



The China Sustainable Energy Program
中国可持续能源项目



RED
中丹可再生能源发展项目
Sino-Danish Renewable Energy Development Programme

中国可再生能源 产业发展报告



(中英文版)

王仲颖 任东明 高虎 等编著

2011

THE RENEWABLE ENERGY
INDUSTRIAL DEVELOPMENT REPORT
2011



化学工业出版社

中国可再生能源 产业发展报告

王仲颖 任东明 高虎 等编著 (中英文版)

2011

常州大学图书馆
藏书章

中国-丹麦可再生能源发展项目
能源基金会



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

中国可再生能源产业发展报告 2011: 汉英对照/
王仲颖等编著. —北京: 化学工业出版社, 2012. 2
ISBN 978-7-122-13313-7

I. 中… II. 王… III. 再生资源-能源发展-研究
报告-中国-2011 IV. F426. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 014936 号

责任编辑: 王 斌 邹 宁
责任校对: 顾淑云

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 188 千字 2012 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 98.00 元

版权所有 违者必究

项目编委会名单

主 任：韩文科 史立山

副主任：梁志鹏 王仲颖 任东明 高 虎

编 委：（按姓氏拼音排序）

董路影	樊京春	樊丽娟	韩翠丽	韩再生
胡润青	李德孚	李俊峰	刘时彬	罗振涛
罗志宏	秦海岩	秦世平	施鹏飞	时璟丽
陶 冶	王孟杰	王斯成	殷志强	张庆分
张万军	张正敏	赵勇强	朱俊生	

本书著作者名单

王仲颖	黄 禾	樊丽娟	王 卫	孙培军
刘建东	窦克军	朱顺泉	袁静婷	戚琳琳
任东明	高 虎	赵勇强	时璟丽	胡润青
秦世平	张庆分	陶 冶	谢旭轩	张成强
郑克棧				

2010 年我国可再生能源产业继续保持快速发展。在可再生能源发电方面,到 2010 年底,全国水电装机达到 2.16 亿千瓦,年发电量 6867 亿千瓦时;并网风电装机 3131 万千瓦,年发电量约 500 亿千瓦时;离网风电装机 15 万千瓦,年发电量 2.7 亿千瓦时;光伏装机 86 万千瓦,年发电量 8.6 亿千瓦时;生物质能发电装机 550 万千瓦,年发电量 268 亿千瓦时;地热海洋发电装机 2.8 万千瓦,年发电量 1.5 亿千瓦时。可再生能源发电总量约 7648 亿千瓦时,约占 2010 年电力消费总量的 18.2%。

此外,在生物燃料方面,我国固体成型燃料生产量 350 万吨;燃料乙醇利用量 184 万吨,生物柴油利用量 40 万吨。如果计入供热、供气、太阳能热利用等非商品化的可再生能源利用量,可再生能源年利用量总计约 2.94 亿吨标准煤,占 2010 年一次能源消费总量的 9.09%。

2010 年是我国“十一五”计划的收官之年,在“十一五”期间,我国可再生能源经历了一个飞速发展的阶段,从 2005 年到 2010 年的 5 年间,我国可再生能源利用规模不断扩大,可再生能源对能源消费总量的贡献日益显著,可再生能源占一次能源消费的比例不断提高。

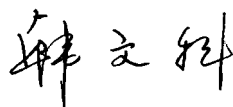
但是,另一方面,2010 年我国已经超过美国成为世界第一能源消费大国。能源需求和气候变化的挑战日益严峻,优化能源结构、实现能源多元化、清洁化和低碳化的任务更加紧迫。我国必须显著提高可再生能源开发利用的绝对量,使其在未来 10 年内,在仍将保持增长的能源消费中,占据更大的份额。当然,随着可再生能源技术的发展和生产制造水平的快速提高,我们对未来可再生能源发展的预期也有了很大的变化。

除整理分析 2010 年我国可再生能源发展情况外,本书对未来 5~10 年内我国可再生能源发展面临的新形势和新趋势也进行了预测分析,阐述了可再生能源在未来能源系统中的地位和作用,提出了未来可再生能源发展的战略目标和要求。同时,针对可再生能源发展在体制、机制、政策、资源、技术、研发等方面存在的问题和挑战,本书也进行了很多有益的探讨并提出了

不少建设性的想法。

今年的报告中还新增整理了 2010 年中国可再生能源大事记。

本书可供广大从事可再生能源行业的政府决策人士、行业和企业管理人员、科研院所的研究人员和高等院校师生等参考。

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '韩文科' (Han Wenke).

