

# 发展 可再生能源

主编 王侠

山东人民出版社

# 发展 可再生能源



主 编 王 侠

副主编 马学强 王承策

山东人民出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

发展可再生能源/王侠主编. — 济南: 山东人民出版社,  
2008. 10

ISBN 978 - 7 - 209 - 04585 - 8

I. 发… II. ①王… III. 再生资源: 能源 - 能源开发  
IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 154865 号

责任编辑 王金凤

封面设计 张丽娜

## 发展可再生能源

主编 王 侠

---

山东出版集团

山东人民出版社出版发行

社 址: 济南市经九路胜利大街 39 号 邮 编: 250001

网 址: <http://www.sd-book.com.cn>

发 行 部: (0531)82098027 82098028

新华书店经销

东营市新华印刷厂印刷

规 格 16 开(170mm × 250mm)

印 张 22

字 数 300 千字 插页 2

版 次 2008 年 10 月第 1 版

印 次 2008 年 10 月第 1 次

印 数 1 - 2000

ISBN 978 - 7 - 209 - 04585 - 8

定 价 49.00 元

## 编写人员

主 编 王 侠  
副 主 编 马学强 王承策  
编写人员 马学强 张则振 苏道年  
鲁 玲 徐 壮 董庆陆  
庞剑英

## 序

王修智

能源是人类社会存在与发展的物质基础,可持续发展首先要求能源的可持续。曾几何时,在石油、煤炭、天然气等化石能源的支撑下,全球工业化迅速推进,让我们体验了前所未有的发展速度,品尝了现代文明的发展成果。但从上个世纪70年代以来,石油危机频繁出现,一次又一次地敲响化石能源日渐枯竭的警钟。同时,大规模使用化石燃料也带来严重后果,大气污染、水污染、温室效应不断加剧,人们赖以生存赓续的生态环境不断恶化。这一切都说明,目前的能源发展趋势是不可持续的,实现向可持续能源未来的过渡是人类在本世纪面临的重大课题。2008年世界石油市场的剧烈动荡及其对全球经济发生的深刻影响再次告诫我们,需要立即行动起来,加快发展可再生能源,建立一种新的、清洁安全可靠的可持续能源系统,支撑实现可持续发展。

发展可再生能源决定未来竞争力。近年来,欧美国家纷纷推出专项计划,推动可再生能源技术突破,抢占发展先机。现在,欧盟风电装机容量已占到全球总量的53.5%,成为世界最大的风电市场,有效地改善了欧盟国家的能源结构。2007年,德国可再生能源已占能源消耗总量的8.6%,提供的电力已占德国电力消耗的14.2%。丹麦风电已占其总发电量的20%。发展可再生能源铸就了新的

产业高地,成为欧盟新的经济增长点。欧盟已成为世界风电设备制造的龙头,其中德国是全球最大的风力发电设备出口国,2007年出口创汇60亿欧元,约占世界风力发电设备交易额的28%。可再生能源产业成为德国增加就业的“新引擎”,目前该领域职工有25万,2020年将上升到50万。

在国内,发展可再生能源风起云涌,渐呈逐鹿之势。以人为本,全面协调可持续,正在成为当代中国发展主题。各地均把大力发展可再生能源作为贯彻落实科学发展观、转变经济发展方式的重要途径,推动可再生能源发展进入快车道。广东通过立法,积极推动可再生能源的开发利用,在新能源的发展上走在全国前列,正在成为最“经济”的经济大省。江苏已在太阳能、风能、生物质能的开发利用及产业发展方面形成产业优势,开始步入规模化发展轨道。上海坚持开发与应用并举,建设新能源和可再生能源技术研发和产业化基地。宁夏正在打造“风电第一大省”。甘肃提出建设“河西风电走廊”,打造“陆上三峡”。内蒙古可再生能源占能源消费总量的比重已达14%,正在乘势而上,规划到2010年将这一比重提高到30%。

