

白兰君 姜子昂 编著

# 天然气输配经济学

TIANRANQI SHUPEI JINGJIXUE

石油工业出版社

# 天然气输配经济学

白兰君 姜子昂 编著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书把未来主要能源天然气放在世界和中国的能源系统中加以考量,阐述了天然气管道输配管制所涉及的经济理论,以利于正确制定政策法规,合理监管;提出了天然气分类输送需求、天然气输送供给、天然气输送供需均衡的概念,建立了天然气管道输送经济指标体系,并将空间需求函数用于市场分析,对天然气管输按距离收费和天然气管网输送收费的原则提出了设想。论述了管道布局、管道建设、管道运行、计量及配送的经济问题。本书还介绍了天然气其他运输方式并作了经济分析。

本书可供天然气产业链各环节经济管理和科研人员、大专院校师生、政府管理决策者参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

天然气输配经济学/白兰君,姜子昂编著.

北京:石油工业出版社,2007.8

ISBN 978-7-5021-6165-1

I. 天…

II. ①白… ②姜…

III. 天然气输送-技术经济学

IV. F407.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 101876 号

## 天然气输配经济学

白兰君 姜子昂编著

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:北京晨旭印刷厂

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:18

字数:450 千字 印数:1—1000 册

定价:78.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

# 前言

从世界范围看,世界各国经济增长对能源的需求日益旺盛,石油资源在能源消费构成中独力难支;煤炭等其他化石燃料对环境的污染越来越显著,污染问题愈益国际化、政治化;各国积极努力提高能源利用效率,但一般不可能取得超越经济技术发展阶段的成效;经济可行的可再生能源(例如氢)越来越受重视,但其在能源消费构成中的比例要达到两位数以上也许还是30年以后的事。人们把目光聚焦在天然气上。

美国地质调查所(USGS)2000年公布的世界常规天然气资源量为 $436 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。全世界还有蕴藏量极为丰富的非常规天然气资源(即致密低渗透层气、煤层气、页岩气、基岩游离气、水溶气、水合物气),其资源量共约有 $(155390 \sim 258080) \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,非常规天然气资源按体积计至少为常规天然气资源的356倍。全球天然气资源相对于市场分布极为不均,这种分布不均将导致天然气商品的世界性流动。

2005年全球商品天然气产量达 $24.75 \times 10^8 \text{ t}$ 。同年,全世界国(地区)际间共交易天然气 $7214.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,相当于 $6.5 \times 10^8 \text{ t}$ ,其平均运距又比一般货物大。考虑压缩、液化后其盛装容器的重量,商品输送工作量巨大。除液化后船运输送的 $1.8 \times 10^8 \text{ t}$ 外,这些气体货物只能通过陆上、海底管线输送,管线对于天然气贸易的作用和不可替代性日益明显。

当前,中国天然气工业已经进入高速发展期,2006年产量已近 $600 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,2001—2005年年均增长率超过12.5%,远高于世界同期年均增长率(2.4%)。2005年累积探明储量近 $2.35 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,2001—2005年年均增长率为11.4%,远高于世界同期年均增长率(2.25%)。

我国天然气产量在世界的位次上升表明我国天然气工业迅速崛起。2000年我国位居世界各国天然气生产产量第19位,2001年为第18位,2002年和2003年均为第17位,2004年为第16位,2005年上升为第14位。中国天然气工业正在迅速崛起和正被证实的重大发现令人鼓舞,但中国天然气在能源消费构成中的比例至今仍未超过4%。

据权威机构预测,在现行价格体系下,2000—2020年,我国天然气需求量年增长率为10.8%。到2020年,我国天然气消费量可能达到 $2000 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,届时天然气在一次能源消费结构中的比重将达到10%以上。然而,同期我国天然气产量年增长率为7.5%,到2010年,我国天然气供需缺口近 $400 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,2020年天然气供需缺口将达 $900 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,对外依存度为45%。

