



新 能 源 技 术 丛 书

石油和天然气 技术与应用

钱伯章 编



科学出版社
www.sciencep.com

新能源技术丛书

05

石油和天然气 技术与应用

钱伯章 编



TE
Q189

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是“新能源技术丛书”之一。本书从世界和中国能源消费现状与发展趋势出发,详尽评述了世界和中国的石油和天然气发展现状与趋势、后经济危机时代的世界石油工业、世界石油生产趋势分析、向非常规油气开采领域进军的展望、非常规石油资源开发与利用前景,以及非常规天然气资源开发与利用前景。

本书可作为从事能源以及石油和天然气领域的规划、科技、生产和信息人员的工作指南,也可供国家决策机构人员和相关人员参阅,并可作为教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

石油和天然气技术与应用/钱伯章编. —北京:科学出版社,2010
(新能源技术丛书)

ISBN 978-7-03-028369-6

I. 石… II. 钱… III. ①石油工业-技术 ②天然气工业-技术 IV. TE

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 140773 号

责任编辑:杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:郝恩誉

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 8 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2010 年 8 月第一次印刷 印张: 20 1/2

印数: 1—4 000 字数: 399 000

定 价: 38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

丛书序

世界可再生能源的资源潜力巨大,但由于成本和技术因素的限制,其利用率还很低。水能、生物质能的应用技术相对成熟;风能、地热能、太阳能得益于政策的支持,近年来发展比较迅速;对海洋能(包括潮汐能、波浪能、温差能、盐差能等)的利用尚处于研发和验证阶段,距大规模商业化应用还有一段距离。

当今世界各国都在为获取充足的能源而拼搏,并对解决能源问题的决策给予极大重视,其中可再生能源的开发与利用尤其引人注目。新技术的发展,使得风能、生物质能以及太阳能等可再生能源得到快速开发和利用。随着化石能源的日趋枯竭,可再生能源终将成为其替代品。

在国际油价持续上涨的背景下,风能、太阳能、生物质能等新能源有望成为全球发展最迅速的产业之一,中国的新能源产业也正孕育着更多的投资机会。

我国新能源与可再生能源资源丰富,可开发利用的风能资源约 2.53 亿 kW;地热资源的远景储量为 1353.5 亿 t 标准煤,探明储量为 31.6 亿 t 标准煤;太阳能、生物质能、海洋能等储量更是处于世界领先地位。在国际石油市场不断强势震荡,国内石油、煤炭、电力资源供应日趋紧张的形势下,开发利用绿色环保的可再生能源和其他新能源,已经成为中国能源发展的当务之急。中国国家能源领导小组描绘了可再生能源的诱人前景:到 2010 年,中国可再生能源在能源结构中的比例将提高到 10%;到 2020 年,将达到 16% 左右。中国已出台《中华人民共和国可再生能源法》(简称《可再生能源法》),“十一五”规划中也明确提出要加快发展风能、太阳能、生物质能等可再生能源。

以“为国家提供优质能源”为己任的中国石油天然气集团公司(简称中石油)、中国石油化工股份有限公司(简称中石化)、中国海洋石油总公司(简称中海油),除了进一步加快石油、天然气的开发速度外,也将目光投向了生物质能、太阳能发电、风能利用、地热、煤层气等新能源开发上。

中石油继在中国石油勘探与生产分公司成立新能源处之后,其可再生能源计划已经有多个项目进入实质阶段,有望于“十一五”期间首先在生物质能、太阳能发电、风能利用、地热开发等领域取得突破。虽然投资巨大与风险并存,但作为国内最大的石油、天然气生产商和供应商,中石油仍然积极探索开发利用可再生能源,目的是为我国经济和社会发展增加新的能源选择。2003 年,中石油与中粮集团有限公司(简称中粮集团)合资开发的吉林燃料乙醇项目成为“十五”重点建设工程,也是国家生物质能产业的试点示范工程。2006 年,中石油成立了新能源处和相应的研发机构,现已启动一批可再生能源项目。其中,在西藏那曲地区、辽河油田、新疆油田等地建设了一批光伏发电、风力发电、地热资源开发利用等示范项目,并取得良好效果。2006 年 11 月,中石

油与四川省政府签署了用红薯和麻风树开发生产乙醇燃料和生物柴油的合作协议。2006年12月,中石油与云南省政府签署框架协议,拟在以非粮能源作物为原料生产燃料乙醇、以膏桐等木本油料植物为原料制取生物柴油等方面进行合作。

中石化和中粮集团于2007年4月中旬签订合作协议,共同发展生物质能及生物化工,拟在五年内合作建设年产100万t~120万t燃料乙醇的生产装置,双方通过项目招标赢得了合资建设广西合浦20万t/a生物燃料乙醇项目;合作还将涉及生物化工领域,双方拟共同致力于生物化工制品的研究、开发、生产和应用并形成产品规模,以推动中国化工行业的进一步发展。

