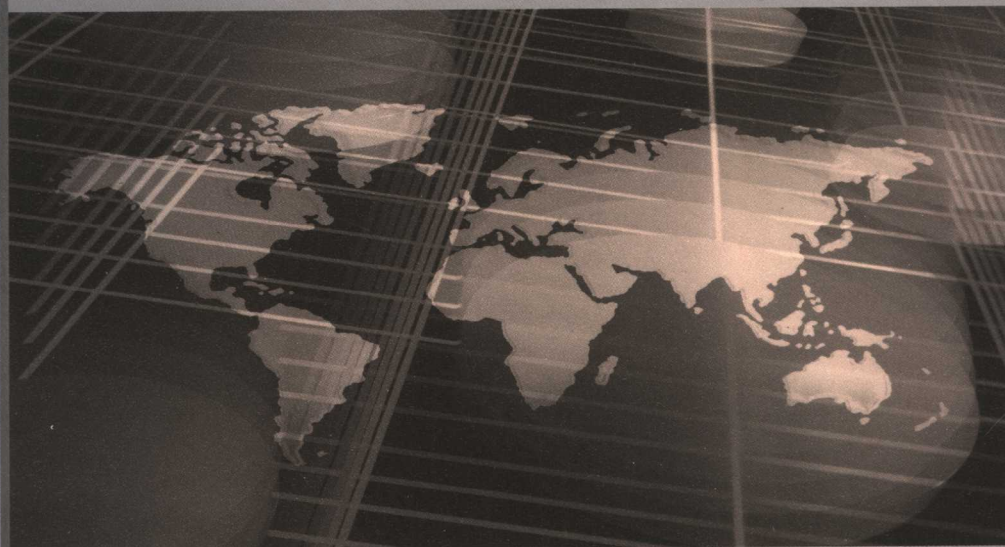


XINNENGYUAN

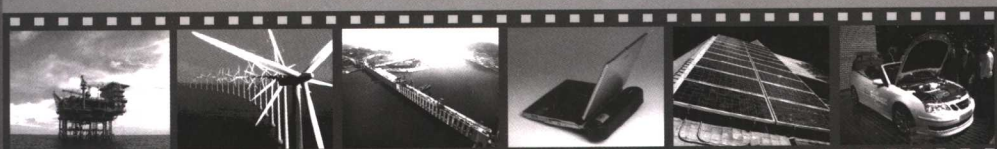
新能源

——后石油时代的 必然选择

钱伯章 编



- ★ 水能利用:大有可为
- ★ 核能发电:有序发展
- ★ 风能利用:脱颖而出
- ★ 生物质能利用:步伐加快
- ★ 地热能利用:不可小视
- ★ 氢能开发:方兴未艾
- ★ 液化天然气冷能回收利用:不可忽视
- ★ 太阳能利用:前途无量
- ★ 醇醚燃料:闪亮登场的汽车替代燃料
- ★ 天然气水合物:巨大的潜在能源
- ★ 天然气和煤基合成油:应运而生



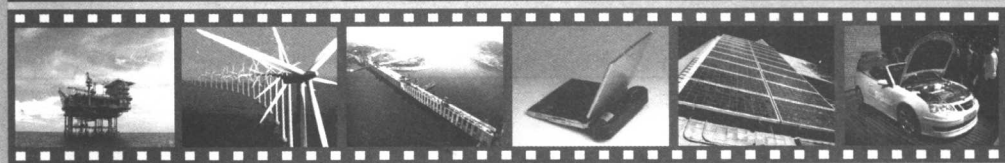
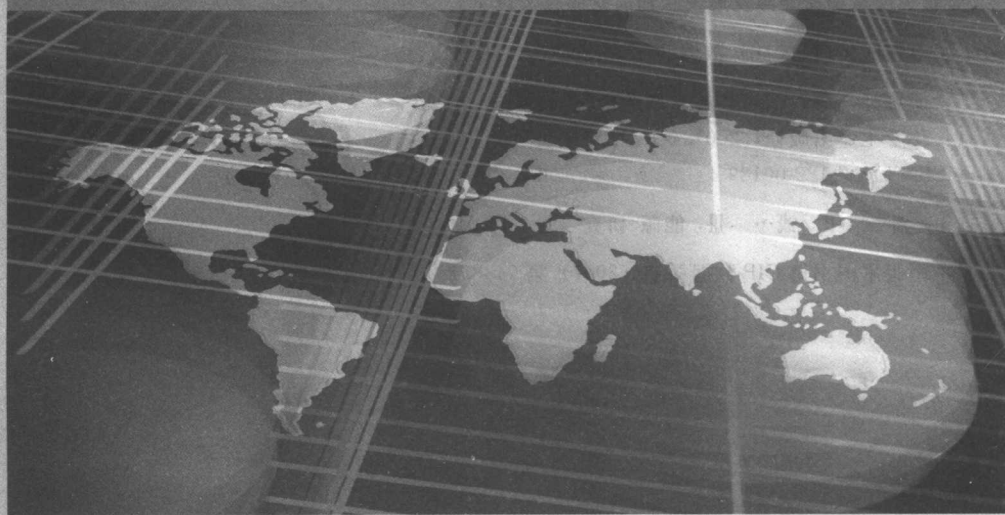
化学工业出版社