国家发改委能源研究所 所长

1 可再生能源产业发展综述	1
1.1 产业化发展概况	1
1.1.1 总体情况	1
1.1.2 各种可再生能源资源的开发利用	3
1.2 政策框架	6
1.2.1 法律法规	6
1.2.2 规划目标	7
1.2.3 经济激励政策	8
1.2.4 支持产业发展的政策	10
1.2.5 支持研发的政策	11
1.3 管理框架	12
2 新形势下的机制和政策调整	15
2.1 可再生能源发展面临的新形势	15
2.1.1 能源发展新形势和趋势	15
2.1.2 可再生能源在未来能源系统中的地位和作用	16
2.1.3 可再生能源战略目标对其发展提出的新要求	17
2.2 问题和挑战	18
2.2.1 体制和机制方面的挑战	18
2.2.2 技术发展的问题和挑战	21
2.3 政策与机制调整	23
2.3.1 主要调整方向	23
2.3.2 主要建议	24
2.3.3 现有政策和措施的调整和完善	28
3 风能	34
3.1 风能资源	34
3.1.1 风能资源储量	34

3.1.2	海上风能资源	37
3.1.3	千万千瓦级风电基地规划	38
3.2	风电产业	42
3.2.1	风电场建设	42
3.2.2	风电开发商	43
3.2.3	海上风电建设	44
3.2.4	千万千瓦级风电基地建设	47
3.3	并网风电设备制造业	48
3.3.1	风电机组整机制造商	48
3.3.2	风电机组部件制造业	52
3.3.3	产业政策	54
3.3.4	主要问题	56
3.3.5	产业未来发展建议	58
3.4	小型风电	60
3.4.1	产业现状	60
3.4.2	生产企业	61
3.4.3	应用市场	63
3.4.4	配套产品	66
4	太阳能	68
4.1	我国太阳能资源概述	68
4.1.1	荒漠太阳能资源应用潜力概述	68
4.1.2	与建筑结合的太阳能资源应用潜力概述	70
4.2	太阳能光伏发电	71
4.2.1	我国太阳能光伏发电市场现状	71
4.2.2	我国太阳能光伏发电产业现状	74
4.2.3	我国太阳能光伏发电经济性	78
4.2.4	我国太阳能光伏发电政策	80
4.2.5	我国太阳能光伏发电发展面临的问题	85
4.2.6	我国太阳能光伏发电发展前景	86
4.3	太阳能热利用	87
4.3.1	太阳能热水器产业发展现状	87

4.3.2	太阳能热利用领域的新技术与新产品	90
4.3.3	太阳能热利用产业存在的问题	90
4.3.4	太阳能热利用发展展望	92
4.4	太阳能热发电	93
5	生物质能	96
5.1	我国的生物质能资源状况	96
5.2	产业发展现状概述	97
5.2.1	生物质发电	97
5.2.2	沼气利用	98
5.2.3	成型燃料	98
5.2.4	生物液体燃料	99
5.3	生物质能相关政策	101
5.3.1	生物质发电政策	101
5.3.2	沼气相关政策	102
5.3.3	生物燃料政策	102
5.4	绿色能源示范县建设	103
6	地热能	105
6.1	地热能资源	105
6.2	地热资源的开发利用	106
6.2.1	高温地热发电	107
6.2.2	中低温地热水直接利用	107
6.2.3	地源热泵应用	109
6.3	2010 年地热能利用动态	110
7	海洋能	112
7.1	海洋能资源	112
7.1.1	潮汐能	112
7.1.2	波浪能	112
7.1.3	潮流能	113
7.1.4	温差能	113

