

天然气利用手册

徐文渊 蒋长安 主编



中国石化出版社

内 容 提 要

本手册是针对目前我国天然气工业已进入迅速发展阶段,天然气的利用在全国范围内将逐渐扩大而编写的。本手册主要介绍天然气的燃料和化工利用及副产品的综合利用,还介绍了天然气的资源、产量、市场等信息及天然气的性质、净化、储运等相关技术。

本手册可供天然气生产和利用的工程技术人员和管理人员,设计、科研人员,以及有关高等院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

天然气利用手册/徐文渊、蒋长安主编.
—北京:中国石化出版社,2001
ISBN 7-80164-131-0

I.天… II.徐… III.天然气-综合利用-手册
IV. TE64-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 059963 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84289972

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 50.25 印张 1280 千字 印 3001—5000

2002 年 1 月第 1 版 2003 年 3 月第 1 版第 2 次印刷

定价:120.00 元

主 编： 徐文渊 蒋长安

编写人员： 徐文渊(教授级高级工程师)

蒋长安(教授级高级工程师)

王开岳(教授级高级工程师)

徐德明 (教授级高级工程师)

张治林(教授级高级工程师)

王遇冬(教授)

张聪炎(高级工程师)

庞名立(高级工程师)

组织编写： 中国石油和石化工程研究会

序

在世界经济可持续发展中，能源需求不断增长。世界天然气资源丰富，可采储量增加较快，近年其产量的增长速度大大高于煤与石油。预计在 21 世纪，天然气在世界能源消费结构中的比例将跃居首位。21 世纪将是“天然气世纪”。

20 世纪，在经济迅猛发展的同时，给全球也带来了日趋严重的环境问题，保持和改善人类生存环境成为一项十分重要的任务。在几种矿物燃料中，天然气是清洁燃料，与煤、石油比较，它在使用时不仅排放出的 SO_x 、 NO_x 及 CO 量最少，而且获得等量能量时排放出的 CO_2 量也是最低的。天然气用作工业、民用及车用燃料将显著改善城市的大气质量，增加天然气在能源消费结构中的比例是缓解环境日益恶化的一项重要措施，加速开发和利用天然气在世界各国取得了广泛的共识。

我国天然气资源较丰富，但长期以来探明程度较低。近年来，天然气探明储量大幅度增长，储采比上升，一批新气田相继投入开发，管道建设进展较快。目前我国陆上已形成四川、陕甘宁、塔里木、柴达木四大气区，“西气东输”是我国实施西部开发具有战略意义的重大项目，海上天然气勘探开发也在快速发展；为了使我国天然气的利用在各地区平衡发展，还将从国外引进液化天然气和天然气，全国天然气的利用将向来源多元化方向发展。

随着我国国民经济持续和快速发展，能源需求日益增长，石油供应短缺日趋严重，天然气将成为石油的替代资源。天然气与石油一样，不但可用作燃料，而且还可用于生产化工产品。目前，我国能源消费还是以煤为主，大气污染比较严重，已成为困扰并影响我国经济持续发展的一大难题，大力推广利用天然气，能使我国大气污染情况得到较大的改善。

长期以来，我国主要在四川省和重庆市以及一些大油田，生产和利用天然气及伴生气；现在天然气的生产和利用范围已日益扩大。今后随着我国气田的加速开发和天然气管道的迅速建设，天然气将大量输往全国各省市，形成新的天然气市场并涌现大批天然气新用户，因此急需加强天然气的利用工作。

目前国内尚无介绍天然气利用的专著，本手册填补了这方面的空白。本手册以天然气的燃料利用和化工利用为中心，同时还述及了副产品天然气凝液、硫磺等的利用，并介绍了天然气的储量、产量、市场、性质以及净化加工和运输储存等，可使读者较为全面地了解天然气利用及其相关技术的全貌。

在我国大力发展天然气工业的大好形势下，配合广泛推广利用天然气的实际需要，中国石油和石化工程研究会决定编写本手册，并安排给本会西南研究中心。该中心组织了四川气田多位老专家进行编写，他们收集了国内外大量文献资料，总结了多年的实践经验，完成了本手册的编写。

