

徐文渊 蒋长安 主编

天然气利用手册

(第二版)



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

天然气利用手册

(第二版)

徐文渊 蒋长安 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书在第一版的基础上进行了修订和补充,是针对目前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。本书对天然气的气藏分类及其组分性质等进行了介绍,详细阐述了当今国内外天然气的燃料利用、化工利用及副产品的综合利用,并对天然气的资源、产量、市场信息及天然气的净化、储运等技术作了详细介绍。本书附有大量的图表,涉及天然气诸多方面最新进展的大量数据。书后还附有世界各大天然气相关公司的网址,以供读者方便使用。

该书可供从事天然气生产和利用的工程技术人员、管理人员、设计与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. —2版.
—北京:中国石化出版社,2006
ISBN 7-80164-131-0

I. 天… II. ①徐… ②蒋… 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(2006)第 090024 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)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<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

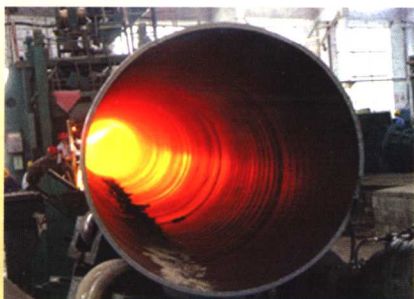
全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 57.25 印张 1437 千字
2006 年 10 月第 2 版 2006 年 10 月第 3 次印刷
定价:168.00 元



