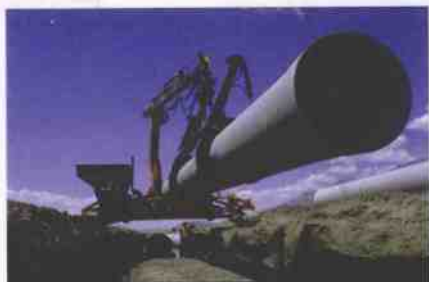


天然气工业管理实用手册

Management Handbook of Natural Gas Industry

中国石油天然气股份有限公司 编



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

天然气工业管理实用手册

中国石油天然气股份有限公司 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书根据近年来天然气工业科学技术发展现状,综合国内外研究成果,按不同专业系统地收集、整理汇编了天然气勘探与开发、天然气集输与净化、天然气输送管道、液化天然气、天然气储存与调峰、天然气利用、天然气经济、天然气贸易等方面共 600 余条常用名词及解释。

本书可供从事天然气行业的广大工程管理、计划财务人员及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

天然气工业管理实用手册/中国石油天然气股份有限公司编.

北京:石油工业出版社,2005.2

ISBN 978-7-5021-4828-7

I. 天…

II. 中…

III. 天然气工业-工业企业管理-手册

IV. F407.226-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 122031 号

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) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2005 年 2 月第 1 版 2009 年 5 月第 2 次印刷

850×1168 毫米 开本: 1/32 印张: 13.125

字数: 340 千字 印数: 2001 4000 册

定价: 40.00 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

《天然气工业管理实用手册》

编 委 会

主 任：刘凯信

副主任：刘飞军

委 员：赵忠勋 惠熙祥 陈永武 陈茂祥
段 伟 李建康 庄建远

《天然气工业管理实用手册》

编 写 组

主 编：陈茂祥 庄建远 惠熙祥
成 员：陈茂祥 龙怀祖 吴明胜 陈元千
孙志道 陈子琪 庄建远 齐志斌
郝 郁 孙铁民 孙春良 冯 卫
管 伟 卢绮敏 李 波 郑 雷
岳小文

序

天然气是一种清洁而高效的能源，已经作为燃料和原料，广泛应用在民用生活和工业上，在制氢、化肥、甲醇、醋酸、发电等领域，受到人们的青睐。目前天然气用量已占世界一次能源结构的 24%，成为改善环境的首选能源之一。2002 年世界能源大会把 21 世纪确定为天然气世纪。我国 20 世纪五六十年代把伴生气作为原油生产的副产品处置，近年来随着世界天然气工业的发展，能源结构的不断调整，天然气工业引起了国家的重视和人们的关注。尤其随着我国五大气区的形成，围绕如何把储量优势变成经济优势，从四川气田的以气养气到投入产出平衡，至长庆气田上、中、下游一体化协调发展等，逐步形成全国性输气管网和用气大市场的规范运作，都得到国家政策的大力扶持。

中国政府制定了保护和节约石油资源，安全规范开采煤炭资源，鼓励天然气工业发展的政策，优化能源结构，净化空气，保护生态，提高生活质量，把经济欠发达地区的天然气输向缺少资源的经济发达地区，鼓励“以气代油”、“以气代煤”、天然气发电和调峰，鼓励天然气和液化天然气的进口。预计我国天然气占一次能源消费的比例将从 2002 年的 2.4% 提高到 2010 年的 6% 和 2020 年的 10% 以上。消费区域从成渝和大庆等局部天然气产区进一步扩展到全国各地，将天然气资源送往发达的环渤海、长江三角洲、东南沿海和东北等地区。

近十年来随着鄂尔多斯大气田的发现和发展，逐步形成了长庆、四川、塔里木、柴达木、莺琼盆地等五大气区。全国累计探明天然气储量达 $3 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，已具备快速发展的资源基础。天然气要变成商品，安全、平稳、准时、足量的供应和销售到市场，最经济、最安全的办法是管道运输和配套地下储气库。现

