

21世纪
中国时代学术文库

能源与环境安全 战略研究

修光利 侯丽敏 编著

Nengyuanyu
huanjing
anquan
zhanlue
yanjiu

21 世纪
中国时代学术文库

能源与环境安全 战略研究

修光利 侯丽敏 编著

Nengyuanyu
huanjing
anquan
zhanlue
yanjiu

图书在版编目 (CIP) 数据

能源与环境安全战略研究 / 修光利, 侯丽敏编著. —北京: 中国时代经济出版社, 2008.7

(21 世纪中国时代学术文库)

ISBN 978-7-80221-597-9

I.能... II.①修... ②侯... III.能源—国家安全—研究 IV.TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 051922 号

能源与环境安全战略研究

修光利
侯丽敏
编著

出版者	中国时代经济出版社
地址	北京市西城区车公庄大街乙5号 鸿儒大厦B座
邮政编码	100044
电话	(010) 68320825 (发行部) (010) 88361317 (邮购)
传真	(010) 68320634
发行	各地新华书店
印刷	北京新丰印刷厂
开本	787×1092 1/16
版次	2008年7月第1版
印次	2008年7月第1次印刷
印张	20
字数	430千字
印数	1~3000册
定价	39.00元
书号	ISBN 978-7-80221-597-9

版权所有 侵权必究

《资源能源战略与循环经济研究丛书》总序

能源资源战略事关一个国家经济与社会发展的长远大计，攸关一个国家的兴衰与战略安全，牵涉到许多具有高度战略性、全局性、根本性的问题。2008年3月15日，第十一届全国人民代表大会第一次会议通过的《关于国务院机构改革方案的决定》根据新形势、新情况的需要，特别强调了“加强能源环境管理机构”的重要性，在国家最高层面设立了高层次议事协调机构——国家能源委员会，并组建国家能源局。党中央、全国人民代表大会和国务院这一重大战略举措，充分说明了在当前及今后相当长的一段时期里加强能源资源战略研究的紧迫性、重要性和必要性。我们必须把对这一事关国家发展和战略安全重大课题的研究尽早提上议事日程，并将其与深入贯彻落实科学发展观，转变经济发展方式，建设资源节约型、环境友好型社会，构建社会主义和谐社会等重大理论与实践课题有机结合起来。

经过半个多世纪的改革与建设，华东理工大学已成为特色鲜明、理工农医法经管文等多学科协调发展的研究型全国重点大学。进入21世纪以来，华东理工大学致力于朝着国内一流、国际知名、学科特色鲜明的高水平研究型大学的目标迈进。为实现学校的跨越式发展目标，为国家的重大经济与社会发展战略服务，充分发挥哲学社会科学“认识世界、传承文明、创新理论、资政育人、服务社会”的功能，以及为创建具有中国特色、中国风格、中国气派的哲学社会科学体系做出努力，自2006年下半年开始，华东理工大学社会科学发发展办公室充分利用学校“理工结合、文理结合、多学科协调发展”的学科优势，结合国家经济社会重大发展战略的需求和学校学科发展的特点，依托现有理工学科与人文社会科学学科的强大基础，在整合校内外资源能源与循环经济跨学科研究力量的基础上，相继组建了资源能源战略与循环经济研究中心、金融物理学研究所等一批具有鲜明特色的跨学科研究基地，力求在跨学科研究领域产生一批有深厚历史积淀、体现多学科研究方法、有重大社会影响、为国家经济与社会发展战略服务的研究成果。

我们很高兴地看到，在学校的高度重视和大力支持下，由知名学者、华东理工大学资源能源战略与循环经济研究中心主任、博士生导师郭强教授领衔，校内外资源能源与循环经济跨学科研究领域的中青年学者广泛参与的“资源能源战略与循环经济研究团队”，经过近两年时间的协作攻关，围绕资源能源战略与循环经济研究这一主题，以绿色化工和资源能源节约为特色，以新能源开发和资源再利用等系列技

