

解 读 地 球 密 码

丛书主编 孔庆友

工业血液 石油

Petroleum
The Blood of Industry

本书主编 邢俊昊 徐冠华 吕晓亮

“ 十三 五 ” 国 家 重 点 出 版 物 出 版 规 划 项 目

石油，是人类文明繁衍的引擎；
石油，是现代工业的动力和资源支持；
石油，是国民经济发展和社会稳定的基石；
石油，是国际政治斗争和全球战略利益争夺的焦点。



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

工业血液——石油 / 邢俊昊, 徐冠华, 吕晓亮主
编. —济南: 山东科学技术出版社, 2016.6

(解读地球密码)

ISBN 978-7-5331-8363-9

I. ①工… II. ①邢… ②徐… ③吕… III. ①石油—
普及读物 IV. ①TE-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 141825 号

丛书主编 孔庆友

本书主编 邢俊昊 徐冠华 吕晓亮

解读地球密码

工业血液——石油

邢俊昊 徐冠华 吕晓亮 主编

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印 刷 者: 山东泰安新华印务有限责任公司

地址: 泰安市灵山大街39号

邮编: 271000 电话: (0538)6119313

开本: 787 mm× 1092 mm 1/16

印张: 6.5

版次: 2016年6月第1版 2016年6月第1次印刷

ISBN 978-7-5331-8363-9

定价: 32.00 元

科学指导

李廷栋 中国科学院院士、著名地质学家

翟裕生 中国科学院院士、著名矿床学家

编著委员会

主 任	刘俭朴	李 瓖				
副 主 任	张庆坤	王桂鹏	徐军祥	刘祥元	武旭仁	屈绍东
	刘兴旺	杜长征	侯成桥	臧桂茂	刘圣刚	孟祥军
主 编	孔庆友					
副 主 编	张天模	方宝明	于学峰	张鲁府	常允新	刘书才
编 委	(以姓氏笔画为序)					
	卫 伟	方 明	方庆海	王 经	王世进	王光信
	王怀洪	王来明	王学尧	王德敬	冯克印	左晓敏
	石业迎	刘小琼	刘凤臣	刘洪亮	刘海康	刘继太
	刘瑞华	吕大炜	吕晓亮	孙 斌	曲延波	朱友强
	邢 峰	邢俊昊	吴国栋	宋志勇	宋明春	宋香锁
	宋晓潮	张 峰	张 震	张永伟	张作金	张春池
	张增青	李 壮	李大鹏	李玉章	李金锁	李勇普
	李香臣	杜圣贤	杨丽芝	陈 军	陈 诚	陈国栋
	范士彦	郑福华	侯明兰	姚春梅	姜文娟	祝德成
	胡 戈	胡智勇	贺 敬	赵 琳	赵书康	郝兴中
	郝官平	徐 磊	郭加朋	郭宝奎	高树学	高善坤
	梁吉坡	董 强	韩代成	潘拥军	顾景生	戴广凯
书籍统筹	宋晓潮	左晓敏				

普及地質科學知識
提高民族科學素質

李延棟

2016年元月

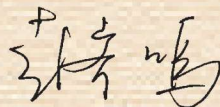
传播地学知识，弘扬科学精神，
践行绿色发展观，为建设
美好地球村而努力。

翟裕光
2015年10月

贺 词

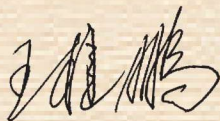
自然资源、自然环境、自然灾害，这些人类面临的重大课题都与地学密切相关，山东同仁编著的《解读地球密码》科普丛书以地学原理和地质事实科学、真实、通俗地回答了公众关心的问题。相信其出版对于普及地学知识，提高全民科学素质，具有重大意义，并将促进我国地学科普事业的发展。

国土资源部总工程师



编辑出版《解读地球密码》科普丛书，举行业之力，集众家之言，解地球之理，展齐鲁之貌，结地学之果，蔚为大观，实为壮举，必将广布社会，流传长远。人类只有一个地球，只有认识地球、热爱地球，才能保护地球、珍惜地球，使人地合一、时空长存、宇宙永昌、乾坤安宁。

