

YOU DI ZHI ZHI SHI



石油地质知识

杜祖四 主编

科学普及出版社

35469

石油地质知识

(SY79/34) SY79/05

杜祖四 主编

科学普及出版社

内 容 提 要

在国民经济飞速发展的过程中,石油产业的作用越来越显著。本书主要介绍了普通地质、岩石与地层、构造地质、石油地质、油气勘探、油田开发等等石油专业基础知识,既可供石油企业干部专修科及职工中专学生教学使用,也可供石油职工及非专业人员学习参考。

科学普及出版社出版 (北京海淀区白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京燕山印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 6.75 插页: 1 字数: 144千字

1988年4月 第1版 1988年4月 第1次印刷

印数: 1—31 000册 定价: 1.55元

ISBN 7-110-00550-X/TF·1

出版说明

能源家族中首屈一指的石油，历来被人们誉为：“黑色的金子”、“工业的血液”、“机器的粮食”。在现代化的工业生产和社会生活中，在国民经济飞速发展过程中，石油产业的作用越来越显著。由石油工业生产出来的三千多种能源与化工产品已广泛应用到各行各业，渗透到各个领域，在国计民生中越来越占有极其重要的位置。

那么，石油究竟是怎样生成的？又是怎样分布和形成油田的？人们采用什么方法和手段找到它并把它开采出来？石油的储量、产量是怎样计算的？油气田的寿命和含油远景是怎样评价的等等这些问题是每一个热心关注我国石油工业发展的读者都希望了解的问题。为了适应石油企业广大干部职工岗位培训的需要，为了普及石油地质知识，同时也为了满足对石油工业深感兴趣的广大读者的要求，中国科普研究所组织编写了这本读物，可供具有初中以上文化程度的读者阅读。

本书由胜利油田杜祖四主编，帅德福副总地质师主审。参加编审的还有任安身、张全顺及方开璞等同志。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 石油与天然气在国民经济中的作用	1
一、石油与天然气是极为重要的燃料	1
二、油气是十分重要的化工原料.....	1
三、石油与天然气是国民经济的一项重要收入来源.....	2
第二节 我国石油工业简史	3
一、悠久的历史.....	3
二、近百年的状况.....	5
三、新中国的飞跃.....	5
第二章 岩石	8
第一节 岩浆活动与岩浆岩	10
一、岩浆活动.....	10
二、岩浆岩的分类.....	11
三、岩浆岩的结构和构造.....	15
四、常见的几种岩浆岩.....	16
五、岩浆岩与石油、天然气.....	17
第二节 沉积岩	19
一、什么是沉积岩.....	19
二、沉积岩的分类.....	20
三、碎屑岩.....	20
四、化学岩.....	23
五、生物岩.....	26
六、沉积岩的结构、构造和韵律.....	27

第三节 变质岩.....	30
一、变质岩的主要特征.....	30
二、几种常见变质岩.....	32
三、变质岩与石油、天然气.....	34
第四节 地层.....	34
一、地层时代.....	35
二、地质时代.....	37
第三章 地质构造.....	40
第一节 区域构造.....	40
一、板块构造学说.....	40
二、地台、地槽学说.....	48
第二节 盆地构造.....	51
一、含油气盆地内的一级构造.....	52
二、二级构造——二级构造带.....	56
三、三级构造.....	63
第四章 油气的生成与油层.....	69
第一节 油气的生成.....	69
一、油气无机生成假说.....	69
二、有机成油说.....	70
第二节 生油层.....	70
一、生油层的岩性、岩相特征.....	71
二、生油层的地球化学特征.....	71
第五章 油气藏.....	75
第一节 构造油气藏.....	77
一、背斜油气藏.....	80
二、断块油气藏.....	80
三、刺穿接触油气藏.....	81
第二节 地层油气藏.....	83

一、古潜山油气藏·····	83
二、不整合油气藏·····	86
三、地层超覆油气藏·····	87
第三节 岩性油气藏·····	90
一、岩性尖灭油气藏及透镜体油气藏·····	91
二、生物礁块油气藏·····	92
第四节 复合型油气藏·····	94
第六章 油气田及其类型·····	96
第一节 油气田的概念及分类·····	96
一、什么是油气田·····	96
二、油气田的分类·····	97
第二节 砂岩油、气田类·····	98
一、受构造条件控制的砂岩油、气田·····	98
二、非构造条件控制的砂岩油、气田·····	98
第三节 碳酸盐岩油、气田类·····	98
一、碳酸盐岩油、气田的主要控制因素·····	99
二、研究碳酸盐岩油田应注意的问题·····	100
第七章 油气分布·····	102
第一节 地壳上油气分布的特点·····	102
一、不均衡性·····	102
二、分布的区(带)性·····	112
第二节 控制油气分布的主要地质因素·····	113
一、盆地油气源丰度控制油气的富集程度·····	113
二、盆地内主要生油凹陷控制着主要油田的分布·····	114
三、盆地内主要生储盖组合决定主要含油气层系的分布·····	116
四、生油凹陷内及其周缘的二级构造带 是油气最富集的场所·····	117
第八章 勘探油气的方法·····	118

