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）

2010

THE RENEWABLE ENERGY INDUSTRIAL DEVELOPMENT REPORT 2010

王仲颖　任东明　高虎　等编著

化学工业出版社

中国可再生能源产业发展报告

2010（中英文版）

王仲颖　任东明　高 虎　等编著

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2010：汉英对照/王仲颖，任东明，高虎等编著．—北京：化学工业出版社，2011.2
ISBN 978-7-122-09952-5

Ⅰ．中…　Ⅱ．①王…②任…③高…　Ⅲ．再生资源：能源-能源工业-经济发展-研究报告-中国-2010-汉、英
Ⅳ．F426.2

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第224369号

责任编辑：王　斌　　装帧设计：王晓宇
责任校对：宋　夏

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　　装：北京云浩印刷有限责任公司
787mm×1092mm　1/16　印张21¼　字数343千字　　2011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：138.00元
版权所有　违者必究

序 言 FOREWORD

2009年我国可再生能源的发展取得了丰硕的成果。截止到2009年底，全国水电装机1.97亿千瓦，居世界第一。风电装机容量连续四年翻番，达到2580万千瓦；太阳能光伏电池产量401.1万千瓦，以绝对优势继续保持世界第一；太阳能热水器累计使用量超过1.45亿平方米，占世界太阳能热水器总使用量的60%以上；生物质能、地热能等其他可再生能源领域也取得了不同程度的发展。不考虑传统的生物质能利用，2009年我国可再生能源利用量约为2.59亿吨标准煤，占当年一次能源消费总量的8.42%。可再生能源发电总量6616.74亿千瓦时，约占当年电力消费总量的17.9%。

2009年是我国可再生能源产业发展具有历史意义的一年。胡锦涛主席于2009年9月在联合国气候变化大会上提出到2020年我国非化石能源占一次能源消费的比重将达到15%左右。温家宝总理在12月的哥本哈根气候变化会议上承诺到2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%～45%。可再生能源法修正案也在2009年12月由全国人大常委会通过，进一步明确了可再生能源发电的全额保障性收购制度和设立可再生能源发展基金等重要举措。2009年，国家将发展可再生能源等新兴产业上升到国家战略的高度，可再生能源必将对促进我国的经济转型和社会发展、改善能源结构、保障能源安全、应对气候变化做出更加重要的贡献。

另一方面，我们也应清醒地认识到发展可再生能源的艰巨性和长期性。既不能对产业存在的问题如技术创新、电网接入、质量控制等过于悲观，也不能盲目乐观，过于倚重产能和规模的扩张而忽视技术研发以及产品质量。我们要清晰认识可再生能源和新兴产业的特点，脚踏实地，循序渐进，持之以恒地推动发展。

本书对2009年可再生能源法的修订做了解读，着重论述了可再生能源法修订的原因和所要解决的问题。本书系统介绍了我国风能、太阳能、生物质能、地热能和海洋能的发展现状，描述了它们的发展趋势和存在的问题。

在今年的报告中还增加了国际可再生能源发展动态，阐述了世界主要发达国家及新兴经济体在可再生能源政策和产业发展方面所取得的成就。本书的最后一章分析了我国可再生能源发展面临的形势与主要任务，并提出了相应的政策建议。