术为基础,以节能减排相关措施和政策研究为重点,以资源能源节约研究、循环经济研究和资源能源安全研究为突破,以资源能源节约的经济分析为手段,在资源能源战略与循环经济跨学科研究领域取得了一批有分量、有影响的研究成果。我们将之冠名为《资源能源战略与循环经济研究丛书》,包括《能源与环境安全战略研究》、《能源资源节约战略研究》、《能源资源替代战略研究》、《循环经济推进战略研究》、《能源资源法律制度研究》、《节能减排机制法律政策研究》和系列年度报告:《中国资源节约报告》、《中国社区建设报告》、《中国减灾报告》以及《中国石油与化工行业绿色化进展报告》,并集中出版。这样做一是为了集中展示融多学科知识、多学科研究方法、多学科研究力量于一体的优秀成果;二是为了进一步推动能源资源战略与循环经济跨学科研究的深入开展,为国家的重大经济与社会发展战略服务;三是为创建中国特色、中国风格、中国气派的跨学科研究体系而贡献广大中青年学者的集体智慧和绵薄之力,以期探索在当代中国推进理工科学与人文社会科学交融发展的新路。

是为序。

唐亚林*

2008年3月18日于新景斋

* 作者系公共管理研究专家,华东理工大学公共政策与公共管理研究所教授、博士生导师,华东理工大学社会科学发

展办公室主任。

前言

能源、环境已经成为过去几年来国际最为流行和关注的名词,除了与经济快速增长紧密联系外,还与“灾害”、“灾难”、“事故”等名词关联。2007年以来,国际油价持续上升,连破数关,2008年2月突破100美元/桶,大大超过了20世纪70年代末两次石油危机时的油价。同时,全球气候变暖愈演愈烈,极端气候频频出现。2008年中国和中东地区出现的雪灾除了带来人员伤亡和巨额经济损失外,能源中断导致的停电、交通中断等现象更让人担心。能源安全的概念也从传统的“供应安全保障”拓展到了“能源使用的生态安全”领域,能源安全与环境安全一同成为各国政府发展规划必不可少的“议题”,也成为世界各国政治博弈的“棋子”,中东战争、伊朗核危机、朝核危机、颜色革命等也赋予了能源安全一定的军事色彩。

从传统能源供应安全的概念来看,当前影响能源安全的原因也有了很大的不同。20世纪70年代石油危机的原因主要在于石油供应源中断。1975年日本著名经济学家堺屋太郎取材石油危机而撰写的著名长篇小说《油断》形象地描绘了危机的情形。然而当前能源危机的含义更为广泛,除了石油生产地的政治不稳定性,及储量可供开采年限越来越短外,更为关键的是经济日益快速增长带来的急剧增加的能源需求。作为世界上经济发展速度最快的地区,中国经济在过去十年都在以每年两位数的速度增长,但付出的是资源能源过度消耗的代价。能源资源有限,特别是油气资源匮乏,而且开采力度过大,根据当前能源开采速度,我国煤炭可供开采仅48年,石油12年,而中国的天然气储量仅占全球的1.3%。随着外资的不断涌入,中国已经成为世界制造工场,能源消耗与浪费急剧上升,而且到2020年我国石油预计对外依赖度将达到70%。更为令人担心的是,中国的战略石油储备才刚刚起步,尚没有真正意义上的战略石油储备,能源供应安全形势严峻。与此同时,能源结构不足(能源仍以煤炭为主,占70%左右),能源利用效率低下,环境问题日益突出,城市大气臭氧、气溶胶污染等呈不断上升态势,几个大的城市群(珠三角、长三角、京津地区)都形成了严重的灰霾天气。而且中国的二氧化碳排放量已经居世界第二位(尽管很大一部分来自外资企业在中国的能源消耗排放),一旦未来需要履行《京都议定书》,环境压力是巨大的。中国政府对此高度重视,国务院提出的《国务院关于落实科学发展观、加强环境保护的决定》、《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》都把节能、降耗、减排作为重点工作,胡锦涛总书记更是在十七大报告中提出了“建设生态文明”的要求。

本书作为资源能源战略与循环经济研究中心的一系列丛书之一,主要从能源安全的角度对国际上能源供需的形势及发展进行了回顾和预测,介绍了世界各国能源安全战略的现状和发展,并介绍了与之相关的环境安全战略,目的是希望能有助于人们增强对新时代能源安全和环境安全的危机意识以及从自身做起进行节能降耗减排的使命感。生态兴则文明兴,生态衰则文明衰;能源安全、环境安全则地球安全,能源危机、环境危机则地球危机,共同维持地球安全是每一个人的使命!

