

Study of Clean Energy  
Development

# 清洁能源发展研究

上海财经大学财经研究所

教育部“十一五”“211 工程”重点学科建设项目基金资助

# 清洁能源发展研究

陈 凯 史红亮 主 编  
陈 庆 刘向楠 副主编

 上海财经大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

清洁能源发展研究/陈凯,史红亮主编. —上海:上海财经大学出版社,2009.2

ISBN 978-7-5642-0403-7/F·0403

I. 清… II. ①陈… ②史… III. 无污染能源-发展-研究-中国  
IV. F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 195084 号

责任编辑 张虹  
 封面设计 钱宇辰

QINGJIE NENGYUAN FAZHAN YANJIU

## 清洁能源发展研究

陈凯 史红亮 主编  
陈庆 刘向楠 副主编

---

上海财经大学出版社出版发行  
(上海市武东路321号乙 邮编200434)

网 址: <http://www.sufep.com>  
电子邮箱: [webmaster@sufep.com](mailto:webmaster@sufep.com)

全国新华书店经销  
上海市印刷七厂印刷

上海远大印务发展有限公司装订  
2009年2月第1版 2009年2月第1次印刷

---

787mm×1092mm 1/16 20.5印张 366千字

印数:0 001—2 000 定价:29.00元

# 前 言

大力发展清洁能源是我国的基本国策。胡锦涛在中共十七大报告当中指出的：“发展清洁能源和可再生能源，保护土地和水资源，建设科学合理的能源资源利用体系，提高能源资源利用效率”体现了国家发展清洁能源的决心，围绕着发展清洁能源开展的立法、经济激励政策、组织机构等一系列配套措施，表现出国家在发展清洁能源方面的工作力度。截至 2007 年底，我们的水电总装机容量已经达到 1.45 亿千瓦，水电开发从改革开放前的不足 10%，现在已经达到了 25%，同时我们的风力发电和太阳能利用也取得了很大成就，成为世界上最大的太阳能热水器生产国和消费国。我国富煤、缺油、少气，以煤炭为主的路线短期内无法改变，使煤炭成为清洁能源成为中国面对的迫在眉睫的问题。

从能源格局演变看，新型的清洁能源取代传统能源是大势所趋，能源发展轨迹和规律是从高碳走向低碳，从低效走向高效，从不清洁走向清洁，从不可持续走向可持续。开发利用水能、风能、生物质能等可再生的清洁能源资源符合能源发展的轨迹，对建立可持续的能源系统，促进国民经济发展和环境保护发挥着重大作用。大力发展清洁能源可以逐步改变传统能源消费结构，减小对能源进口的依赖度，提高能源安全性，减少温室气体排放，有效保护生态环境，促进社会经济又好又快地发展。

本书对清洁能源开发——终端消费的整个产业链做了完整的分析。全书共分为八章。第一章对本书研究清洁能源的理论背景和现实意义进行了阐述。第二章对我国清洁能源的资源开发现状和开发潜力做了描述和分析。第三章对目前各种清洁能源开发技术及其发展的趋势进行了系统性的分析。第四章从各种清洁能源的开发成本、开发技术、产业发展、融资渠道进行了经济学范畴上的分析。第五章

比较分析了不同国家清洁能源开发政策和促进措施。第六章对清洁能源替代传统常规性能源的过程进行了经济学分析,提出了对煤改气、集中供热、洁净煤技术应用经济可行性的临界点模型。第七章对中国能源可持续发展的能源战略,以及如何建立一个可持续发展的清洁能源系统进行了系统性的理论分析。第八章对目前中国实施的清洁能源促进政策效果进行了评价分析,进一步提出和完善促进清洁能源在社会层面大范围应用对策。

本书参阅了大量国内外同行发表的有关文献,在此向他们表示衷心感谢!上海财经大学出版社对本书的出版也给予了大力的支持和帮助,特此感谢!

