

ZHONGGUO HE SHIJIE QITA ZHUYAO JINGJITI
NENGYUAN FAZHAN QINGKUANG JI XIANGGUAN REDIAN WENTI

中国和世界其他主要经济体 能源发展情况及相关热点问题

孙小兵 乐金朝 著



黄河水利出版社

中国和世界其他主要经济体 能源发展情况及相关热点问题

孙小兵 乐金朝 著

黄河水利出版社
· 郑州 ·

内 容 提 要

本书论述了中国和世界其他主要经济体的能源发展情况及相关热点问题,内容涵盖一次能源的生产、消费、人均消费量、消费结构、消费弹性系数、能耗强度、自给率、储量、贸易、价格等情况。本书还针对电力、核能、非水可再生能源的发展情况,以及温室气体排放、石油价格的影响因素及定价机制等问题进行了专题分析。同时,本书还就中国的能源安全问题、中国降低能耗强度的思路、雾霾人为源的宏观成因及治理对策等问题进行了深入研究。

本书可供能源政策和战略制定者,以及能源相关问题研究者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国和世界其他主要经济体能源发展情况及相关热点问题/孙小兵,乐金朝著. —郑州:黄河水利出版社,2014.7
ISBN 978-7-5509-0836-9

I. ①中… II. ①孙…②乐… III. ①能源发展-研究-中国②能源发展-研究-世界 IV. ①F426.2
②F416.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 161967 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:11

字数:254 千字

版次:2014 年 7 月第 1 版

印数:1—2 000

印次:2014 年 7 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

前 言

21 世纪以来,世界能源行业的一个显著变化,是曾经雄踞最大能源消费国达一个多世纪之久的美国,能源消费总量在 2010 年被中国超越,而且,其能源自给率也在快速提高。在生产量/消费量定义的能源自给率上,美国已由 2005 年的 69.1% 上升到 2012 年的 82.7% (2013 年前 11 个月的能源自给率为 84.7%),7 年间提高了 13.6 个百分点。这些情况的出现,一方面得益于美国总能耗的缓慢降低,另一方面得益于以页岩气为代表的非常规油气生产量的快速增长。2010~2013 年,美国页岩气年产量由 1 376.9 亿立方米增长到 2 648.0 亿立方米,年均增长率高达 24.4%,其占美国天然气(干)年产量的比例也由 22.8% 提高到 38.7%。实际上,美国除页岩气外,致密气和煤层气等非常规天然气的生产量也非常可观。2013 年,美国致密气年产量高达 1 482.0 亿立方米,煤层气年产量达到 463.6 亿立方米。页岩气、致密气、煤层气等非常规天然气的合计产量占美国 2013 年天然气(干)年产量的比例高达 67.1%。受产量增加的影响,美国天然气价格已处于较低水平。2013 年 12 月,美国天然气 Citygate 平均价格为 4.91 美元/千立方英尺,相当于 1.07 元人民币/立方米(汇率按 2013 年 12 月平均收盘价计算),约为中国天然气价格调整(发改价格[2013]1246 号)后,各省天然气最高门站价格存量气平均值的 51.3%、增量气平均值的 36.4%。2013 年,美国 Henry Hub 的天然气平均价格为 3.73 美元/百万 BTU (1.0 吨油当量 = $39.683\ 2 \times 10^6$ BTU),是其历史最高年平均价格(2008 年)的 42.1%。若换算成同热值的标准油,2013 年 Henry Hub 的天然气平均价格相当于 20.72 美元/桶。如此低廉的价格,仍然支撑了页岩气等非常规天然气的快速发展。不难想象,如果天然气价格回升到 2008 年的水平,在市场逐利行为驱动下,美国的天然气发展将会是何等景象!

2010 年,中国的能源消费总量超过美国,居世界第 1 位。这是 19 世纪中后期以来,中国在能源消费上首次登顶。1949~1978 年,中国能源年消费量占世界消费总量的比例曾低于 3.0%,在当时世界处于微不足道的地位。1978 年以后,特别是 2000 年以来,中国的能源消费量开始快速增加,到 2012 年,一次能源的年消费量达到 27.4 亿吨油当量,占世界年消费总量的比例高达 21.9%。2000 年以来,中国的能源自给率开始逐步降低,生产量/消费量定义的能源自给率已由 2001 年的 98.2% (2000 年以来的最高值)降至 2012 年的 86.9%。

中美能源消费的此消彼长,必然会带来世界能源贸易格局的调整。2012 年,中国的能源净进口量、能源净进口额、石油净进口量等三项指标分别为 3.57 亿吨油当量,2 820.1 亿美元,6 598.6 千桶/天;美国的上述三项指标分别为 3.82 亿吨油当量,2 961.4 亿美元,7 907.1 千桶/天。考虑中美能源贸易的此消彼长,预计 2~3 年内,中国将在能源净进口量、能源净进口额、石油净进口量等三项指标上超过美国。中国能源的对外战略和决策思维要适应这种新形势的变化,未来的能源战略、策略、方法、手段都要经得起逐步取代美国的考验。