也就是说,要实现中国的天然气增长目标需要立足于国际国内两种资源。中国的天然气资源正在不断被发现,周边国家天然气资源丰富,也应该采用参与开发和直接进口的办法引进。中国处于中亚气区和东北亚市场天然气供需中的“准枢纽国”地位,进口天然气管线已经建设或正在规划、酝酿。我国已处于天然气管道建设高峰期。

根据我国天然气管道建设中长期规划,我国正在建设西气东输和涩宁兰管线的连接线,计划建设重庆—贵阳输气管线、莺歌海气田天然气登陆海南和广西地区的天然气管网、引进俄罗

斯和哈萨克斯坦等国天然气的输气管线。同时还将建设沿海引进液化天然气(LNG)项目及配套供气管网。西气东输二线、中缅管线等正在酝酿、论证,届时,将形成覆盖全国的五横两纵天然气主干管网,形成以国产天然气管道和沿海进口天然气管道为主轴的纵横交错、横跨全国市场区域的跨区域管网系统。

中国沿海一带已经掀起了 LNG 热潮,近年来提出的规划项目达 12 个之多。只要积极、稳妥,量力而行,中国引进 LNG 大有可为。

世界及中国天然气能源业的发展历史表明,天然气产业发展的基础首先但不完全是资源条件与采掘技术问题,随之而产生的经济问题同样值得关注。世界能源特别是天然气能源发展至今天,出现了许多值得关注的事件。首先是欧耶克(乙醇输出国组织 - organization of ethanol exporting countries - OEEC)出现的可能。美、巴签署推广生物燃料的战略协议,寻求建立乙醇燃料的全球生产标准,以期乙醇成为全球性商品,掌握定价上的话语权。其次是欧杰克(天然气输出国组织 - organization of Gas exporting countries - OGEC)建立的鼓噪。世界主要天然气输出国已就建立一个统一的所谓“天然气欧佩克”基本达成一致,尽管此举预计会遭到美国及欧盟的极力反对。第三是 LNG 贸易已由买方市场逐步转变为卖方市场,贸易合约正从长期逐步转为短期,确定 LNG 价格的北美“基差”参照体系已经形成。LNG 正成为世界各消费国争夺的对象,中国及发展中国家应该避免在国际贸易中对油价决定少有发言权的教训,利用自己在天然气消费上的强势地位增大对天然气(LNG)价格的影响力……

天然气供应国之间、供需国之间、消费国之间的联合、博弈和争夺过程中出现的一系列新现象,说明天然气同样是地缘政治商品,天然气政治与天然气经济同样值得研究。

天然气正在成为全球交易的能源商品。但完整意义上的全球天然气市场至今仍未形成。研究天然气管道输送个别事例、局部环节、某一经济现象的论文、课题报告、资料比比皆是,但将天然气管道输送、配送业作为对象,对其技术与经济结合的规律进行系统归纳的论著毕竟鲜见。

中国拥有古老的天然气采掘利用史,其经验值得总结。但中国现代天然气产业相对落后,急需建立天然气输送技术科学与经济科学结合的边缘学科,这正是笔者与同仁编写本书的动因。

中国天然气工业仍是年轻的、需要大力扶持并加以理论和政策指导的产业。在中国天然气产业快速发展的今天,天然气管道输送和配送日趋重要,有必要总结他的基本规律,探讨提高经济效益的途径。本书正是为达到这样的目标而撰写。

本书是天然气输送、配送科学理论和工程技术与经济科学的结合,也是实践经验的总结和升华。由于天然气产业的快速发展,笔者和所在的团队理论基础和实践经验都比较缺乏,难免挂一漏万,所以,虽然本书力求反映国内外天然气管输经济研究的前沿内容,但许多方面尚只能引人入胜。希望业界同仁对书中错误加以指正,并在实践中不断加以完善。