第一节 勘探油气田的基本任务	118
一、基本任务	118
二、主要研究内容	118
三、勘探的方法	118
第二节 勘探方法	119
一、地面地质法	119
二、地球物理法	119
三、地球化学法	120
四、钻井方法	121
五、遥感技术	122
第三节 油气田勘探的步骤	124
一、区域综合勘探	124
二、整体解剖	125
三、油田勘探	126
第九章 钻井	128
第一节 钻井工程	128
一、钻井的目的	128
二、钻机与井口工具	130
三、提高钻井的效率	132
第二节 定向井	135
一、涡轮钻造斜法	136
二、转盘钻造斜法	136
三、单点与多点照相测斜仪	137
第三节 海上钻井	137
一、移动式钻井平台	137
二、固定式钻井平台	139
第四节 钻井地质	140
一、现场录井工作	141

二、钻井地质与钻井工程的关系.....	145
三、地质预告的编写和完井资料上交.....	145
四、生产技术管理.....	147
第十章 试油(气)	149
第一节 试油	149
一、试油的目的任务.....	149
二、油井完成方法.....	150
三、诱导油流的方法.....	154
四、油井产量的量测和计算.....	156
五、试油资料.....	161
六、酸化与压裂在试油中的应用.....	163
第二节 试气	164
一、试气的目的.....	164
二、试气方法.....	165
三、试气资料的整理与计算.....	167
第十一章 油、气田开发	176
一、要正确认识油田.....	176
二、收集研究地质基础资料.....	176
三、编制开发方案.....	177
第一节 油气储量的计算	177
一、石油储量的计算.....	177
二、天然气储量计算.....	180
第二节 油田开采方式	183
一、利用天然能量开采.....	183
二、保持地层压力开采.....	185
三、机械采油.....	190
四、气举采油.....	191
第三节 油田开发中的几个问题	192

一、开发层系的划分·····	192
二、井网的部署·····	193
三、提高石油采收率·····	193
第四节 油气田的寿命 ·····	194
一、青年期·····	194
二、壮年期·····	195
三、衰老期·····	195
第十二章 含油远景评价与勘探展望 ·····	197
第一节 含油远景评价 ·····	197
一、区域构造条件·····	197
二、区域地层岩性岩相条件·····	197
三、圈闭条件·····	198
四、油气藏保存的条件·····	198
第二节 石油地质勘探展望 ·····	199
一、具有多套含油层系·····	201
二、具有多种多样的储集类型·····	202
三、多种油气藏的组合·····	202
四、油、气田的分布不均匀·····	203

第一章 绪 论

第一节 石油与天然气在国民经济中的作用

石油被喻为“黑色的金子”、“工业的血液”，可见石油在国民经济中具有极为重要的地位。随着石油工业及科学的发展，人们对石油与天然气的应用越来越广泛。

一、石油与天然气是极为重要的燃料

由于石油与天然气具有燃烧完全、发热量高、运输方便等优点，作为燃料被广泛地应用于工业、农业、交通运输以及国防各个方面。一些发达的国家石油与天然气在其能源消费结构中所占的比例越来越高。如1971年，油气在能源消费结构中所占的比例为：美国78.9%；苏联59%左右；日本仅石油一项就占71.7%。在1978年世界能源消费结构中，石油占50.2%，天然气占16.3%。

二、油气是十分重要的化工原料

目前，利用石油与天然气作为原料制造的化工产品大约有好几千种，广泛用于工业、农业、日常生活等国民经济的各个部门。如化学工业主要应用的乙烯、丙烯、丁烯、苯、甲苯、二甲苯和乙炔中，乙烯77%是从天然气中加工分离出来的，它是制造合成纤维、合成橡胶和合成塑料等三大合成