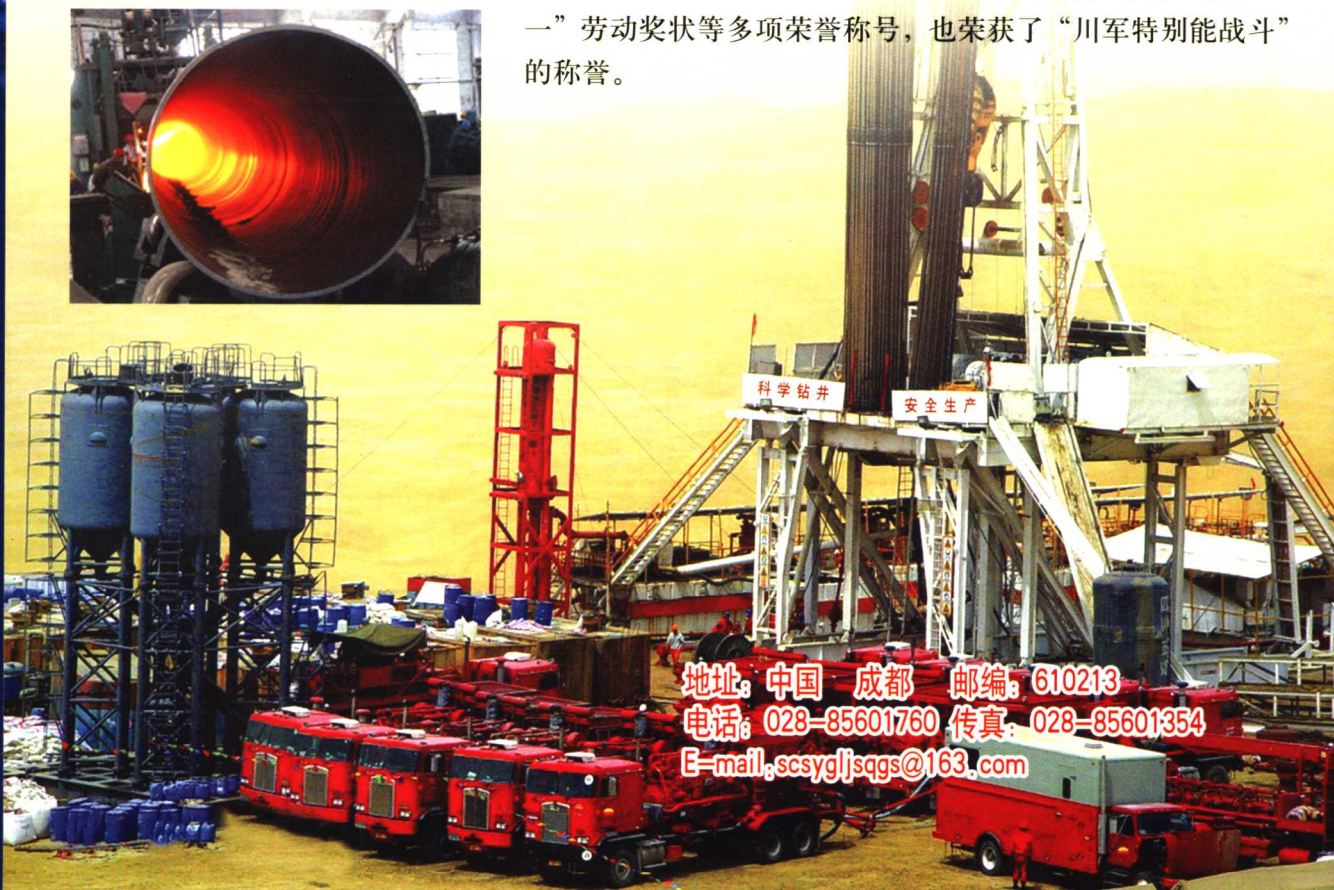
四川石油管理局



四川石油管理局隶属于中国石油天然气集团公司，主营油气田工程技术服务、机械制造和油气合作开发，是享有独立对外经济贸易和技术经济合作业务权的国有大型企业集团。

四川石油管理局有近 50 年的天然气勘探开发历史，坚持以建设中国西部最具实力的综合性油气工程服务企业为发展方向。在山地地震、超深井、定向井、丛式井、欠平衡水平井钻井，各类型测井，高压油气井控制，深井固井，地层取心，新型泥浆体系，油气井灭火，低渗透油气层改造，油气加工装置建设，大型油气管道跨越及穿越施工等方面居国内或国际先进水平。能提供从油气田勘探开发到地面建设等系统工程技术和相关的产品。

在近 50 年的发展史中，四川石油管理局先后参与了国内 10 多个油田的会战，参与西气东输、忠武线、克拉 2 中央处理厂等重大工程建设。先后为 20 多个国家和地区服务。生产的三牙轮钻头、金刚石钻头、螺旋焊钢管、双金属钢套等产品获国家、省、部优质产品称号及 API（美国石油学会）会标使用权。在科威特油井灭火中声誉卓著。荣获过鲁班奖、全国“五一”劳动奖状等多项荣誉称号，也荣获了“川军特别能战斗”的称誉。



地址：中国 成都 邮编：610213

电话：028-85601760 传真：028-85601354

E-mail: scsygljsqgs@163.com



四川石油管理局输气公司

Gas Transmission Company Sichuan Petroleum Administration

输气公司隶属于四川石油管理局，成立于20世纪60年代中期，是一家以城市燃气和CNG经营为主、以关联交易业务为重点的城市燃气专业化公司。目前拥有全资、控股、参股城市燃气企业24家、CNG业务单位28个，燃气市场区域主要分布在成都市龙泉驿区、双流县、温江区、郫县和四川省眉山市、泸州市、宜宾市、遂宁市、自贡市、南充市以及陕西省榆林市等40多个县市。公司现有资产6.6亿元，燃气用户达50万户，年销售天然气4亿立方米，建成 $\Phi 159$ 以上的中高压管网1000余公里，企业年经营收入超过6亿元。公司成立40多年来，积累了丰富的燃气技术经验，造就了一大批城市燃气经营管理、技能人才队伍，连续10年荣获四川省重合同守信用企业称号。

目前公司在国家西部大开发战略实施的大背景下，依托城市化进程的加速发展和社会主义新农村建设，秉承“奉献能源 创造和谐”的企业宗旨，正阔步迈向“十一五”，励志打造中国西部一流的城市燃气专业化公司。



