

中国先进能源技术发展概论

国家高技术研究发展计划（十一·五863计划）先进能源技术领域专家组 编著



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

中国先进能源技术发展概论

国家高技术研究发展计划
(十一·五 863 计划) 先进能源技术领域专家组 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书总结了国内“十五”、“十一五”先进能源技术的发展,并注重为制定“十二五”以及其后的发展规划提供参考。着重反映近年来中国能源总量、总体发展的现状和趋势,反映国内外在洁净煤技术、可再生能源、氢能、核能利用分布式能源、节能、燃气轮机、温室气体减排等领域的发展现状和未来趋势,重点偏重于技术发展的总现状、政府管理和推进政策、未来可能实现的趋势分析等。希望这些内容能够为能源管理人员在能源科技决策或规划方面提供参考,为能源企业的高管制订企业技术方向提供咨询和参考,也为学校教育提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国先进能源技术发展概论 / 国家高技术研究发展
计划(十一五 863 计划)先进能源技术领域专家组编著.
—北京:中国石化出版社,2010.1
ISBN 978-7-5114-0230-1

I. ①中… II. ①中… III. ①能源-技术发展-概论-中国
IV. ①TK01-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 244476 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 23.75 印张 573 千字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

定价:80.00 元

《中国先进能源技术发展概论》

编写委员会

编 写：国家高技术研究发展计划(十一·五 863 计划)先进
能源技术领域专家组

组 长：杜铭华

副组长：袁振宏

成 员：(按姓氏笔画)

马云翔 王树东 任相坤 吴少华

李振中 陈 军 房倚天 张忠孝

赵 毅 郭烈锦 姚 强 曹一家

特邀编写专家：许洪华 王志峰

特邀审核：陈硕翼

前 言

能源在经济、社会发展中的重要性是众所周知的,从亿吨级煤炭生产,到几克重的纽扣电池,无不都是一个目标,即为人们提供必需的能源。

在全球范围内,近年来发生了许多能源引发的问题,如资源纷争和区域战争、价格飙升和市场博弈、温室气体及减排谈判等等。人们对能源的关注从来没有像现在这样敏感,同时以优化能源结构和提高利用效率为目标的先进能源技术也成为科技发展的重要方向。

在中国国内,从20世纪90年代开始,关于能源结构和能源技术发展方向的讨论一直没有停止,同时能源产业和先进技术也以惊人的速度获得发展。中国能源状况及其发展模式既是经济、社会发展的必然需求和结果,同时也是应对能源供给和资源约束的现实选择。

自“十五”开始,为了应对全社会先进能源技术的发展需求,特别是“十一五”以来,结合落实《国家中长期科技发展规划纲要(2006~2020)》的战略发展方向,“863”计划先进能源技术领域在洁净煤技术、可再生能源、氢能、核能、分布式能源及节能、燃气轮机、二氧化碳减排等技术领域,针对国民经济和社会发展所需要解决的重点能源科技问题,结合能源可持续发展的前瞻性、前沿性、战略性需求,部署和开展了重大、重点和专题等各类项目、课题的研究,并取得一批具有自主知识产权成果,有的成果具有明显的先进性,对推动国内先进能源产业发展

起到重要作用。

目前,“863”计划“十一五”项目研究工作部分已接近尾期,总结“十五”、“十一五”期间“863”计划先进能源技术领域的项目研发和成果应用,对制定“十二五”发展规划的工作具有重要意义。

当前能源技术发展涉及国民经济许多领域和方面,已经形成一个关联性很强的组织、管理和技术发展系统,但同时由于不同领域的学科或产业差别,对全面制定能源科技发展规划、实施能源技术的关联管理和协调发展形成障碍。因此,将能够反映国内外先进能源技术现状和发展趋势的资料集中编制成册,对作好能源科技管理和能源技术研发,都是一件很有必要的事。