本手册既有理论介绍，又紧密联系生产和技术发展的实际，是一本较完整、较系统、又有实用价值的工具书。

本手册的出版，将对天然气利用起到积极的推动作用，特推荐给广大读者，以弘彰效益。

中国石油和石化工程研究会理事长



2001年5月18日

前 言

天然气是清洁、高效、方便的能源，它的使用在世界经济发展和提高环境质量中起着重要作用。世界天然气资源丰富，可采储量迅速增加，近年其年产量增长速度高于石油与煤，在能源消费结构组成中的比例达 23.5%。据预测，21 世纪天然气在能源消费结构组成中的比例将超过石油，成为世界第一能源。

我国天然气资源也较丰富，但长期以来天然气工业基础较薄弱，天然气在我国能源消费结构组成中的比例只占 2% 左右。近年我国天然气储量增长较快，形成了陆上四川、陕甘宁、柴达木、塔里木四大气区，已建成几条长距离输气管道，“西气东输”工程将把天然气输送到全国 9 个省市，为我国天然气工业的发展创造了有利条件。我国海上气田的勘探和开发也有较大进展，此外还拟从国外进口液化天然气和天然气。21 世纪初我国天然气产量和消费量将得到迅速提高，其在能源结构组成中的比例将达 6%~8%。

为了促进我国天然气工业的发展，扩大天然气利用是一个很重要的环节，编写本手册即是为有关科技和管理人员提供这方面先进和实用的技术和信息。

本手册以介绍天然气中甲烷的燃料和化工利用为主，还叙述了天然气中其他组分如天然气凝液、硫磺与硫化物、二氧化碳等的回收和综合利用。同时，介绍了天然气利用的关联技术：天然气组分分析和性质；天然气净化、硫回收及储运；天然气市场。总之，本手册包括了天然气下游工程和产品的全部内容。为了增强对天然气利用信心，本手册还综述了国内外天然气上游的资源、储量及产量等情况和发展前景。

本手册根据 20 世纪 90 年代以来国内外大量文献编写而成，除了介绍国内外天然气下游工程和产品的成熟技术外，还介绍了即将工业化和正在研究中的新技术，此外还写入了编者从事天然气工作多年的实践经验。

本手册由中国石油和石化工程研究会组织编写，具体安排给该会西南研究中心。编写人员有：蒋长安(第一、二章,第三章第一节),徐文渊(第三章第二节,第六章第六节,第七章第五节,第八章第三节,第九章第一~二节、第四~六节),徐德明(第三章第三节,第七章第一~四节及第六节),张治林(第四章第一~三节,第六章第一~五节,第九章第三节),王遇冬(第四章第四节,第五章第四节),王开岳(第五章第一~三节,第八章第一~二节及第四~六节),张聪炎(第七章第五节),庞名立(第十章)。全书由徐文渊统稿。

本手册是在世纪之交及我国天然气工业发展之际编写完成的。在编写过程中，得到了中国石油西南油气田分公司和四川石油管理局领导和有关部门的指导，得到了有关同志的大力支持，在此一并表示感谢。由于资料数据繁多，错漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2001 年 5 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 世界天然气工业现状	(4)
第一节 世界天然气资源量、储量和产量	(4)
一、世界天然气资源量	(4)
二、世界天然气可采储量	(9)
三、世界天然气生产	(15)
第二节 我国天然气资源量、储量和产量	(16)
一、我国天然气资源状况	(16)
二、我国天然气探明储量现状	(20)
三、我国天然气生产进展	(21)
四、我国主要含气盆地简介	(24)
第三章 天然气分类、组分及组分分析	(32)
第一节 天然气分类	(32)
一、天然气分类原则	(32)
二、国内外学者对天然气分类划分的见解	(32)
三、从矿场特点和化学组分来分类天然气	(34)
第二节 天然气组分	(34)
一、国外主要气田天然气和油田伴生气组分	(34)
二、我国主要气田天然气、凝析气和油田伴生气组成	(35)
第三节 天然气分析与测定	(37)
一、气体组分表示方法	(37)
二、分析与测定技术	(39)
三、天然气分析中标准气的制备与利用	(48)
四、天然气分析测试方法标准名称汇览	(49)
第四章 天然气的性质	(52)
第一节 天然气及其组分的物理化学性质	(52)
一、天然气中主要组分的物理化学性质	(52)
二、天然气中有机硫化化合物的主要性质	(52)
三、天然气中其他组分的性质	(52)
第二节 天然气的物理性质	(54)
一、天然气的分子量	(54)
二、天然气的视密度和相对密度	(55)
三、天然气主要组分的蒸气压	(57)
四、天然气的粘度	(58)
五、天然气的临界参数	(61)