地址：中国 成都

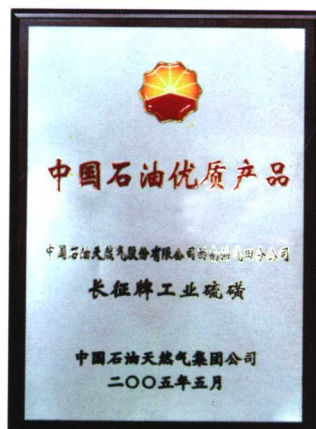
邮编：610213

电话：028-85601760 传真：028-85601760

E-mail: scsygljsqgs@163.com



重庆天然气净化总厂



重庆天然气净化总厂位于重庆市长寿区桃园村，下设五个分厂，现有天然气净化装置9套，具有年处理天然气82亿立方米的能力。

是一座综合配套齐全、自动化程度高、工艺技术先进的天然气净化厂，达到国内天然气净化技术的先进水平。

2002年，该厂所属渠县分厂、垫江分厂分别从荷兰、德国成套引进超级克劳斯和Clinsulf-SDP硫黄回收装置及技术，2005年，所属忠县分厂又从荷兰成套引进了超级克劳斯硫黄回收装置及技术。硫黄回收率均达到99.2%以上，使该厂硫黄回收技术达到世界先进水平。

该厂自2000年2月以来，先后推行HSE、QHSE管理体系，2001年获得ISO 9000质量管理体系认证证书，2003年通过QHSE管理体系认证，并通过ISO 9000质量管理体系的监督复查审核。目前，全厂QHSE管理体系实施覆盖率100%，企业管理水平得到显著提高，为装置安全平稳运行提供了可靠的保证。2005年荣获中国石油集团公司先进集体和中油股份公司天然气开发管理先进单位，“长征”牌硫黄荣获中国石油优质产品称号。





中国石化

中国石化西南油气田分公司川西北气矿甲醇厂

中国石化西南油气田分公司川西北气矿甲醇厂位于唐代大诗人李白故里——四川省江油市。厂区紧邻宝成铁路和绵阳—广元、绵阳—成都高速公路，运输条件十分便利。

川西北气矿甲醇厂于1999年9月建成投产。原10万吨/年甲醇装置采用“一段转化、低压合成、三塔精馏、汽提法回收甲醇”的先进工艺，联合压缩机、合成塔材料等关键设备国外引进，主要生产装置采用计算机集散控制（DCS）系统。工厂以四川中坝须二气藏优质天然气为原料，所产精甲醇按GB338—2004优等品标准组织生产。2004年、2005年，通过实施二氧化碳回收、变压吸附、溴化锂蒸气吸收制冷、冷管式甲醇合成塔等新技术的运用和相关配套装置的改造，完成了甲醇装置从年产10万吨到15万吨的扩能。2005年8月，实现了15万吨/年装置开车一次成功。

川西北气矿甲醇厂完善的管理体系，优质稳定的产品质量，满意的服务态度，提高了市场的竞争能力，省内外130多家用户纷至沓来，在竞争激烈的市场中赢得了良好声誉。“佳信”牌甲醇先后荣获四川省第六届、第七届名优产品称号。

地址：四川省江油市三合镇翠屏村 邮编：621709 电话：0816-3616390、3661044（传真）
川西北气矿销售公司 电话：0816-3611147





中国石化

西南油气田分公司天然气研究院

中国石化西南油气田分公司天然气研究院创建于1958年，2004年由泸州搬迁至成都华阳，拥有6个装备先进的研究室和1个设施完善的中试生产基地。现有员工339人，其中80%为科研人员。现有资产总额达1.3亿元，新度系数0.7。经过47年的努力和发展，在天然气净化、油气田开发化学和天然气化工等专业的技术领域，汇集和造就了一批既有理论知识又有现场实践经验的专家和学科带头人，先后取得各种科研成果600余项，并制订国家标准20项。

挂靠机构

“国际标准化组织 ISO/TC193” 国内技术归口单位
 全国天然气标准化技术委员会秘书处
 石油工业天然气产品质量监督检验中心
 中国石化天然气集团公司催化重点实验室四川研究室
 《石油与天然气化工》杂志社（国内外公开发行刊物）
 四川省油产品质量监督检验二站
 中国石化西南油气田分公司 HSE 监督中心
 中国石化西南油气田分公司油气田化学剂质检中心
 西南油气田分公司健康安全环境监测评价及研究中心