中华人民共和国科学技术部“十一五 863 计划”先进能源技术领域专家组是由来自国内各个能源行业的中青年专家组成,几年来专门从事先进能源技术领域的项目咨询和辅助管理工作,积累了针对国内外各领域技术发展的资料,也对国内相关技术的发展有较详细的了解和掌握。为此,以“十一五 863 计划”先进能源技术领域专家组专家为主,编写了这本《中国先进能源技术概论》。其中,还特别聘请了中国科学院电工研究所的许洪华、王志峰两位老师编写了“太阳能利用”一章,在此说明并感谢。

由于资料信息来源广,时效性很强,本书编辑一定还存在许多错误,请读者指正和原谅。

目 录

第1章 中国能源现状及发展战略研究	(1)
1.1 中国一次能源消费及需求发展	(1)
1.2 中国能源生产、供应及发展趋势	(3)
1.3 中国能源发展特点及问题分析	(4)
1.3.1 中国一次能源以煤炭为主及资源约束	(4)
1.3.2 中国能源供求总量保障问题	(5)
1.3.3 石油供应的安全问题	(6)
1.3.4 电力是能源转化和供应的重点	(7)
1.3.5 能源发展与环境保护的矛盾	(8)
1.3.6 能源与碳排放	(10)
1.3.7 可再生能源资源与利用	(11)
1.3.8 能源效率与节能	(13)
1.4 中国能源发展战略研究综述	(14)
1.4.1 中国能源发展战略研究基本原则	(14)
1.4.2 中国能源发展战略研究内容	(14)
1.4.3 中国能源发展战略目标	(15)
1.5 先进能源技术发展研究概略	(16)
1.5.1 先进能源技术发展总则	(16)
1.5.2 《国家中长期科技发展规划纲要》先进能源技术发展安排	(17)
1.5.3 先进能源技术领域“十一五”高技术发展战略研究	(19)
1.5.4 先进能源技术领域“十一五”高技术发展项目(课题)部署	(23)
1.5.5 先进能源技术领域“十一五”高技术发展项目(课题)组织实施	(24)
第2章 中国洁净煤发电技术	(26)
2.1 洁净煤发电技术现状及发展趋势	(26)
2.1.1 超超临界发电技术	(26)
2.1.2 循环流化床锅炉技术	(28)
2.1.3 整体煤气化联合循环(IGCC)技术	(30)
2.1.4 燃煤污染物控制技术现状及发展趋势	(35)
2.2 我国洁净煤发电技术下一步研究方向	(48)
2.2.1 超超临界燃煤发电技术方向	(48)
2.2.2 CFB 燃煤发电技术方向	(49)
2.2.3 IGCC 发电技术方向	(49)
2.2.4 燃煤污染物控制技术方向	(50)
第3章 先进煤化工转化技术	(52)

3.1	中国先进煤化工转化技术发展概况	(52)
3.1.1	发展先进煤化工转化技术的意义	(52)
3.1.2	先进煤化工转化产业发展概况	(52)
3.2	煤炭气化技术	(56)
3.2.1	煤气化工艺技术的分类	(57)
3.2.2	国内外煤气化技术现状和发展趋势	(57)
3.2.3	煤气化发展方向	(68)
3.3	煤炭液化技术	(70)
3.3.1	直接液化	(70)
3.3.2	间接液化	(72)
3.3.3	其他煤基液体燃料	(74)
3.4	新型煤化工技术发展构想	(76)
第4章	太阳能利用技术	(79)
4.1	太阳能光伏发电利用技术	(79)
4.1.1	国内外太阳光伏发电应用状况	(79)
4.1.2	国内外太阳光伏技术发展现状	(82)
4.1.3	太阳光伏技术发展趋势	(89)
4.2	太阳能热发电利用技术	(93)
4.2.1	太阳能热发电研究方向现状及“十一五”总结	(93)
4.2.2	发展思路、战略目标和重点	(99)
第5章	风能利用技术	(101)
5.1	风能利用的全球背景及战略定位	(101)
5.1.1	国际风能利用发展状况	(101)
5.1.2	我国风能的定位与发展	(104)
5.2	我国的风能资源开发条件	(107)
5.2.1	陆地风能资源储量	(107)
5.2.2	海上风能资源储量	(108)
5.2.3	风能资源的区域特点与开发	(108)
5.2.4	风能资源开发的经济性	(109)
5.2.5	总述	(109)
5.3	全球风力发电技术发展水平与趋势	(110)
5.3.1	风电机组及部件设计与制造技术	(110)
5.3.2	海上风电技术逐步兴起	(112)
5.3.3	风能系统集成技术不断发展	(113)
5.3.4	公共技术服务平台逐步完善	(113)
5.4	我国风电技术基础、问题与研究方向	(113)
5.4.1	我国风能技术发展基础及问题	(113)
5.4.2	“十二五”我国需重视的风电研究内容	(119)
5.5	风电发展目标及路线选择	(122)