除能源的对外战略要适应新形势的变化外,中国还应把足够多的精力放在能源现状、结构、发展模式的调整上。

中国能源现状的第一个突出特点是能源消费结构不合理。中国的能源消费结构除能源禀赋的“先天”不足外,还应下大力气在“后天”上予以调整和弥补。2012年,中国的能源消费结构中,石油消费占比低于世界平均值15.42个百分点,天然气消费占比低于世界平均值19.21个百分点,煤炭消费占比高于世界平均值38.59个百分点,核能消费占比低于世界平均值3.36个百分点,水能消费占比高于世界平均值0.46个百分点,非水可再生能源消费占比低于世界平均值0.74个百分点。要调整煤炭消费占比过大的结构,以及由此带来的碳排放总量过高、环境压力日益增大等问题,中国应逐步减少化石能源特别是煤炭的消费量,下决心大力发展核电,努力加快水能开发利用,合理有序推进风能、太阳能的发展。

中国能源现状的第二个突出特点是能耗强度过高。中国目前的能耗强度尽管相比之前已有所降低,但在世界主要经济体中仍处于超高水平。2012年,中国的单位GDP能耗是世界平均值的2.14倍、欧盟的3.86倍、美国的2.67倍、日本的4.56倍、德国的4.29倍、巴西的3.16倍、印度的1.26倍、韩国的1.55倍。下一步,中国应优化工业结构,淘汰落后产能;大力培育服务产业,进一步扩大服务业附加值占GDP的比重;更加注重创新驱动,使经济增长由要素驱动的“斯密型增长”逐步转变为创新驱动的“熊彼特型增长”。同时,还应注重提高能源利用效率和做好节能工作。

中国能源现状的第三个突出特点是能源安全形势不容乐观。中国的能源安全集中体现在自身能源供给和满足经济社会发展需要的能力、能源消费带来的环境问题、能源贸易安全等方面。而能源贸易安全又主要表现在能源净进口的支付能力、能源贸易来源、对中东能源的依赖程度、能源地缘问题、主要能源来源国的政治经济稳定性及能源通道安全等方面。

本书针对上述问题均进行了详细论述。

研究能源问题的困难在于,能源行业本身错综复杂,加之与之相关的政治、经济、外交、金融等多重因素相互交叉、彼此作用,容易“一叶障目,不见泰山”。本书的整体思路是能源的“世界观”、“历史观”及“逻辑主线”。所谓能源的“世界观”,就是分析世界主要经济体的能源发展情况,包括美国、欧盟、日本、韩国、巴西、印度等主要发达国家和发展中国家。通过不同国家的横向比较,力争借鉴经验、吸取教训、查漏补缺。所谓能源的“历史观”,就是对能源发展的历史、现状进行描述,对未来情况进行预估。通过纵向比较,力图理清能源发展的脉络,预判未来的发展趋势。所谓“逻辑主线”,就是要把中国的能源问题放在“世界”这个横向维度和“历史”这个纵向维度里去分析评测,通过探寻逻辑规律,把纵横向维度“网结”起来,横向分析以见其大,纵向研究以谋其深。总之,本书力图多维度、多视角诠释中国能源在过去、现在以及将来的发展情况,同时,还在世界范围内评估得失,寻找定位,探求镜鉴。

研究能源问题的另一个困难是不容易获得全面、及时的统计数据。之前,作者在研究能源相关问题时也一直受数据所困。在编写本书时,作者在世界范围内收集、查找了几乎所有涉及能源问题的数据库,并对这些数据库“抽丝剥茧”,挑选有用的数据进行归类、整

理。本书各章中的每个小节,甚至单个问题的论述,都有丰富的数据支撑,这也是本书的特点之一。

由于作者身处电力和相关基础设施建设行业,因此在分析有关能源问题时,还专门就电力建设行业进行了有针对性的论述,并给出了相关建议。

能源问题错综复杂,非本书所能尽述。本书若能为能源问题研究者提供一些素材,启发一些思路,作者即感幸甚至哉。

限于水平,且成书仓促,本书内容难免有浅陋误谬之处,务望读者加以指正。

作 者

2014 年 2 月

目 录

前 言

第 1 章 一次能源发展情况	(1)
1.1 能源生产	(1)
1.2 能源消费	(3)
1.3 人均能源消费量	(6)
1.4 能源消费结构	(7)
1.5 能源消费弹性系数	(9)
1.6 能耗强度	(9)
1.7 能源自给率	(11)
1.8 化石能源的查明资源储量	(14)
1.9 能源贸易	(16)
1.10 能源价格	(21)
第 2 章 电力发展情况及 2 000 万人以上国家和主要发展中地区电源工程投资 预测	(33)
2.1 装机容量	(34)
2.2 发电量	(36)
2.3 用电量及人均用电量	(38)
2.4 通电率	(39)
2.5 电气化率	(39)
2.6 输配电损耗率及电网建设和改造需求较大的发展中国家	(40)
2.7 世界 2 000 万人以上国家及主要发展中地区电源工程投资情况预测	(41)
2.8 中国电力建设行业海外市场开发的推荐目标国	(42)
2.9 对中国电力基础设施建设行业的建议	(52)
第 3 章 核能利用情况及建议	(80)
3.1 世界铀矿资源量及储用比	(80)
3.2 世界主要经济体核能利用情况	(82)
3.3 美国、法国核电站情况	(84)
3.4 中国核电发展情况	(85)
3.5 中国核电发展建议	(87)
第 4 章 非水可再生能源发展及建议	(96)
4.1 中国非水可再生能源发展情况	(96)
4.2 世界整体及其他经济体非水可再生能源发展情况	(96)

4.3 中国非水可再生能源发展建议 (97)