韩文科

国家发展和改革委员会能源研究所所长

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目 录 CONTENTS

1 可再生能源产业发展综述 …… 1

1.1 可再生能源产业化发展概况 …… 1

1.1.1 可再生能源发展总体情况 …… 1

1.1.2 不同可再生能源开发利用的具体情况 …… 4

1.2 我国可再生能源政策框架 …… 7

1.3 我国可再生能源管理框架 …… 12

1.4 我国农村电气化建设概况 …… 15

1.4.1 我国农村电气化主要解决模式 …… 15

1.4.2 我国农村电气化取得的主要成果 …… 17

2 2009年可再生能源法修订解读 …… 18

2.1 2005年可再生能源法立法的背景 …… 18

2.2 立法思路、基本要求和原则 …… 19

2.2.1 立法思路 …… 19

2.2.2 基本要求 …… 19

2.2.3 基本原则 …… 20

2.3 实施情况总结 …… 22

2.3.1 总量目标制度 …… 22

2.3.2 强制上网制度 …… 23

2.3.3 上网电价制度 …… 23

2.3.4 费用分摊制度 …… 23

2.3.5 专项资金制度 …… 24

2.4 可再生能源法修订的主要原因 …… 26

2.4.1 发展目标和规划的制定缺乏科学性 …… 28

2.4.2 没有形成有利于可再生能源发展的定价机制 …… 30

2.4.3 电网已成为制约可再生能源发展的最大瓶颈 …… 30

2.4.4 缺乏产业培育与人才培养的机制 …… 31

2.5 可再生能源法修订所要解决的问题 …… 33

2.5.1 科学制定可再生能源发展规划和目标 …… 33
2.5.2 建立可再生能源按资源定价的机制 …… 33
2.5.3 建立国家可再生能源发展基金 …… 33
2.5.4 实施大区域电网间的同步连接 …… 34
2.5.5 建立国家可再生能源中心 …… 35
2.5.6 建立和完善行业监管、信息披露和法规实施情况的报告制度 …… 36
2.6 可再生能源法有关条款的修订 …… 37

3 风能 …… 40

3.1 中国的风能资源状况 …… 40
3.1.1 我国陆上风能资源储量 …… 40
3.1.2 我国海上风能资源储量 …… 43
3.1.3 我国千万千瓦风电基地风能资源储量 …… 43
3.2 并网风电 …… 45
3.2.1 风电场发展现状 …… 45
3.2.2 并网风电设备制造业的发展情况 …… 49
3.2.3 产业政策和主要问题 …… 55
3.2.4 产业未来发展建议 …… 59
3.3 小型风电 …… 60
3.3.1 产业现状 …… 60
3.3.2 生产企业现状 …… 62
3.3.3 应用市场 …… 63
3.3.4 配套产品状况 …… 66

4 太阳能 …… 68

4.1 我国太阳能资源概述 …… 68
4.2 太阳能光伏发电 …… 69
4.2.1 我国太阳能光伏发电市场现状 …… 69
4.2.2 我国太阳能光伏发电产业现状 …… 71
4.2.3 中国太阳能光伏发电经济性 …… 74
4.2.4 中国太阳能光伏发电政策 …… 78
4.2.5 中国太阳能光伏发电发展面临的问题 …… 82
4.2.6 中国太阳能光伏发电发展前景 …… 83

4.3 太阳能热利用 …… 84
4.3.1 太阳能热水器产业稳步快速发展 …… 84
4.3.2 新技术与新产品 …… 86
4.3.3 太阳能热利用发展展望 …… 87

5 生物质能 …… 88

5.1 中国的生物质能资源状况 …… 88
5.1.1 资源总量 …… 88
5.1.2 可利用总量 …… 89
5.2 产业发展现状概述 …… 90
5.2.1 可再生能源法助推产业快速发展 …… 90
5.2.2 国家投资突破生物质能产业发展瓶颈 …… 90
5.2.3 各级政府齐抓共管，产业有序发展 …… 91
5.3 生物质发电 …… 91
5.3.1 直燃发电 …… 91
5.3.2 混燃发电 …… 92
5.3.3 气化发电 …… 93
5.4 沼气利用 …… 93
5.4.1 农村户用沼气 …… 93
5.4.2 秸秆户用沼气 …… 93
5.4.3 沼气工程 …… 94
5.5 生物液体燃料 …… 94
5.5.1 生物燃料乙醇 …… 94
5.5.2 生物柴油 …… 95
5.6 生物质能相关政策 …… 96
5.6.1 生物质发电政策 …… 96
5.6.2 沼气相关政策 …… 96
5.6.3 生物燃料政策 …… 97

6 地热能 …… 98

6.1 我国地热能资源评价 …… 98
6.2 地热资源开发利用现状 …… 99
6.2.1 高温地热发电 …… 100

6.2.2 中低温地热水直接利用 …… 100
6.2.3 地源热泵应用 …… 102
6.3 2009年地热能利用的政策动态 …… 103
6.3.1 《地源热泵系统工程技术规范》局部修订 …… 103
6.3.2 《浅层地热能勘查评价规范》颁布 …… 103
6.4 2009年地热能利用的主要示范项目 …… 104