本书由白兰君与姜子昂博士创意,共同提出写作提纲,团队其他成员分别承担了一些写作任务。余楠、胡应富、陈小英参与校对与制图。

第一篇论述了世界天然气能源概述的基本情况,把天然气这种未来的主要能源放在世界和中国整个能源系统加以考量,希望有助于我们清楚地认识天然气输送、配送业在能源产业中的重要地位。

第二篇介绍了天然气管道输配管制理论与政策,意在论述天然气管道输送和配送经济所依据的经济学原理,阐述所论问题、所提出的政策建议、见解的理论依据,提高管制建议的说服力。本篇第一章着重论述了管道输送业的沿革、特征、地位和作用,旨在提醒规制决策者应该前瞻性地看到管道输送业无量的发展前景,正确地制定规制政策法规,做到管不应至死,制应促其进。

第三篇论述了天然气管道输送市场供需与价格,提出了分类天然气输送需求、天然气输送供给、天然气输送供需均衡的准确概念及其特点;从天然气输送需求函数范式、运输生产函数和运输成本函数出发,逐一解剖天然气管道输送需求函数及其类型,分析天然气管道输送需求预测的各种方法,提出可供实践操作的需求预测模型,从天然气管道输送的技术经济特征出发论述输送供给,论述各种类型供需函数的均衡。把《高等经济地理学》的原理用于天然气管道输送需求分析,将其空间需求函数用于市场分析,提出天然气管道输送按距离收费和天然气管网输送收费的原则设想。

第四篇按照设想规划、勘察设计施工建设、投产运行 3 个步骤,论述了天然气管道输送的主要环节及经济分析,为生产管理和经营管理工作提供优化、提高经济效益的思路。天然气管道输送的科学技术规律是复杂的,对经济规律的认识往往需要经过简化,故本书提供的思路多是原则性的,但它可以为规划设计、咨询评估、选优决策提供多角度、多方法比对的可能。

第五篇介绍了其他天然气输送方式的经济分析。重点论述了正蓬勃发展的 LNG 运输业的经济技术状况和特点。

姜子昂为主,姚丽、白桦等参与写作了第一章世界天然气能源概论及展望。

杨毅博士后撰写了第四篇第三章,何春蕾撰写了第四篇第四章及第五篇第三章。

第五篇第一章由白兰君、胡奥林撰写,撰写中参考了由秦园、马欣、胡奥林翻译的有关资料。第五篇第二、四章由张友波撰写。

白兰君具体承担第二篇、第三篇及第四篇第一、二章、第五篇第一章部分的撰写,以及全书的审校。其中第四篇第二章重点依据张红芳、邢晓凯、张传平、吴长春等人研究成果而撰写。

本书在写作过程中得到多位领导、同事的关心和帮助,在此一并致谢。

# 目 录

## 第一篇 世界天然气能源概论

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| 第一章 世界天然气能源概论及展望 .....         | (3)  |
| 第一节 世界天然气储量与生产概况 .....         | (3)  |
| 第二节 世界天然气消费与贸易状况 .....         | (5)  |
| 一、世界天然气消费状况 .....              | (5)  |
| 二、世界天然气贸易状况 .....              | (8)  |
| 第三节 世界能源需求及消费结构变化趋势 .....      | (10) |
| 一、能源需求增长的主要因素 .....            | (10) |
| 二、发展中国家能源需求迅速增长,能源短缺初见端倪 ..... | (13) |
| 三、世界和中国一次能源需求结构及对比 .....       | (13) |
| 第二章 世界各地区天然气工业概况 .....         | (15) |
| 第一节 亚太国家 .....                 | (15) |
| 一、中亚诸国天然气概况 .....              | (15) |
| 二、波斯湾地区的石油天然气概况 .....          | (16) |
| 三、南亚、东南亚各国天然气概况 .....          | (17) |
| 四、其他亚洲各国天然气概况 .....            | (18) |
| 第二节 欧洲国家 .....                 | (19) |
| 一、俄罗斯天然气概况 .....               | (19) |
| 二、法国天然气概况 .....                | (20) |
| 三、英国天然气概况 .....                | (20) |
| 四、挪威天然气概况 .....                | (20) |
| 五、意大利天然气概况 .....               | (20) |
| 六、德国天然气概况 .....                | (21) |
| 第三节 美洲国家 .....                 | (21) |
| 一、美国天然气概况 .....                | (21) |
| 二、加拿大天然气概况 .....               | (21) |
| 三、委内瑞拉天然气概况 .....              | (22) |
| 四、墨西哥天然气概况 .....               | (22) |
| 五、巴西天然气概况 .....                | (22) |

