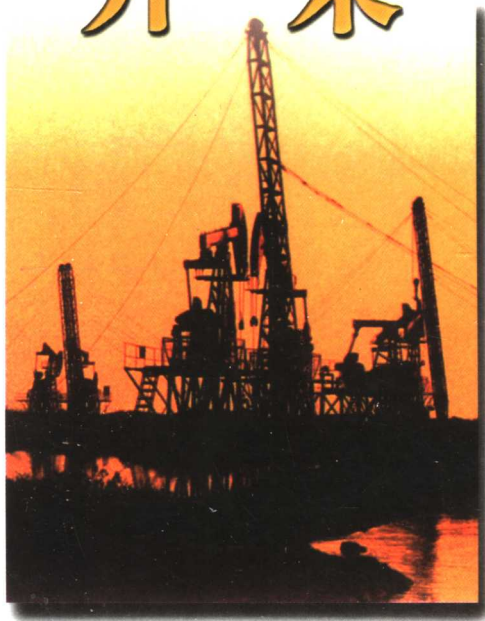


# 当代石油和石化工业技术普及读本

中国石油和石化工程研究会 组织编写

董恩环 执笔

## 开 采



中国石化出版社

# 当代石油和石化工业技术普及读本

## 开 采

中国石油和石化工程研究会 组织编写

董恩环 执笔

## 图书在版编目(CIP)数据

开采/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 7-80043-963-1

I. 开… II. ①中…②董… III. 开采-普及读物  
IV. TE35

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 70331 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 4 印张 73 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大众的集体智慧,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 three characters: '李' (Li), '毅' (Yi), and '中' (Zhong), written 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。

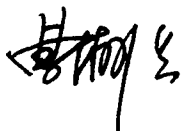
《读本》全面、系统、形象地向读者介绍了石油的成因、石油的勘探、开发、开采和炼制,以及遍布生活每个角落的石油石化产品。《读本》图文并茂,语言生动朴实,可以让读者更多、更快、更好、更轻松地了解石油石化工业的基本知识。



《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 宫 敬

贾映萱 秦瑞岐 黄伯琴 董恩环

程曾越

## 引 言

在油气勘探开发领域中，首先是勘探，然后才是油气田的开采，但它却十分重要，因为在勘探中找到的油气储量，能否把它更多更好地开采出来，并获得最佳的经济效益，完全依靠油气田的合理开发和生产。

本书着重介绍当油气田发现之后，是如何进行开发和生产的，需要做那些工作，什么叫油气田开发总体方案，它包括那些内容，方案是如何编制的，并且强调油气田开发必须以经济效益为中心，没有效益的油田不能投入开发，同时，还强调气田开发要在编制开发方案的同时，积极寻找用户市场，签订供气合同，寻找用户市场要与编制方案同步进行，此外，本书还介绍了油田注水、油井举升采油、酸化压裂增产和采用先进技术等。

# 目 录

## 引言

第一章 油气藏地质基础 .....	(1)
第一节 油气藏分类 .....	(2)
第二节 储层物理性质 .....	(6)
第三节 油、气、水性质 .....	(11)
第四节 油层压力与温度 .....	(15)
第五节 油井试油 .....	(18)
第二章 油田开发 .....	(20)
第一节 油藏驱动类型 .....	(21)
第二节 储量计算 .....	(26)
第三节 油田注水方式 .....	(31)
第四节 油田开发总体方案 .....	(37)
第三章 注水工程 .....	(44)
第一节 水源及水质 .....	(44)
第二节 水的处理 .....	(47)
第三节 注水站 .....	(53)
第四节 注水井分层注水 .....	(54)
第五节 注水开采简要过程 .....	(57)
第四章 采油与增产 .....	(60)
第一节 采油 .....	(61)
第二节 增产措施 .....	(72)
第五章 采用先进技术 .....	(81)

第一节	分层注水、调剖堵水 .....	(82)
第二节	复杂断块油田滚动勘探开发 .....	(84)
第三节	油藏描述、数值模拟 .....	(85)
第四节	聚合物驱油(三次采油) .....	(86)
第五节	稠油热采 .....	(89)
第六章	气田开发 .....	(93)
第一节	气藏驱动类型 .....	(94)
第二节	储量计算 .....	(97)
第三节	气田开发 .....	(101)
	开采技术发展展望 .....	(107)