本书共有十一章,其中第一、五、九、十章由侯丽敏编写、第二、三、四、六章由修光利编写,第七、八章由修光利与侯丽敏共同编写,第十一章由修光利和孙启悦共同编写,全书由修光利统稿。由于涉及多个学科,本书在编写过程中,参阅了大量的文献资料,有的已经在注释中或参考文献中列出,在此特别向作者表示感谢!由于时间比较仓促,文献引用如有遗漏,请致电致函指正。

本书的编写得到了华东理工大学副校长于建国教授的大力支持,华东理工大学社会科学发展办公室、华东理工大学环境咨询研究中心、华东理工大学危险化学品物质风险评价与控制重点实验室也给予了支持和帮助;得到了上海市重点学科(项目编号 B-506)的部分资助,张大年教授、唐亚林教授、郭强教授、孔令丞教授在百忙之中拨冗审阅了文稿,并提出了很多建设性的意见;硕士生张晓峰、孙启悦等在文字输入、排版方面做出了辛苦的工作,在此,一并表示衷心地感谢!

能源安全和环境安全涉及了多个学科的知识,将两者放在同一个视角下分析,本身就有一定的难度。虽然我们经过努力,完成了本书,但鉴于时间与能力的限制,本书必定还存在许多的不足与遗漏,恳请读者批评指正!

编 者

2008年2月22日于上海

目录

Mu lu

第一章 能源资源发展趋势及格局	001
第一节 世界能源资源发展态势	001
第二节 中国能源资源发展趋势	032
第二章 地缘政治视角下的能源安全	050
第一节 概述	050
第二节 能源地缘政治的格局演变	051
第三节 各国地缘政治现状与能源关系	059
第三章 能源安全与环境	075
第一节 能源安全的构成	075
第二节 能源利用的环境安全	084
第四章 能源安全战略体系	105
第一节 战略体系构成	105
第二节 战略目标	105
第三节 能源安全战略与能源政策	107
第四节 能源安全的基本战略措施	108
第五节 世界能源政治中心机构或组织	115
第五章 美国能源安全战略体系	118
第一节 美国能源需求现状	118
第二节 能源战略的目标	120
第三节 国内能源保障战略	122

第四节	对外能源战略	131
第五节	油气输送通道安全战略	136
第六节	国家能源安全保障措施	137
第六章	欧盟能源安全战略体系	142
第一节	欧盟能源供需挑战	142
第二节	欧盟能源安全战略目标	146
第三节	欧盟能源供应安全战略	147
第七章	俄罗斯能源安全战略体系	162
第一节	俄罗斯供需与危机	162
第二节	能源安全战略目标	165
第三节	能源安全战略体系构成	166
第八章	亚洲能源安全战略体系	174
第一节	日本的能源安全战略体系	174
第二节	韩国能源安全战略体系	192
第三节	印度能源安全战略	199
第九章	中国能源安全战略体系	217
第一节	中国的能源安全形势	217
第二节	能源安全政策演变与特点	226
第三节	能源安全战略目标	231
第四节	能源安全战略措施与挑战	233
第五节	区域能源竞争合作与政治外交	254
第十章	能源安全战略保障措施	260
第一节	能源法律制度	260
第二节	市场机制	268
第三节	管理制度	270
第四节	科技创新	271
第五节	清洁发展机制和服务保障体系	272
第六节	能源安全预警应急体系	274
第七节	国际组织的多边合作机制	276
第八节	企业责任落实和执法监管	276
第十一章	环境安全战略	278



