

# 中国天然气产量发展趋势与多元化供应分析

邱中建(中国工程院院士) 方辉

(中国石油天然气集团公司)

邱中建等.中国天然气产量发展趋势与多元化供应分析.天然气工业,2005;25(8):1~5

**摘要** 20世纪90年代以来,中国逐渐形成了六大产气区,推动了天然气产量和储量的快速增长。通过与美国的对比认为:2030年左右中国天然气产量将达到 $2000 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,进入产气高峰期,天然气高峰期年产量将超过原油高峰期年产量;2035年左右天然气产量将达到 $2500 \times 10^8 \text{ m}^3$ ;预计到2050年,天然气年产量仍将保持在约 $2500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。随着“西气东输”等管线的建成投产,天然气下游市场快速发育,天然气需求量迅猛增长,不久将会出现供需缺口。为了满足国内天然气需求,中国应抓住机遇,充分利用国内、国外两个市场,积极从国外引进管输气和液化天然气,迅速走天然气多元化供应的道路。实行多元化供应后,预计天然气年供应量的峰值有可能达到 $4000 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,有益于改善中国的能源消费结构。面对当前迅速增加的天然气需求,应同时大力加强国内天然气勘探,迅速增加优质储量。从长远来看,中国低品位天然气资源丰富,应加强勘探并逐步开发利用。2020年以后,中国油气总产量将保持稳定,并略有增长。

**关键词** 中国 天然气 年产量 高峰期 国际贸易 多元化供应 资源量 储量 预测

2004年以来,国际原油价格居高不下,而天然气价格比原油低,因此世界各国都加快了开发利用天然气的步伐,以期替代部分石油。中国作为发展中国家,能源需求量不断攀升,大力发展天然气工业势在必行。

## 一、近期中国天然气产量快速增长

中国天然气从产量发展历程来看,主要经历了两个阶段(图1)。第一阶段为起步阶段,从1949年到1995年天然气年产量由 $1117 \times 10^4 \text{ m}^3$ 增至 $174 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,年均增长 $3.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,产量增长缓慢。46年间累计探明天然气地质储量为 $1.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,年均增长 $3.05 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,储量增长较慢。第二阶段为快速发展阶段,从1995年到2004年天然气年

产量由 $174 \times 10^8 \text{ m}^3$ 增长到 $408 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,9年间增长了 $234 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,超过了1995年前46年的增量,年均增长 $26 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,产量快速增长。其间累计探明地质储量 $3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,年均增长 $3348 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,储量增长迅速。

近期我国天然气产量和储量快速增长的重要基础是六大产气区的形成和发展。自上世纪90年代以来,陆上形成了三个新气区:塔里木盆地、鄂尔多斯盆地及柴达木盆地;一个老气区获得了新发展,即四川盆地。近海形成了两大气区:莺歌海—琼东南盆地、东海盆地。六大产气区天然气可采资源量为 $92850 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,占全国可采资源量的66%。截至2004年底,六大产气区累计探明天然气可采储量 $24266 \times 10^8 \text{ m}^3$ (不含溶解气),占全国探明可采储量的88%;可采资源探明率为26.1%,剩余可采储量为 $21144 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,占全国剩余可采储量的89%(见表1)。

## 二、对中国天然气高峰年产量的估计

研究表明,2010年前后中国原油年产量将达到 $1.8 \times 10^8 \text{ t}$ ,这很可能就是高峰期年产量,标志着原油生产进入高峰期。如果还有较大的发现,高峰产量也可能达到 $2 \times 10^8 \text{ t}^{[2]}$ 。那么中国天然气产量何时达到高峰,高峰期年产量作何估计?对此,有关学者的看法存在着

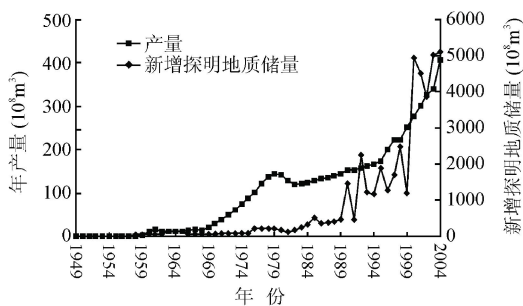


图1 中国天然气年产量及新增探明地质储量变化趋势示意图

**作者简介** 邱中建,1933年生,中国工程院院士;1953年毕业于重庆大学地质系石油地质专业,主要从事石油地质勘探工作。地址:(100724)北京市西城区六铺炕街6号秘书处。电话:(010)62094772。E-mail:fangh@cnpcc.com.cn