山东省国土资源厅副厅长



编著者寄语

- ★ 地学是关于地球科学的学问。它是数、理、化、天、地、生、农、工、医九大学科之一，既是一门基础科学，也是一门应用科学。
- ★ 地球是我们的生存之地、衣食之源。地学与人类的生产生活和社会可持续发展紧密相连。
- ★ 以地学理论说清道理，以地质现象揭秘释惑，以地学领域广采博引，是本丛书最大的特色。
- ★ 普及地球科学知识，提高全民科学素质，突出科学性、知识性和趣味性，是编著者的应尽责任和共同愿望。
- ★ 本丛书参考了大量资料和网络信息，得到了诸作者、有关网站和单位的热情帮助和鼎力支持，在此一并表示由衷谢意！

目 录

CONTENTS

Part 1 石油知识ABC



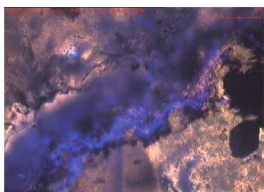
石油的概念/2

石油又称原油，是从地下深处开采的棕黑色可燃黏稠液体，在中国曾称之为“石脂水”、“猛火油”、“石漆”，在国外曾称之为“魔鬼的汗珠”、“发光的水”。



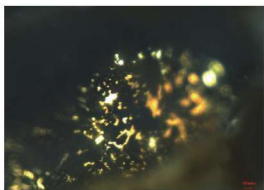
石油的成分/3

石油成分复杂，主要由油质（主要成分）、胶质（黏性的半固体物质）、沥青质（暗褐色或黑色脆性固体物质）、碳质（非碳氢化合物）组成。



石油的性质/5

石油的颜色因成分不同而变化，密度与颜色有一定关系，黏度的变化受化学组成、温度、压力及溶解气量的影响，在紫外线照射下会发出特殊的蓝光。



石油的分类/6

由于地质构造、生油条件和生油年代的差异，石油的化学组成和物理性质有的有很大的不同，通常从商品、地质、化学或物理等不同角度进行分类。

Part
2

有机无机话成油



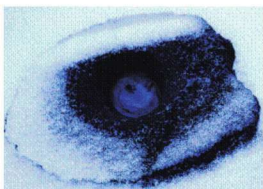
油气成因理论概说/11

随着采油事业的兴起，石油成因引起了学者们的兴趣。由于对原始物质的看法不同，逐步形成了无机起源和有机起源两大学派。



油气无机成因说/12

无机成油学说的基本观点为石油是在地下高温、高压条件下形成的而非生物成因，主要有碳化物说、宇宙说、火山说等。



油气有机成因说/13

油气的有机成因经历了早期成因说、晚期成因说，最终形成了现代成油理论。在具备了有利于石油生成的丰富的有机质和有机质间石油转化的条件时，按照一定的阶段和模式，逐步生成了石油。

Part
3

盆地凹陷找油藏



从盆地说起/21

必须是有沉积物充填的凹陷才能称为盆地，这些沉积物含有丰富的有机物质，这就是生成石油的物质基础。由于盆地内不但能生油，而且能储油，所以盆地对寻找石油就至关重要了。



石油的寻找/25

石油是地质发展过程中的产物，油田是油气地质发展过程中生成、运移、聚集的结果。通过地球物理勘探方法、地球化学勘探方法、浅钻井和深钻井等方法，经过由粗到细、由浅到深、由表及里的逐步加深认识的三个阶段，把石油找出来。

Part 4

油藏开发擒油龙



判断油藏类型/31

油藏是指可以值得作为单元开发对象的含油体，可以是一个油层，也可以是一组性质近似的几个油层。油田开发，一般是以油藏为单元来考虑的，开发之前必须按油藏为单元搞清地质情况。



油田开发的方式及方法/32

油藏的多样性决定了油田开发方式的多样性，主要有保持和改善油层驱油条件的开发方式、优化井网有效应用采油技术的开发方式、特殊油藏的特殊开发方式、提高采收率的强化开发方式等四大类。