六、天然气的 $p - V - T$ 计算	(62)
七、含有显著量 H_2S 和(或) CO_2 的酸性天然气压缩系数的计算	(66)
八、富含 CO_2 的天然气压缩系数的计算	(67)
九、天然气的烃露点	(70)
第三节 天然气的热力学性质	(71)
一、天然气的比热容	(71)
二、天然气的绝热指数	(75)
三、天然气的导热系数	(77)
四、天然气凝液的气化潜热	(79)
五、天然气的焓	(82)
六、天然气的熵	(94)
第四节 天然气的相特性及相平衡计算	(97)
一、天然气的相特性	(97)
二、流体的 $p - V - T$ 关系	(106)
三、流体 $p - V - T$ 关系的普遍化计算	(109)
四、流体相平衡计算	(111)
第五章 天然气质量指标及净化工艺	(120)
第一节 商品天然气质量指标	(120)
一、国外管输天然气质量指标	(120)
二、我国管输天然气质量指标	(120)
第二节 天然气脱硫	(122)
一、天然气脱硫的主要方法	(122)
二、以甲基二乙醇胺为主溶剂的脱硫工艺	(143)
三、天然气脱硫的其他方法	(153)
四、我国天然气净化厂的脱硫装置	(168)
五、选择天然气脱硫工艺的若干原则	(168)
六、天然气的精脱硫	(169)
第三节 硫磺回收与尾气处理	(171)
一、国内外硫磺回收尾气二氧化硫排放标准	(172)
二、克劳斯工艺	(173)
三、克劳斯尾气处理工艺	(181)
四、克劳斯组合及变体工艺	(187)
五、选择尾气处理工艺的经济考虑	(193)
六、我国天然气净化厂的硫磺回收及尾气处理装置	(193)
第四节 天然气脱水	(194)
一、吸收法	(194)
二、吸附法	(202)
三、冷却法	(212)
四、其他脱水方法	(214)
第六章 天然气输送、储存和输配	(218)
第一节 国内外输气管道概况	(218)

一、国外主要地区(国家)输气管道概况	(218)
二、我国天然气输气管道的现状及发展	(228)
第二节 天然气输送	(235)
一、长输天然气管道的特点与气质指标	(235)
二、输气工艺及管道的工艺计算	(237)
三、压气站	(242)
四、输气管道的腐蚀与防护	(249)
第三节 天然气储存	(263)
一、天然气储存目的	(263)
二、天然气储存方式分类	(263)
三、地下储气库	(266)
第四节 天然气输配	(276)
一、天然气输配系统	(276)
二、城市天然气需用量及供需平衡	(280)
第五节 天然气计量与检测仪表	(286)
一、天然气流量计量的特点	(286)
二、天然气流量测量方法及仪表	(287)
三、天然气流量测量应用	(288)
第六节 液化天然气的生产、储存及运输	(294)
一、LNG 工厂和装置类型	(294)
二、LNG 的原料气、产品组成及特性	(299)
三、LNG 生产工艺	(302)
四、LNG 储存	(309)
五、LNG 运输	(312)
六、LNG 的冷量利用	(314)
七、LNG 工业使用的材料	(315)
八、安全系统	(315)
九、工业卫生和防护	(316)
十、世界 LNG 工业发展趋势	(316)
十一、我国 LNG 工业发展前景	(317)
第七章 天然气燃料利用	(322)
第一节 天然气燃烧特性	(322)
一、热值	(322)
二、华白数和空气引射指数	(322)
三、天然气燃烧所需空气量	(323)
四、天然气燃烧产物量	(324)
五、燃烧温度及烟气的焓	(325)
六、着火温度和爆炸极限	(327)
七、定容积燃气 - 空气混合气的发热量	(329)
八、抗爆性	(330)