在国内除了油田周边的局部管网外，建成了成渝环形管网、崖13-1至香港海底输气管线、陕京线、涩宁兰、沧淄线、陕宁线等一系列跨省输气管线和大张坨、板876、板中北高点等储气库工程，正在建设的有西气东输、陕京二线及其联络线、忠武线、广东LNG接收站及其配套管网，以及准备建设中的中俄管线、中哈管线、沿海多个液化天然气接收站，将逐步形成横穿东西、纵贯南北的干线管网及配套储气设施，以及安全平稳多元化供气的全国性输气管网。

随着天然气工业的发展，近年来陆续出版了许多新书，诸如：《天然气开采工程丛书》、《天然气工程技术培训丛书》、重新编写的《天然气开采工程系列丛书》、《天然气手册》等等，较好地满足了该行业领域内专业技术人员和操作人员的实际需要。而《天然气工业管理实用手册》对于从事天然气行业的广大工程管理人员，尤其对从事天然气输送管道建设前期工作的管理、计划、财务人员，将是一部了解天然气科普知识和常用基本概念的好书，也是一部很好的工具书，可满足工作的实际要求。

该书不仅涉及天然气行业上、中、下游各技术领域，还进一步扩展到天然气经济与贸易领域；包括概述、天然气勘探与开发、天然气集输与净化、天然气输送管道、液化天然气、天然气储存与调峰、天然气利用、天然气经济、天然气贸易等九部分内容。该书按不同章节，以名词条目为形式，以现行规范为基础，并根据所积累的信息和经验，对条目加以准确、简明的解释。全书条目共计600余条。

该书新颖实用，内容翔实，图文并茂，全书汇集了很多专家的智慧 and 心血，难能可贵。希望通过大家的共同努力，在使用中不断的修正完善，逐步成为一部受天然气行业广大管理人员欢迎，内容新颖、文字准确、精炼而实用的好手册。



2004年7月

前 言

天然气作为优质能源的开发利用，对加快国民经济发展，改善生态环境，提高人民生活质量具有重要意义。天然气工业的发展，在世界各国均受到关注，并被作为实施可持续发展战略的重要政策措施之一。2003 年的世界天然气产量已达 $26185 \times 10^8 \text{m}^3$ ，占一次能源总产量的 23.9%。

在我国可持续性发展战略，以及利用国内外两种资源的战略指导下，我国天然气工业已经进入快速发展时期。环保法规日益严格，强有力地推动了对清洁能源的需求，出现了大量城市用户和天然气发电用户。预计到 2010 年，我国天然气在一次能源中的比例，将由目前的 2.9% 增加到 6% 左右。天然气储量近年来得到较快增长，在塔里木、长庆、青海、四川、东海、南海等地区探明的一批气田，具备了良好的天然气资源基础。国内气田陆续投入开发，西气东输管道、深圳液化天然气终端接收站、大张坨储气库等一批大型天然气输送与储存工程，已经建成或正在紧张建设，同时还在积极引进周边国家液化天然气及管道天然气，这都将吸引大批技术管理人员持续不断地进入天然气行业。

为了满足从事天然气行业的工程管理人员，特别是管道工程前期工作的管理人员的实际需要，我们针对工作中常见、或感兴趣、或近来新发展的内容，以条目的形式，予以解释与介绍。条目解释遵循了尽量符合现行规范的原则，力求准确、简明；并在经验和信息积累的基础上，进一步对条目进行准确、实用、通俗地介绍，以供读者参考。

考虑到天然气行业所涉及专业领域较多，我们按不同专业领域，组织相关专家进行本书的编写。内容包括概述、天然气

勘探与开发、天然气集输与净化、天然气输送管道、液化天然气、天然气储存与调峰、天然气利用、天然气经济、天然气贸易等章节，共计 600 余个条目。附录包括目前世界各国的天然气储量、产量、利用量、贸易量、地下储气库分布、主要输气管道分布，以及国内外天然气典型组分、地质年代表、常用单位换算等。

本书各部分编写人员如下：陈茂祥、庄建远（第一章），孙志道、陈子琪、陈元千、孙春良（第二章），龙怀祖、陈茂祥（第三章），陈茂祥、吴明胜、管伟、冯卫、卢绮敏、郑雷、庄建远（第四章），陈茂祥、龙怀祖（第五章），庄建远、李波（第六章），孙铁民、陈茂祥、庄建远（第七章），齐志斌（第八章），郝郁（第九章），岳小文、陈茂祥、庄建远、孙志道（附录）。全书由陈茂祥、庄建远统稿，并由惠熙祥审定。