当前,山东经济社会发展正处在关键时期。转变经济发展方式,缓解资源、环境压力,是我们面对的十分紧迫的课题。相对于快速发展的经济,我省能源资源保障水平较低。我省工业发展对煤炭的总需求量为2.6亿吨,但实际产量只有1.4亿吨,缺口接近一半。而且,煤炭资源保有经济可采储量只有45亿吨,仅可维持矿山开采20余年。石油探明储量2.45亿吨,按照现在的产量推算,只能开采不到10年。进入2008年,山东电煤严重紧缺,能源形势很不

乐观。至7月底,山东电网最大电力缺口达到1022万千瓦,接近全省电力需求的1/3。与此同时,我省风能、太阳能、生物质能、地热能、潮汐能等资源储量丰富,均处在全国前列,具有巨大的发展潜力。大力发展可再生能源,构筑稳定、经济、清洁的能源供应体系,不仅可以填补化石能源之不足,增强可持续发展的能源支撑,而且有助于优化生态环境,优化经济结构,是实现由资源消耗和污染排放大省向资源节约型、环境友好型省份跨越,推动经济又好又快发展的必然选择。

本书作者敏锐地抓住了这一关键问题。从上个世纪90年代以来,他们一直密切关注国家可持续发展和我省能源保障情况,形成了一系列的调查研究成果,鲜明地提出了“发展可再生能源产业、培育新经济增长点”的政策建议。他们系统地分析了人类社会能源利用的发展规律,得出了“发展可再生能源成为当今时代发展的必然要求”这一结论。他们分析了国际国内可再生能源开发利用的现状和发展趋势,认为全球可再生能源开始进入快速发展时期,提出谁能抢占可再生能源发展的制高点,谁就会在未来的发展中占得主动,赢得先机。他们研究了我省可再生能源开发利用现状,有针对性地提出了我省发展可再生能源产业的对策措施。在此基础上,他们整理总结了我省部分市县、科研单位和企业发展可再生能源的实践探索,一并结集为《发展可再生能源》一书。为了方便读者全面了解和掌握国家政策,该书还附录了国家和省已经出台的发展可再生能源的政策法规。

《发展可再生能源》一书有理论,有实践,有信息,有探索,对推动山东科学发展作了有益的探讨,为各级党委政

府了解国内外能源发展趋势、进行科学决策提供了重要参考,为各级职能部门和科研单位制定发展规划、开展科学研究提供了依据,为各类企业和投资者开阔视野、创新发展提供了有益的启示。希望此书在推进山东科学发展、和谐发展、率先发展,实现富民强省新跨越中发挥应有的作用。

2008年秋于泉城



# 目 录

序	王修智	1
<b>第一章 开发利用可再生能源是当今时代发展的必然要求</b>		1
第一节 人类生存发展面临能源危机		1
第二节 以化石能源为主的能源消费使人类生存环境日益恶化		7
第三节 可再生能源是永不枯竭的生态能源		12
第四节 现代科学技术的飞速发展使开发利用可再生能源提供了可能		16
<b>第二章 发展可再生能源已成为世界潮流</b>		22
第一节 综述		22
第二节 德国可再生能源发展之快列各国之首		27
第三节 美国可再生能源发展步入快车道		31
第四节 丹麦引领风电发展的世界潮流		38
第五节 加拿大发展生物乙醇燃料成就显著		42
第六节 日本全力推进新国家能源战略		44
<b>第三章 我国可再生能源的开发利用开始进入快车道</b>		48
第一节 综述		48
第二节 太阳能		64
第三节 水能		72
第四节 风能		82
第五节 生物质能		97
第六节 地热能		106
第七节 各省市可再生能源开发利用动态		114

