世界最大的发展中国家,中国是一个能源生产和消费大国,能源生产量仅次于美国和俄罗斯,居世界第三位;基本能源消费占世界总消费量的十分之一,仅次于美国,居世界第二位。中国又是一个以煤炭为主要能源的国家,发展经济与环境污染的矛盾比较突出。近年来能源安全问题也日益成为国家生活乃至全社会关注的焦点,日益成为我国战略安全的隐患和制约经济社会可持续发展的瓶颈。上个世纪 90 年代以来,我国经济的持续高速发展带动了能源消费量的急剧上升。自 1993 年起,我国由能源净出口国变成净进口国,能源总消费已大于总供给,能源需求的对外依存度迅速增高,煤炭、电力、石油和天然气等能源都存在缺口,其中石油需求量的大增以及由其引起的结构性矛盾日益成为我国能源安全所面临的最大难题。

2007 年,我国能源消费总量达到 26.5 亿吨标煤,其中煤炭 25.8 亿吨(18.42 亿吨标煤),占 69.5%;原油 3.4 亿吨(4.85 亿吨标煤),占 18.3%;天然气 673 亿 m^3 (0.9 亿吨标煤),占 3.4%,水电、核电及其他一次能源消费占 7.5%。随着经济的持续快速增长,我国能源需求总量还将持续提高,预计 2020 年将达到 35 亿吨标煤,2030 年将达到 42 亿吨标煤,2050 年将达到 50 亿吨标煤。我国能源供应的突出问题是石油短缺,对外依存度较大。自 1993 年我国成为石油净进口国以来,对进口石油的依赖与日俱增,2001 年我国对进口石油的依存度已达到 34%,预计到 2020 年将达到 50%,能源安全问题十分突出。尽管我国煤炭资源丰富,但是如果考虑开采水平、运输能力以及来自日益增长的环境等方面的制约,煤炭的供应量也不是无限的。而可再生能源不仅清洁,而且可以不断再生,通过一定的工艺技术,既可转换为电力,补充煤电的不足,还可以直接、间接地转换为液体燃料,如乙醇燃料、生物柴油和氢燃料,从而减轻对于石油的依赖,建立多元化的能源结构,提高能源供应安全。我国目前能源消费构成中煤炭占 67%,比例过高,因此降低煤炭消费比例是调整能源结构的重要任务。由于我国石油天然气资源有限,要降低煤炭消费比例,只有通过增加可再生能源的使用量来实现。可见,可再生能源的开发利用可满足发电、供气、供热、制取液体燃料等多种需要,是替代煤炭、弥补油气供应不足和优化能源结构的重要选择。

(四)人类社会迫切需要环境友好的可再生能源

我国是世界上最大的能源生产与消费国家之一,同时也是世界上温室气体排放最多的国家之一。1980 年我国的二氧化碳排放量为美国的 30.6%,到 2004 年上升为美国的 79.6%,已经超过欧洲,成为仅次于美国的第二大二氧化碳排放源,而且增速全球第一。在二氧化碳排放问题上,国际社会对我国的压力越来越大。在气体减排成为全球环境保护和