7 海洋能 …… 105

7.1 海洋能及其分类 …… 105
7.1.1 潮汐能和潮流能 …… 105
7.1.2 波浪能 …… 105
7.1.3 海流能 …… 105
7.1.4 温差能 …… 106
7.1.5 盐差能 …… 106
7.2 中国的海洋能资源 …… 106
7.2.1 潮汐能 …… 107
7.2.2 波浪能 …… 107
7.2.3 潮流能 …… 107
7.2.4 温差能 …… 108
7.2.5 盐差能 …… 108
7.3 中国的海洋能产业 …… 108
7.3.1 潮汐能 …… 108
7.3.2 波浪能 …… 111
7.4 2009年中国海洋能大事记 …… 112
7.4.1 海洋能开发利用关键技术研究与示范 …… 112
7.4.2 863计划支持海洋能利用新技术 …… 113
7.4.3 《海洋可再生能源专项资金管理暂行办法》 …… 113
7.4.4 福建万千瓦级潮汐电站建设 …… 114

8 国际可再生能源发展动态 …… 115

8.1 美国 …… 115
8.2 欧盟 …… 117
8.2.1 德国 …… 117

8.2.2 丹麦 …… 118
8.2.3 西班牙 …… 119
8.2.4 英国 …… 119
8.2.5 法国 …… 119
8.3 其他主要国家 …… 120
8.3.1 日本 …… 120
8.3.2 印度 …… 121
8.3.3 巴西 …… 122

9 我国可再生能源发展的形势与面临的任务 …… 123

9.1 可再生能源发展所面临的形势 …… 123
9.1.1 可再生能源发展与应对气候变化 …… 123
9.1.2 可再生能源发展与能源革命 …… 126
9.1.3 实现 2020 年非化石能源 15%目标的形势严峻 …… 128
9.2 可再生能源发展的战略定位 …… 130
9.3 可再生能源发展的战略目标 …… 131
9.3.1 总体目标 …… 131
9.3.2 风能发展目标 …… 131
9.3.3 太阳能发展目标 …… 132
9.3.4 生物质能利用目标 …… 132
9.4 可再生能源发展面临的主要问题 …… 133
9.4.1 市场成熟度低，保障能力不足 …… 133
9.4.2 政策体系不完善，措施不配套 …… 133
9.4.3 技术研发投入不足，自主创新能力较弱 …… 134
9.4.4 产业体系薄弱，配套能力不强 …… 134
9.4.5 资源评估不深入，限制规模化发展 …… 135
9.5 推动可再生能源发展的主要政策措施 …… 135
9.5.1 国家立法和中长期发展规划 …… 135
9.5.2 法规和相关配套政策 …… 136
9.5.3 基础研究和自主技术研发 …… 137
9.5.4 创新人才体系的培养 …… 138
9.5.5 积极加强国际合作 …… 138

1 可再生能源产业发展综述

1.1 可再生能源产业化发展概况

1.1.1 可再生能源发展总体情况

2009年底哥本哈根气候变化大会后，温室气体排放成为国际政治经济领域的重大问题，新能源也成为全世界关注的焦点。为积极应对全球气候变化，我国做出了两个与能源发展密切相关的承诺：一是2020年非化石能源在能源消费中达到15%左右；二是2020年的单位GDP二氧化碳排放量比2005年减少40%～45%。要完成这两个目标，除了大力推进节能减排、加快发展核电和水电，还必须大力推动风电等新能源和可再生能源的发展。

在可再生能源法和相关政策的支持下，国内可再生能源的发展步伐明显加快。到2009年底，可再生能源发电方面，全国水电装机1.97×10^8kW，年发电量6156×10^8kW·h，折合约2.11×10^8tce；并网风电装机2580×10^4kW，年发电量269×10^8kW·h，折合919.9×10^4tce；离网风电装机15×10^4kW，年发电量2.74×10^8kW·h，折合9.4×10^4tce；光伏装机30×10^4kW，年发电量3.6×10^8kW·h，折合约12.3×10^4tce；生物质能发电装机444×10^4kW，年发电量184×10^8kW·h，折合约588.8×10^4tce；地热发电装机2.5×10^4kW，年发电量1×10^8kW·h，折合约3.4×10^4tce。可再生能源发电总量6616.74×10^8kW·h，约占当年电力消费总量的17.9%。