XINNENGYUAN

新能源

——后石油时代的
必然选择

钱伯章 编



化学工业出版社

·北京·

石油作为人类的主要能源不过一个多世纪,随着国际油价的高位剧烈震荡,油价居高不下和石油产量即将达到峰值的出现,后石油时代即将来临。

本书以“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新进展为出发点,全面评述了世界和中国的能源消费现状和发展趋势;世界和中国可再生能源利用现状及发展趋势。重点介绍了生物质能(尤其是生物乙醇、生物柴油以及生物质化工),太阳能,风能,水能,地热能,核能发电,氢能(含燃料电池),醇醚燃料,天然气和煤基合成油,天然气水合物,液化天然气冷能回收利用的国内外发展现状与趋势。

本书内容丰富,信息量大,力求做到典型数据与归纳分析相结合,历史沿革与现状和未来趋势相结合。可为从事能源产业以及相关行业的各级领导提供决策支持;为从事规划、生产、科研和贸易工作的技术人员提供咨询参考;为从事能源和相关工作的经济、科技和信息人员提供信息借鉴;为关心中国及世界能源发展前景的广大读者提供一个全面了解中国及世界能源现状和新能源发展现状和前景的普及读本。

图书在版编目(CIP)数据

新能源——后石油时代的必然选择/钱伯章编. —北
京:化学工业出版社,2007.4
ISBN 978-7-122-00189-4

I. 新… II. 钱… III. 能源-研究 IV. TK01

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第043891号

责任编辑:路金辉
责任校对:周梦华

装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京市彩桥印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张17¼ 字数322千字 2007年5月北京第1版第1次印刷

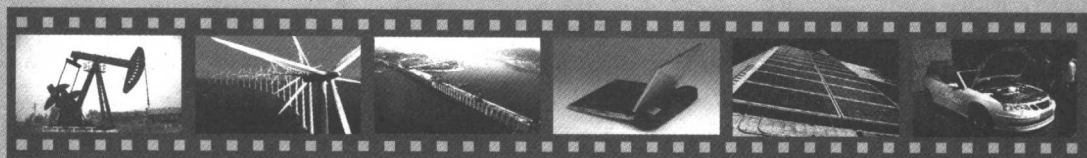
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:35.00元

版权所有 违者必究



前言

地球上的石油到底还能供人类用多久？这是一个有争议的问题。有专家认为地球上的石油仅够用三四十年，有专家则认为可使用一二百年。按石油探明储藏量计算，世界石油的可开采年限已由 2003 年 41.0 年减少到 2005 年 40.6 年。中国的石油可开采年限更低于世界水平，由 2003 年 19.1 年减小到 2005 年 12.1 年。目前全球每年消耗的石油已达 38 亿吨，几乎每年增加 2%。以这个数字计算，到 2010 年，全世界将消耗掉全部石油探明储量的一半。

2003 年以来，国际油价急剧上涨，标志着世界石油市场进入了一个新的阶段，它越来越深刻地影响着能源发展战略取向。回顾国际油价发展历史，石油价格大致可划分为 15 美元/桶以下的特低油价、15~20 美元/桶的低油价、20~40 美元/桶的常规油价、40~80 美元/桶的高油价和 80 美元/桶以上的超高油价五个区间。

世界石油年消费已由 2002 年 35.2 亿吨逐年增长到 2005 年 38.3 亿吨（290 亿桶），并呈继续增长态势，而近 11 年来石油平均发现量仅 74.2 亿桶/年。1992~2005 年期间，全球石油生产量仅 29% 来自新发现量，此期间累计短缺超过 2240 亿桶。多种因素综合作用造成油价上涨：全球石油需求强劲，石油市场供需关系紧张仍是主导因素；全球石油储量增长持续低于生产量的增长，造成较大的心理压力。

尽管勘探开发技术进步很快，但所探明的新的石油储量明显不足，现有石油消费量同新勘探到的石油储量的比例是 4:1。在本世纪，石油仍然是经济发展的主动力，但如果石油危机爆发，世界经济将面临严峻的挑战。

加速发展替代能源，以应对高油价的挑战，迎接后石油时代的到来，这是人类社会持续发展必须面对的重大课题。

石油作为人类的主要能源不过一个多世纪，但是在经过这一个多世纪的发展，低廉而又充足的廉价石油时代已经终结，随着国际油价的高位剧烈震荡，油价居高不下和石油产量即将达到峰值的出现，后石油时代即将来临，因此，21 世纪的石油工业又可称为后石油时代的石油工业。