第5章 能源工业的主要温室气体排放 (101)

5.1 二氧化碳排放量 (101)

5.2 甲烷排放量 (105)

5.3 一氧化二氮排放量 (106)

5.4 碳捕集和储存(CCS)技术 (107)

5.5 中国碳排放问题的有关对策 (108)

第6章 中国的能源安全问题 (109)

6.1 能源供给和满足经济社会发展需要的能力 (109)

6.2 能源消费结构和环境问题 (111)

6.3 能源贸易安全 (116)

6.4 关于能源安全的主要结论和建议 (129)

第7章 中国降低能耗强度的思路 (132)

7.1 中国及世界其他主要经济体能耗强度情况 (133)

7.2 世界主要经济体产业结构与能耗强度变化 (134)

7.3 中国降低能耗工作应该优先着手的工业门类 (136)

7.4 中国降低能耗强度的有关建议 (137)

第8章 石油价格的影响因素及定价机制 (139)

8.1 供求关系 (139)

8.2 上游成本 (142)

8.3 货币因素 (144)

8.4 经济发展预期 (145)

8.5 期货助推 (146)

8.6 石油定价机制研究 (147)

第9章 雾霾人为源的宏观成因及治理对策 (158)

9.1 雾霾人为源的主要成因 (158)

9.2 能源消费及面临的问题 (160)

9.3 经济发展模式 (161)

9.4 雾霾人为源的宏观治理对策 (163)

9.5 结 论 (164)

参考文献 (166)

第 1 章 一次能源发展情况

本章从一次能源的生产、消费、人均能源消费量、消费结构、消费弹性系数、能耗强度、自给率、查明资源储量、贸易、价格等方面,阐述了中国及世界其他主要经济体在进入 21 世纪的 13 年中,能源领域的总体情况,以及作者的有关分析和评论。另外,根据国际货币基金组织(International Monetary Fund,英文简称 IMF,下同)对各经济体 2013 ~ 2018 年的经济指标预测数据,用回归分析法对部分指标进行了预测。

本章所论述的一次能源,包括石油、天然气、煤炭、核能、水能、非水可再生能源(风能、地热能、太阳能、生物质能和垃圾发电)。

为便于比较,各类能源的计量单位,除非特殊说明,均换算为吨油当量(1.0 吨标准油相当于 1.454 吨标准煤)。

1.1 能源生产

1.1.1 中国能源生产

2000 ~ 2012 年,中国一次能源生产总量由 934.03 百万吨油当量增长至 2 377.70 百万吨油当量,年均增长 8.10%。其中,石油生产量由 162.62 百万吨增长至 207.47 百万吨,年均增长 2.05%;天然气生产量由 24.48 百万吨油当量增长至 96.50 百万吨油当量,年均增长 12.11%;煤炭生产量由 692.09 百万吨油当量增长至 1 825.00 百万吨油当量,年均增长 8.42%;核能生产量由 3.79 百万吨油当量增长至 22.04 百万吨油当量,年均增长 15.81%;水能生产量由 50.34 百万吨油当量增长至 194.79 百万吨油当量,年均增长 11.94%;非水可再生能源生产量由 0.72 百万吨油当量增长至 31.90 百万吨油当量,年均增长 37.22%。中国 6 类一次能源生产情况(2000 ~ 2012 年)见附表 1-1。

2000 ~ 2012 年,中国 6 类一次能源生产量年均增速由高到低依次为非水可再生能源(37.22%)、核能(15.81%)、天然气(12.11%)、水能(11.94%)、煤炭(8.42%)、石油(2.05%)。2000 ~ 2012 年,中国 6 类一次能源按生产总增量由高到低依次为:煤炭,增加 1 132.91 百万吨油当量,占总增量的 78.47%;水能,增加 144.45 百万吨油当量,占总增量的 10.01%;天然气,增加 72.02 百万吨油当量,占总增量的 4.99%;石油,增加 44.85 百万吨油当量,占总增量的 3.11%;非水可再生能源,增加 31.18 百万吨油当量,占总增量的 2.16%;核能,增加 18.25 百万吨油当量,占总增量的 1.26%。

未来 5 年,石油、天然气、煤炭、核能、水能、非水可再生能源等一次能源的生产情况预测如下:

- (1) 受资源禀赋限制,石油生产增速仍将维持低位;
- (2) 受益于价格因素和非常规天然气开采,天然气生产量将会快速增加;

(3)煤炭仍是最重要的一次能源,但受环境因素制约,预计其生产量仍将维持较高水平,但增速将有所降低;

(4)随着大规模在建核电站的陆续投运,核能生产量将会快速增加;

(5)随着大规模在建和拟建项目的陆续投产,水能生产量将会加速增长;

(6)非水可再生能源生产量仍将维持快速增长的态势,但受政策因素、投资效益、电网安全等因素制约,其增速将有所放缓。

中国在一次能源生产方面的几个重要里程碑如下:

(1)1992年,中国煤炭生产量超过美国,达到558.20百万吨油当量,至今一直居世界第1位;

(2)2004年,中国水能生产量超过巴西,达到80.00百万吨油当量,至今一直居世界第1位;

(3)2005年,中国石油、天然气、煤炭等三类化石能源的生产总量超过美国,达到1400.50百万吨油当量,至今一直居世界第1位;

