

XINNENGYUAN

新能源在建筑中的应用

王长贵 郑瑞澄 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

2011.5.1
W224

新能源在 建筑中的应用

王长贵 郑瑞澄 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为了普及新能源和可再生能源知识,推动新能源和可再生能源在建筑领域中的应用而编写了本书。

全书共七章,分别为概述、太阳热水系统、太阳能电池发电系统、被动式太阳房、太阳能制冷与空调、地热供暖、地源热泵供热制冷空调系统,主要内容包括系统工作原理、系统类型、系统设计、技术经济评价及典型工程介绍。

本书可供建筑设计师、房地产开发商,以及有关管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

新能源在建筑中的应用/王长贵,郑瑞澄主编. —北京:中国电力出版社,2003

ISBN 7-5083-1615-0

I . 新… II . ①王…②郑… III . 新能源住宅
IV . TU241.91

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第053017号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 http://www.cepp.com.cn)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2003年7月第一版 2003年7月北京第一次印刷

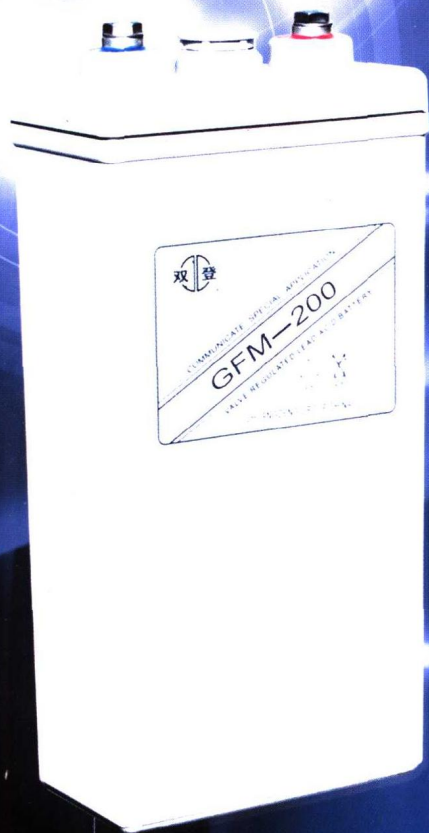
787毫米×1092毫米 16开本 14.5印张 325千字

印数 0001—3000册 定价 23.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

品质造就信赖



双登集团

- 中国阀控密封蓄电池领域龙头企业
- 企业通过ISO9001、ISO14001、国家一级计量单位
- “双登”商标连续7年获江苏省著名商标
- 国家“重合同守信用”企业
- 国家“重点高新技术产业集团”
- 在南京建有科技发展研究院和博士后科研工作站
- 国家“创名牌优秀企业”
- 集投资、电源生产、科研开发、融资及人才培养为一体的国际化学习型企业
- 致力于创立亚洲最具有特色的电源产业基地

双登系列产品

- GFM系列阀控密封铅酸蓄电池
- NM-450内燃机车用阀控式密封铅酸蓄电池
- DM-170电力机车用阀控式密封铅酸蓄电池
- 6-GFM阀控密封铅酸蓄电池
- 电线电缆及电动助力车电池
- 6-FMJ阀控密封铅酸蓄电池
- SD0109系列UPS不间断电源
- SD0108系列智能化综合通信电源系统
- PED2000系列直流电源成套装置
- GFMJ系列阀控密封胶体蓄电池
- GFX系列固定防酸新型蓄电池（DIN标准OPzS蓄电池）
- 6-FMJ系列胶体阀控密封蓄电池



6-FMJ系列



GFX系列



GFMJ系列



集团总部
地址:南京市龙蟠中路27号
邮编:210016
总机:025-3281500
传真:025-3281530
<http://www.shuangdeng.com.cn>
E-mail:hq@shuangdeng.com.cn

科技发展研究院
地址:南京江宁开发区董村路89号
邮编:211100
总机:025-2122300
传真:025-2122345
<http://www.shuangdeng.com.cn>
E-mail:sdresearch@shuangdeng.com.cn

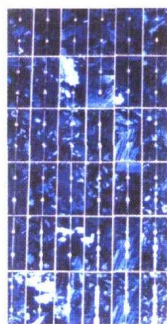
科技工业园
地址:江苏省泰州市
邮编:225526
总机:0523-8521888
传真:0523-8521244
<http://www.shuangdeng.com.cn>
E-mail:lysdkg@shuangdeng.com.cn