借用生物学的概念，我们将石油的开发生产看作和许多有生命的事物一样，经历孕育、生长、强壮、衰老、死亡的生命周期过程。后石油时代就是全球石油生命周期中所谓的衰老和死亡阶段。

国际上，不少能源专家认为，我们正在走向后石油时代，这不无道理。纵观国际石油资源和市场的发展历史和变化轨迹，一旦石油价格冲入特高油价区域，并长期维持在高油价水平上震荡，即可认为，全球迈入了后石油时代。后石油时

代是一个新的主体能源的接替时期，它将是一个相当长的时期，至少需要 20~30 年，甚至更长一些时间。后石油时代是新能源、可再生能源快速成长和发展时期，也是石油替代产品的培育、成长和发育时期。在后石油时代，一方面，要从各个领域入手应对高油价；另一方面，要大力鼓励支持新能源和可再生能源的发展，大力鼓励和支持石油替代产品的发展，为迎接新的主导能源时代的到来，提供新的可靠的能源保障体系。

世界上一些顶级石油公司已在纷纷转轨成为“能源公司”，加快步伐，涉足生物燃料、氢能、太阳能、风能等新能源的开发和利用。

目前，中国是世界上仅次于美国和日本的第三大石油进口国，同时也是仅次于美国的第二大石油消费国。2005 年中国石油消费量超过 3 亿吨，石油对外依存度为 42.9%。2006 年我国原油进口 14518 万吨，创历史新高，成品油进口 3638 万吨。未来 10 年，中国石油净进口仍将以年均 10% 的速度增长。到 2010 年，我国的石油需求将达 3.5 亿吨，届时石油进口量将达 1.8 亿吨，我国石油消费约 47% 将靠进口。

在国际石油市场不断强势震荡，中国国内石油、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，已经成为缓解制约中国能源发展瓶颈的当务之急。中国致力于发展新能源将带来巨大商机，各种信息显示：到 2020 年，中国需要在新能源领域的投资达 8000 亿元左右。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%，2020 年将达到 16% 左右。中国已出台《可再生能源法》，在“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。

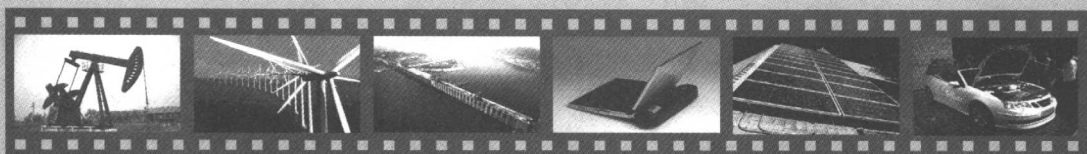
本书以“中国走向世界，并融入世界”为主线，以可再生能源和其他新能源的新进展为出发点，全面评述了世界和中国的能源消费现状和发展趋势；世界和中国可再生能源发展趋势；可再生能源利用进展。并重点介绍了生物质能（尤其是生物乙醇、生物柴油以及生物质化工），太阳能，风能，水能，地热能，核能发电，氢能（含燃料电池），醇醚燃料，天然气和煤基合成油，天然气水合物，液化天然气冷能回收利用的国内外发展现状与趋势。尽管核能、醇醚燃料（甲醇燃料和二甲醚）、天然气和煤基合成油、天然气水合物、LNG 冷量利用等不属于可再生能源，但基于它们仍处发展或开发阶段，本书也将其列入新能源范畴。

本书内容丰富，信息量大，力求做到典型数据与归纳分析相结合，历史沿革与现状和未来趋势相结合。可为从事能源产业以及相关行业的各级领导提供决策支持，为从事规划、生产、科研和贸易工作的技术人员提供咨询参考，为从事能源和相关工作的经济、科技和信息人员提供信息借鉴，以及为关心我国及世界能源发展前景的广大读者提供一个全面了解我国及世界能源现状和新能源发展现状及前景的良好平台。

鉴于编者水平所限，书中不妥之处恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

2007 年 3 月



目 录

第一章 能源消费现状和趋势	1
第一节 世界能源消费现状和趋势	1
一、世界化石能源的储量、生产和消费	1
二、世界能源消费结构	5
三、世界石油生产趋势分析	6
四、世界能源需求预测	9
第二节 中国能源消费现状和趋势	11
第二章 世界可再生能源利用进展和规划	15
第一节 世界可再生能源发展趋势	15
第二节 世界各国可再生能源利用和规划	16
一、欧洲各国利用现状和规划	16
二、美国利用现状和规划	18
三、亚非各国利用现状和规划	19
四、中国可再生能源利用现状和规划	21
第三章 生物质能利用：步伐加快	25
第一节 生物质能利用前景	25
一、世界生物质能利用前景广阔	25
二、中国生物质资源利用前途光明	26
第二节 生物质利用开发进展	28
一、生物质直接制备油	28
二、生物质发电	29
三、生物质秸秆发酵产生天然气	32
四、生物质制甲醇	32