7.1.5	盐差能	113
7.2	海洋能产业	114
7.2.1	潮汐能	114
7.2.2	波浪能	115
7.3	2010 年我国海洋能发展动态	116
7.3.1	海洋可再生能源专项资金	116
7.3.2	南海海岛海洋独立电力系统示范工程	116
7.3.3	新型海洋潮汐发电机	117
8	国际可再生能源发展形势和动态	118
8.1	总体形势	118
8.2	风电	119
8.2.1	发展概况	119
8.2.2	海上风电	121
8.3	太阳能	123
8.3.1	太阳能光伏	123
8.3.2	太阳能热发电	127
8.3.3	太阳能热利用	128
8.4	生物液体燃料	130
8.4.1	燃料乙醇	130
8.4.2	生物柴油	131
8.5	主要国家和地区的发展特点	132
8.5.1	欧盟	132
8.5.2	美国	135
8.5.3	日本	137
8.5.4	新兴经济体	138
8.6	日本福岛核事故的影响	139
8.7	全球趋势展望	140
9	实现可再生能源的可持续发展	143
9.1	发展目标	143
9.1.1	2015 年发展目标	143

9.1.2 2020 年的发展目标	144
9.2 各领域的发展趋势	145
9.2.1 风电	145
9.2.2 太阳能	146
9.2.3 生物质能	151
9.3 实现可持续发展的政策建议	153
附件 1 我国可再生能源政策框架	157
附件 2 2010 年新出台的可再生能源政策	160
附件 3 2010 年中国可再生能源大事记	162
1. 可再生能源法修订后正式实施	162
2. 首批国家能源研发中心成立	162
3. 我国风能资源详查结果出炉	162
4. 年产 6×10^4 t 生物柴油项目投产	163
5. 亚行资助中国太阳能热发电项目	163
6. 我国首轮海上风电特许权招标启动	163
7. 中国清洁能源投资世界第一	163
8. 大型风电智能控制系统投入运行	164
9. 中美可再生能源伙伴关系正式启动	164
10. 民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范颁布	164
11. 全国首个风能实时监测与评估系统投入使用	165
12. 第二批光伏电站特许权项目中标结果公布	165
13. 第二批国家能源研发（实验）中心挂牌	165
14. 我国首设生物质发电标杆电价	165
15. 国务院通过加快培育和发展战略性新兴产业的决定	166
16. 美国向世贸组织起诉中国对风能制造业实施补贴	166
17. 中国风电装机容量世界第一	166
18. “十一五”全国建成 400 个水电农村电气化县	166

1 可再生能源产业发展综述

1.1 产业化发展概况

1.1.1 总体情况

2010年我国的可再生能源继续保持快速发展。在可再生能源发电方面,到2010年底全国水电装机达到 $2.16 \times 10^8 \text{ kW}$,年发电量 $6867 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,折合约 $2.30 \times 10^8 \text{ tce}$;并网风电装机 $3131 \times 10^4 \text{ kW}$,年发电量 $494 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,折合 $1517 \times 10^4 \text{ tce}$;离网风电装机 $15 \times 10^4 \text{ kW}$,年发电量 $2.7 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,折合 $8.4 \times 10^4 \text{ tce}$;光伏装机 $86 \times 10^4 \text{ kW}$,年发电量 $8.6 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,折合 $26.4 \times 10^4 \text{ tce}$;生物质能发电装机 $550 \times 10^4 \text{ kW}$,年发电量 $268 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,折合 $898 \times 10^4 \text{ tce}$;地热海洋发电装机 $2.8 \times 10^4 \text{ kW}$,年发电量 $1.5 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,折合约 $5.0 \times 10^4 \text{ tce}$ 。可再生能源发电总量 $7642 \times 10^8 \text{ tce}$,约占当年电力消费总量的18.2%。

