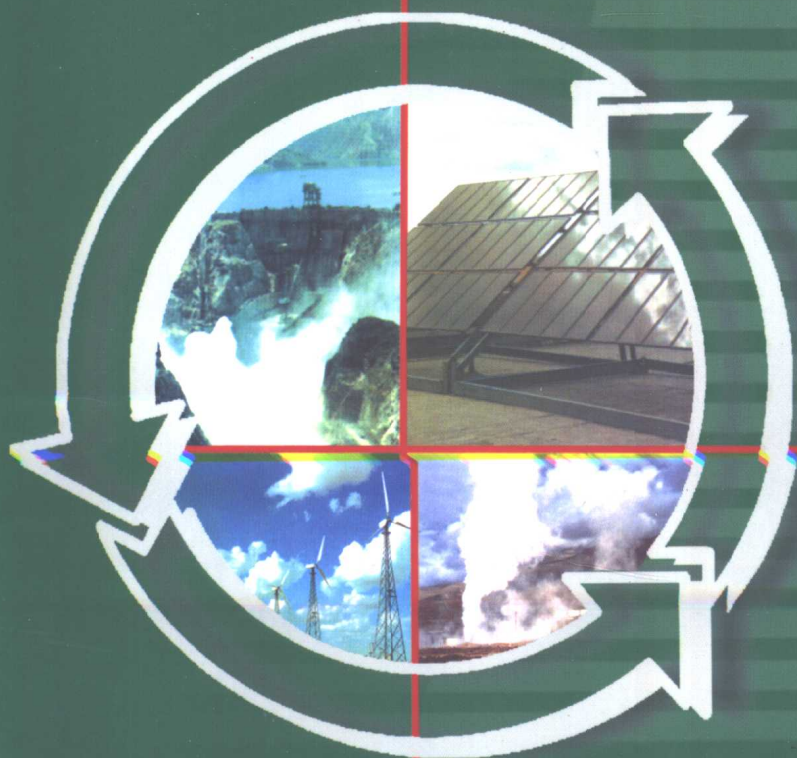


张正敏 王庆一 庄幸 著
Dr.Jan Hamrin Seth Baruch

中国可再生能源开发利用： 潜力与挑战



中国可持续能源项目
大卫与露茜·派克德基金会 联盟
能源基金会

煤炭工业出版社

中国可再生能源开发利用： 潜力与挑战

**Renewable Energy Development in China:
The Potential and Chanllenges**

张正敏 王庆一 庄幸 著
Dr. Jan Hamrin Seth Baruch

中国可持续能源项目
大卫与露茜·派克德基金会 合盟
能源基金会

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书阐述了中国能源面临的挑战和中国可再生能源开发利用的现状,全面介绍了可再生能源发电技术、非发电可再生能源技术,深入论述了可持续发展的可再生能源政策,附录中还介绍了有关可再生能源的政策、法律、法规,中国可再生能源的发展前景。本书是中国可持续能源项目的成果总结,由中国能源研究会、国家计委能源研究所的研究人员执笔。

图书在版编目(CIP)数据

中国可再生能源开发利用:潜力与挑战/张正敏,王庆一,庄幸著. —北京:煤炭工业出版社,2002
ISBN 7-5020-2204-X

I. 中… II. ①张…②王…③庄… III. ①再生资源:能源—能源开发—中国②再生资源:能源—资源利用—中国 IV.F426.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第047575号

中国可再生能源开发利用:潜力与挑战

张正敏 王庆一 庄幸 著
Dr. Jan Hamrin Seth Baruch
责任编辑:顾建中 李小波

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居35号 100029)
北京房山宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 889×1194mm^{1/16} 印张 10^{1/4}
字数 266千字 印数 1—1,000
2002年11月第1版 2002年11月第1次印刷
社内编号 4975 定价 27.50元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