在本手册的编写过程中，各编委对手册的定位、结构、条目给予了指导；中国海洋石油总公司原总经济师张鸣治、中国石油天然气集团公司管材研究所李鹤林院士和吉玲康高工、中国石油勘探开发研究院何鲁平高工、中国石油规划总院郭洁敏高工和施李高工等专家，对部分条目的具体编写内容提出了认真的审核意见。在对该书的评审中，金燕凯、陈吉庆、龙庆晏、冉隆辉、张恒晨、许可方、董松良、闵琪、胡通年、张培康、苗承武、翁维珑、曲慎阳、刘文骏、劭君、游佳、王启京、任魁、穆福元、罗锋、李树田等行业内知名专家教授，对本书的完善提出了宝贵意见，在此一并表示最衷心的感谢。

由于本书涉及领域及资料种类较多，时间有限，错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者
2004 年 6 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 天然气及其工业结构	1
一、天然气	1
二、天然气工业结构	1
第二节 天然气工业发展	3
一、初创期：1850—1945 年	5
二、快速发展期：1945—1970 年	6
三、高峰期：1970—1985 年	8
四、平稳发展期：1985 年至今	9
第三节 工程建设程序	12
一、项目建议书	13
二、项目可行性研究	13
三、工程设计	14
四、工程施工	15
五、试运投产	16
六、竣工验收	17
七、建设项目后评价	18
第四节 环境影响评价	19
第五节 健康、安全与环境管理	20
第二章 天然气勘探与开发	23
第一节 天然气勘探	23
一、天然气区域	23
二、天然气	24
三、天然气储量分类及其计算	26
四、气藏地质	34

五、气藏类型及其地质特征	40
六、气藏参数	44
七、地球物理勘探	49
八、探井	52
第二节 天然气开发	53
一、气藏工程	53
二、采气工程	56
三、钻井工程	63
第三章 天然气集输与净化	66
第一节 天然气集输	66
一、主要集输参数	66
二、集输流程	69
三、集输管线	72
四、集输站	73
五、集输系统防水合物及防腐	75
第二节 天然气净化和凝液回收	80
一、气液分离	80
二、露点控制工艺	81
三、露点合理控制	87
四、酸气脱除	88
五、硫磺回收	91
六、尾气处理	93
七、天然气凝液回收	94
第四章 天然气输送管道	102
第一节 线路工程	102
一、选线	102
二、管线用管	110
三、管道内涂层及外防腐	124
四、焊接及焊接质量的检验	140
五、管道穿越	147

六、管道跨越	150
七、管道敷设	153
八、管道完整性管理	163
九、管道泄漏检测	171
第二节 站场	176
一、工艺站场	176
二、输气工艺及主要参数	182
三、天然气计量	192
四、自动控制	202
五、通信	211
第五章 液化天然气 (LNG)	214
第一节 天然气液化	215
第二节 LNG 终端接收站	222
第三节 LNG 运输	228
第六章 天然气储存与调峰	230
第一节 天然气市场需求量测算	230
第二节 天然气储存与调峰	234
一、天然气储存与调峰方式	234
二、地下储气库及其功能	241
三、地下储气库的分类	244
四、地下储气库的库址确定与构造要求	251
五、地下储气库的主要指标	255
第七章 天然气利用	260
第一节 民用与商用燃气	261
第二节 天然气发电	264
第三节 工业燃料用气	272
第四节 天然气化工	272
第五节 天然气制合成油	278
第八章 天然气经济	281
第一节 价值评估	281

第二节	投资估算	287
第三节	资金筹措	292
第四节	财务评价	294
第五节	方案优选	309
第六节	国民经济评价	310
第七节	社会评价	311
第八节	风险分析	312
第九章	天然气贸易	315
第一节	国际天然气贸易	315
一、	国际天然气贸易市场	315
二、	天然气贸易分类	316
第二节	天然气贸易合同	319
一、	合同类型	319
二、	合同期	320
三、	合同气量	321
四、	天然气质量规格	322
五、	照付不议	323
六、	结算和付款	326
七、	计量	326
八、	不可抗力	327
九、	其他主要条款	327
十、	产品分成	328
第三节	天然气价格的确定	329
一、	天然气价格定价方法	329
二、	天然气价格公式	330
三、	价格重新谈判条款	333
四、	两部制管输费	333
五、	合同中天然气价格	334
附录一	天然气主要法规	336
附录二	中国地质年代表	340