第二节 天然气燃烧的基本原理	(331)
一、天然气燃烧反应机理	(331)
二、天然气的着火和点火	(332)
三、火焰特性及传播原理	(334)
四、火焰稳定性	(339)
五、燃气互换性	(343)
第三节 天然气燃烧技术的应用	(354)
一、扩散燃烧技术和应用	(354)
二、预混燃烧技术和应用	(356)
三、特种燃烧技术	(358)
第四节 天然气在工农业中的利用	(377)
一、天然气在住宅 - 商业中的利用	(378)
二、天然气在工业中的燃料利用	(388)
三、天然气在农业中的利用	(391)
四、天然气在发电业中的利用	(393)
第五节 以天然气为原料的代用燃料在交通运输业中的利用	(407)
一、代用汽车燃料	(408)
二、代用燃料在航空、铁路、内河运输及农业机械中的利用	(434)
第六节 天然气利用中的新兴技术	(435)
一、天然气用于制冷	(435)
二、天然气用于燃料电池	(449)
第八章 天然气化工利用	(466)
第一节 天然气化工利用的地位及结构	(466)
一、世界天然气化工利用的地位及结构	(467)
二、我国天然气化工利用的地位及结构	(467)
第二节 合成氨及尿素与其下游产品	(468)
一、氨与尿素的性质及质量指标	(469)
二、国内外发展情况	(471)
三、合成氨生产工艺	(474)
四、尿素生产工艺	(494)
五、碳酸氢铵	(499)
六、氨的其他下游产品	(501)
第三节 甲醇及其下游产品	(504)
一、甲醇的性质及质量指标	(504)
二、国内外发展情况	(504)
三、甲醇生产工艺	(506)
四、甲醇的毒性、防护及储运	(519)
五、甲醛及其下游产品	(519)
六、甲基叔丁基醚	(536)
七、乙酸及其下游产品	(547)

八、甲胺	(553)
九、甲酸甲酯及其下游产品	(558)
十、二甲醚	(563)
十一、甲醇蛋白	(565)
十二、碳酸二甲酯	(568)
十三、甲醇其他下游产品	(570)
第四节 乙炔及其下游产品	(573)
一、乙炔的性质及质量指标	(573)
二、国内外发展情况	(575)
三、乙炔生产工艺	(576)
四、乙酸乙烯与聚乙烯醇	(582)
五、氯乙烯	(590)
六、1,4 - 丁二醇	(593)
七、丙烯酸及丙烯酸酯	(596)
八、乙炔炭黑	(599)
九、氯丁二烯	(601)
十、乙炔其他下游产品	(604)
第五节 天然气制合成油	(606)
一、国内外发展情况	(606)
二、费 - 托合成	(607)
三、已工业化的合成油工艺	(608)
四、正在开发中的新工艺	(613)
五、天然气制合成油发展前景	(616)
第六节 以天然气为主要原料的其他产品	(616)
一、炭黑	(616)
二、氢氰酸	(620)
三、甲烷氯化物	(623)
四、二硫化碳	(630)
五、硝基甲烷	(632)
六、以合成气为原料的其他产品	(635)
七、天然气直接制单细胞蛋白	(638)
第七节 天然气化工利用新技术	(639)
一、已具备工业化条件的新技术	(639)
二、研究开发中的重要新技术	(648)
第九章 天然气副产品回收和利用	(658)
第一节 天然气凝液回收	(658)
一、NGL 的性质和产品质量指标	(658)
二、国内外 NGL 及其产品产量和市场	(658)
三、NGL 回收工艺	(659)
四、我国引进的 NGL 回收装置	(667)

五、国外 NGL 回收工艺发展概况	(672)
六、国产 NGL 回收装置	(675)
七、在回收 NGL 过程中值得注意的问题	(679)
第二节 天然气凝液化工利用	(679)
一、裂解制乙烯	(680)
二、脱氢制烯烃	(685)
三、芳构化制苯、甲苯、二甲苯	(692)
四、正丁烷制顺丁烯二酸酐及其下游产品	(697)
五、C ₅ ⁺ 制溶剂油	(707)
六、丙烷氨氧化制丙烯腈	(711)
第三节 液化石油气燃料利用	(713)
一、LPG 特点和组成	(713)
二、LPG 质量指标及质量控制	(714)
三、LPG 作民用燃料	(716)
第四节 氮回收和利用	(720)
一、氮的性质和质量指标	(720)
二、国内外发展情况	(720)
三、氮回收工艺	(721)
四、氮的用途	(725)
第五节 硫的利用	(726)
一、硫磺、二氧化硫及硫化氢的性质	(726)
二、硫磺和液体二氧化硫质量指标	(727)
三、国内外硫磺生产量、消费量及消费结构	(727)
四、硫磺、二氧化硫及硫化氢化工利用	(730)
第六节 二氧化碳回收和利用	(747)
一、二氧化碳的性质和质量指标	(747)
二、二氧化碳资源	(748)
三、国内外二氧化碳利用情况	(750)
四、二氧化碳精制和回收工艺	(752)
五、二氧化碳利用发展方向	(754)
第十章 天然气市场	(760)
第一节 天然气在一次能源消费结构中的地位迅速提高	(761)
第二节 市场需求、消费及消费结构	(763)
一、天然气需求和消费量	(763)
二、世界各地消费结构	(764)
三、我国天然气消费结构和趋向	(767)
四、世界天然气贸易市场	(768)
第三节 天然气价格	(772)
一、生产公司销售给输气公司	(772)
二、输气公司销售给配气公司	(772)