<b>第四章 可再生能源技术发展趋势</b> ·····	125
第一节 太阳能技术发展现状及趋势·····	125
第二节 风力发电技术发展现状及趋势·····	135
第三节 生物质能技术发展现状及趋势·····	143
第四节 海洋能技术发展现状及趋势·····	152
第五节 地热能技术发展现状及趋势·····	158
<b>第五章 发展可再生能源对促进山东科学发展具有重要战略意义</b> ·····	162
第一节 发展可再生能源是贯彻落实科学发展观的重要举措·····	162
第二节 发展可再生能源有利于缓解我省资源短缺矛盾,增强资源对可持续发展的支撑能力·····	166
第三节 发展可再生能源有利于改变我省经济建设耗能过高的状况,建设资源节约型社会·····	168
第四节 发展可再生能源有利于保护环境,建设生态文明·····	170
第五节 发展可再生能源有利于开拓新的经济增长领域,增加社会就业·····	173
第六节 发展可再生能源有利于提高人民群众生活水平,建设社会主义和谐社会·····	175
<b>第六章 山东开发利用可再生能源取得显著成效</b> ·····	178
第一节 山东可再生能源资源丰富,发展潜力巨大·····	178
第二节 山东可再生能源开发利用已取得初步成效·····	183
第三节 发展可再生能源面临的瓶颈制约·····	191
<b>第七章 山东发展可再生能源的战略思路、任务目标和对策措施</b> ·····	194
第一节 战略思路·····	194
第二节 发展目标·····	197
第三节 重点任务·····	198
第四节 发展措施·····	202

第八章 山东发展可再生能源的实践探索·····	209
积极开发与利用农业生物质能源 ····· 省农业厅生态农业处	209
争当发展可再生能源的科研尖兵 ····· 山东省科学院能源研究所	218
德州市实施“中国太阳城”战略 ····· 中共德州市委政研室	226
坚持自主创新 打造国际品牌 ····· 力诺集团股份有限公司	231
勇攀世界太阳能产业最高峰 ····· 皇明太阳能集团	237
开发地热资源 发展温泉旅游业 ····· 中共临沂市河东区委	246
对山东垃圾发电情况的调查 ····· 山东省节能监察总队 徐 壮 奚修斌	251
开发建筑节能新技术——地源热泵 ····· 山东建筑大学教授 方肇洪	256
附录	
《中华人民共和国可再生能源法》·····	260
《可再生能源中长期发展规划》·····	266
《可再生能源发展“十一五”规划》·····	286
《农业生物质能产业发展规划(2007~2015年)》·····	311
《可再生能源产业发展指导目录》·····	328
《山东省农村可再生能源条例》·····	336
后记·····	342

## 第一章 开发利用可再生能源 是当今时代发展的必然要求

“狼来了,这次狼真的来了。”当2008年1月2日原油期货突破每桶100美元大关时,世界在齐声呐喊,能源危机的警钟再次敲响。更令人震惊的是,原油期货自突破100美元后,就没有停歇其上涨的脚步,110美元、120美元、130美元、140美元相继突破,屡屡创出新高。2008年7月11日,纽约商业交易所(NYMEX)原油期货价格上触到了每桶147.27美元。后来虽有所回落,但一直在每桶100美元左右高位运行。扶摇直上的原油价格带动了能源价格的普遍上涨,“油荒”,“电荒”,“煤荒”,相继出现,并正向国民经济各个领域传导,对我国经济运行带来了巨大压力。能源安全,关系到经济安全,直至国家安全。加快发展可再生能源,有效增加能源供给,改善能源结构,是从根本上保障我国能源安全的战略选择。

### 第一节 人类生存发展面临能源危机

能源是人类生存发展的主要依赖。在农业社会,人类以柴草为主要能源,产业革命后,人类以石油、煤炭为主要能源,满足衣食住行生活需要,支撑经济飞速增长,从未想到有一天会出现能源危机。

30多年前,一批西方学者聚集在意大利罗马开会,提出了一个重要议题,就是地球上的资源是否还够使用,人类会不会陷入能源危机?随后,他们发表了一个题为《增长的极限》的宣言,指出地球上的资源是有限的,人类不能无限索取,应该控制增长。

果不其然,上个世纪70年代,一个由“石油危机”为代表的能源危机悄然降临,给人们的生产生活带来了诸多的不变,给人类敲响了

第一次能源危机的警钟。

30年后,能源危机再次来临。这一次,又是从主要能源——石油发端的。2008年第一个交易日,国际原油期货大幅上涨,突破了100美元/桶。在后来的日子里,原油价格持续上涨,直指150美元的大关。再次响起能源危机的警钟。