五、生物质产氢	32
六、纤维素转化为化学品	33
第三节 生物燃料的发展动向	34
一、减少对石油依赖和减少温室气体排放的双重作用	35
二、生物燃料的产能效率	37
三、生物燃料的发展前景	37
四、世界石油和化工公司加快研发与生产生物燃料	39
五、2020 年：中国生物液体燃料达 2000 万吨	42
第四节 生物乙醇	43
一、世界发展现状	43
二、中国发展现状	48
三、技术发展趋势	55
第五节 生物丁醇	63
第六节 生物柴油	65
一、生物柴油优点	65
二、世界各国应用和发展进展	67
三、中国开发现状	74
四、新的加工方法和原料来源	80
第七节 生物质化工	90
一、生物炼油厂将迎面而至	90
二、生物质化工产品拓展开发和应用	93
第四章 太阳能利用：前途无量	107
第一节 太阳能利用前景	107
第二节 世界各国太阳能应用进展	108
一、美国	108
二、西欧	111
三、亚太地区	113
四、非洲	114
第三节 太阳能光伏发电成本	114
第四节 降低光伏发电成本的途径	115
一、规模化生产提高经济性	115
二、制造更薄的硅晶片	116

三、发展非多晶硅技术	117
第五节 光伏电池用化工专用材料	122
第六节 太阳能制氢	123
第七节 太阳能的其他利用方式	124
一、太阳能农用机器人	124
二、太阳能发电机	124
三、太阳能光伏反渗透海水淡化	124
第八节 中国太阳能利用进展	125
一、中国太阳能资源	125
二、中国太阳能利用进展	126
三、中国光伏电池产业	132
第九节 太阳能聚热发电将脱颖而出	135
第五章 风能利用：脱颖而出	137
第一节 世界风能发电进展	137
一、世界风能发电现状	137
二、欧洲风能发电进展	139
三、美国风能发电进展	143
四、加拿大风能发电进展	145
五、亚太地区风能发电进展	145
第二节 风电场建设成本	146
第三节 中国风能利用进展	147
一、中国风能资源	147
二、中国风能发电进展	148
三、中国风电机组产业	156
第六章 水能利用：大有可为	159
第一节 水力发电继续拓展	159
一、世界发展现状	159
二、中国发展进展	161
第二节 海洋能发电前景诱人	165
一、海洋温差发电	166
二、潮汐能发电	166

三、海浪发电	167
四、中国研发步伐加快	168
第七章 地热能利用：不可小视	169
第一节 世界各国地热能利用进展	169
第二节 中国地热能利用位于世界前列	171
第三节 地源热泵的应用	173
第八章 核能发电：有序发展	175
第一节 世界核能发电进展	175
一、世界核能发电现状	175
二、世界各国核能发电建设进展	177
第二节 中国核能发电现状和进展	179
第九章 氢能开发：方兴未艾	185
第一节 世界氢能开发进展	185
一、氢气利用发展态势	185
二、氢气生产、储存和应用新技术	189
第二节 中国氢能发展现状和展望	194
第三节 燃料电池发展现状和前景	196
一、燃料电池的分类	198
二、燃料电池发展前景	200
三、使用各种燃料的燃料电池发展现状	201
四、燃料电池新型组件材料	209
五、中国研究开发进展	211
第十章 醇醚燃料：闪亮登场的汽车替代燃料	215
第一节 汽车代用燃料发展趋势	215
第二节 甲醇燃料崭露头角	216
一、甲醇汽油使用性能的评价	216
二、中国甲醇燃料试点推行现状	217
三、甲醇燃料研发进展	218
四、推广甲醇燃料需解决的问题	219

第三节 二甲醚应用将成热点	220
一、二甲醚的应用特性	220
二、二甲醚生产技术	221
三、二甲醚燃料发展导向	224
四、中国二甲醚装置建设态势	225
第十一章 天然气和煤基合成油：应运而生	227
第一节 概述	227
第二节 天然气合成油（GTL）	227
一、发展天然气制合成油（GTL）的优势	227
二、天然气制合成油（GTL）技术	228
三、天然气制合成油（GTL）工艺方案	230
四、天然气制合成油（GTL）技术开发进展	234
五、天然气合成油（GTL）项目建设动向	238
六、天然气合成油（GTL）的经济性分析	239
七、中国发展前瞻	240
第三节 煤基合成油（CTL）	241
一、煤炭气化技术和煤炭间接液化制油	241
二、煤炭直接液化制油	252
三、中国煤制油（CTL）规划动向及分析和建设	253
第十二章 天然气水合物：巨大的潜在能源	257
第十三章 液化天然气冷能回收利用：不可忽视	261
参考文献	263