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| 六、阿根廷天然气概况 .....         | (22)        |
| 第四节 非洲国家 .....           | (23)        |
| <b>第三章 中国天然气概况 .....</b> | <b>(24)</b> |
| 第一节 中国天然气资源与储量分布 .....   | (24)        |
| 一、中国的天然气资源 .....         | (24)        |
| 二、天然气勘探与开发 .....         | (25)        |
| 第二节 中国陆上主要输气管道概况 .....   | (26)        |
| 一、我国陆上主要输气管线概况 .....     | (27)        |
| 二、我国天然气管道建设水平的发展 .....   | (30)        |
| 三、我国拟建天然气管线情况 .....      | (31)        |
| 第三节 中国天然气消费区域与市场 .....   | (32)        |
| 一、天然气市场现状 .....          | (32)        |
| 二、天然气消费量与消费结构 .....      | (33)        |
| 三、天然气消费预测 .....          | (35)        |
| 参考文献 .....               | (35)        |

## 第二篇 天然气管道输配管制理论与政策

|                                                   |             |
|---------------------------------------------------|-------------|
| <b>第一章 管道输送业的沿革、特征、地位和作用 .....</b>                | <b>(39)</b> |
| 第一节 管道输送业沿革和展望 .....                              | (39)        |
| 一、广义的管路输送历史最为悠久,规模和范围远远超过其他输送方式 .....             | (39)        |
| 二、货物管道输送的发展方兴未艾 .....                             | (40)        |
| 三、旅客管道输送在未来将逐步发展 .....                            | (44)        |
| 第二节 天然气管道输送业的性质和特征 .....                          | (44)        |
| 一、天然气管道输送业的性质 .....                               | (44)        |
| 二、天然气管道输送业的特征 .....                               | (45)        |
| 第三节 天然气管道输送业在国民经济中的地位、作用和优越性 .....                | (45)        |
| 一、天然气管输在产业链中发挥着无可替代的作用 .....                      | (45)        |
| 二、天然气管输具有别于固液体物流的经济特性 .....                       | (46)        |
| 三、天然气管输的优越性 .....                                 | (47)        |
| 四、天然气输量的多少不仅决定于气井、管线的技术状况,也决定于用户设备的<br>技术状况 ..... | (47)        |
| <b>第二章 商品与服务的价值和价格理论探索 .....</b>                  | <b>(48)</b> |
| 第一节 20 世纪经济学的重大发展 .....                           | (48)        |
| 第二节 中国理论经济学的回顾与展望 .....                           | (49)        |

