

# 当代石油和石化工业技术普及读本

中国石油和石化工程研究会 组织编写

王毓俊 执笔

## 勘探



中国石化出版社

# 当代石油和石化工业技术普及读本

勘 探

中国石油和石化工程研究会 组织编写

王毓俊 执笔

中国石化出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

勘探/中国石油和石化工程研究会组织编写  
—北京：中国石化出版社，2000.7  
(当代石油和石化工业技术普及读本)  
ISBN 7-80043-954-2

I. 勘… II. ①中…②王… III. 勘探-普及读物  
IV. P618.130.8-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第64890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)84271859

<http://press.sinopec.com.cn>

中国石化出版社照排中心排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

\*

850×1168 毫米 32 开本 3.25 印张 60 千字 印 1—5000

2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷

定价：8.00 元

## 为提高石油石化职工的科学素质而努力

### ——代序

《当代石油和石化工业技术普及读本》(丛书)近期将与读者见面,这是贯彻、落实党和国家关于加强科普宣传工作的指示精神,提高石油石化职工的科学文化水平,促进石油石化事业的发展,加强社会主义精神文明建设的一件大事。

科学普及历来就与社会进步密切相关。人类从开始学会使用工具的旧石器时代,到科学技术飞速发展的现代,每一个新时代的出现,都离不开科学技术的重大突破;而每一次科学技术的重大突破所带来的巨大社会变革,都离不开科普工作,它使科技知识变成人民群众的集体智慧,从而推动社会的发展。

党和国家历来十分重视科普工作。提高全民族的科技文化素质是推进科技进步、实现社会主义现代化的必要前提,是民族强盛的基础。宣传和普及科技知识,是提高民族素质的重要举措,也是社会主义精神文明建设的重要任务。早在1994年,中共中央、国务院就颁布了《关于加强科学技术普及工作的若干意见》(中发[1994]11号),提出要加强科学技术的宣传和普及工作,用科学战

胜迷信、愚昧和贫穷,把人民的生产、生活导入文明、科学的轨道。

科普工作对发展我国石油石化事业具有重要意义。石油石化是关系到国计民生的重要行业。从当前的经济大趋势来看,世界范围内正在进行着经济结构调整,经济全球化已经和正在给各国经济发展带来深刻的影响。跨国公司的影响力日益增大,对我国石油石化集团的生存和发展构成了巨大压力。国外大公司已经在产品、技术、人才和资本等市场与我们展开了全方位的竞争。

要提高石油石化企业的国际竞争能力,就必须极大地提高职工队伍的整体素质,并努力造就一大批懂经营、善管理、技术精、思想好的复合型人才。同时,还必须依靠科技进步,促进产业结构调整;充分发挥市场和社会对科技进步的导向作用,不断增加产品的科技含量。因此,在石油、石化职工队伍中普及科技知识,传播科学技术,显得尤为迫切。

石化集团公司、石化股份公司总部机关和所属单位,都要充分认识到科普工作的重要性,高度重视科普工作。集团公司、股份公司各级干部要带头做好科普工作。从某种意义上来说,科普工作的重点是领导干部。从事石油勘探开发的同志要了解一些石油化工知识,从事石油化工的同志要了解一些石油勘探开发知识,从事石油产品销售的同志也应该了解一些石油炼制方面的知识。领导干部要努力做到用科学头脑思维,用科学方法工作。

要在石化集团公司全体职工中树立努力学习、刻苦钻研、开拓创新、锐意进取的良好风尚,不断提高自身的文化素养和技术水平,为发展我国石油、石化工业,振兴中华作出我们应有的贡献。

A handwritten signature in black ink, consisting of the characters '李毅中' (Li Yizhong) in a cursive style.