(4)2007年,中国一次能源生产总量超过美国,达到1720.18百万吨油当量,至今一直居世界第1位。

1.1.2 世界整体及其他主要经济体能源生产

2000~2012年,世界一次能源生产总量由9321.86百万吨油当量增长至12626.61百万吨油当量,年均增长2.56%。其中,石油生产量由3619.78百万吨增长至4118.89百万吨,年均增长1.08%;天然气生产量由2176.94百万吨油当量增长至3033.45百万吨油当量,年均增长2.80%;煤炭生产量由2286.92百万吨油当量增长至3845.32百万吨油当量,年均增长4.43%;核能生产量由584.33百万吨油当量增长(实际为降低,这样表述是为了上下文统一,下同)至560.40百万吨油当量,年均增长-0.35%;水能生产量由602.37百万吨油当量增长至831.13百万吨油当量,年均增长2.72%;非水可再生能源生产量由51.52百万吨油当量增长至237.42百万吨油当量,年均增长13.58%。2000~2012年,世界6类一次能源生产的具体情况见附表1-2~附表1-7。

2000~2012年,经济合作与发展组织(简称经合组织;英文名称:Organization for Economic Co-operation and Development,英文简称OECD,下同)国家一次能源生产总量由3838.12百万吨油当量增长至3901.93百万吨油当量,年均增长0.14%。其中,石油生产量由1006.02百万吨增长至903.02百万吨,年均增长-0.90%;天然气生产量由973.20百万吨油当量增长至1096.24百万吨油当量,年均增长1.00%;煤炭生产量由999.05百万吨油当量增长至973.40百万吨油当量,年均增长-0.22%;核能生产量由507.44百万吨油当量增长至444.46百万吨油当量,年均增长-1.10%;水能生产量由310.87百万吨油当量增长至315.61百万吨油当量,年均增长0.13%;非水可再生能源生产量由41.54百万吨油当量增长至169.20百万吨油当量,年均增长12.42%。2000~2012年,经合组织国家6类一次能源生产的具体情况见附表1-2~附表1-7。

2000~2012年,非经合组织国家一次能源生产总量由5483.74百万吨油当量增长至8724.68百万吨油当量,年均增长3.95%。其中,石油生产量由2613.76百万吨增长至

3 215.87 百万吨, 年均增长 1.74%; 天然气生产量由 1 203.74 百万吨油当量增长至 1 937.21 百万吨油当量, 年均增长 4.04%; 煤炭生产量由 1 287.87 百万吨油当量增长至 2 871.92 百万吨油当量, 年均增长 6.91%; 核能生产量由 76.89 百万吨油当量增长至 115.94 百万吨油当量, 年均增长 3.48%; 水能生产量由 291.50 百万吨油当量增长至 515.52 百万吨油当量, 年均增长 4.87%; 非水可再生能源生产量由 9.98 百万吨油当量增长至 68.22 百万吨油当量, 年均增长 17.38%。2000~2012 年, 非经合组织国家 6 类一次能源生产的具体情况见附表 1-2~附表 1-7。

2000~2012 年, 美国一次能源生产总量由 1 673.44 百万吨油当量增长至 1 827.18 百万吨油当量, 年均增长 0.74%。其中, 石油生产量由 347.64 百万吨增长至 394.94 百万吨, 年均增长 1.07%; 天然气生产量由 495.47 百万吨油当量增长至 619.17 百万吨油当量, 年均增长 1.87%; 煤炭生产量由 570.09 百万吨油当量增长至 515.89 百万吨油当量, 年均增长 -0.83%; 核能生产量由 179.57 百万吨油当量增长至 183.24 百万吨油当量, 年均增长 0.17%; 水能生产量由 62.99 百万吨油当量增长至 63.21 百万吨油当量, 年均增长 0.03%; 非水可再生能源生产量由 17.68 百万吨油当量增长至 50.72 百万吨油当量, 年均增长 9.18%。2000~2012 年, 美国 6 类一次能源生产的具体情况见附表 1-2~附表 1-7。

2012 年, 按生产量排序, 世界前 5 大石油生产国依次为: 沙特阿拉伯, 年产量 5.47 亿吨; 俄罗斯, 年产量 5.26 亿吨; 美国, 年产量 3.95 亿吨; 中国, 年产量 2.08 亿吨; 加拿大, 年产量 1.83 亿吨。

2012 年, 按生产量排序, 世界前 5 大天然气生产国依次为: 美国, 年产量 6 814 亿立方米; 俄罗斯, 年产量 5 923 亿立方米; 伊朗, 年产量 1 605 亿立方米; 卡塔尔, 年产量 1 570 亿立方米; 加拿大, 年产量 1 565 亿立方米。

1.2 能源消费

1.2.1 中国能源消费

2000~2012 年, 中国一次能源消费总量由 980.29 百万吨油当量增长至 2 735.16 百万吨油当量, 年均增长 8.93%。其中, 石油消费量由 224.22 百万吨增长至 483.66 百万吨, 年均增长 6.62%; 天然气消费量由 22.05 百万吨油当量增长至 129.46 百万吨油当量, 年均增长 15.89%; 煤炭消费量由 679.17 百万吨油当量增长至 1 873.31 百万吨油当量, 年均增长 8.82%; 核能消费量由 3.79 百万吨油当量增长至 22.04 百万吨油当量, 年均增长 15.81%; 水能消费量由 50.34 百万吨油当量增长至 194.79 百万吨油当量, 年均增长 11.94%; 非水可再生能源消费量由 0.72 百万吨油当量增长至 31.90 百万吨油当量, 年均增长 37.22%。中国 6 类一次能源消费情况(2000~2012 年)见附表 1-8。