第一节	环境安全的概念	278
第二节	我国环境安全现状	284
第三节	环境安全目标和战略	288
第四节	环境安全战略的实施	292

参考文献	299
------	-----

第一章 能源资源发展趋势及格局

第一节 世界能源资源发展态势

一、世界能源储量及分布

当前全球各种能源统计机构重点统计的能源种类是石油、天然气、煤炭、核能、水电五种,其中石油、煤炭、天然气呈现出三足鼎立的态势。2006年,石油、煤炭和天然气分别占消费总量的35.7%、28.4%、23.7%,而核能、水电相对比重很小,分别占5.8%和6.3%。虽然近年来各国政府积极推广清洁能源和可再生能源,但其占全球能源消费总量的比例还很小。说明人类社会的清洁能源或可再生能源替代还需要经历很漫长的过程。

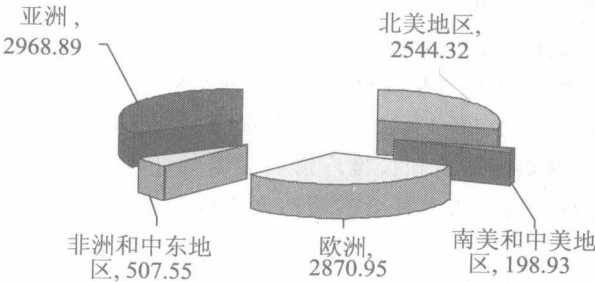
1. 世界煤炭储量及分布

煤炭是地球上储量最丰富、分布地域最广的化石能源,被誉为“工业的粮食”,至今仍然是钢铁、电力等工业部门的重要原料或燃料。据统计,煤炭分布于世界近80个国家和地区,其中有60多个国家对其进行了有规模的开采。根据BP在2004年、2005年和2006年的统计数据,2003年至2005年的世界煤炭探明储量前7位的国家如表1-1所示。从表1-1中可见,2006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147年。世界煤炭资源分布不均衡,主要集中在亚太、欧洲和北美地区(见图1-1),美国、俄罗斯、中国、印度四个国家的煤炭储量占世界总量的67%左右。在亚太地区,中国、印度、澳大利亚的储量最多,三个国家总共占了96%以上。中国的探明储量虽然居第3位,但如果以目前的开采速度,储采比却远远小于储量比中国少的印度、澳大利亚、南非、乌克兰等国家,由2002年的82年降低到2006年的48年。在储量前7位的国家中,只有中国的储采比低于世界平均值,说明以中国为代表的发展中国家煤炭能源的有待开采量是相当大的。

表 1-1 2003 年至 2005 年世界煤炭探明储量

	探明储量 /亿吨				占世界比例 /%				储采比 /年			
	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
美国	2499.94	2466	2466.43	2466.43	25.4	27.1	27.1	27.1	248	245	240	234
俄罗斯	1570.10	1570	1570.10	1570.1	15.9	17.3	17.3	17.3	*	>500	>500	>500
中国	1145.00	1145	1145.0	1145.0	11.6	12.6	12.6	12.6	69	59	52	48
印度	843.90	924	924.45	925.45	8.6	10.2	10.2	10.2	230	229	217	207
澳大利亚	820.90	785	785.0	785.0	8.3	8.6	8.6	8.6	236	215	213	210
南非	495.20		487.5	487.5	5.0		5.4	5.4	220		198	190
乌克兰	341.53		341.53	341.53	3.5		3.8	3.8	>500		436	424
世界合计	9844.53	9091	9090.64	9090.64	100.0	100.0	100	100		164	155	147

(根据《BP Statistical Review of World Energy ,2007》汇总)



世界总储量(9090.64 亿吨,2006 年)

图 1-1 世界煤炭探明可采储量分布图

(源自《BP Statistical Review of World Energy ,2007》)