石油开发简史/35

就世界范围来说，早期石油的发现和使用只不过是人们一时一地的偶然所得，即使已进行了有组织的开采使用，也是很小规模，还未形成一种产业。只是到了19世纪中叶后，石油才进入大规模的开发时代。

Part
5

千锤百炼制油品



石油工业/43

石油工业是指以石油和天然气为原料，生产石油产品和石油化工产品的加工工业。石油工业已成为人类社会不可或缺的支柱产业。



石油炼制工业/44

石油的发现、开采和直接利用由来已久，到20世纪四五十年代形成了现代炼油工业。石油炼制包含脱盐脱水、蒸馏、催化裂化、加氢裂化和石油精制等主要工艺过程。

Part
6

“万油之母”数石油



万油之母/50

石油可谓是“万油之母”。目前我们最常用的汽油、柴油都是从石油中提炼出来的。石油产品已影响到人类生活的各个方面，现代人类社会离开石油将无法运转。



化工原料之源/53

石油是化工原料之源，这些基本化工原料可制成合成纤维、合成橡胶、合成树脂和塑料、合成氨和尿素等多种产品，广泛应用于各行各业中。



重要的战略物资/55

“石油多的地方，战争就会多”。石油作为重要的战略物资，是和国家的繁荣与安全紧密联系在一起的。

Part 7

油田之最看全球



全球石油资源/59

从东西半球来看，约75%的石油资源集中于东半球；从南北半球看，主要集中于北半球；从纬度分布看，主要集中在北纬 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 和 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 两个纬度带内。



世界十大油田/66

大千世界，纷繁复杂，世界上的某个地方，有的因历史而闻名，有的因人物而闻名，有的因景色而闻名，而世界的某个角落，必定是因石油而发展，因石油而衰落，因石油而闻名。

Part 8

六大油田在中国



中国油气资源/75

我国煤资源丰富，但油气资源相对不足。石油资源主要分布在十大含油气盆地，而石油工业主要分布在七个自然油区。



中国六大油田/77

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵”，地不在广，有“油”就行。中国石油工业的发展，必定离不开中国六大油田的贡献。

参考文献/88

地学知识窗

“石油”的命名/2 石油组分与石油族分/4 美国石油学会重度标准/9 干酪根/16 海相生油与陆相生油/17 液态窗/19 生油门限/19 孙建初骑骆驼找油/29 圈闭/32 石油输出国组织/41 探明储量/61 迪拜油/64 西德克萨斯中质油/64 布伦特原油/65 查明矿产资源、潜在矿产资源、资源量/76

Part 1

石油知识ABC

石油又称原油，是从地下深处开采出来的棕黑色可燃黏稠液体，在中国曾称之为“石脂水”“猛火油”“石漆”，在国外曾称之为“魔鬼的汗珠”“发光的水”。石油颜色多样，成分丰富，性质因产地而异，分类复杂。



石油的概念

据史料记载，从两千多年前的秦朝开始，我国古代人民就陆续在今天的陕西、甘肃、新疆、四川、华北、山东、广东、台湾等地区的30多个县发现了石油，并加以采集和利用。世界上最早记载有关石油的文字见于我国东汉史学家班固（32—92）所著的《汉书》，书中记有“高奴有洧水可燃”（高奴在今陕西省延长一带，洧水是今延河的一条支流）。历

史上，石油曾被称为石漆、膏油、肥、树脂、脂水、可燃水等，最早提出“石油”一词的是977年中国北宋编著的《太平广记》，直到北宋时科学家沈括（1031—1095）才在世界上第一次提出了“石油”这一科学的命名。

石油又称原油，是从地下深处开采出来的棕黑色可燃黏稠液体。天然石油（又称原油）的颜色非常丰富，有红、金黄、墨绿、黑、褐红甚至透明，这是由它本身所含胶质、沥青质的含量决定的，二者含量越高颜色越深。原油一般呈黑绿色、棕色、黑色或浅黄色，如图1-1所示。原油