能源是经济与社会发展的基本动力，化石能源消费是造成环境污染的主要因素。因此，开发利用可再生能源已成为世界能源可持续发展战略的重要组成部分。新能源和可再生能源经过多年的发展，已经在世界能源供应结构中占据一席之地，越来越受到世界各国的重视。1998年公布的欧盟能源战略白皮书宣布，到2050年，可再生能源在欧盟成员国能源供应结构中将达到50%；美国和日本也正在大力发展清洁的和可再生的能源；印度、印度尼西亚、巴西等发展中国家，也把可再生能源作为能源战略的重点，制定了一系列激励政策，促进可再生能源的发展。

我国政府重视可再生能源的开发利用。1992年联合国环境与发展大会后，中国政府颁布了《中国21世纪议程》和《中国环境与发展十大对策》，强调发展可再生能源对保证可持续发展的重要作用；1996年制定了《1996—2010年中国新能源和可再生能源发展纲要》；1998、1999年国家计委、国家经贸委和科技部制定了支持可再生能源发展的激励政策。

中国可再生能源资源丰富，开发利用已取得较大进展。但是，可再生能源开发利用还跟不上国民经济发展的需要，同国际水平仍有较大差距。为了满足可持续发展和建设优美山川的需要，以及应对全球环境问题的挑战，可再生能源必须有更快更大的发展。

首字母缩略词

APEC	亚太经济合作组织
BAU	按目前趋势发展
BIGCC	生物质联合循环发电
Bm ³	10 ⁹ m ³ (10 亿立方米)
BOD	生化需氧量
BP	英国石油公司
Bt	10 ⁹ t (10 亿吨)
CCAP	美国气候变化行动计划
COD	化学需氧量
DOE/EIA	美国能源部能源信息署
ED	生态驱动
EPACT	美国能源政策法
FIRR	财务内部收益率
gce	克标准煤
GDP	国内生产总值
GEF	全球环境基金
GW	10 ⁶ kW (百万千瓦)
GW · h	10 ⁶ kW · h (百万千瓦时)
IEA	国际能源机构
IIASA	国际应用系统分析研究所
IPP	独立投资电厂
IRP	综合资源规划
Mm ²	10 ⁶ m ² (百万平方米)
Mtce	百万吨标准煤
MW	10 ⁶ W (兆瓦)
NFFO	英国非化石燃料契约
OECD	经济合作与发展组织
PUREA	美国公用事业管理政策法
PV	光 伏
SBC	系统效益收费

目 录

前言

第一章 中国可再生能源开发利用的进展	1
第一节 技术开发取得长足进步	1
一、太阳热利用技术	1
二、光伏电池技术	2
三、风力发电技术	2
四、生物质能技术	3
五、地热技术	4
六、海洋能技术	4
七、可再生能源技术综合评估	5
第二节 可再生能源产业蓬勃发展	6
一、可再生能源开发利用量	6
二、小水电	8
三、太阳热水器	9
四、光伏电池	11
五、风力发电	12
六、沼 气	16
七、地 热	17
第三节 经济性明显改善	18
一、太阳热水器	18
二、地热供热系统	19
三、光伏发电系统	20
四、微小型风电机组	20
五、并网大型风力发电机组	22
六、大中型沼气工程	22
七、秸秆气化集中供气系统	23
第二章 障碍和问题	25
第一节 概 述	25

第二节 障碍和问题	25
一、太阳热水系统	25
二、光伏电池	27
三、并网大型风电机组	28
四、离网风力发电	29
五、地热利用技术	30
六、大中型沼气工程	30
七、秸秆气化集中供气系统	32
八、综合分析	33
第三章 政策法规评估	35
第一节 概 述	35
第二节 现行政策法规	36
一、指令性政策	36
二、经济激励政策	38
三、研究开发政策	39
四、市场开拓政策	39
第三节 政策评估	40
一、指令性政策	40
二、经济激励政策	40
三、研究开发政策	42
四、市场开拓策略	42
五、综合评估	42
第四章 中国可再生能源前景	44
第一节 能源供需现状	44
第二节 中国能源领域面临的挑战	45
一、能源安全	45
二、国际竞争压力	45
三、能源生产利用对健康和环境的损害	46
第三节 能源供需展望	47
一、已有的研究成果	47
二、假设条件	47
三、方案设计	48
四、预测结果	48