附录三	世界各国天然气产量及储量	344
附录四	天然气主要组分性质	347
附录五	世界主要输气管道	349
附录六	世界主要地下储气库	352
附录七	世界各国及地区一次能源消费量	353
附录八	世界天然气贸易量	358
附录九	常用单位换算	362
参考文献		366
词目汉英对照索引		369
词目英汉对照索引		387

第一章 概 述

第一节 天然气及其工业结构

一、天然气

天然气是指自然形成并储存于地层的可燃性气体，即气态化石燃料。天然气的主要成分为甲烷，尚含有少量的乙烷、丙烷、丁烷、戊烷等低碳烷烃，或二氧化碳、氮、氦、硫化物等非烃类气体。常见的天然气类型有：气藏气、凝析气藏气、原油溶解气（油田伴生气）、煤层气；此外还有水溶天然气、水合物天然气。

二、天然气工业结构

天然气工业是指由天然气勘探、天然气开发生产、天然气储运、天然气利用等主要环节构成的天然气的工业链，是技术和资金密集型的系统工程。通常称勘探和开发生产为上游，天然气储运为中游，天然气利用为下游。天然气工业上、中、下游密切结合、互相依存，是天然气工业的显著特点。上、中、下游的投资比例随天然气资源地与市场间的距离及天然气工业发展阶段的变化而变化，一般为 2 : 4 : 7。

(1) 天然气勘探：包括区域勘探、预探、详探三个不同阶段。勘探方法主要有地质普查、地球物理勘探、钻井勘探等。经过勘探分别提出预测储量、控制储量、探明储量，最终提交可供开发的探明可采储量。

(2) 天然气开发：包括气藏工程、钻井工程、采气工程、地面工程。

气藏工程设计是指在全面认识气藏地质特征的基础上,对开发原则、层系划分、开发方式、井网部署、产能大小、采气速度、采收率、方案实施等进行科学合理的论证和评估。

钻井工程是指利用钻机、钻杆、钻头等设施,按优化的钻井工艺,并按开发方案规定的井数、井位、井身结构、井深等要求完成钻井任务。

采气工程是指根据气层特性、气体组分、开采顺序、气层压力、温度等不同条件,采用优化管柱结构、安全保护措施,以及酸化、防砂、排水、压裂、注入驱替介质等增产或稳产措施来经济合理地开采天然气。

天然气地面工程是指将气井产出的天然气进行集输和处理,生产出合格的产品(商品天然气及副产品)。天然气地面工程包括从井口、集气站、气体处理厂到集输总站的天然气集输工程,以及包括供电、供水、通信、消防、道路、自控、环保等工程在内的地面配套工程。一般地面工程投资占气田开发总投资的60%~70%。

(3) 天然气储运:包括天然气的干线管道输送、储存与调峰。天然气输气管道工程包括线路工程、站场工程(包括各种输气站,以及防腐、通信、电力等配套工程)。线路工程和站场工程投资比例一般为8:2~7:3。天然气储存与调峰包括地下储气库工程、液化天然气调峰装置等。

(4) 液化天然气:包括天然气液化,以及液化天然气的运输、接收、储存、气化。

若天然气资源远离市场或隔洋过海,铺设管线难度很大,甚至无法得以实现,则需将天然气液化后,成为液化天然气(LNG)(常压下 -162°C),以便于储存与运输。

液化天然气运输与接收,包括LNG装船站、LNG远洋运输船、LNG接收站等设施。如印度尼西亚产的天然气船运到日本,中东产的天然气船运到韩国、中国台湾、日本,澳大利亚产的天然气船运到中国深圳,都采用液化天然气船运输送的方法。