NIDA

西宁新能源开发有限公司

XINING NEW ENERGY DEVELOPMENT CO., LTD



西宁新能源开发有限公司是专门制造太阳能光伏发电系统的高科技现代企业，是国内最大的光伏户用系统的生产厂家。公司现有3条生产线，即太阳能电池组件生产线，光伏控制器、节能灯生产线，光伏控制柜、电源箱加工生产线。目前开发生产的产品有：太阳能光伏家用系统（DC），太阳能光伏彩电照明系统（DC/AC），太阳能光伏通讯供电系统，太阳能大型光伏电站，太阳能光伏户外照明系统（庭院灯、路灯、草坪灯、建筑装饰灯等），高效节能直流灯泡，各种型号规格的太阳能电池组件。公司的产品是国家经贸委、(GEF) 全球环境基金、世界银行中国可再生能源发展项目的指定产品。公司积极投入我国西部大开发建设，参与西部地区光伏送电到乡、送电到村的光明工程，把党和政府的关怀和温暖送进千家万户。公司还承担了国家重点建设项目青藏铁路格尔木至拉萨全程通讯光伏供电项目，为国家重点建设项目提供绿色能源。公司的目标是为人居住家园提供绿色、环保、清洁的能源。

地址：青海省西宁（国家级）经济技术开发区沪宁路6号 邮编：810007

电话：0971-8801965 8802066

传真：0971-8804416

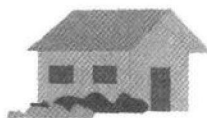
Email: xnne@public.xn.qh.cn

http://xnyny.com

通过 ISO9001: 2000 国际质量认证

前

言



新能源在建筑中的应用



能源是人类生存和发展最重要的物质基础。人类现在应用的能源主要是煤炭、石油和天然气等化石能源，它们对人类的生存和发展做出了巨大贡献，人类依靠它们取得了辉煌的经济发展和科技、文化进步。但发展到今天，这些能源所具有的资源有限性和对生态环境的危害性愈来愈突出，已成为人类面临的巨大威胁和挑战。为了人类社会的可持续发展，必须寻求新的能源发展道路。大力提高能源利用效率、千方百计节约能源，开发利用资源无限、可以再生、与生态环境和谐的新能源和可再生能源，是可持续发展的能源发展之路。21 世纪将是能源更迭的世纪、新能源和可再生能源大发展的世纪。

建筑能耗是能源消费构成的重要部分，占相当大的比重，在发达国家已占到能源消费总量的 35% ~ 40%，在我国也已占到能源消费总量的 25% 以上。因此，在我国建筑领域中，一方面应狠抓节约能源、提高能源使用效率；另一方面也应大力提倡新能源和可再生能源的利用，节约资源，保护生态环境，贯彻经济社会可持续发展战略。

为了普及新能源和可再生能源的知识，推动新能源和可再生能源在建筑领域中的应用，我们组织有关专家编写了本书。本书对太阳热水系统、太阳能电池发电系统、被动式太阳房、太阳能制冷与空调、地热供暖、地源热泵供热制冷空调系统等当前推广应用前景良好的技术，从系统工作原理、类型、设计以及技术经济评价和典型工程实例等方面作了介绍。本书可供建筑设计师、房地产开发商以及有关管理人员参考。

全书由王长贵、郑瑞澄主编。第一章由王长贵编写，第二章由郑瑞澄、罗运俊编写，第三章由王长贵、王淳编写，第四章由王德芳、喜文华、王志峰编写，第五章由何梓年编写，第六章由李新国编写，第七章由赵军编写。

由于编者水平所限，本书难免有疏漏和不足，欢迎广大读者给予批评指正。

编 者

2003 年 4 月

目

录

新能源在建筑中的应用

前言	
第一章 概述	1
第一节 新能源和可再生能源的含义及分类	1
第二节 开发利用新能源和可再生能源的重大战略意义	3
第三节 世界新能源和可再生能源发展现状与未来展望	5
第四节 我国新能源和可再生能源发展现状与未来展望	10
第五节 新能源和可再生能源在建筑中应用的意义和前景	17
第二章 太阳热水系统	24
第一节 概述	24
第二节 平板型太阳集热器	27
第三节 真空管太阳集热器	42
第四节 太阳热水系统	49
第五节 太阳热水系统经济效益分析	73
第六节 工程实例	75
第三章 太阳能电池发电系统	81
第一节 独立太阳能电池发电系统工作原理及设计	82
第二节 太阳能电池及太阳能电池方阵	93
第三节 联网光伏发电系统	103
第四节 太阳能光伏发电系统应用实例	110
第四章 被动式太阳房	118
第一节 被动式太阳房的基本类型	120
第二节 太阳能采暖资源区划及其利用价值的评估	123
第三节 太阳房设计建设要点	126
第四节 太阳房基本热工参数的计算	130