2000~2012 年, 中国 6 类一次能源消费量年均增速由高到低依次为非水可再生能源(37.22%)、天然气(15.89%)、核能(15.81%)、水能(11.94%)、煤炭(8.82%)、石油(6.62%)。2000~2012 年, 中国 6 类一次能源按消费总增量由高到低依次为: 煤炭, 增加 1 194.14 百万吨油当量, 占总增量的 68.05%; 石油, 增加 259.44 百万吨, 占总增量的

14.78%；水能，增加144.45百万吨油当量，占总增量的8.23%；天然气，增加107.41百万吨油当量，占总增量的6.12%；非水可再生能源，增加31.18百万吨油当量，占总增量的1.78%；核能，增加18.25百万吨油当量，占总增量的1.04%。

未来5年，石油、天然气、煤炭、核能、水能、非水可再生能源等一次能源消费的发展情况预测如下：

(1)随着交通运输业的进一步发展，石油消费量仍将保持增长。但是，由于工业石油消费逐步被其他能源替代，交通运输业由高速发展转为中速增长，石油消费的年均增速将有所降低(2011年，中国石油平衡表显示，工业石油消费占比为39.68%，交通运输业石油消费占比为35.31%)。

(2)国内天然气及非常规天然气开采量和消费量将会大幅增加。一是中国天然气价格远高于美国等天然气生产大国的价格，存在提高生产量和进口量的价格驱动力。纽约商品交易所1312合约的天然气期货价格为3.69美元/百万BTU(2013年11月18日数据)，相当于0.81元人民币/立方米，约为川气东送节点基础价的50%。预计美国天然气开采量将持续增加，价格将不断降低。二是国际天然气贸易情况发生变化，有利于中国扩大天然气进口份额。2010~2012年，在世界前5大天然气进口国中(日本、美国、德国、意大利、英国)，除日本的天然气进口量有所增加外，其他4国均有不同程度的降低，美国的天然气进口量更是连续3年降低。三是受环境因素作用，以及天然气分布式能源的发展，预计天然气消费量将会快速增长，且年均增速预计将有所提高。

(3)煤炭消费量仍将保持增长，但受环境因素制约，其年均增速将有所回落。

(4)随着大规模在建核电站的陆续投运，核能消费量将会快速增加。

(5)随着大规模在建和拟建项目的陆续投产，水能消费量将会加速增长。

(6)非水可再生能源消费量仍将维持快速增长的态势，但受政策因素、投资效益、电网安全等因素制约，其增速将有所放缓。

中国在一次能源消费方面的几个重要里程碑为：

(1)1987年，中国煤炭消费量超过美国，达到464.00百万吨油当量，至今一直居世界第1位；

(2)2010年，中国一次能源消费总量超过美国，达到2337.99百万吨油当量，至今一直居世界第1位；

(3)2010年，中国人均一次能源消费量超过世界平均值，达到1.75吨油当量/人，至今已连续3年超过世界平均值。

1.2.2 世界整体及其他主要经济体能源消费

2000~2012年，世界一次能源消费总量由9339.15百万吨油当量增长至12476.63百万吨油当量，年均增长2.44%。其中，石油消费量由3581.40百万吨增长至4130.53百万吨，年均增长1.20%；天然气消费量由2177.40百万吨油当量增长至2987.06百万吨油当量，年均增长2.67%；煤炭消费量由2342.14百万吨油当量增长至3730.09百万吨油当量，年均增长3.95%；核能消费量由584.33百万吨油当量增长至560.40百万吨油当量，年均增长-0.35%；水能消费量由602.37百万吨油当量增长至831.13百万吨油当

量,年均增长 2.72%;非水可再生能源消费量由 51.52 百万吨油当量增长至 237.42 百万吨油当量,年均增长 13.58%。2000~2012 年,世界 6 类一次能源消费的具体情况见附表 1-9~附表 1-11、附表 1-5~附表 1-7。

2000~2012 年,OECD 国家一次能源消费总量由 5 441.61 百万吨油当量增长至 5 488.85 百万吨油当量,年均增长 0.07%。其中,石油消费量由 2 223.57 百万吨增长至 2 072.85 百万吨,年均增长 -0.58%;天然气消费量由 1 225.56 百万吨油当量增长至 1 433.61 百万吨油当量,年均增长 1.32%;煤炭消费量由 1 132.64 百万吨油当量增长至 1 053.13 百万吨油当量,年均增长 -0.60%;核能消费量由 507.44 百万吨油当量增长至 444.46 百万吨油当量,年均增长 -1.10%;水能消费量由 310.87 百万吨油当量增长至 315.61 百万吨油当量,年均增长 0.13%;非水可再生能源消费量由 41.54 百万吨油当量增长至 169.20 百万吨油当量,年均增长 12.42%。2000~2012 年,OECD 国家 6 类一次能源消费的具体情况见附表 1-9~附表 1-11、附表 1-5~附表 1-7。