生物燃料方面,固体成型燃料生产量 $350 \times 10^4 \text{ t}$,折合约 $175 \times 10^4 \text{ tce}$;燃料乙醇利用量 $184 \times 10^4 \text{ t}$,折合约 $184 \times 10^4 \text{ tce}$;生物柴油利用量 $40 \times 10^4 \text{ t}$,折合 $57.2 \times 10^4 \text{ tce}$ 。如果计入供热、供气、太阳能热利用等非商品化的可再生能源利用量,可再生能源年利用量总计约 $2.94 \times 10^8 \text{ tce}$,占当年一次能源消费总量的9.09%。2010年我国可再生能源开发利用量如表1所示。

表1 2010 我国可再生能源开发利用量

能源种类	利用规模	年产能	折合 10^4 tce
一、发电	$25391 \times 10^4 \text{ kW}$	$7642 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$	25460
水电	$21606 \times 10^4 \text{ kW}$	$6867 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$	23006
并网风力发电	$3131 \times 10^4 \text{ kW}$	$494 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$	1517
小型离网风力发电	$15 \times 10^4 \text{ kW}$	$2.7 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$	8.4
光伏发电	$86 \times 10^4 \text{ kW}$	$8.6 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$	26.4
生物质发电	$550 \times 10^4 \text{ kW}$	$268 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$	898
地热海洋发电	$2.8 \times 10^4 \text{ kW}$	$1.5 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$	5.0

续表

能源种类	利用规模	年产能量	折合 10 ⁴ tce
二、供热			3665
太阳能热水器	16800×10 ⁴ m ²		2016
太阳灶	200 万台		46.0
沼气	140×10 ⁸ m ³		1000
生物质成型燃料	350×10 ⁴ t		175
地热热利用	13090×10 ⁴ m ²		428
三、交通燃料			241
燃料乙醇	184×10 ⁴ t		184
生物柴油	40×10 ⁴ t		57.2
总计			29365.7
可再生能源占一次能源消费的比例			9.09%