# 目 录

前 言 .....	1
<b>第一章 发展清洁能源的意义 .....</b>	<b>1</b>
第一节 能源利用的现状及面临的问题 .....	1
一、能源结构 .....	1
二、能源效率 .....	3
三、能源环境 .....	10
四、能源安全 .....	13
第二节 发展清洁能源的重要性 .....	14
一、发展清洁能源的原因 .....	15
二、我国具有开发利用清洁能源的良好自然资源条件 .....	18
第三节 中国的清洁能源资源 .....	20
一、中国的清洁能源资源类别 .....	20
二、中国的清洁能源利用体系 .....	22
<b>第二章 清洁能源资源潜力与开发现状 .....</b>	<b>26</b>
第一节 风能 .....	26
一、风能资源 .....	27
二、离网小型风力发电 .....	29
三、并网风力发电 .....	35
第二节 太阳能 .....	39
一、人类对太阳能的利用 .....	39
二、我国的太阳能资源 .....	43
三、我国的太阳能利用现状 .....	45
第三节 生物质能 .....	51

一、世界的生物质能源状况 .....	51
二、我国的生物质能源潜力 .....	53
三、生物质能源利用现状 .....	54
四、我国生物质能源开发存在的问题及其开发前景 .....	57
<b>第四节 核能</b> .....	60
一、国外核电发展概况 .....	60
二、核电在中国 .....	62
<b>第三章 清洁能源利用与开发的技术现状和发展趋势</b> .....	65
<b>第一节 风能</b> .....	65
一、风电技术现状 .....	65
二、大规模发展风电面临的问题与挑战 .....	70
三、风能技术创新 .....	71
四、风力技术发展趋势 .....	72
<b>第二节 太阳能</b> .....	74
一、太阳能热利用技术 .....	74
二、太阳能热光伏发电 .....	78
<b>第三节 生物质能技术</b> .....	83
一、沼气技术 .....	83
二、生物柴油生产技术 .....	88
三、燃料乙醇生产技术 .....	91
<b>第四节 核电的技术现状和发展趋势</b> .....	98
一、第一代核电技术及其在各国的应用情况 .....	98
二、第二代核电技术 .....	101
三、第三代核电技术 .....	102
四、第四代核电技术 .....	106
五、我国核电发展的现状和前景 .....	107
<b>第四章 清洁能源发展经济分析</b> .....	111
<b>第一节 风电的开发分析</b> .....	111
一、风电开发的成本分析 .....	111
二、风电的产业分析 .....	113
三、风电的融资分析 .....	118
<b>第二节 太阳能开发分析</b> .....	120
一、光伏发电的成本分析 .....	120
二、光伏发电的产业分析 .....	122

第三节	生物质能 .....	129
一、	生物质能的成本分析 .....	129
二、	生物质能的产业分析 .....	131
三、	生物质能的融资分析 .....	135
第四节	核电 .....	138
一、	核电的成本分析 .....	138
二、	核能的产业分析 .....	143
四、	核能的融资分析 .....	150
<b>第五章</b>	<b>清洁能源发展制度分析 .....</b>	<b>152</b>
第一节	国外可再生能源政策 .....	152
一、	发达国家促进可再生能源发展的路线 .....	152
二、	价格激励 .....	153
三、	财政补贴 .....	155
四、	税收优惠 .....	156
五、	信贷扶持 .....	157
六、	出口鼓励 .....	157
七、	行政干预 .....	157
第二节	《可再生能源法》及其配套法规 .....	158
一、	《可再生能源法》对可再生能源电力发展的促进作用 .....	158
二、	《可再生能源法》以及配套法规 .....	161
三、	《可再生能源法》实施中面临的挑战 .....	163
第三节	国内重要清洁能源开发促进政策 .....	167
一、	风电 .....	167
二、	核电 .....	170
三、	生物质能 .....	172
四、	光伏产业 .....	179
五、	太阳能热 .....	181
六、	小水电 .....	183
<b>第六章</b>	<b>清洁能源应用促进分析 .....</b>	<b>185</b>
第一节	可再生能源替代分析 .....	185
一、	我国新能源和可再生能源开发 .....	185
二、	能源替代分析 .....	186
第二节	煤油改气分析 .....	190
一、	煤改气经济性分析 .....	191