材料的基本化工原料。所以乙烯的产量是衡量一个国家石油化学工业发展水平的一个重要标志。丙烯87%是石油炼制出来的，主要用来生产高辛烷值汽油。另外从石油中还可以炼制出苯、甲苯和二甲苯，它们不仅是汽油重要辛烷值组分而且也是三大合成材料以及医药、农药、炸药的主要原料。利用天然气和炼油尾气可制取化学肥料。另外现代国防和宇航工业所用的比钢还硬的“玻璃钢”和绝缘材料高沸点石蜡以及各种润滑油等也都是石油的炼制品和合成品。目前，油气还应用于制造食品、生物助长剂等方面。石油炼制的最终产物沥青是建筑和铺路的好材料，油焦是炼钢的好燃料。此外，石油还是重要的润滑油料，从微小精密的钟表到庞大高速的发动机，都必须润滑才能转动，所以人们把润滑油料视为机器的“食粮”。

三、石油与天然气是国民经济的一项重要收入来源

石油与天然气是国家重要的经济收入，如我国“六五”期间，五年累计上缴利税和能源基金322.4亿元，五年累计出口原油9600多万吨，换取外汇180多亿美元，为国家财政经济状况的根本好转作出了重要的贡献。在世界上，一些国家由于石油、天然气产量迅速增长，带动了整个国民经济的迅速发展。

由于世界各国都认识到了石油在国民经济中的重要地位，所以各国都在大力加强石油勘探，抓紧发展石油工业，目前世界上已有70多个国家进行石油与天然气的勘探，除在陆地上加紧勘探与开发外，海上的石油勘探与开发也取得了很大的进展。

我国要在本世纪末实现四个现代化，必须要加速石油工业的发展，这项工作的好坏直接影响到“四化”的进程。

第二节 我国石油工业简史

一、悠久的历史

我国是世界上最早发现和利用石油及天然气的国家之一，已有 3000 多年的历史。早在古代的《易经》中就有“上火下泽”、“火在水上”、“泽中有火”等记载，阐明了可燃的天然气在地表、湖泊水面逸出现象。

公元前 256~251 年，古代劳动人民在兴修都江堰和开凿盐井过程中，引起了通天大火，发现了天然气。在晋常璩的《华阳国志》中记载了在公元前 221~210 年用天然气煮盐的情景：“……有火井，夜时光映上昭。民欲其火，先以家火投之。倾许如雷声。火焰出，通耀数十里。”“井有二水（指黄、黑两种卤水），取井火煮之，一斛水得五斗盐，家火煮之，得无几也”。可见当时我国劳动人民不仅发现了天然气，而且已经用天然气做燃料来煮盐了，并且还可以用竹筒把天然气引到煮盐的地方。

我国对石油的发现，早在 1900 多年以前班固著的《汉书·地理志》中就有“有洧水可燃”的记载。北魏郦道元著的《水经注·河水篇》中说：“有高奴县有洧水，肥可燃，水上有肥可接取用之。”所谓肥，即水上漂的石油，并可撇取来用。

“石油”这一科学名词是北宋时，沈括提出来的，在他写的《梦溪笔谈》一书中说：“富延境内有石油，旧说高奴县出

脂水，即此也。”又说：“石油……生于水际沙石，与泉水相杂稠……而出。”他用油烟做墨，墨光如漆，比松墨还好。于是他说：“此物后必大行于世……，盖石油至多，生于地中无穷，不若松木有时而竭”展示了石油利用的远景。

在历史上，石油不仅用于润滑、照明、燃烧和医药，而且很早就用于军事。《元和郡县志》记载了公元576年，酒泉人民用油烧毁突厥族攻城的武器，保全了酒泉城。公元1073年，在北宋京都汴梁军器监设有专门的“猛火油作”加工制作烟球毒药等石油兵器。著名的“赤壁之战”曾用“膏油”（当时称石油为膏油）灌入柴草，火烧战船。

在元朝，不仅有采油井，而且已建立了管理机构。在史书《元一统志》中的《延安》条下记有：“在延安 县南迎 河凿开石油一井，岁纳110斤。又延川……永坪村，有一井岁办400斤，入洛之延丰库。”

我国对石油、天然气的发现开采和利用，是世界上最早的国家，积累了丰富的知识和经验，在近百年以前一直走在世界的前列。就打井开采石油与天然气来讲，我国劳动人民早在15世纪就能打上百米深的井。到了1835年，在自流井地区钻的兴海井，井深已达1001.4米，日产气3000~8000立方米。1840年又钻成了井深1200米的井，日产气40万立方米，当时井架成群，有的井架高达100多米。在当时苏、美远远落在后面，如苏联到1848年才打了第一口油井，井深只有几十米；美国打的第一口井是在1859年，井深也仅21.3米，而我国历代共钻有数万口井，采气几百万亿立方米。这样长的油气开采历史是世界上屈指可数的，说明了我国劳动人民的勤劳、智慧和伟大。