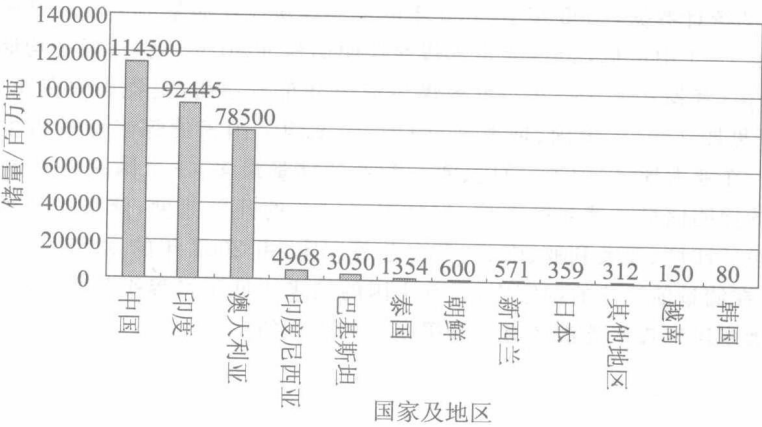


图 1-2 亚太地区煤矿可探明储量分布

(源自《BP Statistical Review of World Energy ,2007》)

2. 世界石油资源探明可采储量及分布

石油是经济和社会发展不可缺少的重要能源,也是影响全球政治格局,经济秩序和军事活动的最重要的一种商品,因此也可以说国际能源安全的核心是石油安全。“石油危机”也已经成为地缘政治的核心(具体见第二章)。传统的石油危机就是指由于石油的储采比、价格等发生急剧波动,或出于战争、政治、经济、军事等因素的影响,导致一个国家石油供应的中断或出现紧张,从而影响国民经济的持续、稳定、健康发展,出现经济危机和社会动荡。随着工业化和城市化水平的不断提高,各国对石油资源的需求也正在并将继续保持强劲的增长态势,由于需求而产生石油危机的可能性也在逐步增加。石油危机具有明显的地缘政治色彩,这主要缘于石油的资源分布明显具有地域性和不均衡的特点。

根据《BP Statistical Review of World Energy, 2007》显示,2006 年全球石油探明储量为 1643.1 亿吨,储采比由 2003 年的 41.0 年降低到 2006 年的 40.5 年,详见表 1-2。各区域石油储量的年际变化如图 1-3 所示。北美地区的开采速度最慢,而亚太地区的开采速度最快。

表 1-2 2006 年世界各地石油探明储量

	探明储量 /亿吨	占世界的比例 /%	储采比 /年
北美	77.2	5.0	120
中南美	148.2	8.6	41.2
欧洲(含独联体国家)	196	12.0	22.5
中东	1012	61.5	79.5
非洲	155	9.7	32.1
亚太地区	54	3.4	14.0
中国	22	1.3	12.1
全世界合计	1643	100.0	40.5
经合组织	102	6.6	11.3
欧佩克	1236	74.9	72.5
非欧佩克	230	14.4	13.6
前独联体国家	177.5	10.6	28.6
欧盟 27 国	94	0.6	8.1

1984 年以来石油的区域分布如表 1-3 所示。从区域上看,中东一直是世界储油最大的地区,2006 年探明可采储量达到 7427 亿桶,约占世界的 61.5%,是名副其实的“世界油库”;世界上第二大“油库”是欧洲(含独联体),占了 12%;非洲和中南美洲相差不多,分别为 9.7%和 8.6%。自 1984 年以来,石油探明可采储量逐年增加,2006 年的探明可采储量与 1984 年相比增加了 37%,其中 1984—1994 年期间可采储量增长速度较大,主要集中在中东地区,1994 年后增长速率有所降低,主要集中在俄罗斯、非洲和中南美地区。从 2005 年后,可采储量开始下降,但从表 1-4 可见,排名前 17 名的国家