二、锅炉燃油改燃气分析 .....	193
三、煤气化为中心的多联产系统 .....	196
<b>第三节 热电联产与集中供热分析</b> .....	199
一、热电联产经济性分析 .....	199
二、热电冷三联产经济性分析 .....	203
<b>第四节 煤层气和天然气应用促进分析</b> .....	208
一、煤层气应用促进分析 .....	208
二、天然气应用促进分析 .....	209
<b>第五节 生物质能源应用分析</b> .....	212
一、生物能源的开发和利用 .....	212
二、生物能源树种原料林分析 .....	215
三、生物质成型燃料应用分析 .....	217
<b>第七章 建立一个可持续发展的清洁能源系统</b> .....	219
<b>第一节 能源可持续发展模式</b> .....	220
一、能源可持续发展的战略 .....	220
二、能源资源开发利用可持续发展的 3E 模型 .....	220
<b>第二节 建立可持续的清洁能源系统</b> .....	224
一、建立可持续发展能源需求社会目标 .....	224
二、节能并提高能源使用效率 .....	225
三、建立多元化的能源结构,大力开发清洁能源 .....	235
四、采用先进能源技术 .....	241
五、构建中国的可持续清洁能源体系 .....	250
<b>第八章 清洁能源应用促进政策研究</b> .....	255
<b>第一节 清洁能源应用促进政策概述</b> .....	255
一、清洁能源应用制约因素与存在的问题 .....	255
二、开展促进清洁能源应用政策研究的必要性 .....	257
三、清洁能源促进政策的基本类型和特点 .....	258
四、清洁能源促进政策应用的经济分析 .....	264
<b>第二节 清洁能源应用促进政策原则和分析方法</b> .....	269
一、清洁能源应用促进政策原则 .....	269
二、清洁能源应用促进政策分析方法 .....	270
<b>第三节 中国主要领域的清洁能源促进政策</b> .....	274
一、生物能源应用促进政策 .....	274
二、热电联产、集中供热政策 .....	278

三、洁净煤技术政策 .....	282
四、节能政策 .....	287
五、煤改气政策 .....	297
六、可再生能源发电政策 .....	298
七、生物质型煤政策 .....	301
八、煤气化多联产 .....	303
九、煤层气政策 .....	303
第四节 清洁能源应用促进政策效果评价 .....	305
一、政策实施效果衡量的标准 .....	305
二、清洁能源应用促进政策效果评价 .....	307
参考文献 .....	312

# 第一章

## 发展清洁能源的意义

### 第一节 能源利用的现状及面临的问题

#### 一、能源结构

(一)能源消费总量大、人均能源消费水平低,能源供应相对不足

中国是世界上人口最多的国家,也是世界上能源生产和能源消费大国之一。据统计,2005年中国能源生产量为16.409亿吨标准油,占世界总量的14.31%,居世界第二位,排在美国之后。同年,中国能源消耗量占世界总量的12.92%,居世界第二位。2005年中国煤炭产量居世界第一位,占世界总量的39.38%;中国发电量居世界第二位,占世界总量的13.70%;中国石油产量居世界第六位,占世界总量的4.63%(见表1.1)。2006年,全国一次能源消费总量24.627亿吨标准煤(发电煤耗计算法),比2000年的10.772亿吨标准煤增长77.7%,其中,煤炭占69.40%,石油占20.40%,天然气占3.0%,水电、核电占0.80%。

表 1.1 2005 年各国能源生产量和消费量占世界总数比重 单位: %

	能源生产量	能源消费量	煤炭产量	发电量	石油产量
世界总计	100	100	100	100	100
中国	14.31	12.92	39.38	13.70	4.63
美国	14.22	23.19	19.40	23.41	7.91
日本	0.87	5.09	—	6.00	—
德国	1.17	3.79	1.94	3.36	—

续表

	能源生产量	能源消费量	煤炭产量	发电量	石油产量
俄罗斯	10.33	6.05	4.78	5.22	11.90
印度	3.65	2.89	6.41	3.83	—