生物燃料方面，固体成型燃料生产量175×10^4t，折合约82.5×10^4tce；燃料乙醇利用量172×10^4t，折合约176.3×10^4tce；生物油利用量50×10^4t，折合71.5×10^4tce。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2.59×10^8tce，占当年一次能源消费总量的8.42%。2009年我国可再生能源开发利用量如表1所示。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

表 1　2009 年我国可再生能源开发利用量

	利用规模	年产能量	折标煤量/$\times10^4$ tce
1. 发电	22718×10^4 kW	6616.74×10^8 kW·h	22588.6
水电	19679×10^4 kW	6156.4×10^8 kW·h	21054.8
并网风力发电	2580×10^4 kW	269×10^8 kW·h	919.9
小型离网风力发电	15×10^4 kW(25 万台)	2.74×10^8 kW·h	9.4
光伏发电	30×10^4 kW	3.6×10^8 kW·h	12.3
生物质发电	444×10^4 kW	184×10^8 kW·h	588.8
地热发电	2.5×10^4 kW	1×10^8 kW·h	3.4
2. 供气(沼气)		130×10^8 m^3	928.2
3. 供热			2142.9
太阳能热水器	1.45×10^8 m^2		1740
太阳灶	330 万台		75.9
地热采暖面积	1.3×10^8 m^2	7543.8×10^4 GJ	327
4. 燃料			330.3
生物质固体成型燃料	175×10^4 t		82.5
燃料乙醇	172×10^4 t		176.3
生物油	50×10^4 t		71.5
总计			25862.8
可再生能源占一次能源消费的比例			8.42%

此外，2009 年核电装机 908×10^4kW，发电量 692×10^8kW·h，折合 2370×10^4tce。2009 年我国非化石能源占能源消费总量的比例约为 9.2%。

从 2005 年到 2009 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也日益显著。但是，2009 年可再生能源占一次能源消费的比例相比 2008 年有所下降，可再生能源利用规模的增速也有所放缓（见图 1 和图 2），实现我国 2020 年非化石能源在能源消费中达到 15%的发展目标仍面临严峻的挑战。

在产业发展和完善方面，我国可再生能源产业链已经快速形成。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；光伏上下游均衡发展，多晶硅产量倍增，产量达到了 20000t，国内外光伏市场发展迅速；国内海上风电的建设也已迈出重要步伐，上海东海大桥 10×10^4kW 海上风电场已经安装完成，同时正在积极推动江苏沿海 100×10^4kW 海上风电建设项目的招标工作，今后国内将把海上风电建设作为国内风电发展的重点之一。