表1 中国六大气区天然气资源量和储量表  $10^8 m^3$

气区	探明可采资源量 <sup>(1)</sup>	累计探明可采储量 <sup>(1)</sup>	剩余可采储量 <sup>(1)</sup>	可采资源探明率
塔里木	21600	4661	4543	21.6%
鄂尔多斯	24000	8822	8583	36.8%
柴达木	6500	1579	1530	24.3%
四川	22750	6707	4314	29.5%
莺—琼	10800	1869	1567	17.3%
东海	7200	628	607	8.7%
合计	92850	24266	21144	26.1%

1)注:数据截至2004年底。

差别。要比较合理地回答这个问题需要认真研究。

现通过对美国和中国天然气情况进行对比来加以分析。

### 1. 美国天然气发展的历程

美国天然气的商业应用 1821 年始于纽约弗洛德尼亚地区<sup>[3]</sup>,但美国天然气产量的系统资料仅能追溯到 20 世纪 20 年代初<sup>[4]</sup>。笔者分析了 1920 年迄今 85 年来美国天然气年产量的变化,共有 3 个阶段(图 2),目前仍处于高峰期,还未进入递减期。

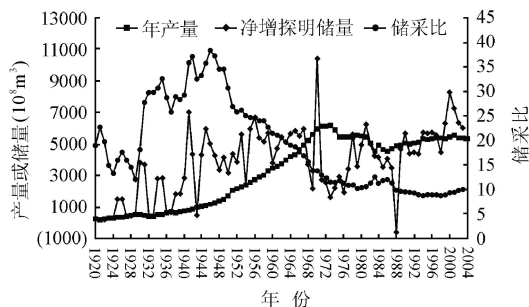


图2 美国天然气年产量变化趋势图

注:数据来自文献[5~9]

#### (1) 起步阶段

从 1920 年到 1944 年,天然气年产量从  $227 \times 10^8 m^3$  增长到  $1040 \times 10^8 m^3$ ,24 年间增长了  $813 \times 10^8 m^3$ ,年均增长  $3 \times 10^8 m^3$ ,产量增长缓慢。其间净增探明可采储量  $4.4 \times 10^{12} m^3$ ,年均净增  $1744 \times 10^8 m^3$ 。此阶段由于美国的天然气管网没有建成,市场不发育,天然气年产量长期低于  $1000 \times 10^8 m^3$ ,储采比总体上呈上升趋势,从 1920 年的 19 : 1 增至 1944 年的 33 : 1。

#### (2) 快速发展阶段

从 1944 年到 1967 年,年产量从  $1040 \times 10^8 m^3$  增长到  $4923 \times 10^8 m^3$ ,23 年间增长了  $3883 \times 10^8 m^3$ ,年均增长  $169 \times 10^8 m^3$ ,天然气产量快速增长。其间净增探明可采储量  $11.3 \times 10^{12} m^3$ ,年均净增  $4902 \times 10^8 m^3$ ,储量增长迅速。但天然气储采比迅速下降,1946 年达到最高值 38 : 1,而后持续下降,1951 年开

始下降至 27 : 1,1967 年降至 17 : 1。这是由于 1945 年二战胜利以后,美国各州之间的管线相互连接形成完善的管网系统,天然气市场快速成长<sup>[8]</sup>,促使天然气产量大幅增加和储采比降低。

#### (3) 高峰期

1968 年美国的天然气产量达到  $5237 \times 10^8 m^3$ ,首次突破  $5000 \times 10^8 m^3$ ,标志着天然气工业发展进入高峰期。从 1968 年到 2004 年的 37 年间,天然气年产量总体上保持在  $5000 \times 10^8 \sim 6000 \times 10^8 m^3$  之间,1973 年产量达到顶峰,为  $6154 \times 10^8 m^3$ 。累计净增探明可采储量  $16.2 \times 10^{12} m^3$ ,年均净增  $4511 \times 10^8 m^3$ ,储量增长较快。此阶段天然气发展有如下几个特点。

1) 天然气年产量和原油年产量几乎同步进入发展的高峰期(图 3)。美国原油年产量在 1966 年突破  $4 \times 10^8 t$ ,天然气年产量在 1968 年突破  $5000 \times 10^8 m^3$ ,进入高峰期。