这次危机早在一年前就已开始。2007年,世界银行一份报告称,部分非洲国家面临能源危机。加纳、肯尼亚、塞内加尔和坦桑尼亚发电能力供不应求,电力短缺现象日益严重,越来越多的地方开始实行燃料定量配给和用电管制。2008年初,欧盟发出全球能源危机警报,发布了《世界能源技术展望·2050》报告,警告说世界能源将面临越来越严峻的考验。

为应对能源危机,多数国家选择了燃油提价,结果引发了一系列的问题。在快速崛起的东南亚国家,甚至出现了前所未有的大波动。5月25日,印尼政府调高燃料油价28.7%后,引发了多个地方的骚乱。26日,泰国爆发反政府示威冲突,有1万余人参加。迫于压力,政府继续实施财政补贴,以维持国内燃油市场稳定。但高昂的燃油补贴费用,又令各国政府陷入涨价与巨额财政赤字的两难境地。

世界能源危机的出现与世界能源结构密切相关。据国际能源署数据,2004年,石油、煤炭、天然气占世界一次能源供应的比例分别是34.3%、25.1%、20.9%,三者之和高达80%。石油、煤炭、天然气属于化石能源,不可再生,迟早会出现枯竭。据《BP世界能源统计2006》数据,全球石油探明储量可供生产40多年,天然气和煤炭则分别可以供应65年和155年。而能源需求则在不断增长,具有刚性。据欧盟最新研究报告预测,到2050年,全球的能源消耗量将是目前的两倍,达到220亿吨。即使是按照现有的开采与消费规模,全球化石能源也将在本世纪内基本开采殆尽,能源枯竭正在步步逼近。这一切表明,在现有能源结构框架下,能源危机将成为历史的必然。

能源资源地理分布不均加大了能源危机的可能性。到2005年末,全世界探明石油储量1636亿吨,其中61.9%的储量在中东地区,其他地区不足10%;剩余天然气可采储量179.83万亿立方米,

66.7%分布在俄罗斯和中东地区;剩余可开采煤炭 9090.64 亿吨,主要分布在欧洲及欧亚大陆、亚太、北美,三者总计约占世界总量的 92.2%。资源分布与消费分布存在巨大矛盾。从石油消费来看,北美、亚太和欧洲及欧亚大陆是主要消费区,占世界消费总量的 83.7%;从煤炭消费来看,亚太地区名列第一位,占世界消费总量的 56.3%。这种储藏生产与消费之间在地理分布上的矛盾,催生了世界性的能源市场的火爆,结果是众多国家出现了高度的对外能源依存。国际能源市场受到诸多因素影响,任何一个,都可能诱发世界性的能源危机。在经济日益全球化的今天,能源危机一旦发生就是世界性的,少有国家能够幸免。在国内,我们正面临巨大的能源危机压力。

从总量上看,我国能源资源比较丰富。常规能源探明经济剩余可采总储量为 1392 亿吨标准煤,约占世界总量的 10.1%。煤炭是我国最主要的能源资源,现有经济可开发剩余可采储量为 1145 亿吨,保证程度为 114 年<sup>①</sup>。石油探明保有储量为 150 亿吨左右,占世界总量的 4.8%,剩余可采储量为 32.736 亿吨,仅供开采 20 年<sup>②</sup>。天然气剩余可采储量为 2.85 万亿立方米<sup>③</sup>。但人均资源占有量很低,特别是石油、天然气人均资源量仅为世界平均水平的 7.7% 和 7.1%,能源保障水平较低。据预测,目前中国主要能源煤炭、石油和天然气的储采比分别为约 80、15 和近 50,大致为全球平均水平的 50%、40% 和 70% 左右,均早于全球化石能源枯竭速度。