二〇〇〇年八月七日

## 前 言

石油石化工业不仅在我国国民经济的发展中起着重要作用,与广大人民群众的日常生活的更是密切相关。当今世界每个人、每个家庭像每天离不开粮食一样,离不开石油石化产品。离开了石油产品,你可能“寸步”难行;离开了石油产品,你可能吃不上饭,喝不上水;离开了石油产品,你就无法享受家庭影院带来的欢乐,更不用说通过电子网络眼观六路、放眼世界;……如果能让更多的人民群众了解石油石化工业,将会极大地有益于我们石油石化工业的发展。因此,编辑出版一套石油石化科普性丛书,让人们茶余饭后,通过阅读这套丛书,了解石油石化工业显得很有必要。

1998年国务院决定,对原中国石油天然气总公司与中国石油化工总公司进行战略改组,分别组建政企分开的中国石油、中国石化两大集团公司。1998年7月,集合石油、天然气资源的勘探开发、生产建设、储运、营销,石油炼制、石油化工、化纤、化肥等产品的生产、储运、营销等业务的中国石化集团公司正式成立。业务范围的扩大迫切要求我们各级经营管理人员拓宽知识面,过去从事石油天然气勘探开发业务的要了解石油炼制、石油化工;过去从事石油炼制、石油化工业务的,要了解石油的勘探

开发;过去从事汽柴油销售业务的,要了解石油炼制;……尽管不可能做到人人对每一个业务领域都精通熟知,但至少要做到精通本职业务、了解相关业务,这是搞好涵盖了石油天然气勘探开发、石油炼制、石油化工、化纤、化肥等广泛业务领域的石化集团的客观要求。因此,编辑出版一套石油石化科普性丛书,让我们石油石化企业的各级经营管理人员,通过阅读这套丛书,了解相关领域就显得更有必要。

出于上述考虑,中国石油和石化工程研究会、中国石化出版社组织国内石油和石化行业的专家学者,进行了《当代石油和石化工业技术普及读本》(丛书)的编写工作。

作为一种科普读物,《读本》具有知识性、普及性、新颖性等鲜明特点,它以石油石化企事业单位的管理人员、非本专业的技术人员和广大的社会读者为主要读者群体。这次共出版 11 个分册,其中上游 4 个分册,包括勘探、钻井和完井、开采、油气集输与储运系统;下游 7 个分册,包括石油炼制——燃料油品、石油炼制——润滑油和石蜡、乙烯、合成树脂、合成橡胶、合成纤维、合成氨和尿素。

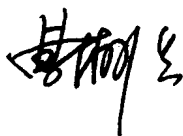
《读本》全面、系统、形象地向读者介绍了石油的成因、石油的勘探、开发、开采和炼制,以及遍布生活每个角落的石油石化产品。《读本》图文并茂,语言生动朴实,可以让读者更多、更快、更好、更轻松地了解石油石化工业的基本知识。



《读本》的作者都是来自中国石油、石化行业的高级专家和学者,有着极其深厚的专业知识底蕴和丰富的实践经验。在此,对他们的辛勤劳动和严谨的态度表示诚挚的敬意和衷心的感谢。

中国石化集团公司李毅中总经理在百忙之中为《读本》欣然作序,在这里要特别感谢他对《读本》的支持和关怀。同时也非常感谢所有为《读本》的出版付出辛勤劳动的人们。

由于时间仓促,书中难免会存在一些遗漏和疏忽,请同志们批评指正。

A handwritten signature in black ink, appearing to be '李毅中' (Li Yizhong), written in a cursive style.

二〇〇〇年七月二十二日

# 《当代石油和石化工业技术普及读本》

## 编委会

主任：曹湘洪

编委：(按姓氏笔画为序)

王子康	王少春	王毓俊	尤德华
师洪俊	刘积文	刘镜远	孙梦兰
陈宝万	陈宜焜	李润清	李维英
杨筱蘅	法琪瑛	赵 怡	官 敬
贾映萱	秦瑞岐	黄伯琴	董恩环
程曾越			

# 目 录

引言 .....	(1)
第一章 石油、天然气的生成 .....	(3)
第一节 石油、天然气的特性 .....	(3)
第二节 沉积盆地和沉积岩 .....	(6)
第三节 有机质是石油、天然气形成的 基本物质 .....	(11)
第四节 有机质向石油、天然气的演化 .....	(13)
第五节 生油岩的确定和评价 .....	(17)
第二章 油气田的形成 .....	(21)
第一节 储集层 .....	(21)
第二节 盖层 .....	(24)
第三节 圈闭 .....	(25)
第四节 油气运移 .....	(29)
第五节 油气聚集——形成油气田 .....	(32)
第三章 石油、天然气勘探技术 .....	(35)
第一节 野外地质调查技术 .....	(36)
第二节 地震勘探技术 .....	(39)
第三节 重力、磁力、电法勘探技术 .....	(52)
第四节 遥感技术 .....	(56)
第五节 钻井录井技术 .....	(60)
第六节 地球物理测井技术 .....	(65)
第七节 测试技术 .....	(68)