5.5.1	发展路线及战略思想	(122)
5.5.2	发展战略目标	(123)
5.5.3	技术发展路线	(123)
5.6	风能项目建议	(125)
5.6.1	大型风力发电机组和零部件设计与制造技术	(125)
5.6.2	陆上风电场的设计、建设与运行	(126)
5.6.3	风电前沿技术	(127)
5.6.4	近海风电技术研究开发	(127)
5.6.5	风电技术标准与认证	(129)
第 6 章	生物质能技术	(130)
6.1	发展生物质能源的意义	(130)
6.2	国内外发展现状与趋势分析	(131)
6.2.1	国外生物质能产业发展现状	(131)
6.2.2	国外生物质能技术发展现状	(133)
6.2.3	国内生物质能产业与技术发展现状	(137)
6.3	中国生物质能技术发展分析	(139)
6.3.1	我国生物质能资源分析	(139)
6.3.2	生物质能利用技术需求分析	(145)
6.3.3	应用前景预测	(150)
6.4	生物质能中长期发展战略	(151)
6.4.1	重点发展方向	(151)
6.4.2	发展目标	(151)
6.4.3	问题与障碍	(152)
6.4.4	“十五”和“十一五”“863”课题安排与预期结果	(153)
6.4.5	研究方向建议	(154)
第 7 章	地热能技术	(156)
7.1	发展地热能技术的背景和意义	(156)
7.2	我国地热能的资源和利用情况	(156)
7.2.1	地热能的资源状况	(156)
7.2.2	地热能利用情况	(158)
7.2.3	地热利用的区位特点	(160)
7.3	国际地热能技术发展现状和未来发展方向	(160)
7.3.1	国际地热能技术发展现状	(160)
7.3.2	国际地热能发展方向	(162)
7.4	国内地热能的发展基础和发展方向	(162)
7.4.1	地热发电	(162)
7.4.2	地热直接热利用	(163)
7.4.3	国家“863”计划的支持状况	(166)
7.4.4	地热能技术的发展方向	(167)

7.5 地热能技术发展	(170)
7.5.1 地热能科技发展优先方向	(170)
7.5.2 重点技术发展	(171)
第8章 海洋能技术	(173)
8.1 背景及意义	(173)
8.2 利用方式和资源情况	(174)
8.2.1 波浪能	(174)
8.2.2 潮汐能	(175)
8.2.3 海流能	(176)
8.2.4 温差能	(176)
8.2.5 总体资源评价	(177)
8.3 国外研究现状	(177)
8.3.1 波浪能	(177)
8.3.2 潮汐能	(178)
8.3.3 海流能	(178)
8.3.4 温差能	(179)
8.4 国内发展基础	(179)
8.4.1 项目状况	(180)
8.4.2 重点科技支撑项目	(181)
8.4.3 国内研究发展现状	(182)
8.5 发展前景分析	(184)
8.5.1 技术成熟度	(184)
8.5.2 经济性	(185)
8.5.3 发展潜力	(186)
8.6 海洋能利用技术发展方向	(186)
8.6.1 海洋能技术发展趋势	(186)
8.6.2 “十二五”海洋能发展规划	(191)
8.6.3 发展重点	(192)
第9章 核能技术	(194)
9.1 国内外核能利用技术现状	(194)
9.1.1 核能行业基本特性	(194)
9.1.2 核电行业在国民经济中的作用	(194)
9.1.3 国内外核能发展技术现状	(195)
9.2 国内资源及应用现状	(205)
9.2.1 核燃料循环	(205)
9.2.2 铀矿资源	(206)
9.3 快堆技术	(208)
9.3.1 快堆技术发展目标	(208)
9.3.2 快堆技术国内外研究状况	(209)