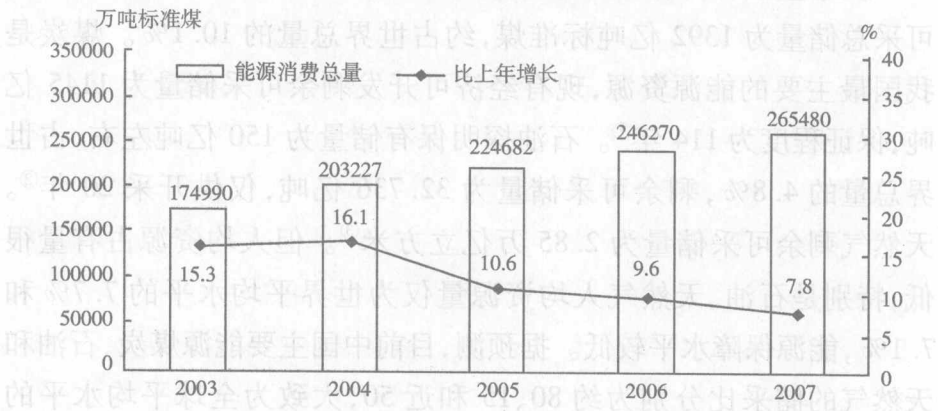
从能源消费上看,我国早已成为世界第二大能源消费国。经济连续多年的高速增长,使我国能源消耗量迅速攀升。“十五”期间,我国经济增长速度加快,能源消费量也急剧上升,年均增长 10.15%。一次能源消费总量从 2000 年的 13.86 亿吨,猛增到 2005 年的 22.5 亿吨标准煤,占全球的 14.8%,成为世界第二大能源消费国家。进入“十一五”以后,随着工业化进程的加快,能源消耗量持

<sup>①</sup> 王家诚、赵志林:《中国能源发展报告(2001)》,中国计量出版社 2001 年版。

<sup>②③</sup> 崔民选:《中国能源发展报告(2007)》,社科文献出版社 2007 年版,第 169、106 页。

续增加。2006年,一次能源消费总量为24.6亿吨标准煤,比上年增长9.6%,占全球能源消费增量的51.5%。2007年,一次能源消费总量为18.634亿吨油当量,占世界一次能源消费总量的16.8%,能源消费又增长了7.8%。尽管增速有所放缓,但仍占当年全球一次能源消费增量的一半,是世界上消费增长最快的地区。按照我国的长远规划,从2000到2020年,全国GDP增长4倍,而能源消耗增长1倍,这意味着能源弹性系数应为0.5。但是最近3年,这个系数为1.3以上。也就是说,能源实际需求将远远大于规划需求。从发展趋势来看,我国工业已进入重化阶段,按世界各国发展的历史规律来看,能耗迅速增长阶段似不可逾越。在可预见的将来,中国对能源的需求必将快速持续增长。

2003~2007年国内能源消费增长情况



资料来源:中华人民共和国国家统计局网。

国内能源供需之间的巨大差距,推动我国成为原油进口大国。我国资源储量显然满足不了快速膨胀的能源消费。2007年,国内能源产量达到了23.7亿吨标准煤,成为全球第二大的能源生产国。但同期消费总量达到26.5亿吨标准煤,供需差距近3亿吨标准煤。为弥补这一缺口,我国开始大规模进口原油。1993年,我国首次成为石油净进口国,2005年对外石油依存度已达42.9%。2006年原油进口又创新高,达1.45亿吨,成品油进口3638万吨。按照规划,“十一五”期间,我国GDP每年将增长7.5%,意味着经济对能源的

需求将继续增长。中国石油和化学工业协会预测,到2020年中国成品油需求量约5亿吨,对外依存度将达到60%。国际原油市场的动荡,引起国内能源市场紧张。从以上分析可以看出,我国经济发展已进入严重依赖国外原油进口时期,国际原油市场直接影响着国内市场。国际原油价格攀升,对正处在转型期的中国经济发展带来了诸多麻烦。2003年出现过一次能源紧张。从夏天开始,共有广东、上海、浙江、江苏、重庆等19个省市出现限电现象。国家电力调度中心的资料表明,全国12个电网,除西北、东北、山东电网的电力供应略有盈余外,华东、华北、华中、川渝、广东等地电网都出现不同程度的供应紧张。9月中旬,华东地区出现汽柴油紧缺。随后,迅速蔓延至东北、华北、华南和西南等地区,河北、河南、山西、陕西、北京、上海、江苏、浙江、福建、广东等地汽柴油紧缺警报频起。一时间,从长三角的“电荒”到涉及东北、华东、华南、西南等地区的“煤荒”与“缺油”,拉响能源危机的警报。2007年下半年以来,国际石油价格的变动,再次引起国内能源供给紧张。“电荒”、“煤荒”、“油荒”接踵而至,“拉闸限电”,一个久违的词组,高频率地出现在媒体上。煤电油运一直困扰国内经济运行,能源价格开始普遍上涨。2008年6月,国家发展和改革委员会宣布,自6月20日起将汽油、柴油价格每吨提高1000元,航空煤油价格每吨提高1500元。8月19日再次宣布,提高火力发电企业上网电价。