新能源基金会(NEF)和中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会(CREIA)于2008年3月底发布了中国2007年前10项可再生能源开发现状报告,指出2007年中国光伏电池量(不包括中国台湾)已超过美国,继日本和德国之后位居世界第三位。

2008年,中国在投资可再生能源方面仅次于美国而居世界第二位,中国和美国的投资分别为1760亿美元和2000亿美元。据HSBC(汇丰银行)估算,中国经济刺激计划投入绿色项目的资金达2210亿美元,为美国的两倍多,相当于中国2008年GDP的5%。

在《可再生能源法》及《可再生能源中长期发展规划》等推动下,中国可再生能源已步入快速发展阶段。截至2007年底,可再生能源占中国一次能源供应的8.5%,电力供应的16%;2008年,可再生能源利用量约为2.5亿t标准煤,约占一次能源消费总量的9%,距离2010年可再生能源在能源消费结构中的比重占10%的目标仅有一步之遥。到2020年,可再生能源占一次能源供应和占电力供应的比例将分别达到15%和21%。

加快发展包括可再生能源在内的新能源,是时代赋予我们的重大责任和发展机遇。

本丛书以“中国走向世界,并融入世界”为主线,以可再生能源和其他新能源的技术与应用新进展为出发点,全面介绍太阳能、风能、水力能、海洋能、地热能、核能、氢能、生物质能、醇醚燃料、天然气和煤基合成油、新能源汽车与新型蓄能电池以及热电转换技术等领域的技术发展、应用状况、研发成果、生产进展与前景展望。本丛书力求以最新的数据、最广的视角和最大的集成,使读者了解中国乃至世界在上述领域的新技术、新产能、新应用和新方向。

前 言

现阶段世界能源消费呈现以下特点:受经济发展和人口增长的影响,世界一次能源消费量不断增加;世界能源消费呈现不同的增长模式,发达国家因进入后工业化社会,经济向低能耗、高产出的产业结构发展,能源消费增长速率明显低于发展中国家;世界能源消费结构趋向优质化,但地区差异仍然很大;伴随着能源消费的持续增长和能源资源分布集中度的日益增大,未来能源资源的争夺将日趋激烈,争夺的方式也更加复杂;化石能源对环境的污染和全球气候的影响将日趋严重。面对以上挑战,世界能源供应和消费将向多元化、清洁化、高效化、全球化和市场化趋势发展。

2009~2010年我国能源行业形势总体向好,基本稳定,能源总需求稳步回升,我国将积极转变能源发展方式,加大能源结构调整力度,预计2010年后我国能源进口量将继续增加。

当前,随着世界经济继续趋于回暖,世界石油需求已恢复正向增长。

2009年世界石油探明储量1855亿t,储采比约42年。中国石油探明储量21亿t,储采比约11.3年,远低于世界储采比水平。2009年中国石油净进口量达2.18亿t,石油表观消费量达4.08亿t,已仅次于美国,约占世界10%。2009年中国石油对外依存度已达到53.6%,如果中国石油对外依存度每年增长2%,那么2015年就将超过美国的石油对外依存度,跃居世界第一位,因此,对于中国来说,石油对外依存度必须控制在50%左右,否则会影响节能减排等战略目标的实现。

世界石油储藏量约40%为重质或超重质原油,“石油峰值”论的抬头已为世界和中国敲响了警钟,加快开发非常规油气资源和可再生能源任重而道远。

2009年世界天然气探明储量187.15万亿 m^3 ,储采比约为60年。全球天然气需求将从2009年约3万亿 m^3 增加到2030年超过4万亿 m^3/a ,天然气在全球燃料结构中所占份额将加大,将相应从21%提高到28%。

非常规石油和天然气资源在世界能源中的地位将日显重要。非常规石油资源(油砂、超重质原油、页岩油)以及非常规天然气资源(煤层气、页岩气、致密砂岩气)在世界和中国未来能源增长结构中将占重要地位。

本书从全球视角出发,介绍了世界能源需求和预测,中国能源消费现状与趋势;石油储量、生产和消费(含世界炼油业发展趋势),天然气储量、生产和消费(含液化天然气贸易和需求),中国石油和天然气应用现状与趋势(含炼油工业发展现状与趋势);后经济危机时代的世界石油工业发展趋势;世界石油生产趋势分析;海洋油气开发的现状和展望;油砂、超重质原油、页岩油等非常规石油资源现状和前景;煤层气、页岩气、致密砂岩气、天然气水合物等非常规天然气资源现状与展望。