第一章

能源消费现状和趋势

第一节 世界能源消费现状和趋势

一、世界化石能源的储量、生产和消费

1. 石油、天然气和煤炭探明储藏量

《BP 世界能源统计 2006》指出：以目前的开采速度计算，全球探明石油储量可供生产 40.6 年，天然气和煤炭则分别可以供应 65.1 年和 155 年。

2005 年全球石油探明储量为 1636 亿吨，储采比由 2003 年 41.0 年减少到 2005 年 40.6 年。详见表 1-1。

表 1-1 2005 年世界各地石油探明储量

地 区	探明储量 /亿吨	占世界比例 /%	储采比 /年	地 区	探明储量 /亿吨	占世界比例 /%	储采比 /年
北美	78	5.0	11.9	中国	22		12.1
中南美	148	8.6	40.7	全世界合计	1636	100.0	40.6
欧洲(含独联体国家)	192	11.7	22.0	经合组织	106	6.7	11.2
中东	1012	61.9	81.0	欧佩克	1232	75.2	73.1
非洲	152	9.5	31.8	非欧佩克	235	14.6	13.6
亚太地区	54	3.4	13.8	独联体国家	168	10.2	28.4

据美国《油气杂志》2006 年 12 月 18 日发布世界原油储量年终统计，2006 年全球原油估算探明储量为 1804.72 亿吨，同比增长 1.93%。沙特阿拉伯仍列世界原油储量之首，为 355.89 亿吨。大部分国家的储量估算值较 2005 年变化不大。欧佩克成员国持有的原油探明储量比上年小有增长，约占全球的 68.5%，为 1236.09 亿吨。中国 2006 年原油估算探明储量约 21.92 亿吨，较上年大幅下滑了 12.33%，居世界第 13 位，比 2005 年下降一位。

2005 年世界天然气探明储量增加到 179.83 万亿立方米，天然气储采比由 2004 年 66.7 年下降至 2005 年 65.1 年。详见表 1-2。中国天然气探明储量储采比由 2002 年 46.3 年增加到 2003 年 53.4 年、2004 年 54.7 年，并下降到 2005 年 47 年。



表 1-2 2005 年世界各地天然气探明储量

地 区	探明储量 /万亿立方米	占世界比 例/%	储采比 /年	地 区	探明储量 /万亿立方米	占世界比 例/%	储采比 /年
北美	7.46	4.1	9.9	亚太地区	14.84	8.3	41.2
中南美	7.02	4.0	51.8	世界合计	179.83	100.0	65.1
欧洲和欧亚大陆	64.01	35.6	60.3	欧盟 25 国	2.57	1.5	12.9
中东	72.13	40.1	大于 100	经合组织	14.95	8.3	13.8
非洲	14.39	8.0	88.3	独联体国家	58.32	32.4	76.7

2005 年世界煤炭探明储量 9090.64 亿吨, 但平均储采比已由 2002 年的 204 年减小到 2005 年 155 年。中国探明储量位居第 3 位, 但储采比由 2002 年 82 年减小到 2005 年 52 年。详见表 1-3。

表 1-3 2005 年世界煤炭探明储量前 7 位国家

国 家	探明储量 /亿吨	占世界比例 /%	储采比 /年	国 家	探明储量 /亿吨	占世界比例 /%	储采比 /年
美国	2466.43	27.1	240	澳大利亚	785.00	8.6	213
俄罗斯	1570.10	17.3	大于 500	南非	487.50	5.4	198
中国	1145.00	12.6	52	乌克兰	341.53	3.8	436
印度	924.45	10.2	217	世界合计	9090.64	100	155

2. 石油、天然气和煤炭生产量

2005 年全世界合计生产原油 38.950 亿吨, 比 2004 年 38.679 亿吨增加 2710 万吨, 见表 1-4。统计显示, 1973 年世界石油产量是 28.67 亿吨, 2005 年的产量为 38.95 亿吨, 32 年间增加生产 10 亿吨。

2005 年生产原油前 10 位国家见表 1-5。

表 1-4 2005 年全球各地区原油生产量

地 区	生产量 /亿吨	比上年增 减/%	占世界比 例/%	地 区	生产量 /亿吨	比上年增 减/%	占世界比 例/%
北美	6.425	-3.5	16.5	全世界	38.950	1.0	100.0
中南美	3.506	3.0	9.0	经合组织	9.277	-4.7	23.8
欧洲(含独联体国家)	8.450	-0.3	21.7	欧佩克	16.255	2.5	41.7
中东	12.081	2.0	31.0	非欧佩克	16.920	-1.1	43.4
非洲	4.671	6.2	12.0	独联体国家	5.744	3.7	14.8
亚太地区	3.817	1.2	9.8				