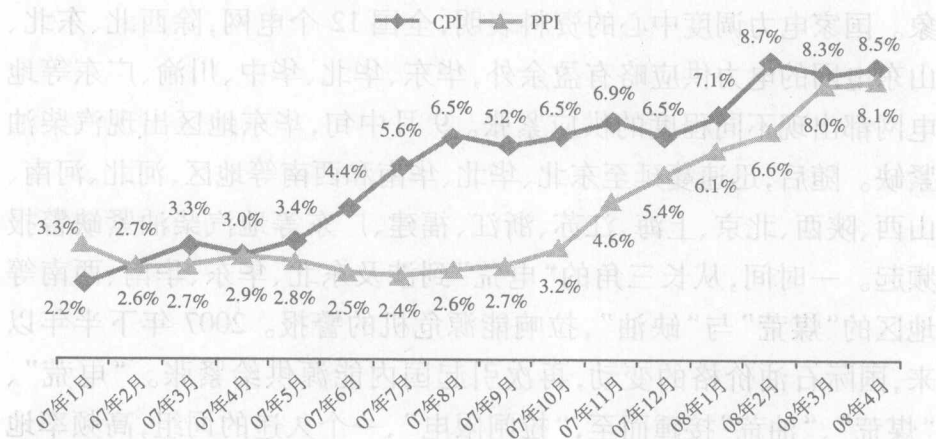
能源价格大幅上涨,给我国经济发展带来沉重压力。首先,高油价对于中国经济的影响第一反应在货币价格上。随着美元的疲软,人民币面临双重风险:一是在国际主要工业国的一致要求下大幅加息,事实上,2008年开局,人民币兑美元汇率就已创出新高;二是由于国际资源价格高企,中国经济紧缩政策的效果会大打折扣,输入型通胀会部分消解国内抑制通胀风险的努力。也就是说,人民币将继续面临对外升值和对内贬值的情况,内部通胀风险不会因为外部升值而轻易化解。

其次,石油等能源价格的飙升,也导致基础原材料价格向下游传导的速度加快。比如,部分轻工产品生产成本不断上升后,引发了部



分家用电器、电子产品等下游产品价格的上涨。据统计,5月份美的、海尔、格力、奥克斯、LG等名牌主流产品出厂价格提高了15%左右,而燃气热水器、燃气灶具、冰箱的价格也均有上涨。据商务部分析,尽管由于家电销售渠道竞争激烈,暂时不会出现家电产品全面上涨的局面,但石油等上游产品价格上涨必将随着上下游之间的价格矛盾加剧释放出来,从而引发不同产品价格轮番上涨。

2007~2008年CPI、PPI指数图



再次,油价的飙升对普通百姓日常生活的渗透更为全面而广泛。运输业不得不提高运价以弥补亏损,运价的上涨势必造成各种消费品的涨价,最终推高柴米油盐的价格。2007年,农业大宗商品市场的回报水平为近30年来最高;标准普尔GSCI农业大宗商品指数涨幅为31%,为1981年以来的最高水平。人口增长、饮料需求与生物能源原料需求为农产品价格提供了三重支撑,2008年以来,大豆、玉米、木薯等基本农产品价格直线上升。

最后,能源与农产品价格上涨直接推动了工业品出厂价格的上涨,并最终加大我国的通胀风险。面对国际高油价,只有两个办法:一是提高成品油价格;二是政府进行隐性补贴。据摩根士丹利估算,国内成品油价格每上涨10%,将会导致消费者价格指数上升0.3%~0.4%,而政府对石油公司的隐性补贴金额大约占到2006年政府总收入的2.9%。中国为预防通货膨胀预期过度,从紧的货币政策