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| 一、20 世纪中国理论经济学的回顾 .....               | (49) |
| 二、21 世纪中国理论经济学的展望 .....               | (50) |
| 三、创立适合行业特点的石油经济学,推进石油软科学研究 .....      | (51) |
| 第三节 劳动价值论与供求价格论可以统一 .....             | (52) |
| <b>第三章 规模经济性与范围经济性</b> .....          | (54) |
| 第一节 规模经济与规模不经济 .....                  | (54) |
| 一、规模经济一般理论 .....                      | (54) |
| 二、天然气管道输送具有规模经济性 .....                | (56) |
| 第二节 范围经济与范围不经济 .....                  | (57) |
| 一、范围经济一般理论 .....                      | (57) |
| 二、天然气管道运输中的范围经济与范围不经济 .....           | (58) |
| 三、成本劣加性(Subadditivity) .....          | (60) |
| 四、已初具规模的川渝天然气管输产业垄断竞争状况 .....         | (60) |
| <b>第四章 天然气管输市场的垄断与竞争</b> .....        | (62) |
| 一、垄断的定义和垄断状态 .....                    | (62) |
| 二、“垄而不断”是中国天然气上游行业的现状 .....           | (62) |
| 三、天然气管输业处于较强垄断结构中 .....               | (64) |
| <b>第五章 对天然气管输业的管制与激励规制</b> .....      | (65) |
| 一、管制(regulation)与管理(Management) ..... | (65) |
| 二、分清形成垄断的原因及垄断的类型 .....               | (65) |
| 三、注意区分鼓励在国内竞争和增强国外竞争力的需要 .....        | (66) |
| 四、经济学的不断创新将决定中国天然气产业垄断与规制变化的方向 .....  | (67) |
| 五、政府管制要以经济学最新成果和中国具体条件为依据 .....       | (68) |
| 六、正确设定天然气输送管制目标,逐步引入激励规制 .....        | (69) |
| <b>参考文献</b> .....                     | (72) |

### 第三篇 天然气管道输送市场供需与价格

|                                                        |      |
|--------------------------------------------------------|------|
| <b>第一章 天然气输送需求</b> .....                               | (75) |
| 第一节 天然气输送需求的概念及其特点 .....                               | (75) |
| 第二节 天然气输送需求函数范式分析 .....                                | (76) |
| 第三节 天然气管道输送需求函数及曲线类型 .....                             | (77) |
| 一、简化的天然气商品需求函数 .....                                   | (77) |
| 二、天然气商品需求曲线类型 .....                                    | (81) |
| 三、天然气输送需求弹性和输送需求价格弹性(Price elasticity of demand) ..... | (83) |

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| 四、注意事项 .....                       | (85)         |
| <b>第二章 天然气输送供给与成本 .....</b>        | <b>(86)</b>  |
| 第一节 天然气输送供给的特点 .....               | (86)         |
| 一、天然气输送供给的概念 .....                 | (86)         |
| 二、天然气输送供给的特点 .....                 | (86)         |
| 三、天然气输送供给的影响因素和供给弹性 .....          | (88)         |
| 第二节 运输生产函数和运输成本函数 .....            | (91)         |
| 第三节 天然气管道输送的技术经济特征和输送成本 .....      | (94)         |
| 一、天然气管道输送与一般运输方式的技术经济指标 .....      | (94)         |
| 二、各种运输方式技术经济特征的比较 .....            | (100)        |
| <b>第三章 天然气市场供需均衡 .....</b>         | <b>(102)</b> |
| 第一节 天然气工业的上游及管输技术经济特点 .....        | (102)        |
| 第二节 对天然气市场供求的宏观分析 .....            | (104)        |
| 一、实践型天然气供需均衡 .....                 | (104)        |
| 二、宏观型天然气市场供需均衡 .....               | (107)        |
| <b>第四章 天然气管道输送价格 .....</b>         | <b>(111)</b> |
| 第一节 空间需求函数及市场分析 .....              | (111)        |
| 第二节 自然垄断下的空间定价 .....               | (113)        |
| 第三节 天然气管道输送按距离收费 .....             | (117)        |
| 一、我国天然气管道收费历史及现状 .....             | (117)        |
| 二、天然气管输成本与运距的关系分析 .....            | (118)        |
| 三、管输价格是影响管道建设发展的关键因素 .....         | (120)        |
| 四、管输费收取的具体方式及与按距离收费的关系 .....       | (120)        |
| 第四节 天然气管输按运距收费的模式比较分析 .....        | (122)        |
| 第五节 天然气管网输送的收费 .....               | (123)        |
| 一、天然气管道输送网络经济悖论及天然气管网输送收费的实质 ..... | (123)        |
| 二、我国全国性管输网络已初见端倪 .....             | (124)        |
| 三、我国天然气管网输送定价模式及其选择 .....          | (125)        |
| 参考文献 .....                         | (127)        |