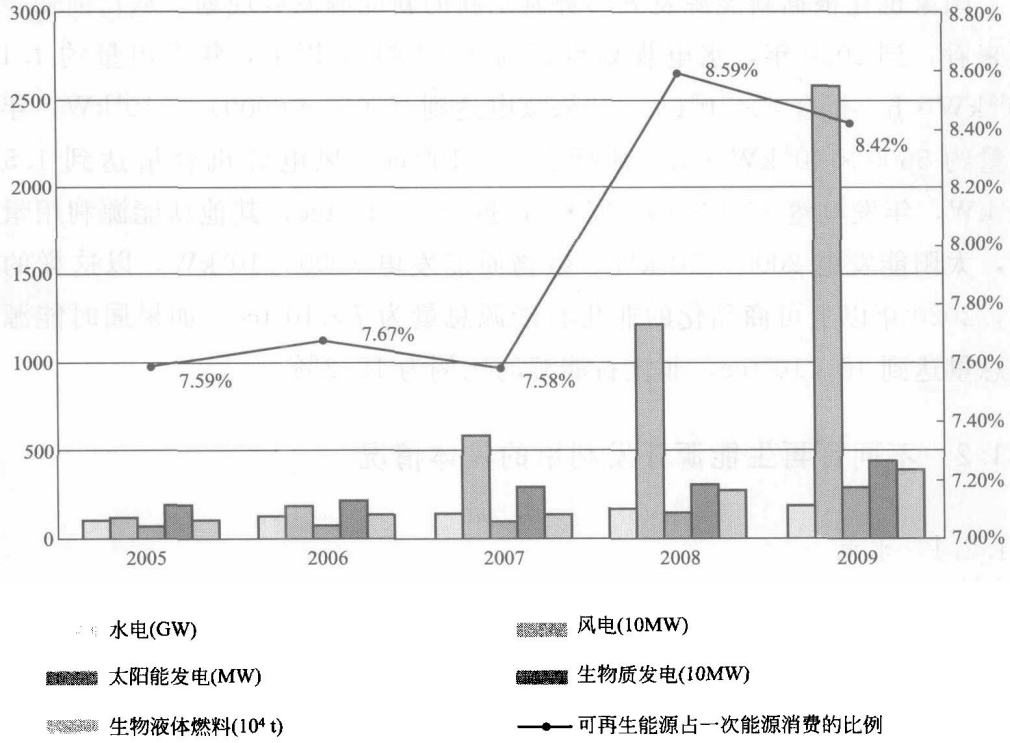

图 1 2005～2009 年中国可再生能源的发展形势

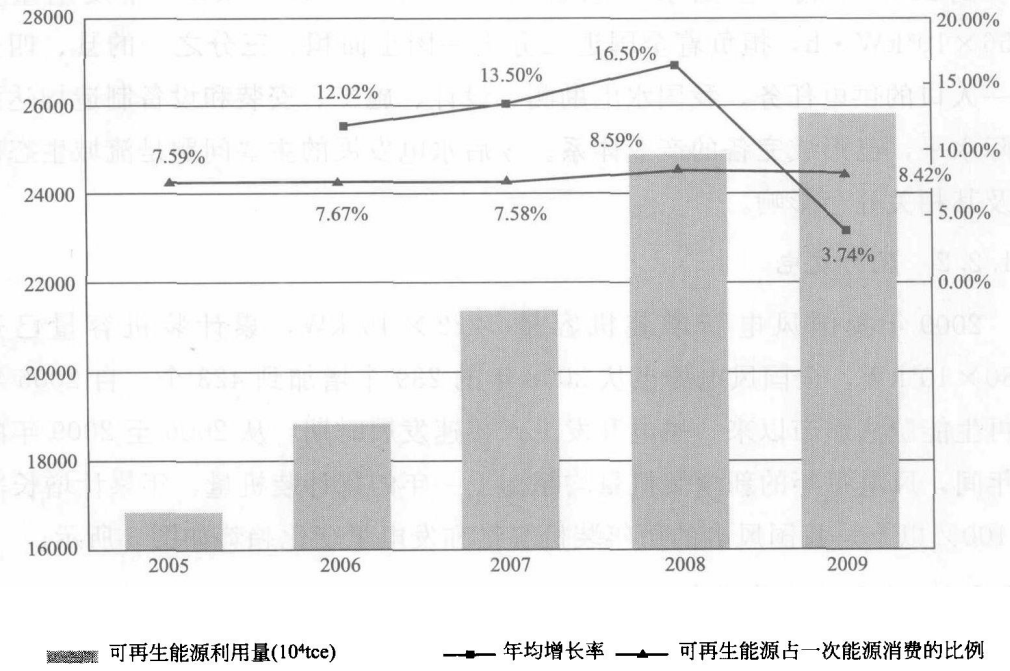

图 2 2005～2009 年中国可再生能源利用规模的发展情况

国家也在根据新能源发展形势制定新的新能源发展规划。从目前初步规划来看，到 2020 年，水电规划目标为 3×10^8kW 以上，年发电量约 1.1×10^{12}kW·h，折合 4×10^8tce；如果核电达到（7000～8000）$\times10^4$kW，年发电量约 5600×10^8 kW·h，则折合 2×10^8tce；风电装机容量达到 1.5×10^8kW，年发电量 3000×10^8kW·h，折合 1×10^8tce，其他新能源利用量较小，太阳能发电 2000×10^4kW，生物质能发电 3000×10^4kW。以这样的估算，2020 年以上可商品化的非化石能源总量为 7×10^8tce。如果届时能源消费总量达到 46×10^8tce，非化石能源的比例为 15.2%。