第五节 太阳房室内平均气温的预测和辅助 热量的估算	138
第六节 工程实例	147
第五章 太阳能制冷与空调	150
第一节 概述	150
第二节 太阳能制冷系统分类	151
第三节 太阳能吸收式制冷系统	152
第四节 太阳能吸附式制冷系统	156
第五节 太阳能除湿式制冷系统	157
第六节 太阳能蒸汽压缩式制冷系统	158
第七节 太阳能蒸汽喷射式制冷系统	159
第八节 太阳能空调实例简介	161
第九节 太阳能空调技术经济分析	169
第六章 地热供暖	172
第一节 地热资源与应用	172
第二节 地热供暖系统设计	176
第三节 地热供暖系统技术经济评价	193
第四节 地热供暖典型工程简介	196
第七章 地源热泵供热制冷空调系统	203
第一节 概述	203
第二节 地源热泵的工作原理与系统类型	206
第三节 地源热泵系统的设计	210
第四节 地源热泵系统的运行管理与维护	217
第五节 工程实例	220
参考文献	224

概 述

第一节 新能源和可再生能源的含义及分类

新能源和可再生能源的概念和含义是 1981 年联合国在肯尼亚首都内罗毕召开的新能源和可再生能源会议上确定的，它不同于常规化石能源，可以持续发展，几乎是用之不竭，对环境无多大损害，有利于生态良性循环。

日前，联合国开发计划署（UNDP）将新能源和可再生能源分为 3 类：

（1）大中型水电。

（2）新可再生能源，包括小水电、太阳能、风能、现代生物质能、地热能、海洋能。

（3）传统生物质能。

目前我国，新能源和可再生能源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、地热能以及海洋能等一次能源。这些能源，资源丰富，可以再生，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。

本节对各类新能源和可再生能源从分类上做一简介。

一、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贮存在生物质内部的能量。有机物中除矿物燃料以外，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、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、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换 3 种途径。生物质的直接燃烧在今后相当长的时期内仍将是我国农村生物质能利用的主要方式。因此，改造热效率仅为 10% 左右的传统烧柴灶，推广热效率可达 20% ~ 30% 的节柴灶这种技术简单、易于推广、效益明显的节能措施，被国家列为农村能源建设的重点任务之一。

新能源在建筑中的应用



生物质的热化学转换是指在一定温度和条件下,使生物质气化、炭化、热解和催化液化,以生产气态燃料、液态燃料和化学物质的技术。生物质的生物化学转换包括生物质—沼气转换和生物质—乙醇转换等。沼气转换是有机物质在厌氧环境中,通过微生物发酵产生一种以甲烷为主要成分的可燃性混合气体,即沼气。乙醇转换是利用糖质、淀粉和纤维素等原料经发酵制成乙醇。

二、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。接收或聚集太阳能使之转换为热能,然后用于生产和生活的一些方面,是光—热转换即太阳能热利用的基本方式。太阳热水系统是太阳能热利用的主要形式,它是利用太阳能将水加热储于水箱中以便利用的装置。太阳能产生的热能可以广泛的应用于采暖、制冷、干燥、蒸馏、温室、烹饪以及工农业生产等各个领域,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加以利用,称为光—电转换即太阳能光电利用。光—化学转换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。

三、风能

风能是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、风力致热以及风帆助航等。

四、小水电

按照国家计委的规定,电站总容量在 5 万 kW 以下的为小型;5 万 ~ 25 万 kW 的为中型;25 万 kW 以上的为大型。所谓小水电,通常是指小水电站及与其相配套的小电网的统称。1980 年联合国召开的第二次国际小水电会议,确定了以下 3 种小水电容量范围:小型水电站 (Small), 1001 ~ 12000kW;小小型水电站 (Mini), 101 ~ 1000kW;微型水电站 (Micro), 100kW 以下。我国 20 世纪 70 年代以来,小水电一般是指单站容量在 12000kW 以下的小水电站及其配套小电网。但随着国民经济的发展,自 1996 年起,小水电的容量范围已提高到按单站 5 万 kW 计算。我国农村中,村级以下办的小水电,多数属于容量为 100kW 左右的微型水电站。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。

五、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℃)、中温型(90 ~ 149℃)和低温型(< 89℃)。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。不同品质的地热能可用于不同的目的。流体温度为 200 ~ 400℃ 的地热能,主要可用于发电和综合利用;150 ~ 200℃ 的地热能,主要可用于发电、工业热加工、工业干燥和制冷;100 ~ 150℃ 的地热能,主要可用于采暖、工业干燥、脱水加工、回收盐类和双循环发电;50 ~ 100℃ 的地热能,主要可用于温室、采暖、家用热水、工业干燥和制冷;20 ~ 50℃ 的地热能,主要可用于洗浴、养殖、

种植和医疗等。

六、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、潮流能、海流能、海水温度差能和海水盐度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、潮流能为机械能，海水温度差能为热能，海水盐度差能为化学能。海洋能技术是指将海洋能转换成为电能或机械能的技术。

第二节 开发利用新能源和可再生能源的重大战略意义

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，还是从为世界上约 20 亿无电人口和特殊用途解决现实的能源供应出发，开发利用新能源和可再生能源都具有重大战略意义。