二、近百年的状况

近百年来，由于封建主义和官僚资产阶级的长期统治以及帝国主义的侵略与掠夺，我国的石油工业发展迟缓。帝国主义为了把中国作为倾销石油的市场，捏造了种种“中国贫油”的谬论。说什么“亚洲腹地，包括……中国大部分……几乎无石油蕴藏之可能。”“中国北部绝大部分地区……没有含油的可能性”；说什么“中国东部大平原是一近期拗陷区……，要在这个沉积区找到石油，那是偶然的”等等。到解放前夕，全国只有两个地质调查队，几十个地质勘探人员，90%以上的国土面积没进行过石油地质调查。石油产量更是少得可怜，从1904年到1949年45年中，石油总产量为308万吨。就是产量最高的1943年年产量也只有32万吨。在钻井进尺方面，从1907年日本人在我国陕西延长钻第一口井起到1948年41年间，总计仅有67025米。钻井设备到解放前也只有破烂不堪的八台钻机。

三、新中国的飞跃

1949年新中国诞生后，在中国共产党的领导下，石油工业有了突飞猛进的发展。石油产量成倍增长，从1948年的9万吨到1986年1.31亿吨，增长了约1384倍。早在1963年周恩来总理就庄严地向世界宣告：“我国石油工业基本自给，中国人民使用洋油的时代一去不复返了！”我们彻底甩掉“贫油”帽子，跨入了石油出口国行列。

回顾新中国石油工业的勘探开发，大致分为三个阶段。

第一个阶段 以在全国范围展开普查找油为中心。当时

普查重心在我国西部——陕甘宁、四川、酒泉、柴达木、准噶尔、吐鲁番、塔里木以及民和、潮水等大小几十个盆地内。其主要原因是这些盆地中都有油气苗或其他油气显示；有的已有少数油气田；地层露头好；构造较明显；以往已做过一定的地质工作等。经过进一步地质测量和钻探，在准噶尔盆地于1955年发现了克拉玛依油田，在柴达木盆地发现了冷湖油田，油沙山、马海油气田；在酒泉盆地发现了鸭儿峡油田；在四川盆地发现了南充等十几个油田和阳高寺等十几个气田；在陕甘宁盆地发现了永坪等油田。此外吐鲁番、库车、民和等盆地都发现了一些油气田。上述油田的发现虽然使石油工业发生了很大变化，但没有从根本上改变石油工业落后的局面。

第二阶段 从1959年~1975年共16年的时间，石油工业从根本上改变了石油进口的被动局面。

1959年9月，松辽盆地松基三井喷油，标志着我国石油普查找油工作进入了第二阶段，石油勘探的重点，从西部转向了东部大平原，发现了大庆油田、胜利油田、大港油田、辽河油田，使石油产量猛增，从根本上改变了石油工业被动落后的局面。由进口石油变成了石油输出国。

第三阶段 从1975年任丘油田的发现至现在，使油气勘探向着更广阔的领域发展。

任丘油田的发现，首次在震旦亚界白云岩中找到了巨大的地层油藏，标志着我国油气勘探领域的扩大，不仅在中、新生代陆相地层找到了油气藏，在古老的海相地层也找到了；不仅在背斜、断层等构造找到了油气藏，在古潜山、地层超覆、古三角洲、古河道也找到了多种类型的油气藏。甚至将勘探区域更加扩大到边远的塔里木盆地和东南沿海大陆

架。现在我国已有二十几个省市自治区找到了油气田，形成了七大油区。

这七大油区是。

东北油区：以松辽盆地为主，横跨黑龙江省和吉林省。

华北油区：包括辽宁、河北、山东、河南北部和天津、北京以及渤海湾的广大地区。

西南油区：四川盆地及邻近地区。

鄂豫油区：河南省南阳盆地和湖北省江汉盆地。

南海油区：包括台湾省在内的南海广大海域。

陕甘宁油区：以陕甘宁盆地为主体，跨越陕西、甘肃、宁夏回族自治区。

西北油区：包括新疆维吾尔自治区、青海和甘肃省的塔里木、准噶尔、柴达木、酒泉、吐鲁番等盆地。

另外在生油理论方面，建立和丰富完善了陆相生油理论；在油气藏形成和分布规律的研究方面，又建立了复式油气藏的理论，大大地开阔了视野，发现了新的含油气地区，新的含油气层系和新的油气藏类型；建立了滚动勘探开发的程序；从而为大规模地开展油气勘探工作奠定了坚实的基础。

思考题

- 一、为什么说石油是“工业的血液”、“黑色的金子”？
- 二、我国劳动人民古代是怎样开采、利用石油的？
- 三、新中国的石油工业取得了哪些突飞猛进的发展？