第四节 可再生能源开发利用前景	50
一、水 电	50
二、生物质能	54
三、太阳能	56
四、风力发电	59
五、地 热	63
六、海洋能	65
七、可再生能源开发利用前景	65
第五章 建 议	68
第一节 制订可再生能源政策的原则	68
第二节 政策建议	68
附录： 可供选择的政策法规	70
1. 中国的立法体系和程序	70
2. 政策法规清单	70
3. 政策工具的适用范围和有效性	77
4. 中国对市场经济国家政策的适应性	79
参考文献	80

Contents

Part I. Overview	81
Chapter 1. Introduction	81
I . Background	81
II . Why Renewable Energy: China's Energy Challenges	82
A. Energy Security	82
B. International Competitive Pressure	82
C. Health and Environmental Impacts of the Fossil-Fueled Economy	83
D. Economic Impacts	84
III . Today's Renewable Energy Industry in China	84
Part II. Electricity Generation Technologies	86
Chapter 2. Wind Power	86
I . Introduction	86
II . The Resource Potential	86
III . Small-Scale Wind Turbines Development for Rural Area	86
IV . Grid-connected Wind Power Development	88
V . Obstacles to Further Wind Power Development	90
A. Price Barriers	90
B. Other Pricing Issues	91
C. Government Policy and Development of an Indigenous Industry	92
D. Capacity of the Electric Grid	93
E. Weak Resources Assessment Capability	93
F. Lack of Financing	93
Chapter 3. Photovoltaics	93
I . Photovoltaic Technology	93
A. Market Overview	93
B. Domestic Manufacturing	94
II . Photovoltaic Products	95
Chapter 4. Hydropower	96
I . Medium and Large-sized Hydropower	96

II . <i>Small hydropower</i>	97
III . <i>Mini-hydropower</i>	98
IV . <i>Role of Hydro in Renewable Energy Policy</i>	98
Chapter 5. <i>Biomass</i>	98
I . <i>Introduction</i>	98
II . <i>Biomass Power Technology</i>	99
III . <i>Other Biomass Technologies</i>	99
A. <i>Gasification Technology</i>	99
B. <i>Urban Organic Waste Treatment Technologies</i>	99
IV . <i>The Obstacles To Greater Commercialization</i>	100
A. <i>Urban Wastes</i>	100
B. <i>Opportunities for Medium and Large Methane Projects from</i> <i>Organic Waste</i>	101
C. <i>Constraints to the Development of Animal Waste Methane</i> <i>Projects</i>	101
Chapter 6. <i>Geothermal and Tidal Electricity Generation</i>	103
I . <i>Geothermal</i>	103
II . <i>Marine Energy Technologies</i>	105
Part III. Non-Electric Renewable Energy Technologies	106
Chapter 7. <i>Solar Water Heating</i>	106
I . <i>The Growing Industry</i>	106
II . <i>The Technologies</i>	107
III . <i>The Economics of Solar Water Heating</i>	109
IV . <i>Energy Displacement</i>	110
V . <i>Special Obstacles and Problems</i>	110
Chapter 8. <i>Space Heating</i>	111
I . <i>Passive Solar Design in Housing</i>	111
II . <i>Geothermal Space Heating and Other Direct Utilization</i>	111
III . <i>Biogas for Cooking and Lighting</i>	112
IV . <i>Other Rural Methane Uses</i>	112
Chapter 9. <i>Alternative Cooking Methods</i>	112
I . <i>Solar Stoves</i>	112
II . <i>Biomass Cooking Stoves</i>	113
III . <i>Stalk Gasification</i>	113
Part IV. Towards a Sustainable Energy Path: Policy Tools	115