(1) 新能源和可再生能源是人类社会未来能源的基石，是大量燃用的化石能源的替代能源。

在当今的世界能源结构中，人类所利用的能源主要是石油、天然气和煤炭等化石能源。1998 年世界一次能源（包括生物质能）消费总量为 140.50 亿 tce，其消费构成为：石油占 33.9%，天然气占 19.6%，煤炭占 22.7%，核电占 6.1%，大中型水电占 3.9%，可再生能源占 2.0%，传统生物质能占 11.8%。随着经济的发展、人口的增加、社会生活的提高，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达到 200 亿 ~ 250 亿 tce 以上。

根据 2001 年 6 月下旬，BPAmoco 公司公布的“BP 世界能源统计述评 2001”关于世界能源证实储量的数据，到 2000 年底，石油为 1421 亿 t，可采 39.9 年；天然气为 150.19 万亿 m³，可采 61 年；煤炭为 9842.11 亿 toe，可采 227 年。

我国的能源资源储量不容乐观。根据最新资料报道，现有探明技术可开发能源总资源量超过 8230 亿 tce，探明经济可开发剩余可采总储量为 1392 亿 tce，约占世界总量的 10.1%。我国能源剩余可采总储量的结构为：原煤占 58.8%，原油占 3.4%，天然气占 1.3%，水能占 36.5%。我国能源经济可开发剩余可采储量的资源保证程度仅为 129.7 年，其中：原煤仅为 114.5 年，原油仅为 20.1 年，天然气仅为 49.3 年。

我国人口众多，人均能源资源占有量非常低。据有关资料报道，我国人均能源资源探明储量只有 135tce，仅相当于世界人均拥有量 264tce 的 51%。其中：煤炭人均探明储量为 147t，是世界人均值 208t 的 70%；石油为 2.9t，为世界人均值的 11%；天然气为世界人均值的 4%；即使是水能资源，按人口平均，也低于世界人均值。而我国所面临的却是能源需求量成倍增长的严重挑战。如果 2050 年我国的人口总数为 15 亿左右的话，届时一次能源的需求量将为 30 亿 ~ 37.5 亿 toe，约为目前美国能源消费总量的 1.5 ~ 2 倍，为届时世界一次能源消费总量的 16% ~ 22%。

由以上分析可见，在人类开发利用能源的历史长河中，以石油、天然气和煤炭等化石能源为主的时期，仅是一个不太长的阶段，它们终将走向枯竭，而被新的能源所取代。人



类必须未雨绸缪，及早寻求新的替代能源。研究和实践表明，新能源和可再生能源资源丰富，分布广泛，可以再生，不污染环境，是国际社会公认的理想替代能源。根据国际权威机构的预测，到 21 世纪 60 年代，即 2060 年，全球新能源和可再生能源的比例，将会发展到占世界能源构成的 50% 以上，成为人类社会未来能源的基石，世界能源舞台的主角，是目前大量应用的化石能源的替代能源。

(2) 新能源和可再生能源清洁干净、只有很少的污染物排放，是与人类赖以生存的地球的生态环境相协调的清洁能源。

化石能源的大量开发和利用，是造成大气和其他类型环境污染与生态破坏的主要原因之一。如何在开发和使用能源的同时，保护好人类赖以生存的地球的环境与生态，已经成为一个全球性的重大问题。目前，世界各国都在纷纷采取提高能源效率和改善能源结构的措施，以解决这一与能源消费密切相关的重大环境问题。这就是所谓的能源效率革命和清洁能源革命，也就是我们通常所说的节约能源和发展清洁干净的新能源和可再生能源。

全球气候变化是当前国际社会普遍关注的重大全球环境问题，它主要是发达国家在其工业化过程中燃烧大量化石燃料产生的 CO_2 等温室气体的排放所造成的。因此，限制和减少化石燃料燃烧产生的 CO_2 等温室气体的排放，已成为国际社会减缓全球气候变化的重要组成部分。

自从工业革命以来，约 80% 的温室气体造成的附加气候强迫是人类活动引起的，其中 CO_2 的作用约占 60%。可见， CO_2 是大气中的主要温室气体类型，而化石燃料的燃烧是能源活动中 CO_2 的主要排放源。1990 年全世界一次能源消费量 114.76 亿 tce，其中煤炭、石油、天然气分别占到 27.3%、38.6% 和 21.7%。据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第一工作组 1992 年度工作报告报道，1990 年全球化石燃料向大气排放了大约 60 亿 ~ 65 亿 t-c。据统计，1998 年全世界化石燃料向大气排放了约 61 亿 t-c。

观测资料表明，在过去的 100 年中，全球平均气温上升了 $0.3 \sim 0.6^\circ\text{C}$ ，全球海平面平均上升了 $10 \sim 25\text{cm}$ 。如果不对温室气体采取减排措施，在未来几十年内，全球平均气温每 10 年将可升高 0.2°C ，到 2100 年全球平均气温将升高 $1 \sim 3.5^\circ\text{C}$ 。