1.1.2 不同可再生能源开发利用的具体情况

1.1.2.1 水电

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 5.42×10^8kW，年发电量 2.47×10^{12}kW·h；经济可开发装机容量为 4×10^8kW，年发电量 1.75×10^{12}kW·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 2009 年底，全国水电总装机容量达 1.97×10^8kW，年发电量为 6156×10^8kW·h，担负着全国近二分之一国土面积、三分之一的县、四分之一人口的供电任务。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。

1.1.2.2 风力发电

2009 年我国风电新增装机容量 1222×10^4kW，累计装机容量已达 2580×10^4kW，全国风电场也从 2008 年的 239 个增加到 423 个。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 至 2009 年的四年间，风电每年的新增装机量均超出上一年的累计装机量，年累计增长率在 100%以上。我国风电的历年装机容量和发电量变化趋势如图 3 所示。

1.1.2.3 太阳能光伏发电

“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，我国的光伏产业在 2004 年后飞速

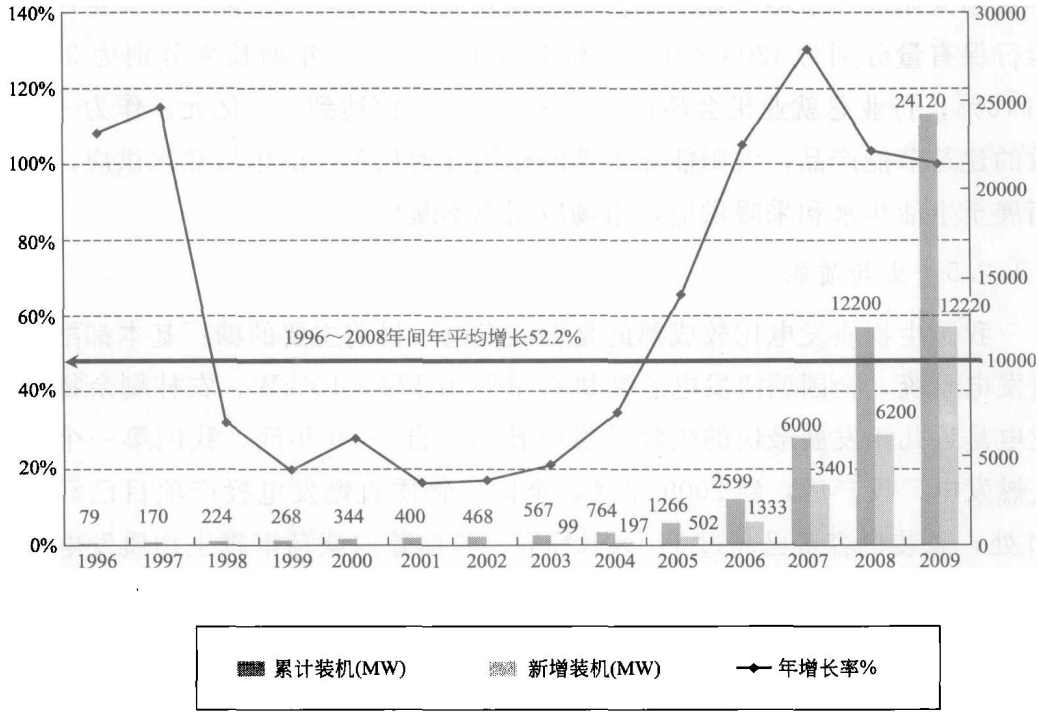

图 3 我国历年风电增长趋势图

来源：中国风能协会，2010

发展，连续 5 年的年增长率超过 100%，2007 年、2008 年、2009 年连续三年太阳电池产量居世界第一。截至 2009 年底，我国太阳能光伏电池产量约为 4000MW，较 2008 年增长 54%；当年新增装机约为 150MW，累计装机容量达到 300MW，较 2008 年增长 103%。我国太阳能光伏发电产业的发展变化趋势见表 2。

表 2 2004～2009 年我国太阳电池产量和装机容量统计

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

1.1.2.4 太阳能热利用

太阳能热水系统是太阳能的中低温利用产品。当前，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。经过多年来的产业积累，2009