Chapter 10. Renewable Energy Policies and Challenges	115
I . <i>Background</i>	115
II . <i>Phases of Renewable Energy Development</i>	116
III . <i>Major Obstacles to Renewable Energy in China</i>	117
A. Grid-Connected Renewable Electricity Generation (Bulk Power)	117
B. On-Site, Grid Connected Renewable Generating Technologies	118
C. Non-Grid Connected Renewable Generating Technologies	119
D. Non-Generating Renewable Energy Technologies	119
E. Renewable Energy Cost Issues	119
Chapter 11. Renewable Energy Policies Adopted in Other Countries	120
I . <i>Mandatory Purchases with Set Percentages (e. g. Renewable Portfolio Standard and Renewable Set Aside)</i>	121
II . <i>Mandatory Purchases with Set Prices (e. g. Feed-in Laws, PURPA)</i>	121
III . <i>Open Tenders and Reverse Auctions</i>	122
IV . <i>Special Revenue Sources (e. g. System Benefits Charge/Pollution Tax)</i>	123
V . <i>Economic Incentives (e. g. Tax Credits/Reductions, Low-Interestloans)</i>	123
VI . <i>Special Tariff (Net Metering)</i>	124
Chapter 12. China's Current Policies on Renewable Energy	124
I . <i>China's Current Renewable Energy Policies</i>	124
A. People's Republic of China (PRC) Law on Electricity	124
B. Energy Efficiency	124
C. Wind Power	124
D. Finances	125
E. Small Hydropower	125
F. Direct Economic Incentives	125
G. Other Local Policies	128
II . <i>China's Legislative System and Law Making Procedures</i>	128
III . <i>China's Technical Progress and Environmental Policy</i>	129
IV . <i>China's Anti-Poverty Program and Renewable Energy</i>	129
V . <i>Policy Implications and Recommendations for China</i>	129
VI . <i>Overall Goals</i>	130
A. Cost Reductions	130

B. Price Reductions	130
<i>VII . Recommendations</i>	130
A. Development of an IPP Industry and an Active Wholesale Market for Their Power	130
B. Create a Strong Governmental Department to Exercise Unified Management	131
C. Codify Laws and Strengthen Legislation	131
D. Transmission/Interconnection Policies	132
E. Incentive Policies/Supporting a Domestic Renewable Energy Industry	132
F. Adjust Pricing Policies	133
G. Carry out Additional Resources Assessment and Increase R&D	133
H. Credit or Certificate System	133
I. The Government Can Take the Lead in Demonstrating Green Power Procurement	134
Reference	134
Appendix A: Policies , Laws and Regulations Associated with Renewable Energy	
<i>I . China's Laws and Regulations Associated with Renewable Energy</i>	136
<i>II . China's Current Policies for Promoting the Development of Renewable Energy</i>	140
<i>III . Renewable Energy Policy; Foreign Experience</i>	142
Appendix B: Prospects of China's Renewable Energy: Two Scenarios	145
<i>I . Current Conditions of Supply and Demand of Energy</i>	145
<i>II . Two Scenarios for Energy Supply and Demand in China</i>	146
<i>III . Prospects for the Development of Renewable Energy Resources</i>	148

第一章 中国可再生能源开发利用的进展

经过多年的研究和开发,中国可再生能源技术取得很大进步,整体水平大为提高,大体上可概括为以下几点:

- (1) 技术开发取得长足进步,部分技术已实现商业化或接近商业化;
- (2) 可再生能源产业蓬勃发展,市场初具规模;
- (3) 经济性逐步改善。

第一节 技术开发取得长足进步

中国可再生能源技术的进步主要表现在以下几个方面:

- (1) 已开发出一批实用化和商业化的装置;
- (2) 初步具备设计、建造某些现代化的较大型生产企业的能力;
- (3) 兴建了一批国家试验基地,培养造就了一批科技人才,独立研究、开发和创新能力大大增强;
- (4) 涌现了一批新的开发利用技术;
- (5) 设备性能不断提高,技术水平逐步向国际水平靠近。