2000~2012 年,非 OECD 国家一次能源消费总量由 3 897.54 百万吨油当量增长至 6 987.78 百万吨油当量,年均增长 4.99%。其中,石油消费量由 1 357.83 百万吨增长至 2 057.68 百万吨,年均增长 3.52%;天然气消费量由 951.84 百万吨油当量增长至 1 553.45 百万吨油当量,年均增长 4.17%;煤炭消费量由 1 209.50 百万吨油当量增长至 2 676.96 百万吨油当量,年均增长 6.84%;核能消费量由 76.89 百万吨油当量增长至 115.94 百万吨油当量,年均增长 3.48%;水能消费量由 291.50 百万吨油当量增长至 515.52 百万吨油当量,年均增长 4.87%;非水可再生能源消费量由 9.98 百万吨油当量增长至 68.22 百万吨油当量,年均增长 17.38%。2000~2012 年,非 OECD 国家 6 类一次能源消费的具体情况见附表 1-9~附表 1-11、附表 1-5~附表 1-7。

2000~2012 年,欧盟一次能源消费总量由 1 723.86 百万吨油当量增长至 1 673.35 百万吨油当量,年均增长 -0.25%。其中,石油消费量由 698.56 百万吨增长至 611.25 百万吨,年均增长 -1.11%;天然气消费量由 396.26 百万吨油当量增长至 399.49 百万吨油当量,年均增长 0.07%;煤炭消费量由 318.47 百万吨油当量增长至 293.72 百万吨油当量,年均增长 -0.67%;核能消费量由 213.95 百万吨油当量增长至 199.84 百万吨油当量,年均增长 -0.57%;水能消费量由 82.47 百万吨油当量增长至 74.04 百万吨油当量,年均增长 -0.89%;非水可再生能源消费量由 14.15 百万吨油当量增长至 95.02 百万吨油当量,年均增长 17.20%。2000~2012 年,欧盟 6 类一次能源消费的具体情况见附表 1-9~附表 1-11、附表 1-5~附表 1-7。

2000~2012 年,美国一次能源消费总量由 2 313.71 百万吨油当量增长至 2 208.83 百万吨油当量,年均增长 -0.39%。其中,石油消费量由 884.13 百万吨增长至 819.87 百万吨,年均增长 -0.63%;天然气消费量由 600.35 百万吨油当量增长至 654.03 百万吨油当量,年均增长 0.72%;煤炭消费量由 568.99 百万吨油当量增长至 437.76 百万吨油当量,年均增长 -2.16%;核能消费量由 179.57 百万吨油当量增长至 183.24 百万吨油当量,年均增长 0.17%;水能消费量由 62.99 百万吨油当量增长至 63.21 百万吨油当量,年均增长 0.03%;非水可再生能源消费量由 17.68 百万吨油当量增长至 50.72 百万吨油当量,年均增长 9.18%。2000~2012 年,美国 6 类一次能源消费的具体情况见附表 1-9~附

表 1-11、附表 1-5 ~ 附表 1-7。

2000 ~ 2012 年,日本一次能源消费总量由 518.22 百万吨油当量增长至 478.18 百万吨油当量,年均增长 -0.67%。其中,石油消费量由 259.15 百万吨增长至 218.19 百万吨,年均增长 -1.42%;天然气消费量由 65.06 百万吨油当量增长至 105.06 百万吨油当量,年均增长 4.07%;煤炭消费量由 98.87 百万吨油当量增长至 124.38 百万吨油当量,年均增长 1.93%;核能消费量由 72.35 百万吨油当量增长至 4.07 百万吨油当量,年均增长 -21.32% (主要受福岛核事故影响);水能消费量由 18.50 百万吨油当量增长至 18.31 百万吨油当量,年均增长 -0.08%;非水可再生能源消费量由 4.29 百万吨油当量增长至 8.16 百万吨油当量,年均增长 5.51%。2000 ~ 2012 年,日本 6 类一次能源消费的具体情况见附表 1-9 ~ 附表 1-11、附表 1-5 ~ 附表 1-7。

2012 年,按消费量排序,世界前 5 大石油消费国依次为:美国,年消费量 8.20 亿吨;中国,年消费量 4.84 亿吨;日本,年消费量 2.18 亿吨;印度,年消费量 1.72 亿吨;俄罗斯,年消费量 1.48 亿吨。

2012 年,按消费量排序,世界前 5 大天然气消费国依次为:美国,年消费量 7 221 亿立方米;俄罗斯,年消费量 4 162 亿立方米;伊朗,年消费量 1 561 亿立方米;中国,年消费量 1 438 亿立方米;日本,年消费量 1 167 亿立方米。

1.2.3 能源消费量预测(2013 ~ 2018 年)

依据 2013 年 IMF 对各经济体的经济指标预测数据,设定 2000 ~ 2012 年的一次能源消费量、PPP(Purchasing Power Parity,购买力平价)值、GDP(Gross Domestic Product,国内生产总值)值为已知回归序列,以 2013 ~ 2018 年的 PPP 预测值、GDP 预测值为指标,对世界整体和中国的一次能源消费量进行了预测。根据计算,2000 ~ 2012 年,世界整体和中国的一次能源消费量与 PPP 的相关系数分别为 0.993、0.991,与 GDP 的相关系数分别为 0.991、0.969。因此,上述序列存在较强的线性相关关系。预测结果见附表 1-12。