2005~2010 年，我国可再生能源利用的规模不断扩大，可再生能源对能源消费总量的贡献日益显著，可再生能源占一次能源消费的比例不断提高（见图 1、图 2）。

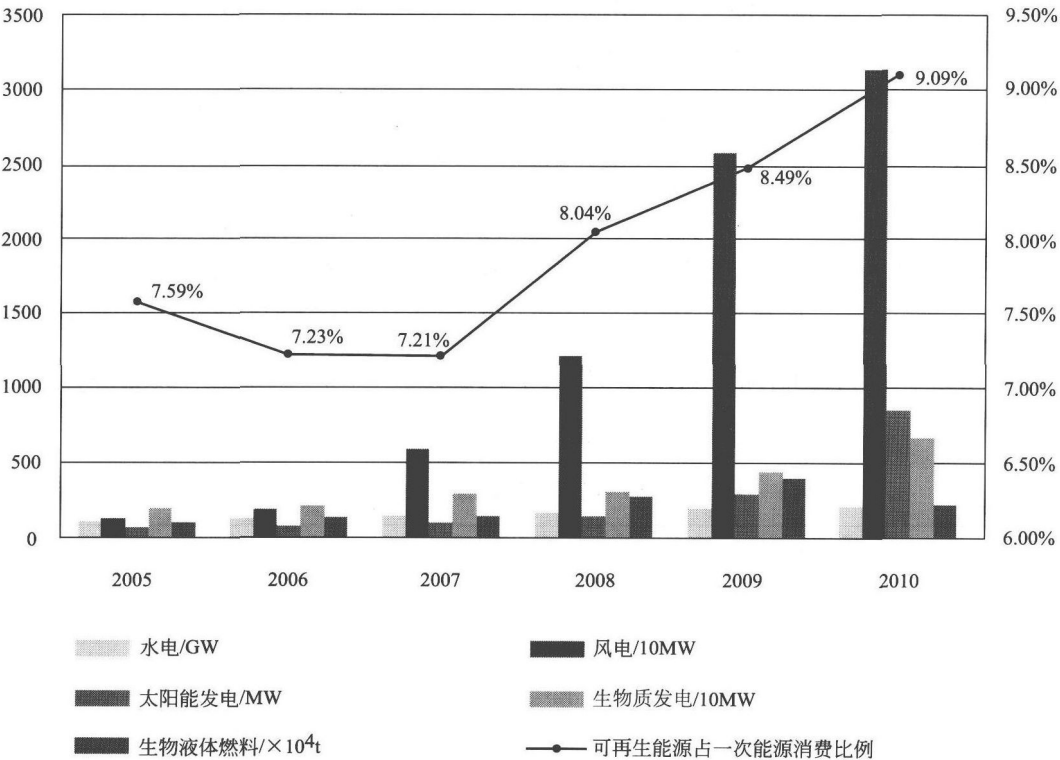


图 1 2005~2010 年我国可再生能源的发展形势

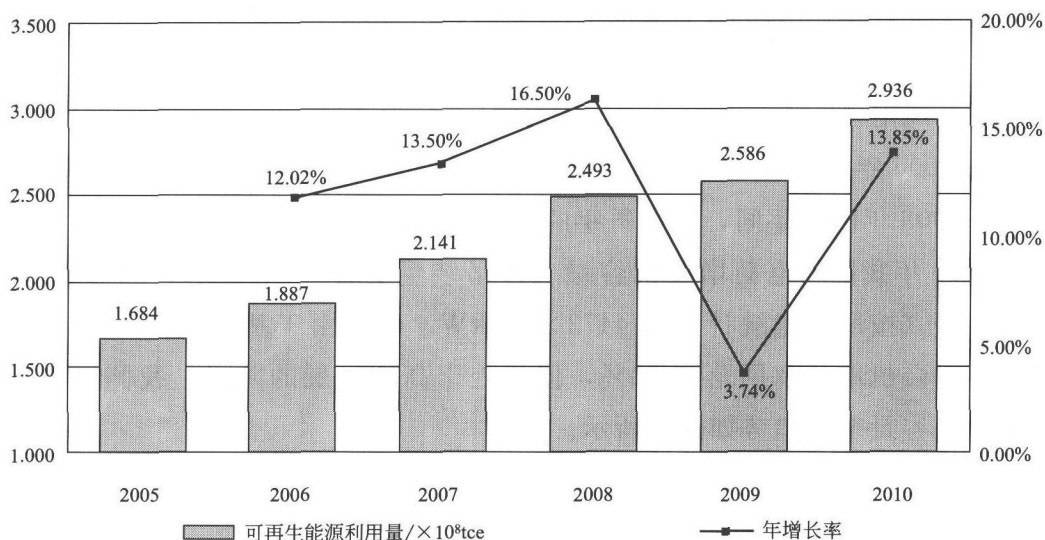


图2 2005~2010年我国可再生能源利用规模的发展情况

在产业发展方面，我国可再生能源的完整产业链已经基本形成。风电具备了千万千瓦级的总装能力及相应的零部件制造能力；海上风电的建设已迈出重要步伐，上海东海大桥 $10 \times 10^4 \text{kW}$ 海上风电场已经安装完成，江苏沿海 $100 \times 10^4 \text{kW}$ 海上风电建设项目的招标完成；光伏上下游均衡发展，多晶硅产量在2010年实现倍增，产量达到了 $4.5 \times 10^4 \text{t}$ 。

1.1.2 各种可再生能源资源的开发利用

(1) 水电

我国水电资源丰富，根据2003年全国水能资源复查成果，全国水能资源技术可开发装机容量为 $5.42 \times 10^8 \text{kW}$ ，年发电量 $2.47 \times 10^8 \text{kW} \cdot \text{h}$ ；经济可开发装机容量为 $4 \times 10^8 \text{kW}$ ，年发电量 $1.75 \times 10^8 \text{kW} \cdot \text{h}$ 。按经济可开发年发电量重复使用100年计算，水能资源占我国常规能源剩余可采储量的40%左右，仅次于煤炭。

到2010年底，全国水电总装机容量达 $2.16 \times 10^8 \text{kW}$ ，年发电量为 $6867 \times 10^8 \text{kW} \cdot \text{h}$ ，担负着全国近1/2国土面积、1/3的县、1/4人口的供电任务。