技术资质

甲级环境影响评价证书（国家环保总局）
 乙级工程设计资质证书（中华人民共和国建设部）
 计量认证书（中国国家认证认可监督管理委员会）
 制造计量器具许可证（国家质量监督检验检疫总局）
 一、二类压力容器设计资质证书（国家质量监督检验检疫总局）
 危险化学品专项安全评价资质证书（国家安全生产监督管理局）
 安全评价机构资质证书（安全预评价）（国家安全生产监督管理局）
 工程项目水土保持方案编制资格证书（四川省水利局）
 环境工程工艺设计乙级证书（四川省环保局）
 环境污染治理丙级证书（四川省环保局）

六个重点专业研究方向

分析测试技术
 含硫气体处理技术
 油气田开发化学技术
 酸性油气田环境保护技术
 油气田及化工工程设计
 天然气化工技术

自有技术

固体脱硫剂技术
 配方脱硫溶剂技术
 系列硫黄回收催化剂
 新型气体精脱硫技术
 络合铁法脱硫工艺研究
 天然气中有机硫分析技术
 甲烷直接转化制甲醇的研究
 络合铁液相氧化还原法脱硫技术



单位地址：四川·成都·华阳天研路1号

邮政编码：610213

联系电话：028-85605666(院长办公室)

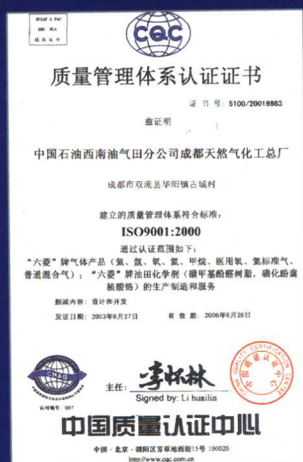


西南油气田公司成都天然气化工总厂

中国石油西南油气田公司成都天然气化工总厂,是我国惟一的一家天然气液化提氩专业厂,具有30多年的科研和生产历史,生产设备齐全,检验手段先进,技术力量雄厚。其特种气体产品、油田化学产品销往全国20多个省市,满足了我国国防、科研、航天、石油等领域的需要。2005年11月,全国首套国产化液化天然气(LNG)装置在该厂建成投产,满足了西南非管网地区对液体清洁燃料的需求。

工厂拥有天然气提氩、天然气液化、压裂酸化用液氮制取、油田化学品生产、标准气和混合气配制、CNG气瓶检测等特有技术。其主要产品有:氦气、氩气、甲烷、医用氧、工业氧、高纯氮气、各种标准气及混合气、液氮、液氩、液甲烷、液氮、液化天然气(LNG)、压缩天然气(CNG)、磺甲基酚醛树脂SMP-I(水剂、粉剂)、磺甲基酚醛树脂SMP-II(水剂、粉剂)、聚合物防塌降滤失剂XHO-1、司本-80等。工厂还广泛开展CNG气瓶检测、空气呼吸器检测、氮气置换天然气管线等特种技术服务。

工厂始终坚持“以质为命,以人为本,诚信经营,创造卓越”的质量方针,各类产品的质量一直深受用户的信赖,“六菱牌”氦气产品的纯度达99.99%~99.9999%。工厂于2001年9月通过ISO 9002质量体系认证,2003年6月获ISO 9001:2000质量管理体系认证证书,2004年3月获全国首批压缩、液化气体产品生产许可证(编号XK13-2009-00031),2005年通过了国家军用标准质量管理体系认定注册审核。1993年“六菱牌”氦气获得了首届四川省名牌产品光荣称号,到2005年已连续保持七届四川省名牌产品的荣誉称号。工厂多次为卫星发射、潜艇下水、飞艇升空、亚运会、远南运动会、世妇会、首都人民庆祝香港回归晚会、全国民运会等重大事件和重大活动出力,为祖国和企业争得了荣誉!