根据预测结果,并结合过去 13 年的数据,依照 GDP 预测的一次能源消费量较接近实际情况。由 GDP 作为已知回归序列的预测结果表明,2013 ~ 2018 年,世界一次能源消费量年均增长 2.37%,到 2018 年,世界一次能源消费量将达到 14 182.40 百万吨油当量;2013 ~ 2018 年,中国一次能源消费量年均增长 6.87%,到 2018 年,中国一次能源消费量将达到 4 220.68 百万吨油当量,约占世界一次能源总消费量的 29.76%。

未来 5 年,考虑到中国经济结构的调整速度将快于过去 13 年,经济增长对能源的依赖程度将有所降低。另外,中国经济的实际增长率也可能慢于 IMF 的预测(8.0% ~ 8.5%)。因此,对上述回归分析结果进行修正,预计未来 5 年,中国一次能源消费的年均增长率将可能在 4.5% ~ 5.5%。若根据 5.0% 的中位增长率测算,到 2018 年,中国的一次能源消费量将达到 3 665.38 百万吨油当量。

1.3 人均能源消费量

1.3.1 中国人均能源消费量

2000 ~ 2012 年,中国人均一次能源消费量由 0.78 吨油当量/人增长到 2.02 吨油当

量/人,年均增长 8.29%。年均增速高于世界平均值(1.24%)、OECD 国家(-0.59%)、非 OECD 国家(3.63%)、欧盟(-0.63%)、美国(-1.27%)、日本(-0.72%)、德国(-0.52%)、巴西(2.21%)、印度(3.97%)。世界主要经济体人均一次能源消费量(2000~2012 年)见附表 1-13。

2012 年,中国人均能源消费量分别是世界平均值的 1.14 倍,OECD 国家的 0.46 倍,非 OECD 国家的 1.68 倍,欧盟的 0.61 倍,美国的 0.29 倍,日本的 0.54 倍,德国的 0.53 倍,巴西的 1.46 倍,印度的 4.39 倍。2010 年,中国人均能源消费量超过世界平均值,达到 1.75 吨油当量/人。

2011 年,在有完整能耗统计数据的 136 个国家和地区中,中国人均能源消费量排在第 58 位。同期,美国排第 11 位,德国排第 29 位,日本排第 30 位,巴西排第 72 位,印度排第 108 位。

1.3.2 世界整体及其他主要经济体人均能源消费量

2000~2012 年,世界整体人均一次能源消费量由 1.53 吨油当量/人增长到 1.77 吨油当量/人,年均增长 1.24%;OECD 国家人均一次能源消费量由 4.72 吨油当量/人增长到 4.40 吨油当量/人,年均增长 -0.59%;非 OECD 国家人均一次能源消费量由 0.78 吨油当量/人增长到 1.20 吨油当量/人,年均增长 3.63%;欧盟人均一次能源消费量由 3.56 吨油当量/人增长到 3.30 吨油当量/人,年均增长 -0.63%;美国人均一次能源消费量由 8.20 吨油当量/人增长到 7.03 吨油当量/人,年均增长 -1.27%;日本人均一次能源消费量由 4.08 吨油当量/人增长到 3.75 吨油当量/人,年均增长 -0.72%;德国人均一次能源消费量由 4.05 吨油当量/人增长到 3.81 吨油当量/人,年均增长 -0.52%;巴西人均一次能源消费量由 1.07 吨油当量/人增长到 1.38 吨油当量/人,年均增长 2.21%;印度人均一次能源消费量由 0.29 吨油当量/人增长到 0.46 吨油当量/人,年均增长 3.97%。2000~2012 年,上述经济体人均能源消费量见附表 1-13。

2000~2012 年,参照分析样本中的发达经济体人均能耗均处于降低态势,其中,尤以美国降速最快,年均降幅达到 1.27%,其他依次为日本(年均降幅为 0.72%,下同)、欧盟(0.63%)、OECD 国家(0.59%)、德国(0.52%)。参照分析样本中的发展中国家的人均能耗处于快速上升态势,其中,印度年均增幅达到 3.97%,非 OECD 国家年均增幅达到 3.63%,巴西年均增幅达到 2.21%。在发展中国家人均能耗快速上升的拉动下,世界整体人均能耗缓慢上升,年均增幅达到 1.24%。预计随着世界经济扁平化的不断推进,发展中国家将是未来能源消费增长的主要驱动力。

1.4 能源消费结构

1.4.1 中国能源消费结构

2000~2012 年,石油占一次能源消费的比例由 22.87% 降低至 17.68%,降低了 5.19%;天然气由 2.25% 增长至 4.73%,增长了 2.48%;煤炭由 69.28% 略降低至

68.49%，降低了0.79%；核能由0.39%增长至0.81%，增长了0.42%；水能由5.13%增长至7.12%，增长了1.99%；非水可再生能源由0.08%增长至1.17%，增长了1.09%。中国一次能源消费结构情况(2000~2012年)见附表1-14。

2012年，中国的能源消费结构中，石油消费占比低于世界平均值15.42个百分点，天然气消费占比低于世界平均值19.21个百分点，煤炭消费占比高于世界平均值38.59个百分点，核能消费占比低于世界平均值3.36个百分点，水能消费占比高于世界平均值0.46个百分点，非水可再生能源消费占比低于世界平均值0.74个百分点。