## 第四篇 天然气管道输送主要环节经济分析

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| <b>第一章 管线系统布局经济 .....</b> | <b>(131)</b> |
| 第一节 管线经济布局朴素成本区位论 .....   | (131)        |
| 一、布局区位论的假设前提和核心 .....     | (131)        |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 二、由运输成本决定的用气企业区位论 .....       | (132) |
| 三、由投资成本决定的供气点区位论 .....        | (133) |
| 第二节 经济布局收益区位论 .....           | (136) |
| 一、天然气生产企业收益区位论 .....          | (136) |
| 二、用气企业收益区位论 .....             | (137) |
| 第三节 市场竞争区位动态分析 .....          | (139) |
| 第二章 输气管道工艺方案优化设计及参数优化 .....   | (141) |
| 第一节 输气管道工艺方案优化设计 .....        | (142) |
| 一、输气管道工艺方案优化设计的数学模型 .....     | (142) |
| 二、输气管道工艺方案优化设计数学模型的求解方法 ..... | (145) |
| 三、优化设计案例 .....                | (145) |
| 第二节 输气管道工艺方案设计参数优化 .....      | (146) |
| 一、输气管道最优管径 .....              | (146) |
| 二、输气管道经济界限输量 .....            | (147) |
| 三、输气管道经济最远运距及经济起输量 .....      | (148) |
| 四、输气管道最优设计参数分析 .....          | (153) |
| 第三节 输气管道优化设计新思路 .....         | (157) |
| 一、设计变量和目标函数 .....             | (157) |
| 二、约束条件 .....                  | (157) |
| 三、优化模型 .....                  | (158) |
| 四、优化方法 .....                  | (158) |
| 第三章 管线运行经济 .....              | (159) |
| 第一节 天然气管输优化研究现状 .....         | (159) |
| 第二节 天然气管输系统运行优化模型 .....       | (161) |
| 一、天然气管网系统运行优化数学模型 .....       | (161) |
| 二、输气干线压缩机站优化运行数学模型 .....      | (163) |
| 第三节 天然气管输多目标运行优化设想 .....      | (163) |
| 第四章 天然气配送经济 .....             | (165) |
| 第一节 天然气配送的构成及特点 .....         | (165) |
| 一、天然气配送系统的构成 .....            | (165) |
| 二、配气管网系统及其选择 .....            | (166) |
| 第二节 天然气配送系统的运行 .....          | (168) |
| 一、天然气配送系统调压 .....             | (168) |
| 二、储气调峰 .....                  | (170) |

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 第三节 天然气配送投资费用 .....         | (172)        |
| 一、天然气配送系统的投资 .....          | (172)        |
| 二、降低天然气配送系统投资费用的手段 .....    | (175)        |
| 第四节 天然气配送成本 .....           | (178)        |
| 一、国外企业的天然气配送系统成本构成 .....    | (178)        |
| 二、国内天然气配送系统成本 .....         | (179)        |
| 第五节 天然气配送价格 .....           | (180)        |
| 一、配气服务费构成 .....             | (180)        |
| 二、我国配气服务费的制定 .....          | (181)        |
| 三、我国配气服务费现状 .....           | (181)        |
| 四、我国配气服务费运行管理建议 .....       | (182)        |
| 第六节 天然气配送系统的优化 .....        | (183)        |
| 一、确定城市配气管网系统经济管径的数学模型 ..... | (183)        |
| 二、调压站的最佳作用半径 .....          | (186)        |
| 参考文献 .....                  | (191)        |
| <b>第五章 天然气计量经济分析 .....</b>  | <b>(192)</b> |
| 第一节 天然气计量方式及其选择 .....       | (192)        |
| 一、国内外天然气计量标准与规范比较 .....     | (192)        |
| 二、国内外天然气计量装置对比 .....        | (195)        |
| 三、我国天然气计量技术新进展 .....        | (197)        |
| 第二节 天然气能量计量原理及开展情况 .....    | (199)        |
| 一、天然气能量计量的必要性 .....         | (199)        |
| 二、天然气能量计量的原理 .....          | (200)        |
| 三、天然气能量计量单位的选择 .....        | (201)        |
| 四、我国天然气能量计量工作开展的情况 .....    | (202)        |
| 第三节 天然气能量计量经济分析 .....       | (204)        |
| 一、我国天然气能量计量建议方案 .....       | (204)        |
| 二、我国天然气能量计量简要经济分析 .....     | (204)        |
| 参考文献 .....                  | (205)        |