目 录

第 1 章 能源消费现状与发展趋势	1
1.1 世界能源消费现状与趋势	1
1.1.1 能源消费现状	1
1.1.2 能源消费趋势	7
1.2 世界能源需求预测和能源安全	9
1.2.1 世界能源需求预测分析	9
1.2.2 对世界用电量的预测	14
1.2.3 能源需求增长对 CO ₂ 排放的影响	16
1.2.4 能源需求发展前景	18
1.3 中国能源消费现状与趋势	19
1.3.1 能源消费现状和趋势	19
1.3.2 能源消费总量、构成和预测	27
1.3.3 能源结构的战略性调整	31
第 2 章 世界石油和天然气应用现状与趋势	37
2.1 石油储量、生产量和消费量	37
2.1.1 石油储量及地区分布	37
2.1.2 石油探明储量的国家排行	55
2.1.3 原油生产量地区分布	57
2.1.4 原油生产前 10 位国家排行	61
2.1.5 石油消费量按地区分布	63
2.1.6 世界前 12 个国家石油消费量排行	65
2.1.7 石油进出口贸易	67
2.1.8 典型石油公司油气战略接替	69
2.1.9 石油储备	73
2.2 世界炼油业发展趋势	77
2.2.1 世界主要国家和地区炼油能力排行	77
2.2.2 世界炼油工业近期分析	79
2.3 天然气储量、产量和消费量	86
2.3.1 探明储量地区分布	86
2.3.2 探明储量前 20 位国家排行	91

2.3.3	生产量地区分布	95
2.3.4	世界前 20 位生产国排行	100
2.3.5	消费量地区分布	101
2.3.6	前 20 位消费国排行	102
2.3.7	管输天然气贸易	104
2.3.8	LNG 贸易和需求	104
2.3.9	压缩天然气:运送天然气的新方案	124
第 3 章	中国石油和天然气应用现状与趋势	131
3.1	石油储量、生产量和消费量	131
3.1.1	石油储量	131
3.1.2	石油生产量	132
3.1.3	石油进、出口量	134
3.1.4	石油消费量	147
3.2	炼油工业发展现状与趋势	152
3.2.1	原油加工能力统计	152
3.2.2	原油加工能力分布	153
3.2.3	中国炼油工业分析	154
3.2.4	未来原油加工能力需求及炼油建设展望	156
3.2.5	润滑油和基础油生产与技术	158
3.3	天然气储量、生产量和消费量	164
3.3.1	天然气储量	164
3.3.2	天然气生产量	166
3.3.3	天然气消费量	168
3.4	油气行业发展规划	170
第 4 章	后经济危机时代的世界石油工业	171
4.1	近期油价涨跌回顾及展望	171
4.1.1	国际油价运动轨迹六个阶段	171
4.1.2	2007 年以来油价涨跌分析	172
4.1.3	世界历年油价和石油生产成本数据汇总	177
4.1.4	世界油价预测	179
4.1.5	减少石油补贴势在必行	180
4.2	金融经济危机对石油工业的影响	180
4.2.1	经济增长大幅减速	180
4.2.2	石油公司收益大幅缩水	181
4.2.3	油气项目投资下降	183
4.2.4	金融危机与能源安全	184

第5章 世界石油生产趋势分析	187
5.1 “石油峰值”论的依据	187
5.2 廉价石油已终结,生产峰值终会来临	196
5.2.1 石油能源供需分析与前景	196
5.2.2 世界石油生产与开发近期扫描	200
5.2.3 未来石油生产峰值不可避免	206
5.3 开发替代能源的前景	210
第6章 向非常规油气开采领域进军的展望	213
6.1 世界海上深水油气开采持续升温	213
6.1.1 向深水开采进发成为非常规开采领域的重点	213
6.1.2 深水油气勘探开发热潮方兴未艾	218
6.1.3 世界海洋油气开发现状和展望	223
6.2 中国海洋石油开发现状和展望	229
6.2.1 海洋石油资源丰富	229
6.2.2 开发海洋石油刻不容缓	231
6.2.3 我国海洋石油开发提速	232
6.2.4 海洋油气田加快建成投产	234
6.2.5 中国深水油气开发前景看好	238
6.3 到南北极开发油气,热流涌动	241
6.3.1 新“领土”引起各方关注	241
6.3.2 极地堪称“聚宝盆”	241
6.3.3 北极油气资源丰富	242
6.3.4 环保人士对开采的担忧	243
6.3.5 各国竞相“进军”北极	244
6.3.6 北极地区油气开发加速	245
第7章 非常规石油资源开发与利用	247
7.1 世界非常规石油资源综述	247
7.2 加拿大油砂资源开发与利用	248
7.2.1 油砂资源状况	248
7.2.2 油砂开发现状	252
7.2.3 中国投资成热点	252
7.2.4 生产现状和预测	253
7.2.5 油砂开发生产的技术进步	254
7.2.6 沥青油加工	255
7.2.7 美国炼制工业与加拿大油砂生产的链接	257