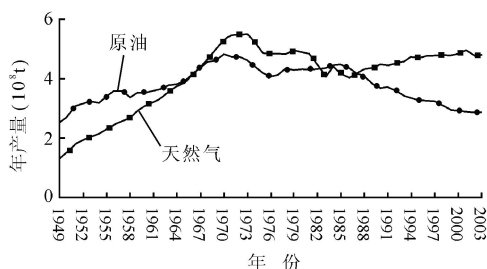


图3 美国天然气和原油产量比较图

2) 高峰期天然气的年产量比原油高。石油年产量在 1970 年达到最高值  $4.8 \times 10^8 t$ ,天然气年产量在 1973 年达到最高值  $6154 \times 10^8 m^3$ ,相当于  $5.8 \times 10^8 t$  原油(图 3)。

3) 天然气产量到现在一直处于高峰期,经历 37 年长盛不衰,而原油产量高峰期只持续了 23 年,因此天然气产量高峰持续的时间应比原油长(图 3)。据预测,美国天然气高峰期产量可能还将持续较长时间。但储采比较低,一般为 10 : 1 左右。

4) 从 1983 年至 1989 年的 7 年间,由于勘探及生产增长受抑制,随着原油价格下降<sup>[10]</sup>,天然气年产量略有下降,降至  $5000 \times 10^8 m^3$  以下,停留在  $4557 \times 10^8 \sim 4946 \times 10^8 m^3$ 。从 1988 年到 1994 年,美国联邦政府颁布了一系列的能源政策,使天然气市场发生了引人注目的变化,此间,天然气年产量增加了 10%<sup>[11]</sup>。

### 2. 对中国天然气产量变化趋势的估计

与美国天然气发展历程相类比,中国天然气正处于快速发展阶段。预计中国油气发展的特征应与美国类似,天然气高峰年产量有可能超过原油高峰年产量且高峰期持续时间较长。理由如下。

(1)根据全国第二次资源评价结果,中国的石油可采资源量为  $150 \times 10^8$  t,天然气可采资源量为  $14 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>,相当于  $125 \times 10^8$  t 原油,略小于石油可采资源量。美国的石油可采资源量为  $496 \times 10^8$  t,天然气可采资源量为  $54 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup><sup>[12,13]</sup>,相当于  $436 \times 10^8$  t 原油<sup>[13]</sup>,比估计的石油可采资源量低  $60 \times 10^8$  t。但美国一直持续到 2003 年原油年产量为  $2.86 \times 10^8$  t,天然气年产量为  $5770 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,是原油产量的 1.8 倍(表 2)。近期,研究人员对我国天然气可采资源量又作了评估,预计在  $20 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup> 以上。这样,中国天然气高峰年产量超过石油高峰年产量既具有物质基础,也具有可能性。

(2)中国是世界上煤炭资源最丰富的国家之一,主要分布于华北地区及鄂尔多斯、准噶尔、吐哈、塔里木等盆地<sup>[14]</sup>。煤系烃源岩主要属于腐殖型有机质类型,以生气为主。目前中国已探明的天然气储量中,煤成气占 54%。俄罗斯目前天然气总储量的约 75% 是煤成气。中国的煤成气储量比重不断增长<sup>[15]</sup>,这意味着还可探明更多的天然气储量。

(3)近 20 年非常规气已成为美国天然气供应的巨大来源,并且在将来会越来越重要。以 2003 年为例,美国致密砂岩气年产量达到  $1300 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,煤层气达到  $453 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,页岩气达到  $170 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,三者之和为  $1923 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,是美国天然气年产量  $5770 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 的 33%,而且这种趋势还将迅速增强。我国的四川、鄂尔多斯和塔里木等盆地均分布着丰富的致密砂岩气,目前动用程度极低,随着科技进步,中国的致密砂岩气资源将会得到有效利用,对天然气产量持续增长做出贡献。

(4)中国的煤层气也相当丰富。据最新预测结果,中国煤田埋深小于 2000 m 的范围内,拥有的煤层气地质资源量为  $31 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>(褐煤未包括在内),略低于中国陆上常规天然气地质资源量;若将褐煤中的煤层气也计算在内,数量则更加可观<sup>[16]</sup>。截至 2004 年底,中国累计煤层气探明地质储量为  $1023 \times$

$10^8$  m<sup>3</sup>,可采储量为  $470 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,现正进行试生产。