我国的能源开发利用对于环境造成的污染非常严重。我国是世界上少数几个能源结构以煤炭为主的国家，也是世界上最大的煤炭消费国。2000 年中国能源生产总量为 10.9 亿 tce，其中煤炭占 67.2%；能源消费总量 12.8 亿 tce，其中煤炭占 67%。若不包括我国，1999 年全球一次能源结构中煤炭的比例已降到 20.2%，远低于石油所占的比例，也低于天然气所占的 25.5% 的比例。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%。1999 年我国排放 CO_2 6.69 亿 t-c，居世界第 2 位，其中 85% 是由燃煤排放的。2000 年我国排放 SO_2 1995 万 t，居世界第 1 位，其中 90% 是由燃煤排放的；排放烟尘 1165 万 t，其中 70% 是由能源开发利用排放的。由于能源利用和其他污染源大量排放环境污染物，造成全国有 57% 的城市颗粒物超过国家限值；有 48 个城市的 SO_2 浓度超过国家二级排放标准；有 82% 的城市出现过酸雨，面积已达国土面积的 30%；许多城市的 NO_x 有增无减，其中北京、广州、乌鲁木齐和鞍山超过国家二级排放标准。 SO_2 和酸雨造成的经济损失已约占全国 GDP 的 2%。近年来，由于城市汽车大幅度增加，

燃用汽油产生的汽车尾气已成为城市环境的重要污染源。而新能源和再生能源却只有很少的污染物排放, 清洁干净。目前各种发电方式的碳排放率(g 碳/kWh) 煤发电为 275, 油发电为 204, 天然气发电为 181, 太阳能热发电为 92, 太阳能光伏发电为 55, 波浪发电为 41, 海洋温差发电为 36, 潮流发电为 35, 风力发电为 20, 地热发电为 11, 核能发电为 8, 水力发电为 6。这些数据是以各种发电方式用的原料和燃料的开采和输运, 发电设备的制造, 电源及网架的建设, 电源的运行发电, 以及维护保养和废弃物排放与处理所有循环中消费的能源, 按照各种发电方式在寿命期间的发电量计算得出的。

由上述分析可见, 新能源和可再生能源是保护人类赖以生存的地球的生态环境的清洁能源; 采用新能源和可再生能源以逐渐减少和替代化石能源的使用, 是保护生态环境、走经济社会可持续发展之路的重大措施。

(3) 新能源和可再生能源是不发达国家约 20 亿无电人口和特殊用途解决供电、用能问题的现实能源。

迄今, 世界上不发达国家还有约 20 亿人口尚未用上电, 其中我国约占 3000 万人。由于无电, 这些人口大多仍然过着贫困落后、日出而作、日落而息、远离现代文明的生活。这些地方, 缺乏常规能源资源, 但自然能源资源丰富, 并且人口稀少, 用电负荷不大, 因而发展新能源和可再生能源是解决其供电和用能问题的重要途径。

有些领域, 如海上航标、高山气象站、地震测报台、森林火警监视站、光缆通信中继站、微波通信中继站、边防哨所、输油输气管道阴极保护站等, 在无常规电源的特殊条件下, 其供电电源采用新能源和可再生能源, 不消耗化石燃料, 可无人值守, 最为先进、安全、可靠和经济。

第三节 世界新能源和可再生能源发展现状与未来展望

从化石能源的有限和大量使用化石能源必将使环境污染日趋严重的战略观点出发, 为了保证人类发展所需能源持久、稳定地供应, 为了减轻环境污染和生态破坏对于人类日益加剧的危害, 使经济、社会走可持续发展之路, 世界各国特别是发达国家对新能源和可再生能源的发展十分重视, 制定规划, 采取措施, 增加投入, 大力发展。

统计资料显示, 自 20 世纪初以来, 发达国家在开发新能源方面的投入年均增长 15.5%, 而同期用于勘探新的传统能源资源的投入年均增幅仅为 8.7%; 在 20 世纪 90 年代之后, 发达国家用于开发新能源的投入年均增幅已高达 18.5%~22%。例如美国联邦政府用于新能源研究开发的预算 1999 年达到 36590 万美元, 其中: 太阳能光伏发电 6680 万美元, 太阳能热利用 1700 万美元, 生物质能发电 3100 万美元, 生物质燃料 4180 万美元, 风力发电 3320 万美元, 地热能利用 2850 万美元, 氢能利用 2100 万美元, 新能源基础研究 4790 万美元。日本政府于 1993 年提出的“新阳光计划”每年要为新能源技术开发拨款 362 亿日元, 目标是到 2008 年争取使新能源在一次能源中所占的比重由目前的 1% 提高到 3%。

新能源和可再生能源的开发利用已被众多国家列为带动其经济增长的亮点, 成为在新

形势下推动产业结构调整の契机。近几年国际能源市场出现了以新能源和可再生能源为内容的4大热点:

1) 太阳能商品住宅市场的迅速崛起是当今国际市场上的一大热点。据调查,从1991~1996年,美国、西欧和日本在发展太阳能住宅方面的投资累计已达500亿美元,其中75%用于完善生产手段和扩大生产,表明太阳能建筑已进入商品化生产时期。日本有100多家建筑公司自20世纪90年代初开始转产以发展太阳能住宅为主。美国已成为世界上最重要的太阳能住宅构件和设备的出口国。据分析,厂商热衷于投资发展太阳能住宅,其背景是许多国家接二连三地推出普及太阳能住宅的计划。据已公布的资料,2010年以前,北美、西欧和日本将建成至少200万幢太阳能商品住宅。如果加上发展中国家,届时全球的太阳能住宅将达300万幢以上,相应形成的市场规模可达2000亿美元之巨。

2) 太阳能电池产量和销量的快速增长是第二个大热点。目前全球已有120多个国家和地区参与开发和应用光伏电池,约有80多个国家和地区已形成商业化、半商业化光伏产品生产,光伏电池制造业已成为世界上最有发展潜力的一个新兴产业。2001年世界光伏电池的产量达到401.4MW,为1990年46.5MW的8.63倍。光伏电池的应用已从军事、航天领域进入工业、商业、农业、通信及公用设施等部门。进入20世纪90年代以来,光伏电池在建筑领域的应用特别受到重视,有力地推动了太阳能住宅的快速发展。在2001年世界光伏电池总产量中,有50%用于联网住宅系统和联网商用系统。由于纷纷看好光伏电池的潜在市场,发达国家的许多企业竞相投资。美国的18家光伏产品企业,仅1996年即在该领域投资达5.25亿美元。据对经合组织成员国的调查统计,1999年光伏电池的市场规模约达80亿美元,其中民用的光伏电池约占70%,而10年前仅占30%。到2001年,商品晶体硅光伏电池组件的光电转换效率已达13%~15%,售价已降至3.3~3.5美元/Wp。

3) 世界风力机市场蓄势待发,应用数量飞速上升。导致全球风力机制造业蓬勃发展的主要原因,是发达国家对风力发电需求的不断增长。在欧洲,有5个国家宣称,在2002年使风力发电占其国内总发电量的10%左右。美国提出在2010年使风力发电能够满足全国10%的用电需要。几乎所有的发达国家,都把风力机制造业列入其21世纪最重要的新兴产业,并在财政上给予大力支持。日本通产省1996年宣称,在2000年前将有1500亿日元的资金进入风力机制造业。目前日本约有22家大公司、大财团参与风力机的开发和制造。据统计,如果包括发展中国家在内,2000年全世界风力机市场规模达50多亿美元,而到2005年将再翻一番,达到100多亿美元。

4) 与此同时,新能源和可再生能源的研究开发和推广应用,又有力地推动了与其相关的服务业的兴起和发展。目前,发达国家经销新能源产品的商店已达数万家,成为服务业中的一枝奇葩。在欧洲的许多国家,经营太阳能瓦片、太阳能墙板、太阳能窗框、太阳能灯具、太阳能家电的商店比比皆是。在美国,能源服务公司十分走俏,为用户策划节能方案和普及新能源知识。日本的金融业已开设专门服务,向生产企业和用户提供专门贷款,而日本的风险投资公司又尤其看好新能源的开发前景。

著名的美国世界观察研究所认为,传统能源无法保证人类进入21世纪后持续支撑经

济发展的需要, 不仅已是无法改变的现实, 而且更是世界各国面临的最大威胁和挑战。该所在其《世界形势》的专题研究报告中列举了如下 5 条必须大力研究开发和推广应用新能源和可再生能源的理由:

1) 传统化石能源的来源逐年减少, 资源趋于枯竭, 尽管近年来新发现了一些资源, 但开采条件进一步恶化, 并且分布极不平衡。

2) 传统化石能源日益导致环境的恶化, 其影响已超过了经济发展带来的好处, 尤其是燃烧大量的煤炭和石油, 使 CO_2 的排放达到了不仅影响空气、土壤、水源、林业资源和生物资源状况的程度, 而且严重地引起气候的变化。

3) 过度依赖传统的化石能源, 不仅蕴藏着新的世界能源危机, 而且是世界某些地区政治动荡的一个根源, 例如海湾地区为争夺地下石油资源而爆发的战争。

4) 已经使用了数十年的核动力, 尽管技术上不断发展改进, 但其安全性仍然是一个潜在的威胁。

5) 传统能源生产过程本身存在许多不利因素, 例如生产工艺不良导致的环境污染, 以及存在许多不安全因素等。

报告并提出: 世界上开发利用新能源和可再生能源潜力最大的并非发达国家, 发展中国家将面临更大的机遇, 同时传统能源短缺的危机对发展中国家带来的威胁将更严重。按目前水平, 到 2010 年发展中国家每天消耗的能量将相当于 1 亿桶石油, 约比 1997 年增加 20%; 而到 2030 年, 每天将消耗约相当于 2 亿桶石油的能源才能满足需要。为确保今后经济的可持续发展, 发展中国家应有效地解决如下几点: ①有效利用新能源科技成果; ②提高能源利用效率; ③保持稳定的经济发展环境; ④明智地选择今后的能源投资方向。报告特别指出, 与 10 年前不同的是, 如今世界能源的发展已进入全球经济一体化的轨道, 发展中国家应把握时机, 制定对策, 以全新的姿态跟上世界新能源和可再生能源开发利用的潮流。