(5) 天然气利用: 包括天然气在城市燃气、天然气发电、工业窑炉用气、以天然气为原料的天然气化工、汽车燃料等领域的利用。

第二节 天然气工业发展

我国天然气的开发利用, 据《太平广记》史料记载, 最早始于公元 220—265 年, 用于四川的天然气熬盐。随着 20 世纪 50 年代四川气田的开发, 标志着我国天然气现代工业的开始。尤其是近十多年来, 四川气田、南海崖 13-1 气田和乐东气田、长庆靖边气田、青海涩北气田、东海平湖气田、塔里木克拉 2 气田相继投入开发; 崖 13-1—香港输气管线、川渝地区环形输气管线、陕京输气管线、涩宁兰输气管线、忠武输气管线、西气东输管线的建设; 以及深圳大鹏湾称头角 LNG 接收站及其周围管网的建设, 使我国天然气工业发展进入了快速发展的历史阶段。天然气产量由 1980 年的 $143 \times 10^8 \text{m}^3$ 增加到 2003 年的 $341 \times 10^8 \text{m}^3$, 23 年中增加了 2.4 倍。但我国天然气在一次能源结构中占的比例仍很低, 约为 2.9%; 比世界平均水平低了 21 个百分点。

国外现代天然气工业的蓬勃发展, 始于第二次世界大战后美国西南中部及中大西洋、西西伯利亚、北海等气田的相继开发。2003 年世界天然气产量达到 $26185 \times 10^8 \text{m}^3$ 。其中, 天然气产量超过 $1000 \times 10^8 \text{m}^3$ 的国家有: 俄罗斯 ($5786 \times 10^8 \text{m}^3$)、美国 ($5495 \times 10^8 \text{m}^3$)、加拿大 ($1805 \times 10^8 \text{m}^3$)、英国 ($1027 \times 10^8 \text{m}^3$), 这 4 个国家天然气产量合计占全世界总产量的 53.9%。天然气产量超过 $200 \times 10^8 \text{m}^3$ 的前 24 个国家产量合计占全世界总产量的 89.7% (见表 1-2-1)。2003 年世界探明天然气储量为 $175.78 \times 10^{12} \text{m}^3$ (见附录三)。天然气在一次能源消费结构中由 1950 年的 9.8%, 上升到 1975 年的 20.9%, 25 年中上升了 11 个百分点; 由 1975 年的 20.9% 上升到 2003 年 24.0%, 28 年中上升了 3.1 个百分点 (见表 1-2-2)。

表 1-2-1 2003 年产气量大于 $200 \times 10^8 \text{m}^3$ 的国家

国 家	产 量 $\times 10^8 \text{m}^3$	份额, %	国 家	产 量 $\times 10^8 \text{m}^3$	份额, %
俄罗斯	5786	22.1	马来西亚	534	2.0
美国	5495	21.0	阿拉伯联合酋长国	444	1.7
加拿大	1805	6.9	阿根廷	410	1.6
英国	1027	3.9	墨西哥	364	1.4
阿尔及利亚	828	3.2	中国	341	1.3
伊朗	790	3.0	澳大利亚	332	1.3
挪威	734	2.8	卡塔尔	308	1.2
印度尼西亚	726	2.8	印度	301	1.1
沙特阿拉伯	610	2.3	委内瑞拉	294	1.1
荷兰	583	2.2	埃及	250	1.0
土库曼斯坦	551	2.1	特立尼达/多巴哥	248	0.9
乌兹别克斯坦	536	2.0	巴基斯坦	211	0.8

全世界合计: 26185

表 1-2-2 世界一次能源消费结构变化 %

年 份	煤 炭	石 油	天 然 气	水电/核电
1950	61.5	27.0	9.8	1.7
1955	55.9	30.6	11.7	1.8
1960	52.0	32.0	14.0	2.0
1965	43.3	37.5	17.0	2.2
1970	35.2	42.7	19.9	2.2
1975	30.4	45.7	20.9	3.0
1980	30.8	44.2	21.5	3.5
1985	30.1	40.7	21.4	7.8
1990	28.5	40.1	22.5	8.9
1995	27.1	39.7	23.2	10.0
2000	24.4	38.6	23.7	13.2
2003	26.5	37.4	24.0	12.2