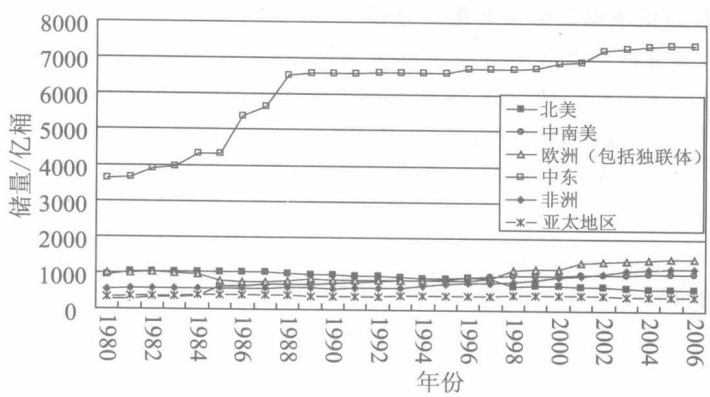


图 1-3 各区域石油储量的年际变化趋势

(源自《BP Statistical Review of World Energy ,2007》)

在 2005 年到 2006 年可采储量大部分都在上升,说明可采储量的下降主要在于储量小的国家的急剧开采所致。

表 1-3 石油探明可采储量的区域分布情况

	1984 年	1986 年	1994 年	1996 年	2004 年	2005 年	2006 年
北美	13.40%	11.58%	8.80%	8.51%	5.10%	5.02%	5.00%
中南美	4.80%	7.36%	8.00%	8.66%	8.50%	8.53%	8.60%
欧洲(包括独联体)	12.70%	8.75%	7.90%	7.88%	11.70%	12.01%	12.00%
中东	56.50%	61.17%	65.00%	64.08%	61.70%	61.40%	61.50%
非洲	7.60%	6.61%	6.50%	7.14%	9.40%	9.69%	9.70%
亚太地区	5.00%	4.53%	3.80%	3.74%	3.50%	3.35%	3.40%
世界总储量 /亿桶	7616	8774	10175	10490	11886	12095	12082

(源自《BP Statistical Review of World Energy ,2007》)

表 1-4 1986 年以来石油探明可采储量排名前 17 位国家

	1986 年底 / 亿桶	1996 年底 / 亿桶	2005 年底 / 亿桶	2006 年底 / 亿桶	占世界的 比例 /%	储采比 /年
沙特	1697	2614	2642	2643	22	66.7
伊朗	929	926	1375	1375	11.4	86.7
伊拉克	720	1120	1150	1150	9.5	*
科威特	945	965	1015	1015	8.4	*
阿联酋	972	978	978	978	8.1	90.2
委内瑞拉	555	727	800	800	6.6	77.6
俄罗斯	n/a	n/a	791	795	6.6	22.3

续表

	1986 年底/ 亿桶	1996 年底/ 亿桶	2005 年底/ 亿桶	2006 年底/ 亿桶	占世界的 比例/%	储采比/年
利比亚	228	295	415	415	3.4	61.9
哈萨克斯坦	n/a	n/a	398	398	3.3	76.5
尼日利亚	161	208	362	362	3.0	40.3
美国	351	298	299	299	2.5	11.9
加拿大	117	110	171	171	1.4	14.9
卡塔尔	45	37	152	152	1.3	36.8
中国	171	164	162	163	1.3	12.1
墨西哥	549	485	137	129	1.1	9.6
巴西	24	67	118	122	1.0	18.5
阿尔及利亚	88	108	123	123	1.0	16.8
全世界总量	8774	10490	12095	12082	100	40.5

(源自《BP Statistical Review of World Energy, 2007》)

从表 1-4 可见,储量排名前 5 名的国家均来自中东,前五名国家的储量总量占全世界的 59.4%。2006 年中东地区的沙特阿拉伯仍列为世界上原油储量之首,为 2643 亿桶,占了全世界储量的 22%;其次是伊朗,约为 1375 亿桶,占世界储量的 11.4%;第三是伊拉克,约 1150 亿桶,占全世界的 9.5%;第四是科威特,约 1015 亿桶,占全世界的 8.4%。2006 年中国的储量达到了 163 亿桶,占全世界的 1.3%,与卡塔尔并列世界第 13 位。