9.3.3	快堆技术发展研究内容	(213)
9.3.4	快堆技术研究的关键技术	(213)
9.3.5	我国快堆技术发展的配套条件	(213)
9.4	高温气冷堆技术	(214)
9.4.1	高温气冷堆在中国核能发展中的地位与作用	(214)
9.4.2	高温气冷堆技术路线	(215)
9.4.3	钍-铀燃料循环研究	(215)
9.5	中国核能发展技术路线图	(216)
9.5.1	技术路线	(216)
9.5.2	发展方案	(217)
9.5.3	中国第三代核电路线图	(217)
第 10 章	氢能技术	(220)
10.1	发展氢能的意义	(220)
10.1.1	对氢能的基本认识	(220)
10.1.2	氢能技术将为我国能源多样化和减轻环境污染提供新的机遇	(221)
10.1.3	氢能技术是我国未来能源发展战略的重要方向	(221)
10.2	氢能技术的国内外发展现状与趋势	(221)
10.2.1	国际氢能及燃料电池技术研发稳步发展	(221)
10.2.2	我国已初步形成氢能及燃料电池技术全方位研发格局	(226)
10.2.3	氢能及燃料电池技术总体发展趋势	(228)
10.3	氢能技术发展中的问题和技术需求分析	(228)
10.3.1	氢能技术发展中的瓶颈问题分析	(228)
10.3.2	我国氢能发展现状的 SWOT 分析	(230)
10.3.3	我国发展氢能的技术需求分析	(231)
10.4	关于我国氢能技术未来发展战略的探索与思考	(231)
10.4.1	氢能技术发展的阶段目标	(231)
10.4.2	我国氢能科技发展的路线图	(232)
10.4.3	氢能系统各环节关键技术分析	(235)
10.5	“氢能及燃料电池技术”专题研究思考	(235)
10.5.1	氢能及燃料电池技术专题定位	(235)
10.5.2	氢能及燃料电池技术专题布局基本思路	(236)
10.5.3	氢能及燃料电池技术专题主要研究内容及关键技术	(237)
10.5.4	预期目标与技术出口	(238)
第 11 章	节能技术的发展及应用	(240)
11.1	中国能源利用的效率问题及节能潜力分析	(240)
11.2	节能技术分析	(242)
11.2.1	工业节能	(242)
11.2.2	建筑节能技术	(243)
11.2.3	交通用能技术	(245)