(5)笔者对世界上 2003 年产量超过  $1000 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 盛产天然气的 5 个国家进行了统计,非常凑巧的是,这些国家的天然气产量均大于或略低于该国当年原油的年产量(表 2)。俄罗斯发现了一批大气田,天然气可采储量居世界首位,天然气年产量大于原油年产量是合理的。荷兰发现了大气田,原油产量很低,天然气年产量大于原油年产量也合乎逻辑。但美国和加拿大与中国的条件比较类似,其天然气年产量都大幅度地大于原油年产量。美国的情况前面已述。加拿大天然气年产量为  $2004 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,相当于  $1.78 \times 10^8$  t 原油,而原油年产量为  $1.11 \times 10^8$  t。这种规律值得我们重视。

许多专家对中国天然气年产量的发展趋势都作过估计。但预测的范围大多在 2020 年以前(表 3)。绝大多数学者认为,2005 年中国天然气产量将达到  $500 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,中国将进入产气大国行列<sup>[29]</sup>。大多数学者还认为 2010 年中国天然气产量将不低于  $700 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,最高在  $800 \times 10^8 \sim 900 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 之间,2020 年将不低于  $1000 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,最高可达  $1500 \times 10^8$  m<sup>3</sup>。据笔者分析,2010 年天然气产量达到  $800 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 是很有可能的,2020 年比较有把握的年产量将达到  $1200 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,乐观估计可能会达到  $1500 \times 10^8$  m<sup>3</sup>。中国天然气的发展比石油落后 20~25 年,若石油产量在 2010 年进入高峰期,年产量达到  $1.8 \times 10^8$  t,那么,预计天然气产量在 2030 年左右进入高峰期,2030 年产量将达到  $2000 \times 10^8$  m<sup>3</sup>。2035 年将达到天然气高峰年产量,在  $2500 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 左右。预计 2050 年仍将处于高峰期,产量持续保持在  $2500 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 左右。

### 三、中国天然气发展 应快速走多元化供应的道路

中国经历了从石油进口国变成出口国,1993 年又成为进口国这么一段曲折的过程。中国天然气工

表 2 2003 年天然气产量超过  $1000 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 的国家的有关情况表

国 家	天 然 气					原 油			气油产量比
	剩余可采储量		产 量		储采比	剩余可采储量 ( $10^8$ t)	产量 ( $10^8$ t)	储采比	
	( $10^8$ m <sup>3</sup> )	( $10^8$ t) <sup>1)</sup>	( $10^8$ m <sup>3</sup> )	( $10^8$ t) <sup>1)</sup>					
俄罗斯	475725.60	423.4	6376	5.67	74.60	82.2	4.11	20.0	1.4
美 国	52937.50	47.1	5770	5.14	9.17	31.1	2.86	10.9	1.8
加拿大	16726.57	14.9	2004	1.78	8.35	245.1	1.11	220.8	1.6
英 国	6286.37	5.6	1083	0.96	5.80	6.4	1.05	6.1	0.9
荷 兰	17556.54	15.6	1036	0.92	16.95	0.15	0.023	6.5	40.0

注:1)转化为油当量数值,换算系数为  $10 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 天然气相当于  $89 \times 10^4$  t 油。数据来源:《Oil & Gas Journal》2004-03-24,《国际石油经济》,2004;12(6):61~62。

表3 有关学者对中国未来天然气年产量的预测表

预测学者	预测年份	预测天然气年产量( $10^8 \text{ m}^3$ )				
		2005年	2010年	2015年	2020年	2050年
张抗 <sup>[17]</sup>	1994				842.29	3642.06
赵复兴 <sup>[18]</sup>	1996		500~600		700~1000	
万吉业等 <sup>[19]</sup>	1997		800		1000	
甌鹏,钱凯等 <sup>[19]</sup>	1997		717.5~832.5		946~1270.4	
周凤起 <sup>[19]</sup>	1999		700~750		1000~1500	
贾文瑞,徐青,王燕灵等 <sup>[20]</sup>	1999	500	710			
甌鹏,李景明,李东旭等 <sup>[21]</sup>	1999		660~770		1000	
戴金星 <sup>[22]</sup>	1999	500		1000		
马新华,钱凯,魏国齐等 <sup>[23]</sup>	1999		700~800		1000~1200	
戴金星 <sup>[24]</sup>	2000		700~800		1200~1300	
周凤起 <sup>[25]</sup>	2001			1800~2000	1800~2000	
张抗 <sup>[26]</sup>	2001	500	720	960	1100	
张抗,周总瑛,周庆凡 <sup>[19]</sup>	2002	450~510	700~740	920	1050	
周玉琦,易荣龙,舒文培等 <sup>[27]</sup>	2003		1000	1000		
赵贤正,李景明,李东旭 <sup>[28]</sup>	2004	500~550	800~900	1000~1200	1300~1500	