三、配气公司销售给用户	(772)
四、“照付不议”合同	(773)
五、天然气国际市场贸易价格	(774)
第四节 天然气市场管理	(775)
附录一 英文缩写词	(779)
附录二 天然气工业中常用单位换算表	(787)

第一章 绪 论

能源是人类生存和社会发展的基本条件之一。当今世界各国政府都十分重视能源的开发、利用以及对环境的影响。就某种意义上讲,能源的构成、开发利用和人均消费量,实际上标志着一个国家的技术水平、生活水平和文明程度。

我国是开发和使用能源最早的国家之一。早在两千多年前,我们的祖先就已经开始采煤炼铁,开发天然气熬盐,当时的钻井采气技术已经达到了相当高的水平。中华民族在开发利用能源、促进人类社会的进步和发展方面,作出了卓越的贡献。

煤、石油和天然气仍然是 21 世纪世界能源供应的三大支柱。天然气不但是优质燃料,而且是化学工业的重要原料。天然气工业在世界经济格局中占据着特别重要的地位。随着世界经济发展,推动了世界能源市场的发展,但是大气环境质量的严格要求又制约着煤和石油的发展,这必然要引起能源结构的改变。世界朝着清洁能源的方向发展,如天然气、电力和可再生能源等,这给我国天然气工业的发展提供了极好的发展机遇。

从广义来说,天然气是指自然界中一切天然生成的各种气体的混合物,但是从能源的角度来说,通常所称的天然气只指贮存于地层的可燃性气体,即气态化石燃料,而与石油共生的天然气常称为油田伴生气。天然气的主要成分是甲烷,此外根据不同的地质形成条件,尚含有不同数量的乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、己烷等低碳烷烃以及二氧化碳、氮气、硫化物等非烃类;有的气田中还含有氦气。甲烷含量高的称为干气或贫气; C_2 以上烷烃含量较高的称为湿气。因此,根据天然气的定义,天然气组分用图 1-1 来表示。除了甲烷含量高的气田外,我国的一些特殊气田如高含硫的赵兰庄气田、高含二氧化碳的黄桥气田也属于天然气气田。

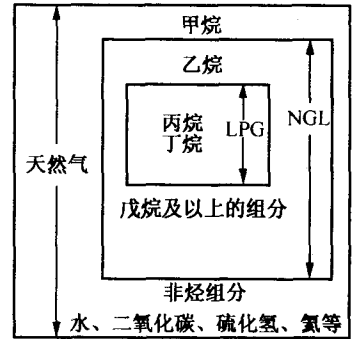


图 1-1 天然气组分图

天然气作为能源利用有以下优越性:

(1) 利用天然气使环境效益优越。能源变迁是从多碳经过低碳走向无碳。在无碳能源尚未大规模工业化之前,与煤和石油相比,天然气作燃料可以明显减少环境污染。天然气的燃烧排放量远低于石油和煤的燃烧排放量。解决当前城市污染严重的现况,明显改善人类生存环境,对于提高全社会生活质量具有非常重大的现实意义。

(2) 天然气是优质能源。由于天然气组分不含一氧化碳,这就减少了泄漏对人畜生命造成的危害性,而煤制气含有 20% ~ 30% 的一氧化碳,如因管道泄漏,会引起人畜中毒甚至死亡。