7.3 委内瑞拉重油资源开发与利用	257
7.3.1 资源和生产	257
7.3.2 国外公司参与开发和利用	259
7.4 世界油页岩资源开发与利用	260
7.4.1 基本特征	260
7.4.2 资源与生产	262
7.4.3 开采技术进展	265
7.4.4 利用方案	268
7.4.5 中国开发展望	269
7.4.6 页岩油的加工利用	271
7.5 中国重油资源开发与利用	274
7.5.1 资源状况	274
7.5.2 开发与加工	276
7.6 中国油砂资源	277
第8章 非常规天然气资源开发与利用	279
8.1 世界资源和美国利用展望	279
8.1.1 世界资源开发和美国利用展望	279
8.1.2 中国资源开发与利用展望	282
8.2 煤层气资源开发与利用进展	283
8.2.1 世界煤层气资源	283
8.2.2 各国开发现状	284
8.2.3 中国资源开发和利用展望	285
8.2.4 煤制天然气成为清洁能源新秀	286
8.3 页岩气开发进展	287
8.3.1 世界开发现状与前景	288
8.3.2 我国开发现状与前景	291
8.4 致密砂岩气开发进展	296
8.5 天然气水合物开发现状与前瞻	298
8.5.1 概念和储量前景	298
8.5.2 世界各国储藏及开发进展	302
8.5.3 开发展望	305
8.5.4 中国研究开发前景	309
参考文献	317

第 1 章 能源消费现状 与发展趋势



1.1 世界能源消费现状与趋势



1.1.1 能源消费现状

1. 能源和石油消费现状

据英国石油公司(BP公司)2008年6月中旬发布的世界能源统计,2007年全球能源消费持续增长,尽管能源价格继续处于高位,能源消费仍以高于经济的平均增速增长。2007年是原油价格持续上涨的第六个年头。除了欧洲以外,天然气价格也适度上涨。

世界一次能源消费从2006年增长2.7%下降至2007年增长2.4%,但2007年仍是第五个持续增长年,而且2007年增速高于5年的平均值。亚太地区占全球能源消费增长量的2/3,尽管日本消费下降0.9%,亚太地区仍以高于5%的平均增速增长。北美洲能源消费在2006年的消费疲软之年后,2007年反弹,增速达1.6%,为前10年平均增速的二倍。中国2007年增速为7.7%,是2002年以来增速最低的一年,但仍高于前10年的平均增速。中国再次占2007年全球能源消费增长量的一半。印度2007年能源消费增速为6.8%,是继中国和美国之后第三个增量最大的国家。欧洲联盟(以下简称欧盟)2007年能源消费下降2.2%,德国在世界能源消费中是下降最大的国家。

图1.1列出全球2004~2008年的GDP和一次能源增长率的变迁。

BP公司指出,2007年世界原油生产量下降0.2%,全球能源市场处于供应高度紧张的状态。截至2008年6月6日,原油价格逼近140美元/桶,7月3日飙升至145.85美元/桶。

2007年全球石油生产量已下降至8153万桶/d,这是自2002年以来的首次年度下降。2007年全球石油消费上升1.1%,即上升100万桶/d,2007年消费增速稍低于

前10年的平均增速。2007年世界石油探明储量持平,约为1.24万亿桶,按现在全球生产量计,可满足开采超过41年。

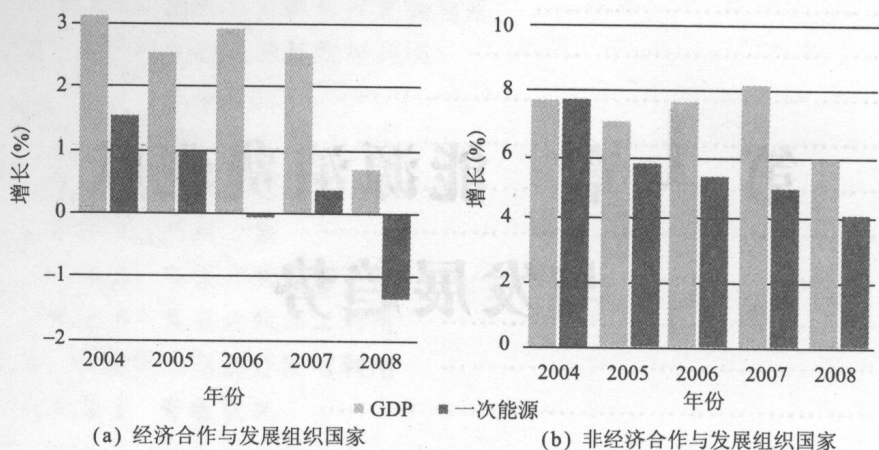


图 1.1 全球 2004~2008 年的 GDP 和一次能源增长率的变迁

BP 公司首席执行官 Tony Hayward 指出,全球能源市场处于油价高悬和高度紧张状态,反映了供应与需求平衡吃紧。能源安全与替代能源开发已成为全球能源政治的首要话题。但是,尽管能源价格在高位盘旋,世界能源市场仍将继续取得可靠的能源供应。