## 第一章 油气藏地质基础

为了更好地了解石油天然气的开采，我们先了解一些油气藏地质的基础知识。

由于地壳构造运动和沉积环境的变迁，在含油气盆地中，形成各种不同类型的地质圈闭，所谓地质圈闭，就是有盖层、储层和阻止油气继续运移的封闭条件，盖层一般为泥岩、页岩或石膏等不渗透岩层，储层可以是砂岩、碳酸岩和白云岩，封闭条件是指储层的倾斜、断层封闭或岩性遮挡。一个地质圈闭具备了上述条件，就有可能成为油气聚集的场所。在勘探期间，首先对含油盆地中的地质圈闭，进行评价并分类排队；然后，挑选出最有利的地质圈闭进行钻探。当探井发现油气流之后，应进行试油，测试油井的产量和地层压力。第一口发现油气流的探井叫做发现井，为了弄清这个油气发现规模多大，有没有开发价值，接着就要钻几口评价井，取全取准有关地质及油藏资料，开展油田地质及油藏研究。主要的研究工作有：油气藏的类型、储层的物理性质、油、气、水的性质、油层压力和温度、油气井的生产能力和油气田的储量等。

## 第一节 油气藏分类

国内已发现的油气藏种类很多，不同类型的油气藏勘探方法及开发方式不同，因此，正确判断油气藏的类型是必要的。

圈闭是油藏形成的必要条件，圈闭的类型及其形成的条件，对油气藏的类型起着决定作用。因此，在进行油气藏分类时，以圈闭的成因为基础，将油气藏分为构造油气藏、地层油气藏和岩性油气藏三大类。

### 一、构造油气藏

油气聚集在构造圈闭中，叫作构造油气藏。其共同的特点是：构造圈闭是由于地质构造运动形成的，构造油气藏是分布最多的一类。其中又可分为背斜油气藏和断层油气藏。

#### 1. 背斜油气藏

是油气藏中最多最重要的一类，国内外已发现或已开发的油气藏中，多数以背斜油气藏为主。而背斜油气藏按其构造成因又可分为：①与褶皱作用有关的挤压背斜油气藏，如图 1-1。②基底隆起背斜油气藏，如图 1-2。③逆牵引背斜（又叫滚动背斜）油气藏，如图 1-3。

#### 2. 断层圈闭油气藏

是指在储集层的上倾方向受断层遮挡而形成的圈闭。油气聚集在这类圈闭中，叫做断层油气藏。断层油

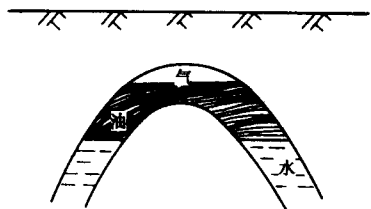


图 1-1 挤压背斜油气藏示意图

气藏分布比较复杂，在多条断层的构造断裂带内，形成许多大小不同的断块。断层的分隔性强，各断块之间的油、水分布自成系统，油井产量差别较大。给油气田的勘探和开发工作带来一定的复杂性，我国华北地区这类油田分布较多，如大港、胜利油田等都有一批类似的油田。断层油气藏示意图如图 1.4。

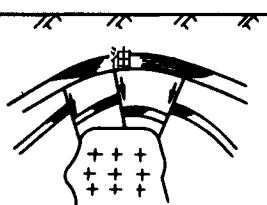


图 1-2 基底隆起背斜油气藏示意图

给油气田的勘探和开发工作带来一定的复杂性，我国华北地区这类油田分布较多，如大港、胜利油田等都有一批类似的油田。断层油气藏示意图如图 1.4。

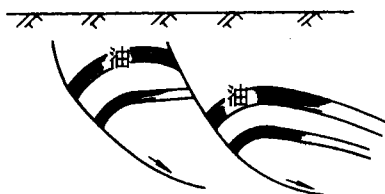


图 1-3 逆牵引背斜油气藏示意图



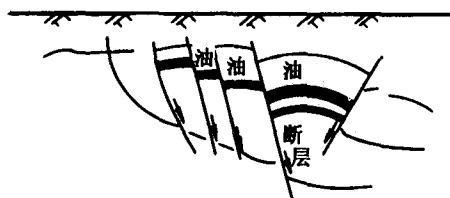


图 1-4 断层油气藏示意图

## 二、地层油气藏

由于地层连续性的中断而形成的圈闭，油气聚集在其中的，叫做地层油气藏。地层圈闭的形成与构造圈闭的形成不同。有的地层油气藏与沉积间断和剥蚀作用有关，如古潜山油气藏，如图 1-5。有的地层油气藏是由于地层变形或变位的结果，较新的岩系超越、覆盖在较老的岩系上，形成超覆不整合圈闭，如地层超覆油藏，如图 1-6。

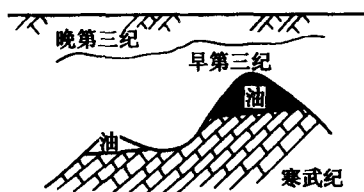


图 1-5 古潜山油藏示意图

## 三、岩性油气藏

由于沉积环境变迁，使沉积物的岩性发生横向变化，形成岩性尖灭体和透镜体圈闭，油气聚集在这类圈