(1) 光伏发电。

国际光伏工业 1997~2001 年 5 年的平均年增长率达 35.5%。2002 年光伏电池组件的生产量达到 559.3MW, 比 2001 年增长 39.3%, 其中, 多晶硅电池占 51.6%, 单晶硅电池占 36.4%, 非晶硅电池占 6.4%; 光伏发电的累计装机容量达到 2200MW。在产业化方面, 光伏企业的生产规模从 1~5MW/a 发展到 5~20MW/a, 并正在向 50MW/a 的规模扩大。商品化光伏电池的效率从 10%~13% 提高到 13%~15%。近年来, 世界光伏组件的生产成本降低 1/3 左右, 为 2.5~3.0 美元/W_p, 目前国际市场光伏组件售价在 3.5~4.0 美元/W_p。美国光伏系统电价的成本目标是: 2005 年光系系统安装成本 3 美元/W_p, 成本电价 11 美分/kWh; 2010 年安装成本下降为 1.5 美元/W_p, 成本电价 6 美分/kWh 以下。在太阳能光伏发电领域, 印度在发展中国家处于领先地位。目前印度有 80 多个公司从事光伏产品生产, 其中有 6 个光伏电池制造厂、12 个光伏组件封装厂, 1997~1998 年间生产光伏电池 8.2MW, 生产光伏组件 11MW; 预计 2020 年将达到年生产光伏电池及组件 50MW。截至 1998 年底, 印度光伏系统安装容量为 35MW; 计划 1998~2002 年安装 150MW。

目前世界各大公司都在制订和实施扩产计划。据 1998 年初 PVIR 统计, 正在新建和扩

产的新增光伏电池生产能力达 263.5MW/a。预测今后 10 年光伏组件的生产将以 30% ~ 40% 的速度发展,到 2010 年将达到年产 4.6kMW 光伏组件,总装机容量达到 18kMW。快速发展的光伏屋顶计划、各种减免税政策和补贴政策以及逐渐成熟的绿色电力价格,为光伏市场的发展提供了良好的基础。光伏发电的应用领域将逐步由边远地区和农村的补充能源向全社会的替代能源过渡。预测到 21 世纪中叶,太阳能光伏发电将达到占世界总发电量的 10% ~ 20%,成为人类的基础能源之一。

紧紧围绕降低光伏发电成本的各种研究开发工作一直在发达国家紧张地进行,其中以晶体硅材料为基础的高效电池和各种薄膜电池为基础研究工作的热点课题。澳大利亚新南威尔士大学的高效单晶硅电池效率已达 24.7%,美国、日本和德国也达到了 23%。薄膜电池的研究工作主要集中在非晶硅薄膜电池、CdTe 系电池、CIS 系电池和多晶硅薄膜电池上。非晶硅薄膜电池主要是通过双结和三结迭层电池克服衰减和提高效率。经过努力,已有许多新的突破,目前的实验室效率已经超过 10%。CdTe 系电池效率已达到 15.8%,CIS 系电池效率已达到 17%,而且都已有了电池效率约 10% 的中试生产线。多晶硅薄膜电池的实验室效率已超过 17%,成为世界关注的新热点。美国、日本和俄罗斯等国均投入大量资金进行空间太阳能电站的研究试验,以期大规模利用太阳能为人类提供源源不断的电力,其前景十分诱人。光伏发电与建筑相结合,是目前世界上大规模利用光伏技术发电的研究开发热点,美国、日本和欧盟各国都在作为重点项目积极地进行,除在屋顶安装光伏电池外,并已推出把光伏电池装在瓦片内的产品和光伏幕墙。

(2) 太阳能热利用。

太阳能热利用是新能源和可再生能源中商业化程度最高、应用最普遍的技术之一。1998 年世界太阳热水器的总保有量已达 5400 万 m^2 集热面积。按人均的太阳热水器面积,赛浦路斯和以色列居世界第 1 位和第 2 位,分别为 $1\text{m}^2/\text{人}$ 和 $0.7\text{m}^2/\text{人}$ 集热面积。日本已有 20% 的家庭使用太阳热水器,而以色列则有高达 80% 的家庭使用太阳热水器。