第八节	石油地质综合研究	(70)
第四章	怎样寻找油气田	(72)
第一节	组织勘探队伍, 全面地质调查	(73)
第二节	搞好综合评价, 明确主攻方向	(74)
第三节	坚持钻探, 发现油气田	(76)
第四节	锲而不舍, 开拓创新	(78)
第五章	前景展望	(80)
第一节	天然气勘探开发进入快车道	(81)
第二节	大规模勘探开发海洋油气田	(85)
第三节	老油区深层及新层系勘探 取得进展	(86)
第四节	多元发展进军海外	(88)

## 引 言

石油、天然气是一种天然生成的可燃性矿产，在国民经济、人民生活中占有重要地位。工农业生产、交通运输、国防建设等，都离不开石油、天然气。人们称它们为“能源家庭中的宠儿”、“万能的化工原料”。工业离不开石油，就像人体离不开血液一样，石油被称为“工业的血液”。

石油、天然气在各种能源当中，占有重要地位。许多发达国家在 20 世纪 50 年代以前，主要用煤作能源。1950 年以后，逐步用石油代替了煤，成为主要能源。到了 70 年代以后，发达国家石油、天然气在能源结构中的比例，逐步上升到 70% ~ 80%。中国能源结构中，煤占 70% 以上，石油、天然气、电力等约占 25% 左右。大量使用煤作燃料，空气污染严重。因此国家制订规划，大力开发油气田，使用洁净燃料，是经济可持续发展的需要。

石油、天然气不仅是一种燃料，而且还是十分重要的化工原料。有机化学工业的 8 种基本原料——乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯、乙炔、萘等，皆可从石油中取得。有了这 8 种原料，整个有机化学产品，基本上可以通过各种不同的途径合成出来。据统计，70 年代以来，世界各国有有机合成产品中，70% 以上来自石

油化工。石油化工产品（包括精细化工）已有近万种，石油化学工业已成为国家的支柱产业，对经济建设、国防建设、人民生活有广泛影响。

中国是世界文明古国，也是发现和利用石油、天然气历史悠久的国家。早在秦汉时期，就在四川“采气煮盐”，成为世界上最早开凿油气井的国家。北宋杰出的科学家沈括曾预言“盖石油至多，生于地中无穷”，既指出了石油的来源，也预测了石油前景。

到了近代，由于封建主义的腐朽统治和帝国主义的侵略，中国石油工业十分落后，1949年石油产量仅12万吨。

新中国成立后，在中国共产党和人民政府领导下，石油工业迅猛发展。特别是气壮山河的松辽石油大会战，找到了举世闻名的大庆油田，一举结束了中国使用“洋油”的时代，实现了石油自给。60~70年代开展的渤海湾盆地石油会战，找到了胜坨、辽河、大港、任邱等大油田，建成了中国第二大油区。1978年，中国石油产量突破亿吨大关，跃入世界石油大国行列。石油产量的大幅度增加，为石油炼制和石油化工提供了雄厚的物质基础，石化产业迅猛发展，炼油能力已进入世界前列，石化产品正向国际先进水平迈进。80年代以来，中国油气勘探进军大西北和海洋对外开放，在这两大战略接替区取得突破，石油天然气产量有了新增长，1999年中国石油产量达到1.6亿吨，勘探开发技术达到国际先进水平，石油地质理论有了新的建树。

## 第一章 石油、天然气的生成

没有石油、天然气的生成，也就谈不上油气田的形成，因此，油气生成是石油地质理论的重要内容。要了解油气生成，首先需要了解什么是石油、天然气，它们有哪些特性。正是通过对石油、天然气的深入分析，才产生了油气生成学说（即有机生油学说）。形成石油、天然气的原始物质，是赋存在沉积盆地中的沉积岩中的有机质，它经历了复杂的物理、化学变化，才演变为石油、天然气。