3. 世界天然气资源探明可采储量及分布

天然气通常被视为一种清洁高效的能源,是工业界清洁能源替代的主攻方向。天然气具有转换效率高、环境代价低、投资省和建设周期短等优势,因此积极开发利用天然气资源是当今世界能源工业发展的一个重要潮流。20 世纪 80 年代以来,世界天然气资源探明可采储量增长迅速,从 1984 年的 96.39 万立方米,增加到 1994 年的 142.89 万亿立方米。截至 2006 年底,世界已探明的天然气可采储量约为 181.46 亿立方米,是 1984 年的 1.88 倍。欧洲的天然气探明储量进入 21 世纪后增长速度明显减慢,而中东的天然气的储量则快速上升,2006 年占世界储量的 40.5%,超过了欧洲成为世界上储量最大的区域;其次是欧洲,占 35%;亚太地区 and 非洲相差不大,分列第 3 位和第 4 位。

表 1-5 天然气探明可采储量的区域分布情况

	1984 年	1986 年	1994 年	1996 年	2004 年	2005 年	2006 年
北美	10.90%	9.53%	5.90%	5.69%	4.10%	4.34%	4.40%
中南美	3.40%	3.94%	4.10%	4.09%	4.00%	3.80%	3.79%
欧洲(包括独联体)	43.60%	43.86%	44.70%	42.97%	35.60%	35.68%	35.34%
中东	28.40%	28.25%	31.90%	33.34%	40.60%	40.23%	40.49%
非洲	6.40%	6.87%	6.40%	6.88%	7.80%	7.81%	7.82%
亚太地区	7.30%	7.56%	7.00%	7.03%	7.90%	8.13%	8.17%
世界总储量(万亿立方米)	96.39	107.67	142.89	147.89	179.53	180.2	181.46

(源自《BP Statistical Review of World Energy, 2007》)

虽然天然气的地域分布不像石油那样过度集中在中东地区,但仍具有分布很不均匀的特点,除了中东和欧洲外,其他地区天然气资源可采储量非常有限。

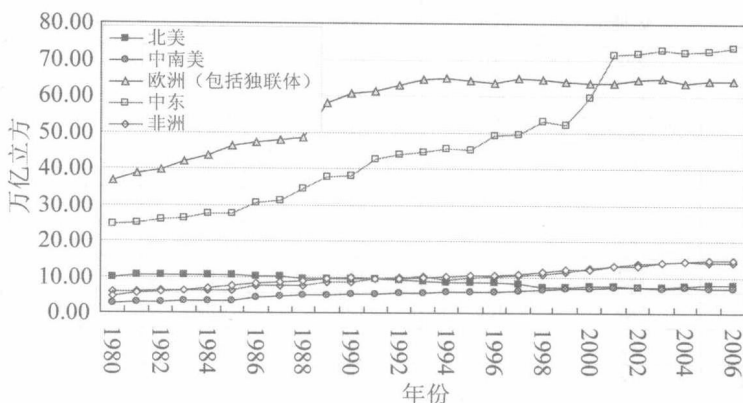


图 1-4 各区域探明可采储量的年际变化情况

(源自《BP Statistical Review of World Energy, 2007》)

根据《BP Statistical Review of World Energy, 2007》,截至 2006 年,世界上探明可开采天然气储量前十位的国家是俄罗斯 47.65 万亿 m^3 (占世界总储量的 26.3%)、伊朗 28.13 万亿 m^3 (占世界总储量的 15.5%)、卡塔尔 25.36 万亿 m^3 (占世界总储量的 14.0%)、沙特阿拉伯 7.07 万亿 m^3 (占世界总储量的 3.9%)、美国和阿拉伯联合酋长国为 5.93 万亿 m^3 (占世界总储量的 3.3%)、尼日利亚 5.21 万亿 m^3 (占世界总储量的 2.9%)、阿尔及利亚 4.50 万亿 m^3 (占世界总储量的 2.5%)、委内瑞拉 4.32 万亿 m^3 (占世界总储量的 2.4%)、哈萨克斯坦和伊拉克 3.0 万亿 m^3 (占世界总储量的 1.7%) ,中国的天然气储量仅仅占世界的 1.3%,约 2.45 万亿 m^3 。