BP 公司也指出,涉及经济合作与发展组织(简称经合组织,OECD)29 个工业化国家的原油生产量至 2007 年已是第五个下降之年。BP 公司也认为,2007 年全球原油生产的下降是 2006 和 2007 年欧佩克实施减产的结果,欧佩克占全球石油供应量的 40%。由于 2006 年 11 月和 2007 年 2 月欧佩克实施减产的累积影响,欧佩克原油生产量下降了 35 万桶/d。欧佩克以外的石油增产乏力,2007 年增长仅高于 20 万桶/d。

除了欧洲和欧亚大陆以及亚太地区外,石油仍是各地区最主要的能源来源。在亚太地区,煤炭占据主导地位,主要因为中国占能源需求的 70%。欧洲和欧亚大陆,天然气为燃料的主要来源,但 2007 年该地区消费有下降。

图 1.2 示出 2007 年化石燃料储采比。煤炭仍然是世界储量最丰富的化石燃料,储采比近 130 年。在能源消费高的地区,煤炭的储量相对于石油和天然气更为丰富。

截至 2008 年底统计,煤炭仍是世界最丰富的燃料,全球储采比大于 120 年。化石燃料中,亚太地区和北美洲仍是煤炭主要的消费中心。2008 年全球石油储采比有提高,自 1998 年以来仍保持 40 年。图 1.3 示出 2008 年化石燃料储采比。

2008 年作为一个整体来说,世界经济增长了 2%,是自 2003 年以来第一次低于世界平均值。美国经济出现衰退是影响经合组织国家一次能源消费下降的主要原因。例如,2008 年 9 月美国石油需求下降度等于印度全国的石油消费。到 2008 年第四季度世界经济开始收缩,不难看出世界各国的联系是如此之密切。

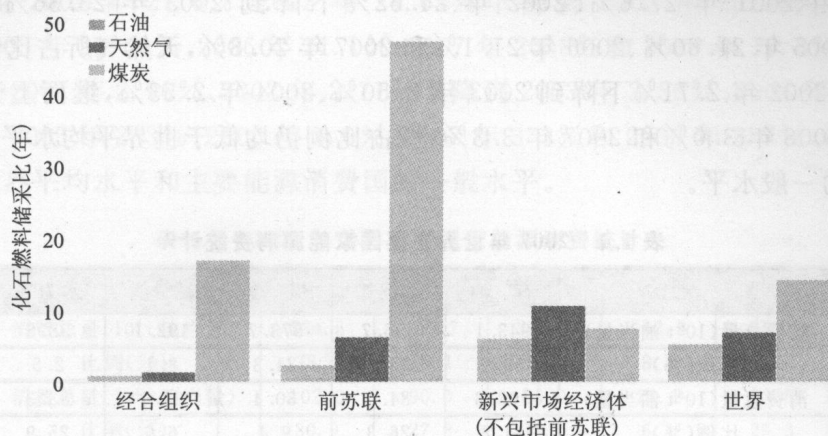


图 1.2 2007 年化石燃料储采比

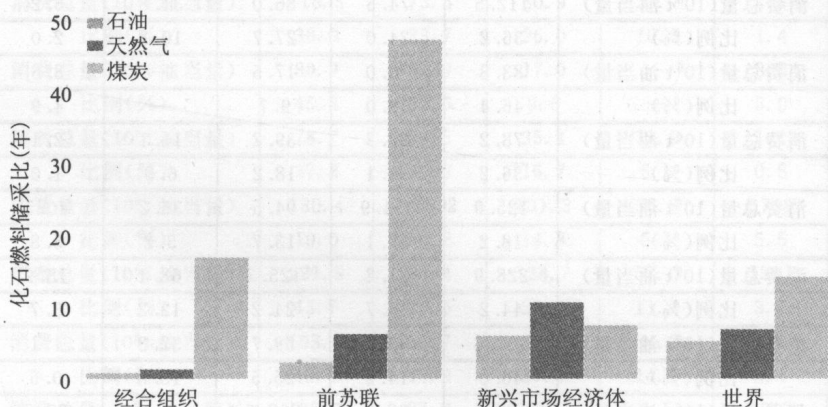


图 1.3 2008 年化石燃料储采比

经济增长永远是推动能源需求的主要推动力,2008 年全球一次能源需求的增长低于 GDP 增长速度仍然主要发生在非经合组织国家。2008 年非经合组织国家的经济增长速度达到了过去 5 年来的最高值,它们主宰了全球的能源需求。但是 2008 年非经合组织国家石油进口量也有所放缓,主要是在亚洲的增长下降了一半,从 2007 年 750 万桶/d 降到了 2008 年的 334 万桶/d,尽管如此中国仍然是石油增长中最重要的一个国家。