11.2.4	十大节能工程	(246)
11.3	工业节能技术	(253)
11.3.1	冶金节能技术	(253)
11.3.2	石油化工行业	(257)
11.3.3	电力行业	(263)
11.4	“十一五”工业节能技术课题部署及成果预测	(263)
11.4.1	目标导向类课题	(264)
11.4.2	探索导向类课题	(264)
11.4.3	成果及前景预测	(267)
11.5	“十一五”后节能技术发展趋势分析及战略构思	(267)
第 12 章	燃气轮机技术	(270)
12.1	燃气轮机发展、利用现状	(270)
12.1.1	国际燃气轮机的现状和发展趋势	(271)
12.1.2	我国燃气轮机发展现状	(272)
12.1.3	我国燃气轮机发展的路线图	(273)
12.1.4	重型燃气轮机发展路线图	(275)
12.1.5	“十五”期间燃气轮机发展及成果	(275)
12.2	近期研究发展	(278)
12.2.1	微型燃气轮机	(278)
12.2.2	重型燃气轮机	(281)
12.3	中国燃气轮机市场及发展战略构思	(284)
12.3.1	燃气轮机市场需求分析	(284)
12.3.2	我国发展燃气轮机战略——消化吸收，自主创新	(285)
第 13 章	分布式供能技术	(287)
13.1	概述	(287)
13.1.1	分布式供能系统的定义	(287)
13.1.2	分布式供能系统的研究内容	(287)
13.1.3	小结	(288)
13.2	主要发达国家分布式供能系统发展现状及趋势	(288)
13.2.1	分布式供能系统的发展过程	(290)
13.2.2	主要发达国家分布式供能系统发展及现状	(290)
13.2.3	主要发达国家分布式供能技术发展趋势	(291)
13.2.4	主要发达国家发展分布式供能系统的计划	(292)
13.2.5	小结	(293)
13.3	我国发展分布式供能技术的必要性	(294)
13.3.1	我国分布式供能系统需求分析	(294)
13.3.2	我国分布式供能系统的现状	(296)
13.3.3	分布式供能技术是我国能源领域发展的必然选择	(298)
13.3.4	分布式供能技术的经济、社会、环保效益	(298)

13.3.5	小结	(299)
13.4	我国分布式供能技术的可行性	(299)
13.4.1	发展分布式供能技术是国民经济发展的客观需求	(299)
13.4.2	我国分布式供能技术研发基础	(300)
13.4.3	我国设备制造业、分布式能源系统的现有基础	(301)
13.4.4	小结	(303)
13.5	发展我国分布式供能技术的技术路线	(303)
13.5.1	分布式供能技术在我国未来能源系统中的战略地位	(303)
13.5.2	实现我国分布式供能技术产业化的有利条件和存在问题	(304)
13.5.3	我国分布式供能技术发展的布局	(305)
13.5.4	我国分布式供能技术的发展战略与途径	(306)
13.5.5	小结	(307)
13.6	发展我国分布式供能系统的关键技术	(307)
13.6.1	分布式供能系统研究中的单元关键技术	(307)
13.6.2	分布式供能系统集成研究开发的关键技术	(309)
13.6.3	分布式供能系统中微网与主网衔接的关键技术	(310)
13.6.4	典型系统设计与运行的关键技术	(310)
13.6.5	小结	(311)
13.7	发展我国分布式供能技术的必要支撑条件	(311)
13.7.1	政府支撑条件	(311)
13.7.2	工业界的支撑作用	(312)
13.7.3	科研院所的支撑作用	(313)
13.7.4	科学技术创新的推动作用	(313)
13.7.5	推动分布式供能系统的可持续发展的原则及政策建议	(313)
13.7.6	小结	(314)
13.8	结论	(314)
第 14 章	先进电网技术	(316)
14.1	前言	(316)
14.2	国内外电网技术现状及发展趋势	(316)
14.2.1	国内外电网发展现状与趋势	(316)
14.2.2	国内外电网技术发展现状	(318)
14.2.3	电网技术发展趋势	(320)
14.3	电网技术研究及其成果	(320)
14.3.1	特高压输电系统开发与示范	(320)
14.3.2	电力电子关键器件及重大装备研制	(323)
14.3.3	兆瓦级冷热电联供分布式能源微网系统并网关键技术研究与 工程示范	(323)
14.4	电网技术发展及战略规划	(324)
14.4.1	编制依据	(324)