一、太阳热利用技术

在现实生活中,热能的消耗占总能耗的比例很大,因而热利用是当前中国太阳能利用的一个主要方面。

太阳能热利用技术的核心部件是集热器。中国从20世纪50年代起,即开始太阳能集热器的研究,对集热器的结构和形式、吸热和蓄热、反射和透射及其材料选择和优化等,进行了大量的研究,并结合实际需要开发出多种类型的集热器和应用技术。在高温集热器及其应用技术方面,曾试制功率为5kW的太阳能高温斯特林发电装置和聚光式太阳灶。前者由于各种原因没有坚持下来,后者则已发展成为一种较成熟的技术,达到实用化和批量生产的水平。中国在中温集热器及应用方面也进行过一定的研究,目前中国科学院电工所还在继续这方面的研究工作,已开发出槽式抛物面聚光集热器,温度可达250℃,正在建材行业和木材加工业中试用。低温集热器技术及其应用发展最快,成熟度最高,其中得到广泛应用的太阳热水器已形成相当规模的生产能力,成为中国非水电可再生能源领域中最大的产业之一;太阳能干燥器和被动太阳房技术日趋成熟,也得到了

相当规模的推广和应用。

为了扩大市场,满足更多用户的需求,正在改进和提高太阳能利用技术,研究开发更适合于房屋建筑使用的太阳能加热水系统,夏季能制冷、冬季能供热、全年可供应热水的太阳能热利用系统,提供工农业生产过程用热的太阳能热利用系统以及小规模太阳能热发电系统等。

二、光伏电池技术

中国光伏电池技术是在借鉴国外技术的基础上发展起来的,但自己也进行了大量的研究和探索,并取得很大的进展。中国最早为地面应用而研制的光伏电池是单晶硅电池。20世纪70年代,电池的效率只有8%~10%,电池组件价格却高达400元/W_p。经过研究和攻关,单晶硅电池已成为目前中国市场上的主体产品,效率已提高到12%~13%,同国际水平14%~15%相比只差2个百分点。2000年组件成本降至27~29元/W_p,售价35~45元/W_p。与此同时,为了降低成本,提高效率,还开展了非晶硅薄膜电池、硒钢铜电池、碲化镉薄膜电池、多晶硅薄膜电池以及高效单晶硅电池的研究开发,都取得了积极的成果,其中成本较低的非晶硅电池和多晶硅薄膜电池分别形成大批量生产和小批量试生产。目前单结式p-i-n非晶硅太阳电池的组件面积为30mm×120mm时转换效率可稳定在4%~6%之间;面积为100mm×100mm的多晶硅电池的效率达到10%~11%,已具备实用化条件。

近年中国光伏电池的研究开发能力明显增强。目前全国有40多个单位从事光伏电池的研究、开发和生产,制造工艺不断改进,基础材料的研究开发和国产化取得重要进展,一些过去需要进口的材料现在已能自己生产,已基本具备独立设计和建设现代化光伏电池生产线的能力。

三、风力发电技术

中国的风力发电技术采取了跟国外不同的技术路线。在风能开发利用的初期,以开发微型和小型风力机为主,进而逐渐发展大型机组,而不是像外国那样,从一开始就研制大中型机组和发展大型风电场。这种差异主要是不同的国情决定的。目前中国50~200W的微型风力发电机组技术已经成熟,并已形成年产3万台风电机组的能力,在内蒙古、新疆、青海等牧区和沿海渔区得到了广泛应用;1~20kW的小型风力发电机也研制成功,并小批量生产。

中国大中型风电机组的研制起步也不算晚,早在20世纪70年代初就开发出第一台现代风力发电机,功率为18kW,此后又开发出30kW、40kW和55kW的风力机,其中5台30kW的风力机构成了第一个风电场,运行了7年多。90年代以后,特别是“九五”计划以来,国家为了加快国产大中型风电机组的开发,先后安排了120kW、200kW、300~600kW等大中型风电机组的开发项目,加强了大型风电机组系统设计、总体安装、叶片制造、系统控制等方面的研究开发,取得一系列成果。