2. 能源消费结构

2007 年全球能源消费总量为 110.993 亿 t 油当量,在能源消费结构中,石油平均占 35.6%(比 2006 年 35.8%下降 0.2%)、天然气平均占 25.6%(比 2006 年 23.7%上升 1.9%),煤炭平均占 28.6%(比 2006 年 28.4%上升 0.2%),核能平均占 5.6%,水力平均占 6.4%。

世界主要能源消费国的能源消费结构中,石油一般仍占 38%左右,天然气一般占 23%左右。2007 年世界主要国家能源消费统计见表 1.1。中国能源消费结构中,石油

所占比例由 2001 年 27.6%、2002 年 24.62% 下降到 2003 年 23.36%、2004 年 22.26%、2005 年 21.60%、2006 年 21.1% 和 2007 年 20.8%，天然气所占比例由 2001 年 2.96%、2002 年 2.71% 下降到 2003 年 2.50%、2004 年 2.53%，继而上升至 2005 年 2.8%、2006 年 3.0% 和 2007 年 3.3%，所占比例仍均低于世界平均水平和主要能源消费国的一般水平。

表 1.1 2007 年世界主要国家能源消费统计

国 家		石 油	天 然 气	煤 炭	核 能	水 力 等	合 计
美国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	943.1	595.7	573.7	192.1	58.8	2363.4
	比例(%)	39.9	25.2	24.3	8.1	2.5	100.0
加拿大	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	102.3	84.6	30.4	21.1	83.3	321.7
	比例(%)	31.8	26.3	9.4	6.6	25.9	100.0
法国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	91.3	37.3	12.0	99.7	14.4	254.7
	比例(%)	35.8	14.6	4.7	39.1	5.6	100.0
德国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	112.5	74.5	86.0	31.8	6.2	311.0
	比例(%)	36.2	24.0	27.7	10.2	2.0	100.0
意大利	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	83.3	70.0	17.5	—	8.8	179.6
	比例(%)	46.4	39.0	9.7	—	4.9	100.0
英国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	78.2	82.3	39.2	14.1	2.1	215.9
	比例(%)	36.2	38.1	18.2	6.5	1.0	100.0
俄罗斯	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	125.9	394.9	94.5	36.2	40.5	692.0
	比例(%)	18.2	57.1	13.7	5.2	5.8	100.0
日本	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	228.9	81.2	125.3	63.1	18.9	517.4
	比例(%)	44.2	15.7	24.2	12.2	3.7	100.0
韩国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	107.6	33.3	59.7	32.3	1.1	234.0
	比例(%)	46.0	14.2	25.5	13.8	0.5	100.0
印度	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	127.5	38.2	207.0	4.0	27.7	404.4
	比例(%)	31.8	9.4	51.4	1.0	6.8	100.0
中国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	387.6	60.4	1310.8	13.2	91.4	1883.5
	比例(%)	20.8	3.3	70.4	0.7	5.9	100.0
世界合计	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	3929.2	2819.2	3163.3	488.3	699.3	11 299.2
	比例(%)	35.4	25.4	28.5	4.4	6.3	100.0

统计显示,1973 年,作为燃料的世界一次能源消耗中石油占 45%,天然气占 16%。到 2004、2005、2006 和 2007 年,在上述构成中石油下降到 36.8%、36.41%、35.8%和 35.6%,天然气相应上升到 23.6%、23.49%、23.7%和 25.6%。目前虽然核能、水电能等能源比重在逐步加大,但石油、煤炭和天然气仍然在能源格局中处于主体地位,2007 年三者所占比例分别为 35.6%、28.6%和 25.6%。

《BP 世界能源统计 2009》显示,2008 年全球一次能源消费 112.949 亿 t 油当量,比 2007 年的 110.993 亿 t 油当量增长 1.956 亿 t 油当量。其中中国增长 1.397 亿 t 油当量,约占全球增量的 73.3%。另外,2008 年中国在全球一次能源消费市场中所占比重为 17.7%,居于美国之后,位列全球第二。

世界主要能源消费国的能源消费结构中,石油一般仍占 38%左右,天然气一般占 23%左右。2008 年世界主要国家能源消费统计见表 1.2。中国能源消费结构中,石油

所占比例由 2001 年 27.6%、2002 年 24.62% 下降到 2003 年 23.36%、2004 年 22.26%、2005 年 21.60%、2006 年 21.1%、2007 年 20.8% 和 2008 年 19.3%，天然气所占比例由 2001 年 2.96%、2002 年 2.71% 下降到 2003 年 2.50%、2004 年 2.53%，继而上升至 2005 年 2.8%、2006 年 3.0%、2007 年 3.3% 和 2008 年 3.7%，所占比例仍均低于世界平均水平和主要能源消费国的一般水平。