(3) 天然气是高效能源。天然气在联合循环发电利用中,热能利用率可达 55%,高于原油和煤的热能利用率。

(4) 天然气是安全能源。天然气着火温度高,爆炸界限窄,相对密度较空气轻,安全性能好。

(5) 天然气资源丰富。据最新预测,世界常规和非常规天然气资源总量达 $(1790 \sim 5030) \times$

10^{12} m^3 。全球丰富的天然气资源完全可以满足人类对能源较长时期的需求。

(6) 勘探开发成本低。与其他能源相比,天然气勘探开发成本相对较低,见效较快。

(7) 使用方便。天然气供居民作燃料具有方便、节省时间和劳力的优越性。

天然气无论是产量、消费量和贸易量,在世界各国特别是亚洲国家都发展很快。繁荣的世界天然气市场,国际贸易量的逐年增加,使得天然气资源贫乏的国家共同分享资源,共同活跃在天然气市场,形成天然气消费全球一体化。近年来,越来越多的国家,特别是那些能源市场发育得相对完善的国家,政府正在某种程度上放宽或解除对天然气市场和电力市场的管制,部分甚至全部取消能源(如煤)的价格补贴,从而促进了天然气市场的发展。

丰富的天然气资源、雄厚的采气输气实力,并不能说明已拥有巨大的天然气市场容量,恰恰需要采取有效的措施促进天然气市场发育,使巨大的投资换来的清洁能源——天然气,在经济发展和文明进步中充分发挥作用。诸多因素中,储量是天然气市场发育的基础,管道是天然气市场发育的条件,利用是天然气市场发育的动力,相关政策是天然气市场发展的环境。

能源市场是一个激烈竞争的市场,它与各国的政治、经济和军事力量有着密切的联系。天然气作为 20 世纪 40 年代崛起的能源,70 年代才开始大发展,要挤入能源市场,必然要加强天然气的利用,努力开拓天然气市场。要根据市场的严峻选择,确立它在能源市场的地位。在能源竞争的这场争夺战中,天然气工业必须要付出巨大努力,才能逐步占领市场。

近几十年来,天然气工业发生了根本性的变化。工业发达国家对环境和生态的关注以及发展中国家渴望经济增长的热情,成为推动天然气勘探开发的两股强劲力量。天然气由过去作为石油勘探开发的附产物,发展到现在成为单独勘探开发的对象;由过去从火炬大量烧掉,发展到现在高效集输储存和综合利用;由过去的简单操作发展到现在用计算机管理的生产操作系统以及气田动态分析中采用现代化数字模型和计算机处理。特别是进入 70 年代,跨国输气管线逐年增多,实现国际或洲际管道联网;同时,液化天然气技术的发展以及船舶海运液化天然气的增多,都说明天然气的开发利用已走上广泛采用高科技成果的现代化工业发展的道路。至此,天然气工业从上游的勘探开发,至中游的集输储存以及下游的天然气利用、副产品综合利用,已形成一项技术和资金密集型的系统工程。

天然气工业的发展必将进一步推动农业、化工、冶金、机械、建材、运输、商业等产业的发展。如果天然气工业和区域资源组合配套发展,对于支持优势资源的开发,培育新兴产业和经济增长具有十分重要的意义。天然气工业的发展推动化肥工业的发展,对农业生产起着巨大的作用,这对发展中的国家来讲,其意义更加重要。天然气在化学工业中的利用极为广泛,除了生产合成氨及尿素外,还可以生产甲醇及其下游产品、乙炔及其下游产品、合成液体燃料、氢氰酸、甲烷氯化物、二硫化碳、硝基甲烷等。天然气工业的发展对黑色金属冶炼及压延加工工业、非金属矿物制品业、专用设备制造业、武器弹药制造业、普通机械制造业、电器机械及器材制造业、非金属矿采选业等的发展都起到直接的推动作用。天然气在工业生产中另一个不可替代的重要作用是特殊工艺的用气,如优质钢、有色金属、电子器件、玻璃、建筑陶瓷、卫生洁具、搪瓷制品、仪器仪表等产品使用天然气作燃料,在产品质量、技术保证、产量提高、科学管理等方面具有较强的竞争力,经济效益明显提高。

由于科学技术的迅猛发展,促使天然气利用领域不断扩大。根据近期研究领域和试验项目的发展趋势,在以下几个领域将有扩大:热电联产和联合循环发电中作为燃料应用;替代汽车等运输工具的燃料油;天然气空调系统;天然气燃料电池;天然气合成油及化学品等。