14.4.2	指导思想	(324)
14.4.3	主要技术领域及其发展目标	(324)
第 15 章	CO₂ 减排技术	(330)
15.1	CO ₂ 减排技术发展背景	(330)
15.1.1	化石能源需求与 CO ₂ 排放	(330)
15.1.2	气候变化已成为全球热点问题	(330)
15.1.3	温室气体减排的国际法律框架	(331)
15.1.4	各国的减排情况	(331)
15.1.5	中国能源结构特点和 CO ₂ 排放	(331)
15.2	国内外 CO ₂ 减排技术发展及利用现状和发展路线图	(333)
15.2.1	世界各国 CO ₂ 减排与埋存计划	(333)
15.2.2	其他相关的国际合作项目	(340)
15.2.3	国内外 CO ₂ 减排技术发展现状	(344)
15.3	“十一五”“863”CO ₂ 减排课题部署及成果预测	(354)
15.3.1	溶解选择型 CO ₂ 分离膜制备及应用过程	(354)
15.3.2	烟气 CO ₂ 吸收分离的分子设计和过程强化	(355)
15.3.3	烟气中 CO ₂ 的高效捕集分离及转化利用新技术	(355)
15.3.4	基于循环载氧体的燃煤 CO ₂ 分离技术研究	(356)
15.3.5	水合物法烟气中 CO ₂ 的分离技术	(356)
15.3.6	增压流化床富氧燃煤发电新技术	(357)
15.3.7	钾基吸收剂干法脱除燃煤烟气 CO ₂ 技术研究	(357)
15.3.8	基于廉价循环载氧体的燃煤加压化学链燃烧技术	(358)
15.3.9	CO ₂ 的吸收法捕集技术	(358)
15.4	“十一五”后发展及战略研究	(359)
15.4.1	提高能源利用效率, 支持可再生能源、核能的发展	(359)
15.4.2	加快研究控制 CO ₂ 排放的洁净煤技术	(359)
15.4.3	加快发展先进的 CO ₂ 捕集和封存技术	(360)
15.4.4	CO ₂ 减排战略研究	(362)

第 1 章 中国能源现状及发展战略研究

杜铭华

1.1 中国一次能源消费及需求发展

1990 年以来,中国一次能源消费总量变化可以大致划分为三个阶段(见图 1.1)。1990~1996 年为第一阶段,呈逐步增长趋势,由 1990 年的 987.03Mtce 增至 1996 年的 1389.48Mtce,增长约 41%;第二阶段 1997~2001 年,呈基本持平趋势,其中 1998、1999 年略有降低,2000 年消费总量为 1385.53Mtce,与 1996 年基本持平;第三阶段为 2002 年及之后,呈持续快速增长,至 2008 年消费总量达到 2850.00Mtce,是 2000 年的 206%。

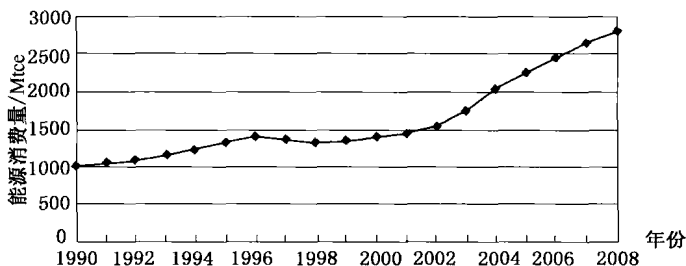


图 1.1 一次能源消费总量变化

煤炭在中国一次能源消费结构中一直占主要地位(见表 1.1), 1990 年时为 76.2%, 到 2000 年变化为 67.8%, 近五年一直维持在 68% 以上, 2008 年煤炭消费量达到 2.74Gt, 占一次能源消费总量的 68.7%。石油消费在能源结构中占第二位, 2008 年消费量为 0.36Gt, 占 18.0%。天然气在一次能源消费中处于逐步上升趋势, 但占总比例较低, 2008 年为 3.8%, 消费量 807 亿立方米。水电、核电、风电所占比例一直在提高, 2008 年占到 9.5% (电力折算标准煤的系数根据当年平均发电煤耗计算)。