中国在世界主要经济体中的能源消费结构最为特殊，集中表现在以下方面：

(1)石油、天然气的消费占比较低，特别是相对清洁的天然气的消费占比更低。

(2)煤炭消费占比极高，而煤炭消费导致的二氧化碳、氮氧化物、硫氧化物、粉尘排放量巨大，环境压力突出。

(3)非化石能源的消费占比不大，在核能、水能、非水可再生能源中，除水能的消费占比略超过世界平均值外，其他两项均低于世界平均值。

未来5年，石油消费占一次能源消费的比例预计仍将稳中趋降；天然气消费占比预计将有所提高；煤炭消费占比将有所降低，但预计将维持在63.0%以上；核能、水能、非水可再生能源消费占比将保持快速增长，至2018年，预计非化石能源消费的合计占比可达到12.0%~14.0%。

1.4.2 世界整体及其他主要经济体能源消费结构

2012年，世界一次能源消费中，石油占33.11%、天然气占23.94%、煤炭占29.90%、核能占4.49%、水能占6.66%、非水可再生能源占1.90%。

2012年，OECD国家一次能源消费中，石油占37.76%、天然气占26.12%、煤炭占19.19%、核能占8.10%、水能占5.75%、非水可再生能源占3.08%。

2012年，非OECD国家一次能源消费中，石油占29.45%、天然气占22.23%、煤炭占38.31%、核能占1.66%、水能占7.38%、非水可再生能源占0.98%。

2012年，欧盟一次能源消费中，石油占36.53%、天然气占23.87%、煤炭占17.55%、核能占11.94%、水能占4.42%、非水可再生能源占5.68%。

2012年，美国一次能源消费中，石油占37.12%、天然气占29.61%、煤炭占19.82%、核能占8.30%、水能占2.86%、非水可再生能源占2.30%。

2012年，日本一次能源消费中，石油占45.63%、天然气占21.97%、煤炭占26.01%、核能占0.85%、水能占3.83%、非水可再生能源占1.71%。

2000~2012年，欧盟、美国、日本的一次能源消费量均略有降低。在消费总量变化不大的情况下，消费结构出现了调整，主要表现在以下方面：

(1)欧盟、美国的石油消费量呈现先增后减、整体趋降的变化，年均增长率分别为-1.11%、-0.63%；日本的石油消费量呈下降趋势，年均增长率为-1.42%。

(2)欧盟、美国的天然气消费量呈现稳中有升的变化，年均增长率分别为0.07%、0.72%；日本的天然气消费量呈快速增长趋势，年均增长率为4.07%。

(3)欧盟的煤炭消费量呈现稳中趋降的变化，年均增长率为-0.67%；美国的煤炭消

费量在 2008 年以前基本保持稳定,2008 年以后呈现快速降低趋势,年均增长率为 -2.16%;日本的煤炭消费量呈稳步增长趋势,年均增长率为 1.93%。

(4)欧洲核能消费量受绿党崛起和公众环保意识提高的影响,核能消费量稳中趋降,年均增长率为 -0.57%;美国的核能消费量保持稳定;日本的核能消费量在福岛核事故之前已出现降低趋势,福岛核事故后,核能消费量大幅降低,至 2012 年,核能发电量只有 172.3 亿千瓦时,50 座反应堆平均利用时间仅有 389.7 小时/年,核能发电占总发电量的比例已降低至 2.1%。

(5)水能消费受气候变化和来水丰枯的影响,小幅波动属正常现象。数据显示,欧盟、美国、日本的水电装机未出现大的变化,预计今后一段时期,水能的消费总量仍将在平水年上下波动。

(6)欧盟、美国、日本的非水可再生能源消费量均呈现稳步增长的趋势,尤以欧盟的增速为快,年均增长率达到 17.20%。

1.5 能源消费弹性系数

2000 ~ 2012 年,世界整体、OECD 国家、非 OECD 国家、欧盟、美国、日本、中国等经济体的能源消费量与 GDP(不变价美元)的相关系数分别为 0.995、0.521、0.995、-0.113、-0.111、-0.053、0.993。因此,欧盟、美国、日本等经济体的能源消费量与 GDP 不存在线性相关关系,OECD 国家也仅存在相对较弱的线性相关关系,故本节仅对世界整体和中国进行能源消费弹性系数分析。

由于能源消费弹性系数在单个年份会产生较大的差异,本节采用 2000 ~ 2012 年的平均弹性系数(平均弹性系数 = $\frac{\text{一次能源消费平均增长率}}{\text{不变价 GDP 平均增长率}}$)进行分析。计算结果表明,世界整体和中国的平均能源消费弹性系数为 0.67、0.88。2000 ~ 2012 年,世界整体和中国各年的能源消费弹性系数(2001 ~ 2012 年)见附表 1-15。

2000 ~ 2012 年,中国的平均能源消费弹性系数高于世界平均值,说明中国的产业结构及经济增长对能源的依赖程度尚未达到世界平均水平,制造业特别是高耗能的重化工业占国民经济的比重有待优化。本书用一章的篇幅,探讨了中国降低能耗强度的思路,具体可参见本书第 7 章。

1.6 能耗强度

本节所述单位 GDP 能耗、单位 PPP 能耗计算公式为

$$\text{单位 GDP 能耗} = \frac{\text{年度一次能源消费量}}{\text{以美元计价的年度不变价 GDP}}$$

$$\text{单位 PPP 能耗} = \frac{\text{年度一次能源消费量}}{\text{年度不变价 PPP(购买力平价)}}$$

由于各经济体的经济总量均换算为美元,在计算单位 GDP 能耗时,会存在汇率高估