我国水电勘测、设计、施工、安装和设备制造均达到国际水平，已形成

完备的产业体系。今后水电发展的主要问题是流域生态破坏及其相关社会影响。

(2) 风电

自 2006 年可再生能源法颁布以来，风电开发进入快速发展时期，从 2006~2009 年的四年间，风电每年的新增装机增长率在 100% 以上。

2010 年我国风电新增装机容量（按吊装量统计） $1893 \times 10^4 \text{ kW}$ ，累计装机容量（按吊装量统计）达 $4473 \times 10^4 \text{ kW}$ 。但是由于基数较大，2010 年风电新增装机增长率回落到 73%，但仍处于高速发展的阶段。我国风电的历年装机容量变化趋势如图 3 所示。

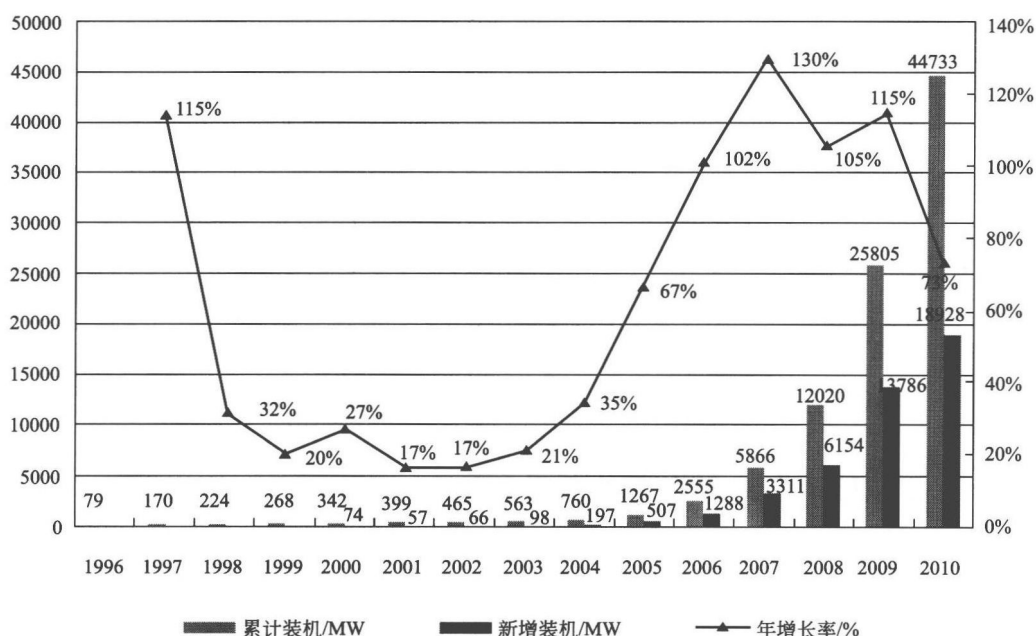


图 3 我国历年风电增长趋势图

来源：中国风能协会，2011

(3) 光伏发电

“十一五”是我国太阳能光伏产业发展最快的时期。受《可再生能源法》的鼓励，同时也得益于国际市场的拉动，我国的光伏产业飞速发展，自 2007 年起已连续 4 年太阳能电池产量居世界第一。2010 年我国太阳能光伏电池产量约为 8000MW，较 2009 年增长 100%；当年新增装机约为 560MW，累计装机容量达到 860MW，较 2009 年增长 287%。2004~2010 我国太阳能产量

表 2 2004~2010 我国太阳能电池产量和装机容量

年 份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
国内光伏电池产量/MW	50	200	400	1088	2600	4000	8000
国内光伏电池产量年增长率		300%	100%	172%	139%	54%	100%
国内累计装机容量/MW	63	68	80	100	145	300	860
国内新增装机年增长率		7.9%	17.6%	25%	45%	103%	287%