目前,中国自主开发的 200kW 风电机组的国产化率已达 90%以上,并通过实际运行的考验,达到批量生产的水平;300kW 风力机的主要零部件国产化也已通过考核;风力机控制系统的国产化也取得了很大进展,部分装置已投入实际运行;600kW 风力发电样机的国产化率已达到 78%。

风力发电是目前世界各国可再生能源开发利用的一个热点。一些国家斥巨资研究开发新型风电机组,其基本趋势是大型化、轻型化,研制高可靠性的风电机组,以便进一步提高效率、降低成本。中国也不例外。

四、生物质能技术

生物质能技术多种多样,这里仅就中国研究较多的技术作简要的评述。

1. 沼气工程技术

它是中国最早应用于农村家庭粪便处理和生产气体燃料的一种技术。这种技术取得了很大进展,从单纯的能源利用发展到废弃物处理和生物质多层次综合利用,并与养殖业、种植业相结合,成为高产优质农业和生态农业的一项关键性技术。

在小型户用沼气池技术基础上,中国相继研制成功处理畜禽养殖场和工业有机废弃物的大中型沼气工艺,并已建成 1000 多座示范工程。大中型沼气发酵工艺不断改进,涌现了一批高效发酵工艺和设备,产气水平显著提高;系统结构日臻完善,能源、环保和综合利用功能大为增强;材料和施工质量提高,工程造价有所降低;其整体水平已接近商业化。目前需要研究解决的问题是设备和系统设计的标准化和系列化,以及系统的自动监测和控制。

2. 气化技术

把生物质原料转换为气体燃料历史悠久,但以农作物秸秆为气化原料并集中向居民供应燃气还是近 10 年的事情。以山东省能源研究所研制出第一台秸秆气化器为起点,目前已有 10 多个单位从事这方面的研究,主要开发了四种形式的气化器,即固定床反应器(又分上吸式和下吸式两种)、流化床反应器、气流(旋风)床反应器和干馏反应器;工作介质有空气、氧气,也有采用空气、水蒸气的;原材料包括玉米秸、高粱秸、豆秸、树木枝杈、木屑、刨花、树皮和稻壳等;除了居民集中供气以外,还用于木材干燥、茶叶烘干、锅炉供热和发电。目前以稻壳为原料的气化发电系统技术比较成熟,已形成系列产品并出口到东南亚等地区和国家。干馏气化系统已在大连研制成功,并已经受数年的运行考验,受到数千居民的欢迎,取得了良好的经济和环保效益。固定床气化技术发展迅速,已研制出产气量分别为 $200\text{m}^3/\text{h}$ 和 $500\text{m}^3/\text{h}$ 的气化机组,并在全国各地建立了 300 多座示范装置。当前需要研究解决燃气净化以及输送使用过程中的安全问题。流化床和气流床气化技术尚在研究开发阶段,需要解决其技术可靠性和经济可行性问题。

3. 城镇有机废物处理技术

这本来是一种城市环保技术,但由于有机废物中含有大量可利用的能源,因而也是

可再生能源技术研究的内容之一。中国城市固体废弃物处理起步较晚，无害化处理能力较低。目前常见的处理方式是：堆放、堆沤制肥和填埋。近年来，随着技术的进步，在现有科研成果的基础上引进国外技术和资金，开发出一批新工艺，如填埋—沼气—发电和焚烧—供热及发电等，并建设了一些示范工程，对提高城市垃圾无害化、资源化处理能力和水平起到了积极的作用。然而，从技术角度来说，由于实践毕竟太少，有的技术和设备尚不过关，没有形成专业生产体系，因而其总体水平还处于示范阶段。

五、地热技术

严格地说，地热能并不是一种可再生的能源，只有当其开发利用速度不超过回灌补充速度时才是可再生的、可持续利用的能源。

地热资源的开发和利用取决于资源的赋存状况和技术特征。一般来说，高温地热资源（150℃以上）较适合于发电，发电后排出的热水还可逐级利用；中低温（150~90℃以下）地热资源则较适合于直接利用，如采暖制冷、工农业生产、医疗卫生和人民日常生活等方面。现在，已商业性开采的只有蒸汽型和热水型两种资源，而岩浆型资源、地热增压水和干热岩体资源的开发利用还处于试验研究阶段。