表 1.2 2008 年世界主要国家能源消费统计

国 家		石 油	天 然 气	煤 炭	核 能	水 力 等	合 计
美国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	884.5	600.7	565.0	192.0	56.7	2299.0
	比例(%)	38.5	26.1	24.6	8.4	2.5	100.0
加拿大	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	102.0	90.0	33.0	21.1	83.6	329.8
	比例(%)	30.9	27.3	10.0	6.4	25.3	100.0
法国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	92.2	39.8	11.9	99.6	14.3	257.9
	比例(%)	35.8	15.4	4.6	38.6	5.5	100.0
德国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	118.3	73.8	80.9	33.7	4.4	311.1
	比例(%)	38.0	23.7	26.0	10.8	1.4	100.0
意大利	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	80.9	69.9	17.0	—	8.8	176.6
	比例(%)	45.8	39.6	9.6	—	5.0	100.0
英国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	78.7	84.5	35.4	11.9	1.1	211.6
	比例(%)	37.2	39.9	16.7	5.6	0.5	100.0
俄罗斯	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	130.4	378.2	101.3	36.9	37.8	684.6
	比例(%)	19.0	55.2	14.8	5.4	5.5	100.0
日本	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	221.8	84.4	128.7	57.0	15.7	507.5
	比例(%)	43.7	16.6	25.4	11.2	3.1	100.0
韩国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	103.3	35.7	66.1	34.2	0.9	240.1
	比例(%)	43.0	14.9	27.5	14.2	0.4	100.0
印度	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	135.0	37.2	231.4	3.5	26.2	433.3
	比例(%)	31.2	8.6	53.4	0.8	6.0	100.0
中国	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	390.2	74.9	1413.3	15.5	132.4	2026.3
	比例(%)	19.6	3.7	69.4	0.8	6.5	100.0
世界合计	消费总量(10 ⁶ t 油当量)	3927.9	2726.1	3303.7	619.7	717.5	11 294.9
	比例(%)	34.8	24.1	29.2	5.5	6.4	100.0

统计显示，1973 年，作为燃料的世界一次能源消耗中石油占 45%，天然气占 16%。到 2004 年、2005 年、2006 年、2007 年和 2008 年，在上述构成中石油下降到 36.8%、36.41%、35.8%、35.6% 和 34.8%，天然气相应上升到 23.6%、23.49%、23.7%、25.6%，2008 年下降至 24.1%。目前虽然核能、水电能等能源比重在逐步加大，但石油、煤炭和天然气仍然在能源格局中处于主体地位，2008 年三者所占比例分别为 34.8%、29.2% 和 24.1%，煤炭所占比例比 2007 年 28.6% 增长了 0.6%。表 1.3 列出全球历年来一次能源消费结构。

3. 后危机时代世界石油市场特点

2009 年国际油气市场呈现五大特点：一是世界石油需求继续下降，石油市场供需基本面宽松；二是世界勘探开发投资在连续经历 10 年增长后首次下降，部分大型项目被暂缓或取消；三是世界天然气产量和消费量双双下降，主要市场天然气价格大幅下

跌；四是世界炼油能力大幅增长，总体过剩；五是由资源国主导的国际油气合作格局进一步发展。

表 1.3 全球历年来一次能源消费结构

年 份	合计消费(亿 t 标准煤)	煤炭比例(%)	石油比例(%)	天然气比例(%)	水电比例(%)
1981	92.40	27.85	45.95	20.21	5.99
1982	91.43	28.38	44.81	20.65	6.17
1983	90.88	29.05	43.63	20.86	6.46
1984	91.77	29.49	42.94	20.86	6.70
1985	95.76	29.66	41.94	21.77	6.64
1986	97.59	30.33	41.01	22.03	6.64
1987	99.73	30.29	41.33	21.80	6.57
1988	102.80	30.42	40.89	22.21	6.49
1989	106.22	30.24	40.83	22.50	6.44
1990	108.29	29.85	40.72	23.12	6.31
1991	109.53	29.13	41.01	23.39	6.46
1992	109.82	28.82	40.82	23.77	6.60
1993	110.27	28.48	41.14	23.80	6.58
1994	111.02	28.49	40.55	24.05	6.92
1995	112.14	28.38	40.84	23.90	6.88
1996	114.89	28.37	40.44	24.09	7.09
1997	118.56	28.35	40.19	24.48	6.97
1998	119.60	27.92	40.86	24.18	7.03
1999	119.65	27.26	41.03	24.58	7.13
2000	121.11	26.81	41.28	24.80	7.10
2001	124.29	27.14	40.66	25.19	7.02
2002	124.96	27.22	40.64	25.32	6.82
2003	127.38	27.29	40.25	25.64	6.82
2004	131.92	28.47	39.59	25.36	6.58
2005	138.09	28.96	39.30	25.09	6.65
2006	145.41	28.40	35.80	25.70	6.30
2007	168.71	28.60	35.60	25.60	6.30
2008	171.68	29.10	34.80	24.10	6.40