资料来源:《中国能源统计年鉴》,2007年。

中国能源消费量大,除总人口规模大之外,主要是经济持续高速增长、中国 GDP 占世界总量的比重不断上升的必然结果。据国际能源署(International Energy Agency, IEA)估计,按汇率方法计算,中国 GDP 总量占世界总量比重 1993 年为 3%,2005 年上升为 5.21%。我国人均能源消费和储量大大低于世界人均水平。中国的人均能源消费量也在不断上升,1953 年,中国人均能源消费量为 0.09 吨标准煤,1978 年人均能源消费量为 0.59 吨标准煤,到 2006 年,中国人均能源消费量为 1.87 吨标准煤。美国 2006 年人均能源消费量相当于世界人均水平的 4.6 倍,日本相当于 2.69 倍,高收入国家相当于 2.45 倍,中等收入国家在 1 倍左右。中国人均能耗 2006 年为世界人均水平的 77%。从各类主要能源储量看,中国人均原煤储量相当于世界人均水平的 45%,人均水电资源储量相当于世界人均水平的 55%,人均原油储量相当于世界人均水平的 11%,人均天然气储量仅相当于世界人均水平的 5%。按人均能源消费量和储量看,中国又是能源“小国”,即大大低于世界人均水平。

### (二)各地区能源生产和消费水平不平衡

我国能源生产和消费存在严重的地域分布不均,西部和北部地区拥有 80%的能源资源,而东部和南部地区的能源消费占 60%。西气东输、北煤南运的格局给运输带来了巨大的压力,降低了能源利用的安全性和费效比。因此,在能源资源匮乏地区合理开发可利用能源,重点开发利用可再生能源或核能,是有必要的,既可减小生产和消费的不平衡,又能增加能源的总量供应。我国农村和偏远地区由于经济和技术的落后,仍然大量使用低质燃料,譬如秸秆、薪柴和煤炭。目前三者在农村的消耗比例分别为 35%、22%和 31%。这种状况既不利于提高农村人口的生活水平,也造成较为严重的生态破坏。<sup>①</sup>

工业用能居高不下。2006 年,工业用能占能源消费总量的 71.1%,与国外能源消费构成相比,中国工业用能比重明显偏高。

### (三)以煤为主的能源结构不利于经济与环境的可持续发展

中国是煤炭资源比较丰富的国家,从能源消费结构来看,煤炭依

<sup>①</sup> 张世坤,许晓光:“我国当前的能源问题及未来能源发展战略”,《能源研究与信息》,2004 年第 4 期。

然在中国能源消费总量中占主导地位。建国初期,中国煤炭消费量占一次能源消费总量的90%以上,随着中国石油天然气工业和水电事业的发展,煤炭消费比例有所下降。与2004年相比,2005年全国能源消费总量22.2亿吨,比上年增长9.5%。其中:煤炭消费量21.4亿吨,增长10.6%;原油3.0亿吨,增长2.1%;天然气500亿立方米,增长20.6%;水电4010亿千瓦小时,增长13.4%;核电523亿千瓦小时,增长3.7%。从整体上看,中国的能源消费基本形成以煤为基础、多元发展的能源消费结构。由于资源禀赋条件,煤炭依然在中国能源消费存量中占据绝对主导地位,1953~2005年间,中国煤炭资源消费在总能源消费中的平均比重为78.3%,1979~2005年间,煤炭资源消费在总能源消费中的平均比重为72.4%。在各种能源消费量的相对变化上,煤炭资源消费的绝对消费量不断上升,但其所占总能源消费量的比重呈现出缓慢下降趋势,2005年煤炭消费占比为66.4%。这种以煤为主的低质能源结构带来一系列的问题:空气污染严重;温室气体二氧化硫排放量大;居民呼吸道和皮肤等疾病发病率增加;煤炭燃烧排放的二氧化硫和氮氧化物导致了全国30%~40%面积的酸雨污染,间接的经济损失巨大。据估计,目前全国90%的二氧化硫排放是燃煤造成的,大气中70%的烟尘是燃煤造成的,我国每年由于大气污染造成的经济损失高达950亿美元。可以说,以煤为主的能源结构使得我国社会、经济和环境的可持续发展能力大大降低。因此,改变以煤炭为主的能源结构,提高能源效率和环境生态效益,已迫在眉睫。