中国石油西南油气田公司

企业注册名称: 中国石油天然气股份有限公司
西南油气田分公司成都天然气化工总厂

企业负责人: 华洪基

企业代码: 72538375-8

邮政编码: 610213

地址: 中国 四川省 双流县 华阳镇

电话: (028) 85607638 85607636

电传: (028) 85647544 85607019

主 编： 徐文渊 蒋长安

编 写 人 员： 王开岳 王协琴 王遇冬

张治林 庞名立 徐文渊

蒋长安

组织编写单位： 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、

硫黄等的利用，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，以弘扬效益。

马家驹 著

第二版前言

人类进入 21 世纪,充分认识到科技与经济的发展和带来巨大利益的同时,也会对生态环境造成严重影响。天然气是化石燃料中最清洁的能源,近年来,以天然气替代煤和石油已成为世界上的一股潮流,提高天然气在能源结构中的比例,是缓解生态环境日益恶化的重要措施,故世界天然气工业发展较快。

近年我国天然气工业也迅速发展,四川、陕甘宁、塔里木、柴达木四大气区及其他气区的储量、产量逐年增长,“西气东输”、“陕京一、二线”、“忠武线”等干线均已建成和供气,并正在向许多支线延伸。我国还采取从国外引进液化天然气多元方向发展,广东和福建引进液化天然气工程将于 2006 年和 2007 年相继投产。我国使用天然气的省市将大幅度增加,天然气市场日趋发达,天然气在我国能源结构中的比例将逐渐增大,2005 年为 4%,到 2020 年将增至 10%。

本手册第二版根据 2000 年以来大量新的文献资料,对第一版进行修改和增补。坚持利用好天然气,促进开发与节约并举的原则。目前国内外天然气燃料、化工利用及相关领域,在科学研究和技术开发方面取得了较多进展,实践经验日益丰富,先进和创新的技术、工艺、产品等发展迅速,如燃料利用的热电联产、燃料电池、天然气汽车燃料,化工利用的合成油、二甲醚及天然气制合成气工艺等。本手册第二版重点向广大读者介绍以上内容。

本手册第二版仍由中国石油和石化工程研究会组织,具体安排天然气专业委员会编写。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、三节,第六章第六节,第七章第一~四节及第九节,第八章第三节,第九章第一~二节及第四~六节),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、第四~八节),王协琴(第七章第五~八节),庞名立(第十章)。全书由徐文渊统稿。

本手册第一版发行后,得到广大读者的欢迎和好评,我们深表衷心感谢。经增补和充实后的第二版,将成为一本更具综合性、先进性、实用性的参考工具书。在编写过程中,得到了有关同志的帮助并提供资料,在此表示谢意。第二版中错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2006 年 1 月

第一版前言

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、硫黄与硫化物、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)
第一节 天然气发展史	(1)
一、古代天然气开发利用阶段(公元前 ~ 1821 年)	(1)
二、天然气气田发现阶段(1822 ~ 1944 年)	(2)
三、天然气持续发展阶段(1945 ~ 1970 年)	(2)
四、天然气开发利用激进阶段(1971 年至今)	(4)
第二节 天然气的概念	(4)
第三节 天然气的优越性	(5)
一、天然气是高热值能源	(5)
二、天然气是环境污染小的能源	(5)
三、天然气是利用效率高的能源	(6)
四、天然气是资源丰富的能源	(6)
第四节 我国天然气的利用现状	(7)
第五节 我国油气资源战略方针	(7)
第二章 世界天然气工业现状及发展	(9)
第一节 全球一次能源进展	(9)
第二节 世界天然气资源量、可采储量和商品量	(10)
一、世界天然气资源量	(10)
二、世界天然气剩余可采储量	(12)
三、世界天然气商品量	(16)
第三节 我国天然气资源量、可采储量和产量	(20)
一、我国能源生产总量及构成	(20)
二、我国天然气资源状况	(21)
三、我国天然气可采储量状况	(24)
四、我国天然气生产进展	(26)
五、我国主要含气盆地简介	(27)
参考文献	(34)
第三章 天然气气藏分类、组分及组分分析	(36)
第一节 天然气气藏分类	(36)
一、按圈闭成因分类	(36)
二、按产层物性条件分类	(36)
三、根据储层储渗介质结构特点分类	(36)
四、按气藏气水关系分类	(36)