表 1-5 2005 年原油生产前 10 位国家

排 名	国 家	生产量/亿吨	占世界比例 /%	排 名	国 家	生产量/亿吨	占世界比例 /%
1	沙特阿拉伯	5.262	13.5	6	中国	1.814	4.6
2	俄罗斯	4.700	12.1	7	委内瑞拉	1.547	4.0
3	美国	3.102	8.0	8	加拿大	1.452	3.7
4	伊朗	2.004	5.1	9	挪威	1.382	3.5
5	墨西哥	1.871	4.8	10	科威特	1.301	3.3



据美国《油气杂志》2006年12月18日发布世界原油产量年终统计,2006年全球原油及凝析油产量估算为36.24亿吨,比2005年增长约0.2%。从地区来看,原油产量增幅最大的地区是东欧及独联体国家,增幅达4.3%,其中哈萨克斯坦、俄罗斯和阿塞拜疆贡献最大。2006年欧佩克原油产量为14.83亿吨,2005年为14.89亿吨。中国2006年原油产量为1.836亿吨,同比增长2%,居世界第5位。

2005年世界天然气生产量达到2.763万亿立方米,比2004年2.6916万亿立方米增加714亿立方米,见表1-6。

2005年世界天然气生产量前20位国家见表1-7。中国生产量由2001年303亿立方米增加到2005年500亿立方米,排序由2001年第19位上升至2005年第14位。2006年中国天然气产量达到585.5亿立方米。

2005年世界煤炭总生产量增加到28.872亿吨油当量,见表1-8。

表 1-6 2005 年世界各地天然气生产量

地 区	生产量/亿立方米	占世界比例/%	地 区	生产量/亿立方米	占世界比例/%
北美	7506	27.2	世界合计	27630	100.0
中南美	1356	4.9	欧盟 25 国	1997	7.2
欧洲和欧亚大陆	10611	38.4	经合组织	10794	39.1
中东	2925	10.6	独联体国家	7603	27.5
非洲	1630	5.9	其他新兴经济体	9232	33.4
亚太地区	3601	13.0			

表 1-7 2005 年世界前 20 位天然气生产国

排 序	国 家	生产量/ 亿立方米	占世界比例 /%	排 序	国 家	生产量/ 亿立方米	占世界比例 /%
1	俄罗斯	5980	21.6	11	马来西亚	599	2.2
2	美国	5257	19.0	12	土库曼斯坦	588	2.1
3	加拿大	1855	6.7	13	乌兹别克斯坦	557	2.0
4	英国	880	3.2	14	中国	500	1.8
5	伊朗	870	3.1	15	阿联酋	466	1.7
6	阿尔及利亚	878	3.2	16	阿根廷	456	1.7
7	挪威	850	3.1	17	卡塔尔	435	1.6
8	印度尼西亚	760	2.8	18	墨西哥	395	1.4
9	沙特阿拉伯	695	2.5	19	澳大利亚	371	1.3
10	荷兰	629	2.3	20	印度	304	1.1

表 1-8 2005 年煤炭生产量前 7 位国家

排 序	国 家	生产量/ 亿吨油当量	占世界比例 /%	排 序	国 家	生产量/ 亿吨油当量	占世界比例 /%
1	中国	11.077	38.2	5	南非	1.389	4.8
2	美国	5.762	20.0	6	俄罗斯	1.370	4.7
3	澳大利亚	2.024	7.0	7	波兰	0.687	2.4
4	印度	1.996	6.9		世界合计	28.872	100.0



3. 石油、天然气和煤炭消费量

2005 年世界石油消费总量为 38.368 亿吨,比 2004 年 37.671 亿吨增加 6970 万吨,见表 1-9。

全球天然气消费量由 2002 年 2.5355 万亿立方米增加到 2005 年 2.7496 万亿立方米。见表 1-10。

2005 年世界煤炭消费量前 7 位国家见表 1-11。世界主要地区煤炭消费量预测见表 1-12。

表 1-9 2005 年世界各地区石油消费量

地 区	石油消费量/亿吨	占世界比例/%	地 区	石油消费量/亿吨	占世界比例/%
北美	11.326	29.5	亚太地区	11.169	29.1
中南美	2.233	5.8	全世界	38.368	100.0
欧洲(含独联体国家)	9.633	25.1	欧盟 25 国	7.004	18.3
中东	2.713	7.1	经合组织	22.707	59.2
非洲	1.293	3.4	独联体国家	1.863	4.9
			其他新兴经济体	13.799	36.0

表 1-10 2005 年世界各地区天然气消费量

地 区	消费量/亿立方米	占世界比例/%	地 区	消费量/亿立方米	占世界比例/%
北美	7745	28.2	非洲	712	2.6
中南美	1241	4.5	亚太地区	4069	14.8
欧洲和欧亚大陆	11219	40.8	世界合计	27496	100.0
中东	2510	9.1			