和装机容量见表 2。

(4) 太阳能热利用

经过多年来的产业积累,我国的太阳能热水器已经形成规模化生产和商业化市场运作。2010 年我国太阳能热水器产业继续保持迅猛发展的态势,太阳能热水器年产量和运行保有量分别为 $4900 \times 10^4 \text{m}^2$ 和 $1.68 \times 10^8 \text{m}^2$, 年增长率分别为 16.7% 和 15.9%; 行业总就业机会超过了 350 万个,产值达到 700 多亿元。作为一种有效的建筑节能产品,太阳能热水器的作用开始从单一的生活热水供应,逐步拓展至生活热水和采暖供应,市场应用也不断扩大。

(5) 生物质能

到 2010 年底全国建成各类生物质发电装机合计约 $550 \times 10^4 \text{kW}$ 。在生物质能的农村利用方面,我国农村户用沼气已达 4000 万户,农业废弃物沼气工程达 72741 处。户用沼气和大中型沼气工程的年沼气总量约为 $140 \times 10^8 \text{m}^3$, 折 $1000 \times 10^4 \text{tce}$ 。

此外,在生物液体燃料方面,我国也进步显著。2010 年我国生物质成型燃料产量达 $350 \times 10^4 \text{t}$, 比 2009 年增长 75%。燃料乙醇年产量达 $184 \times 10^4 \text{t}$, 生物柴油产量达 $40 \times 10^4 \text{t}$ 。

(6) 地热能

我国地热发电装机容量多年来维持在 $2.5 \times 10^4 \text{kW}$, 每年发电在 $1 \times 10^8 \text{kW} \cdot \text{h}$ 。地热直接利用方面已开发利用地热田 259 处, 每年地热水开采量 $3.68 \times 10^8 \text{m}^3$ 。利用常规地热资源的供暖面积达到 $3020 \times 10^4 \text{m}^2$ 。地源热泵供暖(部分制冷)面积年增长 $1800 \sim 2300 \times 10^4 \text{m}^2$, 年增长率超过 30%。

2009 年地源热泵供暖面积达 $10070 \times 10^4 \text{m}^2$, 利用功率约 $5210 \text{MW}_{\text{th}}$ 。常规地热水供暖和地源热泵供暖总面积 $1.309 \times 10^8 \text{m}^2$, 总利用功率

8898MW_{th}，利用总热量 7543.8×10^4 GJ，相当于 327×10^4 tce。全年减排二氧化碳 779×10^4 t；减排二氧化硫 19.6×10^4 t。

(7) 海洋能

我国海洋能的利用主要还在研发和示范阶段。我国正在运行的潮汐电站有 3 座，另有一座在进行建设的前期工作。波浪能的利用有一些研发和示范，已拥有 100kW、20kW 岸式振荡水柱波能装置各一座、700 余个 1kW 以下装置。国内建成的潮流能装置有 70kW 漂浮式垂直轴装置和 40kW 坐底固定式垂直轴装置。国内尚未有建成的温差能装置盐差能装置。

1.2 政策框架

2006 年我国开始实施《可再生能源法》，并于 2009 年根据产业发展情况做了修订。我国可再生能源政策框架的基本构成主要包括以下内容：法律法规、规划目标、政策措施等，详细表格见附件 1 所示。

1.2.1 法律法规

《可再生能源法》规定了我国可再生能源的基本制度，具体如下。

总量目标是指用法律形式对可再生能源的总量或者在能源结构中的比例做出的规定。这一目标既有绝对量目标，例如规定一定时期内可再生能源的发展总量。也有相对量目标，即规定一定时期内可再生能源在整个能源结构中的比例。有了总量目标的要求，市场主体就可以从中得到市场发展的导向信息，从而具有体现立法中提到的政府推动和市场引导相结合的基本原则。

全额保障性收购是指国务院能源主管部门会同国家电力监管机构和国务院财政部门，按照全国可再生能源开发利用规划，确定在规划期内应当达到的可再生能源发电量占全部发电量的比重，制定电网企业优先调度和全额收购可再生能源发电的具体办法，并由国务院能源主管部门会同国家电力监管机构在年度中督促落实。

电网企业应当与按照可再生能源开发利用规划建设，依法取得行政许可或者报送备案的可再生能源发电企业签订并网协议，全额收购其电网覆盖范