## 第五篇 其他天然气输送方式经济分析

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| <b>第一章 LNG 经济 .....</b> | <b>(209)</b> |
| 第一节 LNG 市场供应与需求 .....   | (210)        |
| 一、全球 LNG 市场现状 .....     | (210)        |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 二、全球 LNG 市场发展趋势 .....         | (211) |
| 第二节 LNG 项目的成本构成 .....         | (215) |
| 一、LNG 生产链与成本链 .....           | (215) |
| 二、影响 LNG 成本的因素 .....          | (215) |
| 第三节 LNG 的安全性 .....            | (218) |
| 第四节 发展中国 LNG 运输业的技术经济分析 ..... | (219) |
| 一、LNG 船舶的特点 .....             | (219) |
| 二、我国航运企业已具备的条件、不足与对策 .....    | (220) |
| 三、LNG 海运贸易条款分析 .....          | (221) |
| 四、船舶进口税对 LNG 海运的影响 .....      | (222) |
| 五、LNG 海运风险的分析与规避 .....        | (222) |
| 第五节 LNG 销售合约及其发展变化 .....      | (223) |
| 一、传统的购销协议(SPA)及其风险责任 .....    | (223) |
| 二、传统购销体制的弊端 .....             | (223) |
| 三、北美和英国传统购销体制的重组与改革 .....     | (224) |
| 四、平衡投资风险与市场回报的固定期合约 .....     | (224) |
| 五、LNG 短期合约市场及其发展现状 .....      | (228) |
| 六、新的 LNG 市场结构 .....           | (232) |
| 七、LNG 运输成本对灵活平衡供需的影响 .....    | (233) |
| 第六节 LNG 定价机制与价格 .....         | (239) |
| 一、定价机制与价格公式 .....             | (239) |
| 二、价格水平与发展趋势 .....             | (241) |
| 第二章 NGH 运输技术经济分析 .....        | (245) |
| 第一节 NGH 技术特性 .....            | (245) |
| 一、NGH 的基本性质 .....             | (245) |
| 二、NGH 的结构 .....               | (246) |
| 三、NGH 的分布情况 .....             | (247) |
| 第二节 NGH 运输原理 .....            | (249) |
| 第三节 NGH 运输技术经济性分析 .....       | (251) |
| 一、技术分析 .....                  | (251) |
| 二、经济性分析 .....                 | (252) |
| 三、安全性分析 .....                 | (253) |
| 第三章 CNG 运输经济 .....            | (254) |
| 第一节 罐装 CNG 输送工艺 .....         | (254) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 一、CNG 供气系统的构成 .....         | (254) |
| 二、CNG 生产及加压充装 .....         | (255) |
| 三、CNG 运输 .....              | (255) |
| 四、CNG 接收 .....              | (256) |
| 第二节 罐装 CNG 输送经济可行性分析 .....  | (257) |
| 一、罐装 CNG 输送技术可行性 .....      | (257) |
| 二、罐装 CNG 输送工程投资 .....       | (257) |
| 三、罐装 CNG 输送成本 .....         | (258) |
| 四、罐装 CNG 输送工艺经济可行性分析 .....  | (259) |
| 第三节 中国 CNG 运输发展现状及前景 .....  | (260) |
| 一、CNG 运输现状 .....            | (260) |
| 二、CNG 运输发展前景 .....          | (260) |
| 第四章 LPG 运输经济 .....          | (262) |
| 第一节 LPG 管道输送特点及其发展 .....    | (262) |
| 一、LPG 管道输送系统费用 .....        | (263) |
| 二、LPG 管道输送经济流速 .....        | (265) |
| 三、LPG 管道输送经济规模 .....        | (268) |
| 第二节 LPG 各种输送方式技术经济性比较 ..... | (269) |
| 一、管道输送 .....                | (269) |
| 二、槽船输送 .....                | (270) |
| 三、瓶装输送 .....                | (270) |
| 四、罐装运输 .....                | (270) |
| 参考文献 .....                  | (271) |