### 第一节 石油、天然气的特性

人们从电视、广播、报纸、杂志上经常获得石油、天然气和油气田的信息，油价上涨或跌落等。那么，石油、天然气是什么呢？简单地来说，石油和天然气就是地下岩石生成和储集的液态和气态的以碳氢化合物为主要成分的可燃性矿产。

从地下开采出来的石油，没有经过加工提炼成各种产品以前通称为原油。原油的化学元素主要是碳、氢、氧、氮、硫等。其中碳和氢所占比例最高，约 95% ~ 99%（其中，碳（C）84% ~ 87%，氢（H）11% ~

14%)，氧、氮、硫和其他微量元素约占 1% ~ 5% (硫含量少于 0.5% 称低含硫原油)。上述元素的大多数都是以化合物的形态出现。名目繁多的化合物可分成两大类：由碳、氢元素组成的化合物，通常称为烃类化合物，如烷烃、环烷烃、芳香烃、烯烃等。这是原油的主要成分。另一类是含氧、氮、硫的非烃化合物，如含氧的酚、醛、酮，含氮的吡啶，含硫的硫醇、噻吩等。

原油的物理性质，包括颜色、相对密度、密度、粘度、凝固点、含蜡量、发热量等。原油的颜色有白色、淡黄色、褐色、墨绿色、黑色等。我们常见的原油一般是黑色。原油颜色的深浅和其中含有的非烃类物质多少有关。石油相对密度一般 0.76 ~ 0.96。美国常用 API 度、西欧常用波美度来表示石油的相对密度，API 度和波美度高的石油，实际上属于低密度的轻质石油。石油粘度是对流体流动性能的逆测定，石油粘度愈大，就愈难流动。用仪器测得的密度、粘度等，皆与石油的化学成分含量有关。石油的凝固点与蜡的含量有关。原油的化学成分和物理性质，直接显示了作为某种资源可供人类广泛利用，如原油的“发热量”，就意味着它是重要的能源；众多的化学成分则意味着它是广泛的化工原料。

关于天然气，广义而言，自然界一切天然生成的气体，皆可称为天然气。在自然界它们的产状变化多端，既可以是气藏气、气顶气、溶解气，也可以是凝析气、煤矿瓦斯、固态气体水合物等。油气勘探所讲的狭义的



天然气，系指与油田、气田有关的可燃气体，成分以气态烃为主，多与生物成因有关。在特定条件下，也可能遇见以非烃气体为主的气藏，只要有工业价值，也要加以研究和利用。天然气的化学成分和物理性质，在常温常压下，甲烷（ $\text{CH}_4$ ）至丁烷（ $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ）为气态，是天然气的主要组成部分。其中，甲烷属烷烃最简单的化合物，是天然气的基本成分。有的气田甲烷含量可达90%以上，乙、丙、丁烷含量不多。油田溶解气，乙、丙、丁烷含量高（可达20%~30%），称为湿气；甲烷含量超过90%，称干气。还有二氧化碳、硫化氢、氮和稀有气体（氦）等。天然气的物理性质，包括相对密度、粘度、蒸气压力、溶解性、热值等，可在实验室测定。天然气相对密度为0.56~0.8。由于天然气化学组成变化大，物理性质变化也较大。有的地区的天然气，含有大量的二氧化碳（例如广东三水的天然气二氧化碳含量高达98%），其物理性质与以甲烷为主的天然气物理性质迥然不同。

了解天然气的化学组成和物理性质，是为了更好的利用它。天然气是合成氨、乙烯、乙炔的重要原料。天然气主要成分甲烷，加工后可合成许多化工产品。如氧化甲烷可以得到甲醇、甲醛，甲醛既是燃料，也是塑料、合成树脂的原料；裂化甲烷可以得到乙炔；甲烷不完全氧化可以得到炭黑等等。天然气中的乙、丙、丁烷也是各种化学合成品的重要原料。天然气中含有的稀有气体，在原子能和国防工程中起着重要作用。