随着世界经济继续回暖，世界石油需求将恢复正增长，全球石油供需基本面仍较宽松。成品油仍将呈现供过于求的局面，炼油毛利将继续维持较低水平。2010 年全球上游资本支出将恢复增长，总体投资将比 2009 年增长 10% 左右。

受全球金融危机的影响，世界石油市场形势发生了较大变化。进入 2010 年，随着国际经济形势的逐步好转和国内经济形势的明显好转，石油市场环境正在逐步回暖。在后危机时代，全球石油生产和供应仍主要被少数国际石油寡头所垄断，但已经开始出现需求多元化、供给多元化和资本多元化的趋势。

目前，在世界石油市场格局中，国家石油公司迅速发展，出现了以沙特国家石油公司、委内瑞拉国家石油公司、中石油、俄罗斯国家天然气工业股份公司、巴西石油公司、伊朗国家石油公司和马来西亚国家石油公司为首的新“七姐妹”，它们与跨国石油公司在全球范围内开始竞争，尤其是在中亚和非洲进行资源竞争。在北极、墨

西哥湾深水区、非洲西部、美国和加拿大等区域,国家石油公司也开始显示出越来越强的竞争力。

在国际石油市场格局中,跨国石油公司的地位有所下降,国家石油公司地位正在逐渐提升,已经开始逐渐由“规则执行者”向“规则制定者”转变。跨国石油公司已经逐渐丧失对世界油气资源的控制力,获准进入区域的勘探开发条件更加苛刻,前景较好的盆地往往被资源国国家石油公司牢牢地控制。在过去几年里,由于国际油价高涨,国家石油公司有财力进行业务扩张,部分国家石油公司开始向海外和下游业务迅速发展。目前,以国家石油公司为代表的新“七姐妹”,拥有着世界 $1/3$ 的油气储量,控制着世界油气产量的 $1/3$ 。相比之下,以跨国石油公司埃克森美孚、皇家荷兰壳牌、英国石油公司与雪佛龙为代表的“四姐妹”,油气产量仅占世界 10% ,油气储量仅占世界 3% 。如今 100 多家国家石油公司控制着世界 $3/4$ 的石油产量和储量,一半国家石油公司在海外拥有资产,资源优势明显,国际竞争力正在逐步增强。

最近几年,随着技术进步和投入增加,世界剩余石油探明储量保持稳步增加的趋势,石油供应总量大于需求。由于石油资源区域和主要消费区域分布不平衡,石油贸易稳步发展。

目前,世界石油储量虽然能满足未来数十年需求,但石油探明储量增速已经明显放缓,石油产能增长缓慢,剩余产能有限。经济危机过后,世界经济还将保持较快增长,特别是随着发展中国家工业化程度加深,石油需求将迅速增长。高油价虽能推动替代能源发展,但石油仍将长期保持主体能源地位。尽管石油资源仍比较充足,但资源稀缺性将更加突出。

1.1.2 能源消费趋势

埃克森美孚公司 2007 年 11 月 14 日表示,化石燃料仍将在能源唱主角,到 2030 年,烃类将继续占能源需求的约 80% ,石油和天然气将约占 60% 。

埃克森美孚公司于 2009 年 8 月 3 日发表的能源报告预计,到 2030 年,天然气将超过煤炭成为仅次于石油的全球第二大能源。埃克森美孚公司《2030 年全球能源展望》报告显示,目前世界能源消费总量约为 2.45 亿桶/d 石油当量,到 2030 年,全球能源需求将从 2005 年的 2.3 亿桶/d 石油当量增至 3.1 亿桶/d 石油当量,总增长率达 35% ,平均每年增长 1.2% 。报告预计,到 2030 年石油仍将是全球第一大能源来源,需求量将占全球能源需求总量的 35% ;天然气将升至第二位,占比将达 25% ,而煤炭则退居第三位,之后是核能。以需求的年均增长率预计,核能为 2.3% ,天然气为 1.8% ,石油为 0.9% ,煤炭仅为 0.6% 。

埃克森美孚公司于 2009 年 12 月 8 日表示,即便经济衰退削弱了 2009 年的能源需求,但到 2030 年全球能源需求将较 2005 年增长约 35% 。该公司同时表示,发展中国家经济的快速增长将使其 2005~2030 年的能源需求增长约 65% 。而发达国家这段时间的能源需求预计将持稳。埃克森美孚表示,2005~2030 年,能源效率有望快速提高,这将帮助减少新增能源需求的 65% 。据埃克森美孚的预测报告,发电工业是能