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 $4200\times10^4m^2$ 和 $14500\times10^4m^2$，年增长率分别为 35.5% 和 16%；行业总就业机会超过了 250 万个，产值达到 630 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。

1.1.2.5 生物质能

我国生物质发电比较成熟的是蔗渣发电，目前主要的糖厂基本都配备蔗渣发电系统，全国蔗渣发电总装机容量约为 170×10^4kW。农林剩余物直燃发电是近几年发展最快的生物质发电技术。自 2006 年底，我国第一个秸秆直燃发电厂投产后，到 2009 年底，全国生物质直燃发电投产项目已经超过 50 处，总装机容量已超过 110×10^4kW。目前除内蒙乌审旗生物质发电厂主要采用平茬沙柳为原料外，其他生物质直燃电厂基本采用各类农作物秸秆为原料。生物质气化发电到 2009 年底，全国装机容量约为 6×10^4kW，主要原料为稻壳、木屑等农林加工业剩余物。

到 2009 年底，我国养殖场沼气并网发电仅有 3 个项目，分别为内蒙古蒙牛集团装机 1MW，北京德青源公司装机 2MW，山东民和集团装机 3MW。这几个项目在 2008 年底已经完成并网发电，2009 年没有新的工程投产并网发电。目前除了养殖场利用畜禽粪便为原料制取沼气发电外，工业废弃物沼气发电也已形成一定的规模。到 2009 年底，工业废弃物沼气并网发电的总装机容量约为 $(25\sim30)\times10^4kW$。到 2009 年底，我国垃圾焚烧发电总装机容量约为 120×10^4kW，主要集中在大城市、中心城市和经济较为发达的东南沿海城市。

到 2008 年底，全国生物成型燃料产量约为 $(60\sim80)\times10^4t$，特别在 2008 年底财政部发布《秸秆能源化利用补助资金管理暂行办法》后，极大地促进了产业发展。到 2009 年底，全国生物质成型燃料的产量约在 200×10^4t 左右。在应用规模扩大的同时，生物质成型燃料的设备研发和生产也有了长足进步。全国从事生物质成型燃料设备研发的企业超过 20 家，从事设备生产并已有一定规模的企业也超过了 10 家。

在生物液体燃料方面，陈化粮乙醇产量仍维持在 102×10^4t，木薯乙醇、甜高粱乙醇和麻风树生物柴油等 1.5 代生物液体燃料技术产业化进程刚缓慢

起步。广西于2007年建成年产20×10^4t木薯乙醇项目。甜高粱乙醇技术的产业化应用进程比较迟缓，仅在黑龙江省建成年产5000t乙醇的示范装置。中石油、中石化和中海油的三个小油桐生物柴油产业化示范项目仍在建设之中。

1.1.2.6 地热能

地热能利用可分为发电利用和直接利用两个方面。我国高温地热资源地区分布有限，主要集中在西藏、云南的横断山脉一线，已经进行了资源勘探和开发的地区，其中又主要集中在西藏的羊八井和云南的腾冲。目前全国地热发电利用发展缓慢，而直接利用正以强劲势头向规模化、产业化方向健康地发展。据统计，至2009年底，我国地热发电装机容量维持在2.5×10^4kW，每年发电在1×10^8kW·h。已开发利用地热田259处，每年地热水开采量$3.68\times10^8m^3$。利用常规地热资源的供暖面积达到$3020\times10^4m^2$。地源热泵供暖（部分制冷）面积年增长（1800～2300）$\times10^4m^2$，年增长率超过30%。2009年地源热泵供暖面积达$10070\times10^4m^2$，利用功率约5210热兆瓦。常规地热水供暖和地源热泵供暖总面积$1.309\times10^8m^2$，总利用功率8898热兆瓦，利用总热量7543.8×10^4GJ，相当于327万吨标准煤。全年减排二氧化碳779×10^4t；减排二氧化硫19.6×10^4t。地热能利用的持续发展，为我国节能减排做出了杰出的贡献。

1.1.2.7 海洋能

海洋能主要包括潮汐能、波浪能、海流能等。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 我国可再生能源政策框架

2005年2月28日通过的《中华人民共和国可再生能源法》，对有关推进可再生能源开发利用的法律制度和政策措施做了比较完整的规定，胡锦涛

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com