业的发展理应走另外一条道路,应充分利用国内和国外两种资源、两个市场,走多元化供应的道路。

### 1. 中国天然气多元化供应具有地理优势

中国引进国外天然气具有得天独厚的地理优势,其四周分布着 LNG 主要出口国和天然气生产大国。北面与俄罗斯接壤,截至 2004 年底,俄罗斯的天然气剩余可采储量为  $47.6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,产量为  $6074 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,居世界首位。西面与土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦等中亚国家相邻,它们也具有丰富的天然气资源,如其中的土库曼斯坦的剩余可采储量为  $2.86 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,2003 年产量为  $592 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,出口天然气  $434 \times 10^8 \text{ m}^3$ <sup>[30]</sup>。东南沿海与印度尼西亚、马来西亚和澳大利亚等 LNG 出口国遥遥相望。其中印度尼西亚是目前世界上最大的 LNG 出口国,剩余可采储量为  $2.56 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,2003 年出口 LNG 达  $2547 \times 10^4 \text{ t}$ ,折合天然气  $357 \times 10^8 \text{ m}^3$ ;马来西亚是世界上第三大 LNG 出口国,剩余可采储量为  $2.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,2003 年出口 LNG  $1670 \times 10^4 \text{ t}$ ,折合天然气  $234 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。中东是出口 LNG 的主要地区之一,当前生产国包括卡塔尔、阿曼和阿联酋等。其中卡塔尔是世界第四大 LNG 出口国,剩余可采储量最近有较大幅度增长,为  $25.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,2003 年出口 LNG  $1371 \times 10^4 \text{ t}$ ,折合天然气  $192 \times 10^8 \text{ m}^3$ ;伊朗天然气剩余可采储量仅次于俄罗斯,达  $26.6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,具有很大的 LNG 出口潜力。

中国应充分利用如此优越的地理位置,迅速走天然气多元化供应的道路。从俄罗斯、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦等国引进管道天然气,形成更广泛的

“西气东输”和“北气南送”。同时还要从印度尼西亚、马来西亚、澳大利亚等国引进 LNG,特别要大力从中东国家引进 LNG。

### 2. 中国天然气供应多元化以后,高峰年供应量有可能超过 $4000 \times 10^8 \text{ m}^3$

2030 年以后中国天然气高峰年产量将达到约  $2500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。如果能从国外进口约  $7000 \times 10^4 \text{ t}$  LNG,则相当于约  $900 \times 10^8 \text{ m}^3$  天然气,再进口管道气  $600 \times 10^8 \text{ m}^3$  左右。届时中国的天然气供应量有可能超过  $4000 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,接近一次能源消费比重的 15%。这将大大改善中国的能源消费结构,减少环境污染。

## 四、几点设想

### 1. 大力加强天然气勘探,迅速增加优质储量

随着“西气东输”等长输管线的建成投产,中国天然气下游市场迅速发育成长,天然气需求量快速增长。2004 年底至 2005 年初,北京等城市出现了“气荒”现象,一些地区天然气供应告急。“西气东输”管线的设计年输气量为  $120 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,但刚刚正式输气不久,增量迅速的下游市场就要求将年输气量尽快增至  $180 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,增加 50%,而且修建复线的呼声也被提上议程。这些现象说明,天然气市场的需求量越来越大,给上游天然气供应能力造成了较大的压力。为了缓解供需矛盾,生产企业应大力加强天然气勘探,寻找具有一定规模的大场面,力争在短期内迅速增加优质储量。陆地上塔里木盆地、四川盆地、鄂尔多斯盆地、柴达木盆地四大气区都有

可能获得优质储量,另外,准噶尔和松辽盆地也有可能获得优质储量。特别是其中的塔里木盆地及四川盆地,要加大力度,尽快形成一些“战役性”场面,尽快获得一批较大规模的优质储量。

## 2. 中国低品位天然气资源丰富,要摸清家底,逐步开发利用

中国天然气地质条件十分复杂,储层非均质性较强。低渗、特低渗储层占相当大的比例,因此,天然气低品位资源丰富,约占全国总资源量的45%<sup>[1]</sup>。面对这种形势,在大力寻找优质储量的同时,还不能忽视低品位储量,应研究其分布规律,摸清家底,加大科技攻关力度,有效益地动用低品位储量,逐步将其开发利用。