从石油经济地理来看，亚洲天然气资源较为贫乏，仅占全球总量的7%。在亚洲，天然气资源又集中在东南亚，东亚的天然气资源更为缺少，形成印度尼西亚、马来西亚和文莱的液化天然气流向日本、韩国和我国台湾省的局面。因此，今后我国天然气将形成多元化的来源：国产天然气、进口管道天然气和液化天然气。

天然气的利用是推动勘探、开发和管输的动力。本手册是供开辟天然气市场的工具书，包括从井口天然气经过加工处理，又经管输到用户利用的各个领域的问题，并且阐明了天然气资源、产量及消费市场的现状和前景。

第二章 世界天然气工业现状

第一节 世界天然气资源量、储量和产量

一、世界天然气资源量

(一) 世界常规天然气资源量十分丰富

天然气资源量是天然气工业发展的基础。随着世界勘探程度的加深和科学技术的发展,对资源量的估计越来越接近实际。根据目前的技术经济条件,通常将天然气资源分为两大类:常规资源和非常规资源。目前世界上开采的多数为常规资源,当技术经济发展到一定程度时,一些非常规天然气资源就进入技术经济可行的范畴,成为可以开发利用的可采储量。

1. 1994 年第十四届世界石油大会对天然气资源的评估

全世界约有 600 个具有含油气远景的盆地,经过 400 多个沉积盆地的勘探开发,已在 360 多个盆地内发现油气资源,总计开发 26000 多个气田。大会评估全世界常规天然气最终可采资源量为 $327.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$ (见表 2-1)。

表 2-1 世界各国常规天然气资源量

国 家	天然气/ 10^8 m^3					天然气凝液/ 10^8 t	
	累计产量	剩余可采储量	原始可采储量 ^①	待发现储量	最终资源量	可采储量	待发现储量
北美洲	254417.0	152197.4	406614.4	193685.2	600299.6	23.66	31.82
加拿大	23092.8	36422.1	59514.9	77796.7	137311.6	3.94	12.38
墨西哥	6197.7	19838.3	26036	33082.7	59118.7	1.49	3.13
美 国	225126.5	95937	321063.5	82805.8	403869.3	18.22	16.18
南美洲	11206.8	65599.4	76806.2	60222.4	137028.6	9.93	12.51
阿根廷	3141.3	9367.3	12508.6	4386.5	16895.1	0.68	0.41
玻利维亚	509.4	1641.4	2150.8	2065.9	4216.7	0.14	0.14
巴 西	396.2	5377	5773.2	8518.3	14263.2	0.41	0.95
智 利	735.8	2009.3	2745.1	198.1	2914.9	0.14	
哥伦比亚	764.1	3197.9	3962	2235.7	6226	0.27	0.27
厄瓜多尔	—	311.3	339.6	1726.3	2065.9	—	0.14
秘 鲁	339.6	3848.8	4188.4	5009.1	9197.5	0.27	0.54
特立尼达和多巴哥	905.6	4358.2	5263.8	1867.8	7131.6	0.27	0.14
委内瑞拉	4414.8	35799.5	40214.3	31101.7	71316	7.75	9.79
西 欧	45223.4	82098.3	127321.7	58241.4	182619.9	5.98	5.31
意大利	4584.6	3735.6	8320.2	5150.6	13499.1	0.27	0.54
荷 兰	17970.5	20121.3	38091.8	1867.8	39959.6	1.5	0.14
挪 威	3933.7	30196.1	34129.8	30054.6	64184.4	2.18	2.31
英 国	8999.4	20517.5	29516.9	4528	34016.6	1.5	0.41
其 他	9735.2	7499.5	17234.7	13753.8	30960.2	0.54	1.77
东 欧	12791.6	7584.4	20376	8263.6	28639.6	0.54	0.82
罗马尼亚	9282.4	4669.5	13951.9	3339.4	17291.3	0.27	0.27
其 他	3509.2	2914.9	6424.1	4697.8	11121.9	0.27	0.41
独联体	126868.9	439272.6	566141.5	505126.7	1071296.5	31.69	48.14
非 洲	8801.3	113681.1	122482.4	88805.4	207127.7	8.16	8.43
阿尔及利亚	5914.7	49949.5	555864.2	4726.1	60590.3	3.54	0.54
安哥拉	56.6	1641.4	1698	1018.8	2716.8	0.14	0.14