表 1-11 2005 年世界煤炭消费量前 7 位国家

排 序	国 家	消费量/亿吨油当量	占世界比例/%
1	中国	10.819	36.9
2	美国	5.754	19.6
3	印度	2.129	7.3
4	日本	1.213	4.1
5	俄罗斯	1.116	3.8
6	南非	0.919	3.1
7	德国	0.821	2.8
世界合计		29.298	100.0

表 1-12 世界主要地区煤炭消费量预测/亿吨

地区	2001 年	2025 年	增长/%	地区	2001 年	2025 年	增长/%
美国	10.60	15.67	47.8	中国	13.83	27.57	99.3
西欧	5.74	4.63	-19.3	世界	53.00	76.00	43.4
独联体国家	4.46	4.36	-2.2				

二、世界能源消费结构

2005 年,世界主要能源消费国的能源消费结构及消费统计见表 1-13。



表 1-13 2005 年世界主要国家能源消费统计/百万吨油当量

国 家	石 油	天 然 气	煤 炭	核 能	水力等	合 计
美国	944.6	570.1	575.4	185.9	60.6	2336.6
	40.43%	24.40%	24.63%	7.96%	2.59%	100.00%
加 拿 大	100.1	82.3	32.5	20.8	81.7	317.5
	31.52%	25.92%	10.24%	6.55%	25.73%	100.00%
法 国	93.1	40.5	13.3	102.4	12.8	262.1
	35.52%	15.45%	5.07%	39.07%	4.88%	100.00%
德 国	121.5	77.3	82.1	36.9	6.3	324.0
	37.50%	23.86%	25.34%	11.39%	1.94%	100.00%
意大利	86.3	71.1	16.9	—	9.6	183.9
	46.93%	38.66%	9.19%	—	5.22%	100.00%
英 国	82.9	85.1	39.1	18.5	1.7	227.3
	36.47%	37.44%	17.20%	8.14%	0.75%	100.00%
俄罗斯	130.0	364.6	111.6	33.9	39.6	679.6
	19.13%	53.65%	16.42%	4.99%	5.83%	100.00%
日 本	244.2	73.0	121.37	66.3	19.8	524.6
	46.55%	13.92%	23.14%	12.64%	3.77%	100.00%
韩 国	105.5	30.0	54.8	33.2	1.2	224.6
	46.97%	13.36%	24.40%	14.78%	0.53%	100.00%
印 度	115.7	33.0	212.9	4.0	21.7	387.3
	29.89%	8.5%	55.0%	1.0%	5.6%	100.00%
中 国	341.1	44.2	1089.1	11.8	90.8	1578.9
	21.60%	2.80%	68.98%	0.75%	5.75%	100.00%
世界合计	3836.8	2474.7	2929.8	627.2	668.7	10537.1
	36.41%	23.49%	27.80%	5.95%	6.35%	100.00%

中国能源消费结构中，石油及天然气所占比例均低于世界平均水平和主要能源消费国的一般水平。

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%。2005 年，在上述构成中石油下降到 36.41%，天然气相应上升到 23.49%。因此，目前虽然核能、水电等能源比重在逐步加大，但石油、天然气仍然在能源格局中处于主体地位。

三、世界石油生产趋势分析

世界石油生产是否已达峰值？石油生产能否继续增长？油价何去何从？已成为近来纷争的焦点。

“石油峰值”论的观点是：石油工业已不能再发现足够的石油，将只能依赖于少数大型油田，并且已不能再发现新的大型油田。

据由欧洲一些研究院和大学科学家组成的油气峰值研究会（Aspo）分析认为，世界石油生产量将在 2008 年达到峰值，但其他一些分析家认为，这一峰值



将在约 10 年内出现，许多专家不同意世界石油供应会很快下降的观点。

1. “石油峰值”论的依据

明显的事实是，近年油价一直在高价盘旋。21 世纪的石油状况并不是十分看好，世界历来依赖于 14 个最大的油田，这 14 个油田生产全球每天供应量的 20%。它们平均已生产了 54 年，而尚无替代它们的新发现。

沙特阿拉伯是世界最大的石油出口国，现石油供应量约 1000 万桶/天，占世界探明石油储量的 1/4，而沙特尚未在储藏上有突破性的发现。沙特阿美公司 (Aramco) 运作着世界上最大的 Ghawar 油田，现生产量近 500 万桶/天。

俄罗斯是世界上最大的石油生产国。有能源安全分析家认为，俄罗斯在 2006 年 9 月已达到前苏联的峰值生产量 949 万桶/天，但此后已开始下降。

美国石油生产量主要依赖于小型非主力油田，这些油田的总生产量在前 30 年内已趋于下降。

虽然雪佛龙德士古公司在北海钻探成功 Rosebank/Lochnager 油田，到 2006 年 12 月提高储量 5 亿桶，但北海油田现已达生产峰值。

即使一个很好的发现可能也只有 5 亿桶，它只能供全世界消费 6 天。我们必须至少每个星期保持有这样的发现。

伊拉克在发现大量石油方面可能具有最好的前景。但是伊拉克的石油工业仍处于不稳定发展时期，可能尚需数十年时间才能稳步发展。

替代的烃类来源如焦油砂和油页岩因技术问题尚不能大量开发。油页岩最大的沉积地在美国西部 Green 河地区，截至 2006 年 12 月，其开发仍依赖于新出现的一些技术。