## 二、能源效率

能源效率(Energy Efficiency)即能源使用效率,或简称为能效。按照世界能源委员会的定义,能源效率的提高指的是能源转换设备,譬如家用电器,由于技术更新,在使用较少的能源下而能提供同样的能源服务(譬如照明、加热等);节能是指“采取技术上可行、经济上合理、环境和社会可接受的一切措施,来提高能源资源的利用效率”,即通过应用一些技术提高了能源效率或减少了能源浪费,就是节能。节能的目的是为了降低能源强度,在能源的输入端减少能源的输入量。强调通过技术进步来提高能源使用效率和综合效益,保护生态环境。提高能源的使用效率就是在能源系统的所有环节,包括开采、加工、转换、输送、分配到终端使用等方面采取有效措施,来消除能源浪费。<sup>①</sup>

<sup>①</sup> 蒋金荷:“提高能源效率与经济结构调整的策略分析”,《数量经济技术经济研究》,2004年第10期。

衡量或评价一个国家或地区能源效率和节能潜力的方法和指标有很多,指标归纳起来主要有两类:一类是能源经济效率指标,衡量一个国家或地区的能源经济效率指标可用单位国内生产总值的能源消耗量表示,部门或行业的能源效率指标可用单位产值能耗或单位产品(或单位服务)能耗表示。单位产值能耗即能源强度,单位产品产量能耗可用单位产品综合能耗或单位产品可比能耗表示。另一类是能源技术效率指标。衡量能源技术效率也可以利用物理能源效率指标,能源技术系统的总效率( $\xi$ )由三部分组成:开采效率( $\eta_1$ ),能源储量的采收率;中间环节效率( $\eta_2$ ),包括加工转换效率和储运效率,后者用能源输送、分配、储运过程中的损失来衡量;终端利用效率( $\eta_3$ ),即终端用户得到的有用能与过程开始时输入的能源量之比。一般所说的能源效率( $\eta$ )为中间环节效率与终端利用效率的乘积,即  $\eta = \eta_2 \times \eta_3$ 。因此,能源系统的总能源技术效率即为开采效率与能源效率的乘积,即  $\xi = \eta \times \eta_1$ 。

#### (一)能源技术效率

2005年我国的能源效率约为36.3%(见表1.2),比1997年的31.2%提高了5.1个百分点。其中终端利用效率的提高比较显著,由1997年的45.5%提高到2006年的52.2%,提高了6.7个百分点。这主要归因于高耗能行业的节能技术改造,铁路运输动力向内燃机和电力发展,以及民用和商业部门优质能源(燃气、电力等)所占比例大幅上升。但我国2005年能源效率比世界先进水平仍低10个百分点左右,并且能源综合效率仅为13.0%,也就是说,能源可采储量变成终端有用能的只有13%,其余约87%的能源在开采、加工转换、储运和终端利用过程中损失和浪费了。譬如火电机组平均效率33.8%,比国际先进水平低6~7个百分点。能源利用中间环节(加工、转换和储运)损失量大,浪费严重。另一方面,2005年我国农村还大量使用生物质能等非商品能源,约3.2亿吨标准煤,如果考虑这部分能源,那么全国能源利用效率则降为31%左右。

表 1.2 中国物理能源效率 单位:%

年份	1997	2000	2002	2004	2005	ECE 地区
1. 开采效率	33.0	33.5	33.3	35.4	35.8	59~71
2. 中间环节效率	68.8	67.8	67.3	68.6	69.6	67~75
3. 终端利用效率						
农业	30.5	32.0	32.0	33.0	33.0	33~36