一个国家的一次能源消费总量受到该国经济发展总量及发展水平、产业结构、主要能源种类及其转化利用的技术水平、地理气候、消费习惯等各种因素的影响, 在评价能源消费状况的时候, 为了消除不同国家差别的影响, 一般用人均能源消费量或单位 GDP (或 PPP) 的能源消费量进行比较。图 1.2 是中国与美国、韩国等国家(2006 年)人均一次能源消费量比较, 可以看到, 中国人均一次能源消费量是美国的 1/6, 是韩、法、日、德、英等国的 28%~35%, 是全球人均消费量的 76%。由此也可以说明, 如果参照全球或其他国家的人均能耗水平, 随着中国经济和社会发展, 即使达到世界中等水平, 一次能源消费总量还会有翻番的增长。

受不同货币比价差别和波动的影响, 用单位 GDP 能耗比较不同国家的能源效率会引起较大的误差, 如 2006 年中国每百万美元 GDP 能耗为 675.80toe, 分别是美国、日本、英国的 3.84、6.38、6.98 倍, 是韩国的 2.30 倍。事实上中国的能源效率并没有数据上反映的那

么差。图 1.3 是中国与其他一些国家的单位 PPP(对 GDP 按购买力换算后得到)能耗比较(资料来源:BP2007,世界银行,CIA 世界各国概况 2007),由该图可见,2006 年中国每百万美元 PPP 的能耗是 145.18toe,比按 GDP 的计算值降低了 80%,分别是美国、日本、英国、韩国以及全球平均值的 0.85、1.18、1.28、0.74 和 0.92 倍。虽然对 PPP 的计算会受到很多因素的影响而难以保证其准确性,但由单位 PPP 计算的能耗值比较不同国家的能源效率显然更接近实际情况。

表 1.1 中国一次能源消费量及其比例

年 份	能源消费总量/Mtce	占能源消费总量的比重/%			
		煤炭	石油	天然气	水电、核电、风电
1990	987.03	76.2	16.6	2.1	5.1
1991	1037.83	76.1	17.1	2.0	4.8
1992	1091.70	75.7	17.5	1.9	4.9
1993	1159.93	74.7	18.2	1.9	5.2
1994	1227.37	75.0	17.4	1.9	5.7
1995	1311.76	74.6	17.5	1.8	6.1
1996	1389.48	74.7	18.0	1.8	5.5
1997	1377.98	71.7	20.4	1.7	6.2
1998	1322.14	69.6	21.5	2.2	6.7
1999	1338.31	69.1	22.6	2.1	6.2
2000	1385.53	67.8	23.2	2.4	6.7
2001	1431.99	66.7	22.9	2.6	7.9
2002	1517.97	66.3	23.4	2.6	7.7
2003	1749.9	68.4	22.2	2.6	6.8
2004	2032.27	68.0	22.3	2.6	7.1
2005	2246.82	69.1	21.0	2.8	7.1
2006	2462.7	69.4	20.4	3.0	7.2
2007	2650	69.5	18.3	3.4	8.8
2008	2850	68.7	18.0	3.8	9.5

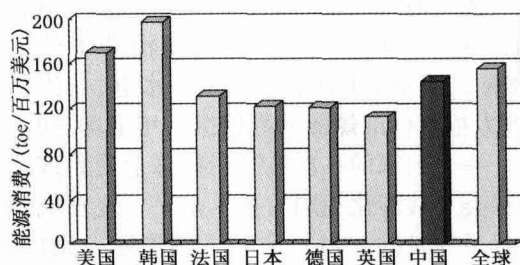
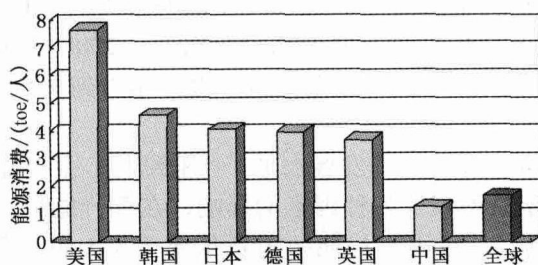


图 1.2 2006 年中国与其他国家人均一次能源消费比较 图 1.3 2006 年中国与其他国家的单位 PPP 能耗比较

由上可以认为,随着国民经济和社会发展,无论是从经济总量增长的需求,还是从人均消费量提高的需求,今后中国一次能源消费总量还会持续显著增长。如果人均消费值达到韩、法、日、德、英等国家的水平,即使人口数量保持当前水平,年消费量也将超过 700Mtce。