中国在地热直接利用方面，历史悠久，经验丰富。近年来，随着地热温室技术、地热采暖技术、干燥及孵化技术、地热水产养殖越冬繁育及高产技术的进步，地热能直接利用已达到新的水平。据统计，目前全国已开发利用的地热点达 1300 多处，其中地热采暖面积已超过 $1 \times 10^7 \text{m}^2$ 。

中国在地热发电方面起步较晚，20 世纪 70 年代后期才开始研究，已先后在河北、江西、广东、湖南和西藏等地建立了 8 座地热电站，其中 6 座为试验性电站。这些电站的共同特点是：单机容量小，一般只有几百千瓦，不利于提高发电效率和降低成本；其次，除西藏羊八井、那曲为高温地热电站（水温 140~160℃）外，多数为浅层中低温地热电站，由于水温低而不能正常运转。目前有 5 个地热电站在运行，总装机容量 27.78MW，其中西藏羊八井 25.18MW，那曲和朗久各 1.0MW，广东丰顺、湖南灰汤各 0.3MW。

六、海洋能技术

海洋是一个能源宝库，蕴藏着多种形式的能源，如潮汐能、波浪能和温差能等。

潮汐能开发利用历史悠久，技术基本成熟，其开发潜力和效益主要取决于坝址的工程建设和环境条件。目前，中国有 7 座小型潮汐电站在运行，总容量 5930kW。浙江江厦电站是中国最大的潮汐电站，总容量 3.2MW。

波浪能是当前研究开发最活跃的一种海洋能，已接近商业化。中国波力发电的研究始于 20 世纪 80 年代，但发展较快。1985 年中科院广州能源所开发成功的对称翼透平航标灯用波浪发电装置，已有 60~45W 多种型号产品，累计生产 600 多台，在中国沿海使用，并出口到日本等国。经过“七五”、“八五”计划攻关，中国相继建成 3kW、20kW 岸

基波力试验电站；“九五”计划又将 100kW 岸式波力电站列为重点攻关项目，目前正在有效地进行。此外，在青岛小麦岛研建了具有特色的摆式波力试验电站。该电站采用最新专利技术，保证了在摆板低幅运动时也能发出电力。目前正在继续进行 50kW 摆式波力电站的研制工作。与此同时，华南理工大学还研制成功铰接柱式波力发电装置，已用作南海航标的供电电源。总之，通过近 10 多年的试验研究，中国波力发电技术有了明显提高，尤其是波力透平设计技术、系统控制和监测，以及电站抗风暴等技术取得重要进展，从而为波力发电技术的实用化奠定坚实的基础。

对于海洋温差能利用技术，中国尚未开展系统的研究。

七、可再生能源技术综合评估

综合上述，在过去的几十年，中国可再生技术总体上获得了较快的发展，取得了许多成果，但是各种可再生能源技术的发展速度和成熟度不同。大体上可分为四种类型：第一种是研究开发型，如海洋能、地热能和氢能技术中的一些技术；第二种是试点示范型，如生物质能、太阳能和风能技术中的一些技术；第三种是进入早期商业应用但仍需政府支持才能实现商业化的技术，如生物质能、太阳能和风能技术中的一些技术；第四种是目前已基本实现商业化的技术，如太阳能热水器、小水电技术等（见表 1-1）。

表 1-1 中国可再生能源技术成熟度评估

技 术 类 别	技 术 成 熟 度			
	研究开发技术	试点示范技术	早期商业应用需要政府支持的技术	已商业化技术
小水电				▲
太阳热水器				▲
被动太阳房			▲	
太阳灶			▲	
太阳能干燥器		▲		
光伏电池			▲	
大型并网运行风电机组			▲	
小型和微型风电机组			▲	
地热发电				▲
地热采暖				▲
传统生物质能技术				▲
户用沼气池			▲	
大中型沼气工程技术			▲	
城镇有机废物利用技术		▲		