太阳能热发电是太阳能热利用的重要方面。20 世纪 80 年代以来,美、欧、澳等国相继建立起不同形式的示范装置,促进了太阳能热发电技术的发展。据不完全统计,1981 ~ 1991 年间,全世界共建造了 20 余座 500kW 以上的太阳能热发电站。世界现有的太阳能热发电装置大致有槽式线聚焦系统、塔式系统和碟式系统 3 大类。LUZ 公司于 1980 年开始研制开发槽式线聚焦系统,5 年后实现了商业化,已先后在美国南加州莫罕夫沙漠建成 9 套发电装置,总容量 354MW,年发电总量 10 多亿 kWh。9 座电站都与南加州爱迪生电力公司联网。随着技术的不断发展,系统效率由起初的 11.5% 提高到 13.6%,建造费用由 5976 美元/kW 降到 3011 美元/kW,发电成本由 26.3 美分/kWh 降到 12 美分/kWh。20 世纪 80 年代初,美国在南加州建成塔式系统太阳 1 号,1996 年建成塔式系统太阳 2 号,对熔盐技术进行实证试验,并探索 30 ~ 200MW 塔式系统商业化的可行性。1996 年美国开始出售 7kW 的碟式商用系统,效率可达 29%。

(3) 风力发电。

风力发电是近年发展最快的新能源和可再生能源,许多国家都制定了发展规划和激励政策。到 2002 年底全球风力发电总装机容量 3112.7 万 kW,其中,德国为 1200 万 kW,居

世界第1位；西班牙为483万kW，居第2位；美国为468.5万kW，居第3位；丹麦为288万kW，居第4位；印度为170.2万kW，居第5位。1997~2001年5年的平均增长率达到32.6%。到2001年，风力发电的电量已占世界总电量的0.32%。而在欧洲，2002年风力发电已占总发电量的2%。预计到2010年将发展到占世界总电量的1.78%。美国加州阿尔塔蒙特山口的风电场是世界上最大的风电场，总装机容量372MW，年发电量可达1100GWh。世界中、大型风力机大部分由欧洲制造，是欧洲发展最快的一个产业，每年以50%左右的增长速度发展。丹麦是世界最大的风力机生产国，在过去5年中，产量增加了4倍，每年新增风力机容量都在600MW以上。1995年丹麦风力机生产量约占世界的一半左右。在过去15年中，风力机成本不断下降，目前估计塔架的出厂价在500~600美元/kW之间；风电场风力发电系统的建设成本约为1000美元/kW左右，发电成本约为0.06美元/kWh，已与常规能源发电接近。

世界风力发电是今后发展的趋势，一是由于海上风能资源比陆地丰富，海上风电场将快速发展，欧洲已从可行性示范阶段向商业化示范阶段发展；二是风力发电机组向增大单机容量的方向发展，正在研制风轮直径超过100m的5MW机组。

(4) 地热能利用。

1998年世界地热发电总装机容量为8239MW。其中，美国2850MW，居第1位；菲律宾1848MW，居第2位；意大利769MW，居第3位；墨西哥743MW，居第4位；印度尼西亚590MW，居第5位。美国加州的吉塞斯地热电站，是世界最大的地热电站，总装机容量达1918MW。全世界地热直接利用设备总容量为10438MWt，按用途分：采暖占33%，热泵占12%，洗浴占19%，种植占14%，养殖占11%，工业占10%，融雪占1%。全世界有80多个国家发现有地热资源，有50多个国家在不同程度上利用了地热能，有21个国家利用地热发电。在萨尔瓦多、肯尼亚、尼加拉瓜和菲律宾等国，地热发电量已占到国家电网的10%~20%，特别是菲律宾目前地热发电已占全国总发电量的19%。

(5) 生物质能利用。

生物质能一直是人类赖以生存的重要能源，它是仅次于煤炭、石油和天然气而居世界能源消费总量的第4位能源。有关专家估计，生物质能极有可能成为未来可持续能源系统的组成部分，在21世纪中叶采用新技术生产的各种生物质能替代燃料将占到全球总能耗的40%左右。目前生物质能技术的研究与开发已成为世界性的重大热门课题之一，受到世界各国政府和科学家的关注。许多国家都制定了相应的研究开发计划，如日本的阳光计划、印度的绿色能源工程、美国的能源农场和巴西的酒精能源计划等，其中生物质能的开发利用占相当的比重。目前，国外的生物质能技术和装置多已达到商业化应用的程度，实现了规模化产业经营。例如在美国、瑞典和奥地利3国，生物质能转化为高品位能源加以利用已具有相当的规模，分别占到该国一次能源消费量的4%、16%和10%。在美国，生物质能发电的总装机容量已超过10000MW，单机容量达10~25MW；美国纽约的斯塔藤垃圾处理站，投资2000万美元，采用湿法处理垃圾，回收沼气，用于发电，并同时生产肥料。巴西是乙醇燃料开发利用最有特色的国家，实施了世界上规模最大的甘蔗制乙醇计划，全国有485个生产厂，1996~1997年度生产乙醇137亿L，有400多万辆汽车采用乙