续表

年份	1997	2000	2002	2004	2005	ECE 地区
工业	46.3	49.6	49.0	53.4	53.4	65
交通运输	28.9	28.1	28.0	28.1	28.6	25~30
民用和商业	54.8	66.2	68.1	70.8	71.5	55~65
合计	45.3	49.2	49.6	52.1	52.2	51~55
4. 能源效率(2×3)	31.2	33.4	33.4	35.7	36.3	34~41
5. 能源系统总效率(1×4)	10.3	11.2	11.1	12.6	13.0	20~30

注:①中间环节是能源加工、转换和储运。②工业包括建筑业,民用和商业包括其他部门。

资料来源:《中国能源统计年鉴》,2007年。

目前,国际上用于比较分析的能源效率是能源生产中间环节的效率与终端使用效率的乘积,这一方法是进行国际能源效率可比性较强又比较准确的方法。1997~2005年间,我国包括能源加工、转换、储运和终端利用各个环节在内的能源效率由31%提高到36.3%,比中欧、东欧国家的平均效率低1~8个百分点(见表1.3)。

表 1.3 2006 年中国能源经济效率与世界比较(按当期市场汇率计算)

国家	2006 年总能源消费 (万吨标准煤)	人均能耗 (千克标准煤)	人均 GDP (美元)	人均 GDP 排名	人均 GDP 能耗 (千克标准煤/美元)
日本	74 332	58 245	36 486	10	1.60
德国	46 929	56 918	33 099	17	1.72
美国	331 037	110 085	42 067	4	2.62
菲律宾	3 594	4 017	1 084	118	3.71
巴西	29 504	15 687	3 311	77	4.74
印尼	16 335	6 655	1 093	117	6.09
印度	60 456	5 519	652	133	8.47
埃及	8 396	10 642	1 118	116	9.52
中国	242 549	18 339	1 352	112	13.56
全球	1 552 786	23 789	—	—	—

注:数据来源于《BP 世界能源统计年鉴》,2007年和《中国能源统计年鉴》,2007年。

## (二)我国能源经济效率

### 1. 单位 GDP 能耗

单位 GDP 能耗又称万元 GDP 能耗,就是每产生万元 GDP(国内生产总值)所消耗掉的能源。单位 GDP 能耗是反映能源消费水平和

节能降耗状况的主要指标,一次能源供应总量与国内生产总值(GDP)的比率,是一个能源利用效率指标。该指标说明一个国家经济活动中对能源的利用程度,反映经济结构和能源利用效率的变化。<sup>①</sup>

2006年,从全国30个省、自治区、直辖市(不含西藏自治区)的能耗指标完成情况来看,只有北京的单位GDP能耗下降增幅超过了4%,其余29个地区均未完成能耗下降任务。其中,各地区中单位能耗下降超过3%的有17个地区,2%~3%的有6个地区,1%~2%的有6个地区。北京以每万元0.760吨标准煤的能耗排名节能榜首位,广东以每万元0.771吨标准煤的能耗排名第二。同2005年相比,两者的排名出现了互相调换,但能耗指标较为接近。

单位GDP能耗最大的是宁夏,其每万元GDP消耗了4.099吨标准煤,相当于北京的5.4倍。青海、贵州、山西、内蒙古也都是能耗大省。北京目前的第三产业占比已经达到了70%以上,工业比重较小,经济已经能依靠耗能较低的服务业来拉动。根据北京市统计局和国家统计局北京市调查总队发布的能耗水耗公报看,以可比价格衡量,北京在2006年上半年的单位能耗水平下降幅度达4.95%,再次刷新了节能纪录。而宁夏目前的经济结构中仍以重工业发展为主,短期内能耗较大的重工业不可能退出舞台,能耗目标的完成比较困难。

