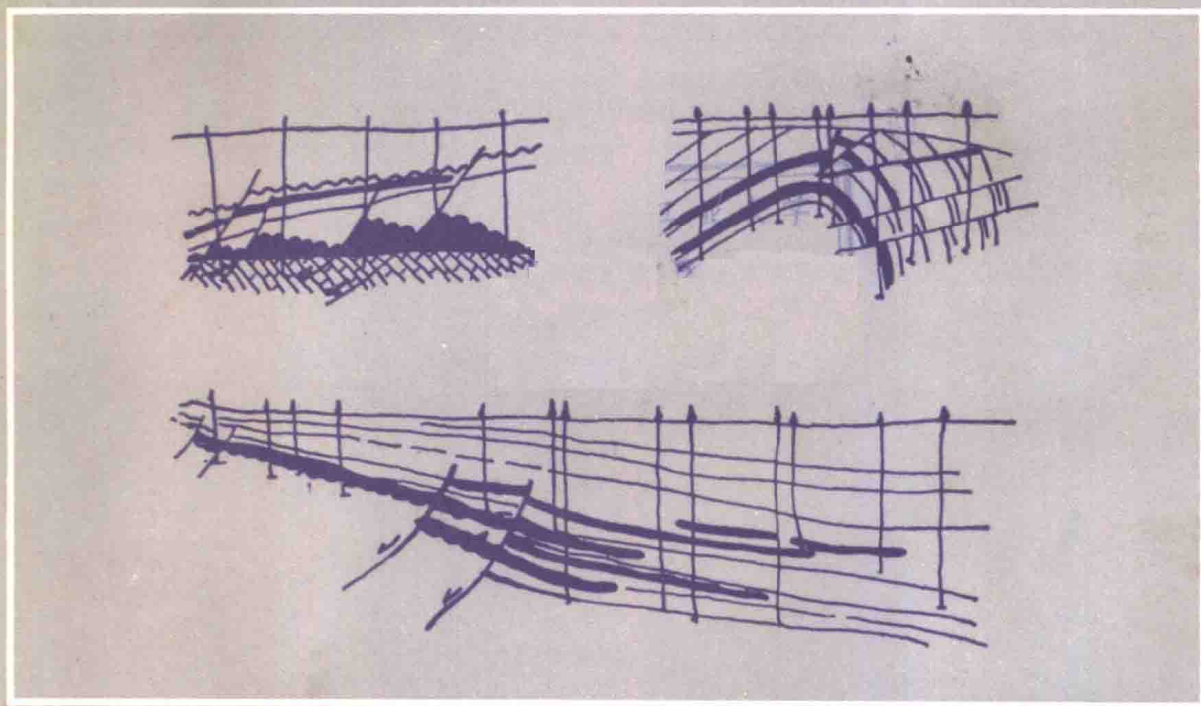


559469

高等学校教材

油气田地质学

童崇光 主编



地质出版社

高等学校教材

油气田地质学

童崇光 主编

地质出版社

内 容 简 介

本书首先对国内外油气工业发展现状及趋势作了简要地综述,然后较系统地论述了中国主要含油气盆地及国外重要的含油气盆地的区域构造、地层及沉积特征、储层性质、油气藏类型以及油气田分布规律。对含油气盆地所具有的独特的油气地质情况作了较深入地论述。最后对我国陆相生油地质特征、我国油区地质特点、板块构造与含油气盆地、天然气工业发展趋势等方面作了一般地探讨。

本书主要是为高等院校石油地质专业编写的通用教材,也可供从事油气地质勘探和开发的石油地质工作者、科学研究人员参考。

高等学校教材

油气田地质学

童崇光 主编

汪编辑,张利珍

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 22¹/₂ 插页: 3个 字数: 528,000

1985年8月北京第一版·1985年8月北京第一次印刷

印数: 1—4,880册 定价: 4.60元

统一书号: 13038·教214

前 言

《油气田地质学》的基本内容是石油地质专业学生及油气勘探与开发的地质人员必须具备的基础知识。本书包含中国和外国油气田地质两部分。它是在沉积岩石学、构造地质学、区域地质及地球物理学的基础上,应用石油地质学理论来论述中国及世界上主要含油气盆地的区域构造演化、沉积盆地形成机制、油气生成以及油气在时间及空间上分布的规律。该书还适当介绍了一些典型油气区的勘探经验,以资借鉴。在内容选择上是根据以中国为主、外为中用的原则,按地质矿产部颁发的石油地质专业教学计划规定的该课程的教学时数、教学大纲编写的。国外很多重要的含油气盆地及大油气田限于学时未编入。有的含油气盆地虽已列入,但论述较简略,读者可从参考文献中作较多了解。

由于该教材资料繁多,人们的认识常常不一致,尤其是区域地质构造特征等方面。编者在编写过程中贯彻了求同存异的原则,注意处理好区域地质资料叙述与油气地质规律探讨之间的关系。力图应用石油地质学理论,结合各种地层、沉积、构造、油气藏特征,来阐明油气田地质特征及油气聚集和分布的规律性,从而使学生建立起一个沉积盆地、油气田、油气藏在时间和空间上的形成和发展的概念。在教学过程中要重视资料和规律之间的关系上,空间和时间的发展上,启发学生正确地认识世界,培养学生应用石油地质学理论分析问题和解决问题的能力。

本书由成都地质学院童崇光副教授主编,武汉地质学院袁宝华、吴振明、万静萍同志、成都地质学院李南豪、林仲虔同志等参加编写。全书共分二十二章。其中第二、三、四、八、十七、二十一章由万静萍编写,第十二、十三、十四章由袁宝华编写,第十五章由吴振明编写,第六、七、九、十、十一章由林仲虔编写,第十六、十八、十九、二十章由李南豪编写,第一、五、二十二章由童崇光编写。各章初稿编写后,由主编汇总、统改。封面由袁宝华同志设计。

本书由武汉地质学院北京研究生部王德发副教授主审。他对本书提出了宝贵的建议和修改意见。本书在编写过程中,地质矿产部石油地质专业教材编审委员会给予了很大支持和指导;石油工业部所属各油田及其石油地质勘探及开发研究院、物探局、科技情报研究所;地质矿产部所属各石油地质局、物探大队、石油地质队及科技情报研究所等单位都给予热情支持,并引用了他们有关的资料;成都地质学院绘图室及时地清绘了全部图件,在此一并表示衷心地感谢。

由于编者学识水平有限,书中一定有不少缺点和错误,我们衷心地欢迎读者指正。

编 者

1984.8.