## 3. 2020年以后中国油气总产量将保持稳定并略有增长

如前所述,中国的原油和天然气年产量进入高峰期时间不一致,天然气要比原油晚20~25年。因此,在2020年前中国油气总产量将持续增长。预计2020年中国油气总产量将突破 $3 \times 10^8$  t油当量,达到 $3.1 \times 10^8$  t油当量。2030年和2040年中国油气总产量预计将分别达到 $3.6 \times 10^8$  t和 $3.7 \times 10^8$  t油当量。由此可见,在2020年以后的相当长时期内,中国油气总产量将稳定在 $3 \times 10^8$  t油当量以上,并略有增长。

### 参 考 文 献

- 1 李景明,李剑,谢增业等.中国天然气资源研究.石油勘探与开发,2005;32(2):15~18
- 2 邱中建,方辉.对我国油气资源可持续发展的一些看法.石油学报,2005;26(2):1~5
- 3 天然气利用的历史. <http://www.lng.com.cn/lngcs.htm>
- 4 高寿柏.国外天然气市场发展给我们的启示.国际石油经济,1999;7(4):1~6
- 5 王才良.世界石油工业百年风云(之一).国际石油经济,2000;8(1):51~53
- 6 王才良.从20世纪的发展看世界石油工业的趋势和动向(上).国际石油经济,2001;9(4):35~38
- 7 于民.美国石油供需情况的演变及其对我国的启示.国际石油经济,1997;5(1):12~17
- 8 Energy Information Administration. U S Crude Oil, Natural Gas, and Natural Gas Liquids Reserves 2003 Annual Report. DOE/EIA-0216(2003), November 2004
- 9 Energy Information Administration. Annual Energy Review 2003, OE/EIA-0384(2003), November, 2004
- 10 胡国珽.国外天然气概况.中国氯碱,2000;(11):9~15
- 11 美国天然气工业政策. <http://www.lng.com.cn/ckzl6.htm>
- 12 周庆凡.美国地质调查所新一轮世界油气资源评价.海洋石油,2001;107:1~7
- 13 U S Geological Survey World Energy Assessment Team. U S Geological Survey World Petroleum Assessment 2000-Description and Results. <http://energy.cr.usgs.gov/>
- 14 杜尚明,胡光灿,李景明等编著.天然气资源勘探.北京:石油工业出版社,2004:111~174
- 15 戴金星,夏新宇,卫延召.中国天然气资源及前景分析.石油与天然气地质,2001;22(1):1~8
- 16 宋岩,张新民等.煤层气成藏机制及经济开采理论基础.北京:科学出版社,2005
- 17 张抗.我国未来油气产储量预测.国际石油经济,1994;2(1):18~22
- 18 赵复兴.中国油气资源现状及21世纪初期展望.国际石油经济,1996;4(6):1~5
- 19 张抗,周总璞,周庆凡.中国石油天然气发展战略.北京:地质出版社、石油工业出版社、中国石化出版社,2002:322~332
- 20 贾文瑞,徐青,王燕灵等.1996~2010年中国石油工业发展战略.北京:石油工业出版社,1999:77~314
- 21 甄鹏,李景明,李东旭等.中国天然气工业的现状与发展展望.天然气工业,1999;19(4):88~89
- 22 戴金星.我国天然气资源及其前景.天然气工业,1999;19(1):3~6
- 23 马新华,钱凯,魏国齐等.关于21世纪初叶中国天然气勘探方向的初步认识.石油勘探与开发,2000;27(3):1~4
- 24 戴金星.中国天然气工业的开发前景.见:跨世纪的中国石油天然气产业.北京:中国社会科学出版社,2000:19~20
- 25 周凤起.中国石油供需展望及对策建议.国际石油经济,2001;8(5):5~8
- 26 张抗.21世纪初期中国天然气工业发展框架.国际石油经济,2001;9(7):27~30
- 27 周玉琦,易荣龙,舒文培等.未来中国的油气资源前景探讨.石油实验地质,2003;25(3):227~234
- 28 赵贤正,李景明,李东旭等.中国天然气资源潜力及供需趋势.天然气工业,2004;24(3):1~4
- 29 戴金星.中国从贫气国正迈向产气大国.石油勘探与开发,2005;32(1):1~5
- 30 陈怀龙.土库曼斯坦油气发展前景.国际石油经济,2005;13(5):52~55

(收稿日期 2005-07-19 编辑 居维清)