## 2. 我国单位GDP能耗的国际比较

单位GDP能耗是一国发展阶段、经济结构、能源结构、设备技术工艺和管理水平等多种因素形成的能耗水平与经济产出的比例关系,它可从投入和产出的宏观比较来反映一个国家(或地区)的能源经济效率,具有宏观参考价值。从2006年世界主要国家单位GDP能耗比较表(见表1.3)中不难看出,2006年我国能源消费增长迅速,并且,中国的能源消费已占到全球能源消费的15%以上。尽管中国的人均能耗还远远比不上日本、美国等发达国家,不过,中国的能源消费主要集中在沿海或者较发达的地区,因此人均GDP能耗才是真正值得比较的数据。这个数据不能不说是发人深省的,日本、德国、美国这样的发达国家能耗都不高,这不仅得益于这些国家能源的高效利用,也由于这些国家第三产业发展迅猛,近年来,工业特别是重工业发展的脚步迟缓。而人均GDP水平与我国较为接近的菲律宾、印尼及埃及人均GDP能耗都远不及我国。印度也与中国在人均GDP能耗上远远地拉开了差距。

## 3. 我国产品单耗的国际比较

<sup>①</sup> 宣能啸:“我国能源效率问题分析”,《煤炭经济研究》,2004年第9期。



主要耗能产品单耗是中观层面的能源经济效率指标。近年来,我国第二产业一直占国内生产总值的 50% 左右,而能源消费却占总消费量的 70%。它不仅反映了我国产业结构、工业结构不够合理,技术装备水平比较落后,而且也表明了我国工业领域能效偏低的事实。我国工业领域主要用能行业能耗水平明显偏高,比国外平均先进水平高出 1.4 倍,有的产品耗能水平甚至是世界先进国家的 1.8 倍(见表 1.4)。

表 1.4 中国主要高耗能产品的国际比较

主要产品	国内平均值	国际先进值 (国家或地区)	能耗强度 (倍数)	年份	备注
原煤耗电(千瓦时/吨)	31.2	17.0(美)	1.84	1994	国内为国有重点煤矿
发电厂自用电率(%)	6.66	5.1(欧盟)	1.31	1998	国内为 6 兆瓦及以上机组
乙烯综合能耗(千克标准煤/吨)	1212.0	714.0(日)	1.70	2000	国内为 6 兆瓦以上机组
火电厂供电标准煤耗(克标准煤/千瓦时)	385.0	314.0(日)	1.23	2001	国内为重点企业
吨钢可比能耗(千克标准煤/吨)	781.0	646.0(日)	1.21	2000	国内为大中型企业
水泥综合能耗(千克标准煤/吨)	181.0	125.7(日)	1.44	2000	—
大型合成氨综合能耗(千克标准煤/吨)	1200	970.0(美)	1.24	2000	—
铁路货运综合能耗(千克标准煤/万吨·千米)	72.5	90.0(日)	0.81	2000	—
载货汽车油耗(升/100 吨·千米)	5.94	3.54(美)	1.68	1995	—

注:数据来源于《中国能源统计年鉴(2005~2007)》。实物指标无需单位换算。

### (三)我国的节能潜力

在国家发展和改革委员会颁布的《节能中长期专项规划》中,规划了“十一五”期间节能的重点,并提出 2020 年的发展目标。

到 2010 年每万元 GDP(1990 年不变价,下同)能耗由 2002 年的 2.68 吨标准煤下降到 2.25 吨标准煤,2003~2010 年年均节能率为 2.2%,形成的节能能力为 4 亿吨标准煤(相当于减少二氧化碳排放 10 亿吨);2020 年每万元 GDP 能耗下降到 1.54 吨标准煤,2003~2020 年年均节能率为 3%,形成的节能能力为 14 亿吨标准煤(等于减少二氧化碳排放约 35 亿吨),相当于同期规划新增能源生产总量 12.6 亿吨标准煤的 111%。

要把过高的能源消耗降下来,我们必须看清楚节能工作的巨大潜力。我们节能的潜力在哪里?潜力如何?与国外比一比能源利用率,就知道我们节能的潜力是多么巨大。<sup>①</sup>

一比单位产值能耗。2006 年按现行汇率计算的每 1 美元国内生

<sup>①</sup> 苏民:“努力实现节能减排目标,中国节能的潜力到底有多大”,《经济日报》,2007 年 4 月。