石油峰值理论自 2004 年下半年以来得到支持，依据是全球石油需求开始紧缺，并使世界油价推高。油价到 2006 年 7 月已达 78.40 美元/桶，但后几个月下跌到低于 60 美元/桶。

为此，“石油峰值”论者认为油价仍将在高位振荡。

2. “石油生产峰值尚未到来”的观点

据石油开采历史学家 Daniel Yergin 的最新研究，断言世界石油储藏量三倍于某些常规的估计值，而且全球石油生产峰值期仍约有 25 年。

据剑桥能源研究会 (CERA) 2007 年 1 月初发布的报告，剩余的石油资源基准约为 3.74 万亿桶，这一数字比“石油峰值”理论家们提出的 1.2 万亿桶的 3 倍还要多。

CERA 的报告指出，世界石油生产在 2030 年至 2050 年才可能下降。但为了推迟下降期，必须做出一些努力，如发现新的油田、采用新的技术、实施节能和开发替代能源。

未来的石油供应将会因新技术的应用而推动，它将允许钻探海洋下超过 7000 英尺的深井，抑或从加拿大西部砂土中发现的焦油沉积物抽取石油。



据美国剑桥能源研究院 (CERA) 2006 年 8 月预测, 世界石油和 NGL (天然气凝析液) 生产能力到 2015 年将增长 25%, NGL 和超重质石油将占能力增长的大多数。CERA 预计, 石油和 NGL 生产能力将从 2006 年 8874 万桶/天增加到 2015 年 11000 万桶/天。分析认为, 到 2010 年, 欧佩克将增加 760 万桶/天能力, 非欧佩克将增加 530 万桶/天能力。2010~2015 年, 欧佩克将继续增加 530 万桶/天, 非欧佩克将增加 270 万桶/天。

针对“石油峰值”论的论点, 位于英国伦敦的全球能源研究中心 (CGES) 于 2006 年 11 月发布的研究报告认为, 世界大型石油发现并未终结, 大型油田的发现仍在继续。

CGES 列举了表 1-14 所示的将于 2007~2020 年投产的大型油田。

表 1-14 预计 2007~2020 年投产的大型油田

峰值产量年份	油 田	峰值产量 /(千桶/天)	峰值产量年份	油 田	峰值产量 /(千桶/天)
2007	Buzzard(英国)	180	2009	Kizomba D(安哥拉)	125
2007	Roncador(巴西)	180	2009	Frade(巴西)	100
2008	Atlantis(美国)	200	2010	Ku Maloob Zaap(墨西哥)	800
2008	Greater Plutonio(安哥拉)	200	2010	Yadavaran(伊朗)	300
2008	Kizomba C(安哥拉)	200	2010	Vankorskoye(俄罗斯)	280
2008	Tahiti(美国)	125	2013	Verkhnechonsk(俄罗斯)	200
2009	Thunder Horse(美国)	250	2020	Kashagan(哈萨克斯坦)	1200
2009	Valhall redevelopment(挪威)	150	合计		4640
2009	Urugua(巴西)	150			

另一个沙特阿拉伯 Ghawar 油田 (可采石油储量超过 900 亿桶) 或 Kuwaiti Burgan 油田 (可采石油储量超过 600 亿桶) 可能尚未被开发。CGES 称, 世界已发现了许多大型油田, 有些还属超大型油田, 这些油田可增加大量的石油。

3. 近期油价暂时走软成因

进入 2007 年以来, 世界油价跌落了约 9%。原油价格最近连续下降, 这是继三年高位运行后出现的较大幅度下降。油价疲软是何成因?

以前曾因供应中断问题而使剩余生产能力不足, 面临油价风险。现在剩余生产能力上升, 导致油价相应下跌, 截至 2007 年 1 月, 剩余石油生产能力接近 250 万桶/天, 一改前两年剩余生产能力仅 100 万~150 万桶/天的低剩余状况, 并且随着欧佩克生产减产而剩余生产能力增多。

如图 1-1 所示, 每当欧佩克减产或增加剩余产能时, 油价都会有所下跌。

每次油价的上涨都伴随着非欧佩克国家原油产量的大幅增加。这是因为高油价促使非欧佩克国家不得不增加自身产量以满足基本的能源需求, 见图 1-2。

另外, 市场分析人士认为, 美国原油供应处于较好状况, 据美国能源部的报告, 2006 年底库存保持在近 3.2 亿桶。暖冬天气也使石油消费减少。