# 第一篇

## 世界天然气能源概论



# 第一章 世界天然气能源概论及展望

## 第一节 世界天然气储量与生产概况

据 BP 数据,从 1993—2005 年,13 年间,全球天然气储量增加了  $377500 \times 10^8 \text{m}^3$ ,年均增长率达 2.6%。另据美国《油气杂志》公布的数据,1987 年,天然气储量曾经与石油储量持平。到 2002 年,因许多国家对其石油储量进行重新评估和增补修订,全球石油探明储量重新超过天然气探明储量(图 1-1-1)。截止 2005 年年底,世界天然气探明储量为  $179.8 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。中国、印度与澳大利亚均有重大天然气新发现,但全世界储量增长的绝大部分是由于对现有气田的重新评估。

2005 年,世界天然气储采比为 65.1,而 1999 年则为 60。说明年新增储量远高于当年的产量,天然气消费利用前景乐观。表 1-1-1 为 2005 年各国天然气储量、产量及储采比。表 1-1-2 为 2004—2005 年世界天然气生产量。中东的探明储量比例虽高,但 2003 年生产量仅占世界的 9.8%。2005 年和 2004 年世界前 10 位的天然气生产国中,名次变化不大。俄罗斯依然雄踞榜首,2005 年产量高达  $5980 \times 10^8 \text{m}^3$ 。中国由 2004 年的第 16 名升至 2005 年的第 14 名,产量达到  $500 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

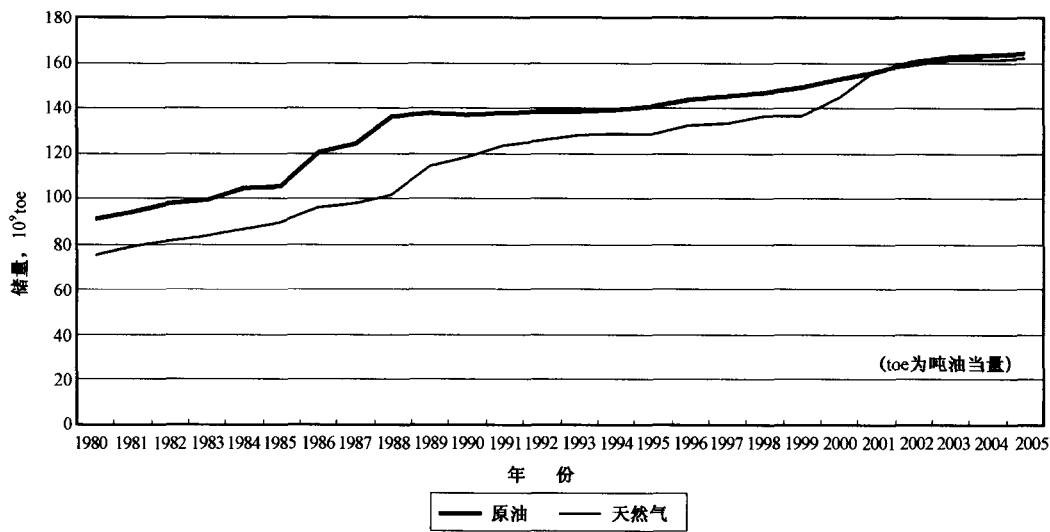


图 1-1-1 世界油气探明储量趋势  
(资料来源:BP Statistical Review of World Energy June 2006)