对中国未来能源需求量的预测一直是备受关注的重点,最近的能源专题研究结果认为,到 2020 年、2030 年一次能源需求总量将分别达到 4300Mtce、5300Mtce,与 2007 年比较,

分别增长 62%、99%。中国科学院能源战略研究组编辑的《中国能源可持续发展战略专题研究》(科学出版社, 2006 年 1 月版)一书中, 也对未来能源需求量作了预测, 提出到 2010 年、2020 年一次能源需求总量高方案值分别是 2138Mtce、3280Mtce, 2020 年比 2007 年增长 24%。

由于各种原因, 尽管对未来能源消费的预测有显著的差别, 但是基本一致的是今后 20~30 年中国一次能源需求总量还将处于显著提高阶段, 即使人均能源消费量达到目前韩、法、日、德、英等国的 60% 左右, 总量也将达到约 4500Mtce, 显然从目前能源开发、资源保障以及环境、技术等方面来看, 这一预测值以及由此而造成的碳排放、生态环境、能源开发形成的环境损坏、国际贸易平衡等都将成影响经济和社会发展的突出问题。另外由此也说明, 中国必须走建设资源节约型和节能型国家的新型发展道路, 发展先进能源技术, 将能源生产、消费带来的不良影响控制在可接受的水平。

1.2 中国能源生产、供应及发展趋势

中国一次能源生产主要是立足于满足国内经济、社会发展的需求, 能源出口数量占总量的比例较低。从图 1.4 可以看出, 1990 年以来一次能源生产总量与图 1.1 所示消费量的变化趋势基本一致。

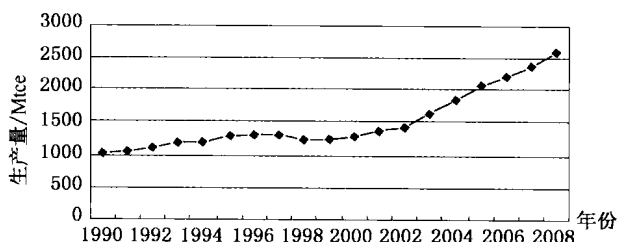


图 1.4 一次能源生产量变化

1990~1996 年为逐步增长趋势, 由 1990 年的 1039.22Mtce 增至 1996 年的 1326.16Mtce, 增长约 28%; 自 1997 年开始为第二阶段, 呈持平和下降趋势, 2000 年生产总量为 1289.78Mtce, 略低于 1996 年; 第三阶段为 2001 年之后, 随消费量拉动生产量也快速增长, 至 2008 年生产总量达到 2600.00Mtce, 比 2000 年增长了约 100%。

比较中国一次能源消费和生产总量可以发现(见表 1.2), 从 1992、1993 年开始, 消费量与生产量之比由小于 1 开始向大于 1 转变, 1996 年该比值为 1.05, 2000 年增大为 1.07, 2007 年达到 1.12。由一次能源消费量与生产量之比可以看出: ①中国能源供应基本上是自给自足, 能源生产量从总体上保障了国民经济和社会发展的需求; ②能源消费总量与生产总量比呈逐步上升趋势, 反映了能源的自给率水平在降低, 对外依存度上升。

从 1990 年以来煤炭、石油、天然气分别的消费量和生产量之比可见(表 1.2), 煤炭、天然气的生产和消费数量是基本平衡的(煤炭在 2006 年以前是出口量略大于进口量, 2006 年净出口约 25Mt, 到 2007 年净出口降至 2.15Mt, 净出口量明显降低; 进、出口量占总量的比例很低); 石油的消费量与进口量比例变化最大, 也是影响能源消费总量与生产总量变化的主要因素。2004 年以来, 石油进口比例已经大于 40%, 一度接近 50%。中国能源总量