4. 世界可再生能源的储量

由于煤炭、石油和天然气等化石能源的可耗竭性,以及化石能源燃烧所带来的环境污染和温室气体等负面效应,世界各国都在致力于发展清洁、可持续发展的可再生能源。可再生能源通常是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。

世界可再生能源资源储量丰富,其中太阳能储量(到达地面的功率密度)为 1 千瓦/平方米,可开发的生物质能 65 亿吨标准煤,技术开发水能资源 6.96 万亿千瓦时,技术可开发风能资源 96 亿千瓦时,技术开发地热资源 500 亿吨标准煤^①。除了水能以外,近年来风能和太阳能的开发和利用发展迅猛,其中以德国和丹麦最为突出。世界可再生能源利用总量显著增加,可再生能源在世界能源供应中占有越来越重要的地位。截至 2005 年底,世界可再生能源发电装机达到 180 吉瓦,其中风力发电 59 吉瓦,小水电 80 吉瓦,生物质发电 40 吉瓦,地热发电 10 吉瓦,光伏发电 5 吉瓦,生物液体燃料如乙醇达到 330 亿升,生物柴油达到 220 万吨。美国可再生能源 2000 年可利用量和

① 王庆一. 能源数据 2001 年版. 能源政策研究, 2001, 1: 1-104.

潜在可开发量如表 1-6 所示。

表 1-6 美国可再生能源可利用量和潜在可开发量

能源种类	电力		气体燃料(氢能)		液体燃料(甲醇)	
	万亿千瓦时/年	占全年电力需求的比例/%	万亿平方英寸天然气当量/年	占全年天然气需求量的比例/%	亿桶/年	占石油的年需求量的比例/%
2000 年						
风能	3.08	0.850	7.35	0.314	—	—
太阳能	0.21	0.055	0.50	0.021	—	—
生物质能	1.77	0.489	4.22	0.180	1.64	0.239
地热	0.16	0.044	0.38	0.016	—	—
水能	0.31	0.086	0.74	0.032	—	—
总量	5.52	1.524	12.18	0.562	1.64	0.239
潜在的可利用量						
风能	9.80	2.707	23.39	0.999	—	—
太阳能	1.51	0.417	3.60	0.154	—	—
生物质能	3.90	1.077	9.31	0.397	3.62	0.528
地热	0.81	0.224	1.93	0.083	—	—
水能	0.32	0.088	0.76	0.033	—	—
总量	16.23	4.483	38.74	1.65	3.62	0.528

(1) 地热^①

在一定地质条件下的“地热系统”和具有勘探开发价值的“地热田”都有它的发生、发展和衰亡过程,绝对不是只要往深处打钻,到处都可发现地热。作为地热资源的概念,它也和其他矿产资源一样,有数量和品位的问题。就全球来说,地热资源的分布是不平衡的。明显的地温梯度每公里深度大于 30℃ 的地热异常区,主要分布在板块生长、开裂、大洋扩张脊和板块碰撞、衰亡、消减带部位。环球性的地热带主要有以下四个:

① 环太平洋地热带

它是世界最大的太平洋板块与美洲、欧亚、印度板块的碰撞边界。世界许多著名的地热田,如美国的盖瑟尔斯、长谷、罗斯福;墨西哥的塞罗、普列托;新西兰的怀腊开;中国的台湾马槽;日本的松川、大岳等均在这一带。

② 地中海——喜马拉雅地热带

它是欧亚板块与非洲板块和印度板块的碰撞边界。世界第一座地热发电站,意大利的拉德瑞罗地热田就位于这个地热带中。中国的西藏羊八井及云南腾冲地热田也

^① 源自中国新能源网, <http://www.newenergy.com.cn>