五、根据流体相态性质分类·····	(37)
六、按气藏开发驱动方式分类·····	(37)
第二节 天然气组成·····	(37)
一、国外主要气田天然气和油田伴生气组成·····	(37)
二、我国主要气田天然气、凝析气和油田伴生气组成·····	(38)
第三节 天然气分析与测定·····	(40)
一、气体组分表示方法·····	(40)
二、分析与测定技术·····	(42)
三、天然气分析中标准气的制备与利用·····	(51)
四、天然气分析与测试方法标准名称汇览·····	(52)
参考文献·····	(54)
第四章 天然气的性质·····	(55)
第一节 天然气及其组分的物理化学性质·····	(55)
一、天然气中主要组分的物理化学性质·····	(55)
二、天然气中有机硫化化合物的主要性质·····	(55)
三、天然气中其他组分的性质·····	(55)
第二节 天然气的物理性质·····	(62)
一、天然气的平均相对分子质量·····	(62)
二、天然气的密度和相对密度·····	(63)
三、天然气主要组分的蒸气压·····	(65)
四、天然气的黏度·····	(66)
五、天然气的临界参数·····	(69)
六、天然气的 $p - V - T$ 计算·····	(70)
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·····	(74)
八、富含 CO_2 的天然气压缩系数的计算·····	(75)
九、天然气的烃露点·····	(78)
十、天然气的水露点和水含量·····	(79)
第三节 天然气的热力学性质·····	(88)
一、天然气的比热容·····	(88)
二、天然气的绝热指数·····	(92)
三、天然气的热导率·····	(94)
四、天然气凝液的气化潜热·····	(95)
五、天然气的焓·····	(98)
六、天然气的熵·····	(109)
第四节 天然气的相特性及相平衡计算·····	(112)
一、天然气的相特性·····	(112)
二、流体的 $p - V - T$ 关系·····	(117)
三、流体 $p - V - T$ 关系的普遍化计算·····	(121)
四、流体相平衡计算·····	(123)
参考文献·····	(130)

第五章 天然气质量指标及净化工艺..... (131)

第一节 商品天然气质量指标..... (131)

一、国外管输天然气质量指标..... (131)

二、我国管输天然气质量指标..... (131)

第二节 天然气脱硫..... (132)

一、天然气脱硫的主要方法..... (133)

二、以甲基二乙醇胺为主溶剂的脱硫工艺..... (154)

三、天然气脱硫的其他方法..... (164)

四、我国天然气净化厂的脱硫装置..... (180)

五、选择天然气脱硫工艺的若干原则..... (181)

六、天然气的精脱硫..... (181)

第三节 硫黄回收与尾气处理..... (183)

一、国内外硫黄回收尾气二氧化硫排放标准..... (184)

二、克劳斯工艺..... (185)

三、克劳斯尾气处理工艺..... (194)

四、克劳斯组合及变体工艺..... (200)

五、选择尾气处理工艺的经济考虑..... (207)

六、我国天然气净化厂的硫黄回收及尾气处理装置..... (208)

第四节 天然气脱水..... (209)

一、吸收法..... (209)

二、吸附法..... (217)

三、冷却法..... (230)

四、其他脱水方法..... (234)

参考文献..... (236)

第六章 天然气输送、储存和输配..... (239)

第一节 国内外输气管道概况..... (239)

一、国外主要地区(国家)输气管道概况..... (239)

二、我国天然气输气管道的现状及发展..... (249)

第二节 天然气输送..... (262)

一、长输天然气管道的特点与气质指标..... (262)

二、输气工艺及管道的工艺计算..... (264)

三、压气站..... (269)

四、输气管道的腐蚀与防护..... (276)

第三节 天然气储存..... (290)

一、天然气储存目的..... (290)

二、天然气储存方式分类..... (290)

三、地下储气库..... (295)