——地学知识窗——

“石油”的命名

沈括于11世纪末成书的《梦溪笔谈》中说：“鹿延境内有石油，旧说高奴县出脂水，即此也。”1976年，台湾地区“中国石油公司”编写的《中国石油志》指出，我国北宋李方日（925—996）等编写的《太平广记》中最早载有“石油”一词，先于沈括约100年，有待进一步考证。



图1-1 不同颜色的石油

的颜色越浅其油质越好，透明的原油可直接加在汽车油箱中代替汽油。

石油的性质因产地而异，密度为 $0.8\sim 1.0\text{ g/cm}^3$ ，黏度范围很宽，凝固点差别很大（ $30\sim 60^\circ\text{C}$ ）（图1-2），沸点范围为常温到 500°C 以上，可溶于多种有机溶剂，不溶于水，但可与水形成乳状液。一般来讲，原油都有相似的特性。然而，实际资料表明，不同油田、不同油层、不同油井甚至同一油井不同时间产出的原油在物化性质上也会存在明显差异，这种差异反映

了原油化学组成的多样性和复杂性。

石油主要用作燃油和汽油，也是许多化学工业产品如溶剂、化肥、杀虫剂和塑料等的原料。现在开采的石油88%被用作燃料，12%作为化学工业的原料。石油的计量单位主要是桶，1吨约等于7桶，如果油质较轻（稀），则1吨约等于7.2桶或7.3桶。

石油作为一种重要的能源，可以说是现代经济的血液。因此，石油的开采已经成为最重要的重工业。

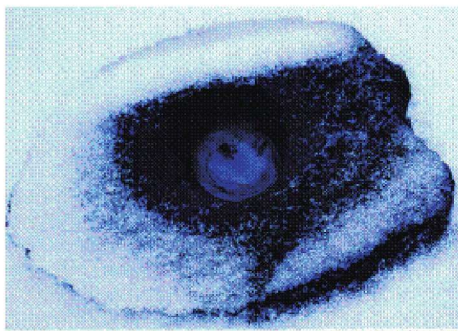


图1-2 不同凝固形态的石油

石油的成分

石 油的成分主要有油质（主要是由碳氢化合物组成的淡色黏性液体

物质）、胶质（黏性的半固体物质）、沥青质（暗褐色或黑色脆性固体物质）、碳

质（非碳氢化合物）。

一、油质

油质为石油的主要组分，可溶解于石油醚而不被硅胶所吸附，成分主要为饱和烃和一部分芳香烃。

二、胶质

胶质可溶于石油醚、苯、三氯甲烷等有机溶剂而不被硅胶所吸附，可分为苯胶质（用苯解吸的产物）和酒精-苯胶质。前者多为芳香烃和一些含有杂原子（氧、硫、氮）的芳香烃化合物，后者主要为含杂原子的非烃化合物。轻质油中胶质含量少于5%，重质油中胶质含量可达20%。

三、沥青质

沥青质不溶于石油醚和酒精，而溶

于苯、三氯甲烷，其分子量较大，分子结构为稠环芳香烃和烷基侧链组成的复杂结构。在电子显微镜下，其宏观结构呈胶状颗粒。

四、碳质

碳质为石油中不溶于有机溶剂的非烃化合物。

原油的成分随地区而异，一般含碳84%、氢11%~14%，含少量氧、氮和硫等，灰分含量约0.05%。主要是由各种烷烃、环烷烃和芳香烃所组成的混合物。石油大部分是液态烃，同时在液态烃里溶有气态烃和固态烃。

——地学知识窗——

石油组分与石油族分

石油组分是对石油中不同成分在不同溶剂中溶解难易程度而作的分类，可分为油质、苯胶质、酒精-苯胶质、沥青质等。

石油族分又称族组分。石油中不同的化合物组分，可分为饱和烃（包括烷烃和环烷烃）、芳香烃（不饱和烃）、非烃（包括氧、硫、氮的化合物）和沥青质（碳、氧、硫、氮等多种元素组成的复杂结构的高分子化合物）。