目 录

前 言

第一章 总论	(1)
一、世界油气工业发展简况.....	(1)
二、世界油气资源分布特征.....	(6)
三、世界区域构造.....	(10)
四、世界含油气盆地类型及划分.....	(12)
第二章 松辽含油气盆地	(18)
一、概况.....	(18)
二、地层及地质发展史.....	(19)
三、构造特征及其分区.....	(24)
四、主要油气田.....	(28)
五、盆地内油气分布特征及控制因素.....	(35)
第三章 渤海湾含油气盆地	(42)
一、概况.....	(42)
二、地层及地质发展史.....	(43)
三、构造特征及其分区.....	(46)
四、油气区及主要油气田.....	(52)
五、油气分布特征.....	(74)
六、盆地内油气勘探的新领域.....	(80)
第四章 南襄、江汉含油气盆地	(81)
一、南襄含油气盆地.....	(81)
二、江汉含油气盆地.....	(86)
第五章 四川含油气盆地	(93)
一、概况及重要勘探成果.....	(93)
二、地层及含油气层.....	(96)
三、区域构造特征及演化.....	(102)
四、油气区及典型油气田.....	(104)
五、海相碳酸盐岩储层特征及气藏分布规律的探讨.....	(113)
第六章 陕甘宁含油气盆地	(117)
一、概况.....	(117)
二、地质发展史及地层.....	(118)
三、区域构造特征及盆地内构造分区.....	(122)
四、含油气层系及其特征.....	(124)
五、典型油气田.....	(127)

六、控制油气聚集与分布的地质因素·····	(129)
第七章 酒泉西部含油气盆地·····	(131)
一、概况·····	(132)
二、地质发展史及地层·····	(133)
三、区域构造特征及盆地内构造分区·····	(136)
四、生储盖层特征及成油组合·····	(138)
五、典型油田·····	(141)
第八章 柴达木含油气盆地·····	(146)
一、盆地基底及盖层发展史·····	(146)
二、构造特征及分区·····	(148)
三、油气田地质简况·····	(150)
四、含油区油气藏形成条件对比·····	(154)
第九章 准噶尔含油气盆地·····	(156)
一、概况·····	(156)
二、地质发展史及地层·····	(156)
三、区域构造特征和盆地内构造分区·····	(159)
四、含油层系的特征及分布·····	(161)
五、典型油气田·····	(166)
第十章 塔里木含油气盆地·····	(171)
一、概况·····	(171)
二、地质发展史及地层·····	(171)
三、区域构造特征和盆地内构造分区·····	(175)
四、含油气层系的特征及分布·····	(177)
五、主要油气田·····	(179)
第十一章 中国东南海域含油气盆地·····	(184)
一、概况·····	(184)
二、渤海海域地质构造及含油气概况·····	(185)
三、黄海海域的地质构造及含油气前景·····	(189)
四、东海地区的地质构造及含油气前景·····	(191)
五、南海盆地地质构造概况及含油气前景·····	(194)
第十二章 西西伯利亚含油气盆地·····	(199)
一、概况·····	(199)
二、地层及含油气组合·····	(199)
三、构造及石油地质分区·····	(203)
四、主要含油气区及典型油气田·····	(207)
五、油气特征及油气分布规律·····	(214)
六、油气勘探工作经验·····	(216)
第十三章 伏尔加—乌拉尔含油气盆地·····	(218)
一、概况及油气勘探简史·····	(218)

二、地层及含油气组合·····	(219)
三、构造及含油气区的划分·····	(222)
四、油气分布特征·····	(226)
五、主要含油气区及主要油气田·····	(227)
第十四章 阿普歇伦含油气区·····	(232)
第十五章 北海含油气盆地·····	(237)
一、概况·····	(237)
二、区域地质构造简述·····	(238)
三、典型油气田·····	(242)
四、圈闭型式及大气田形成条件的讨论·····	(254)
第十六章 波斯湾含油气盆地·····	(261)
一、概况·····	(261)
二、地层及其沉积特征·····	(263)
三、区域构造·····	(268)
四、油气显示和主要的生储油岩特征·····	(271)
五、油气田形成特点和典型油气田·····	(277)
第十七章 北非含油气区·····	(283)
一、利比亚锡尔特含油气盆地·····	(283)
二、阿尔及利亚三叠含油气盆地·····	(290)
第十八章 美国西内部含油气盆地·····	(295)
一、概况·····	(295)
二、区域地质构造·····	(295)
三、地层及含油气组合·····	(297)
四、典型油气田·····	(298)
第十九章 美国墨西哥湾岸含油气盆地·····	(304)
一、概况·····	(304)
二、地层及构造特征·····	(304)
三、油气聚集的地质特征·····	(307)
四、第三系弗里奥砂岩的成岩作用与油气聚集·····	(314)
第二十章 墨西哥含油气区·····	(316)
一、概况·····	(316)
二、地层和含油气层简述·····	(316)
三、区域构造及含油气区·····	(318)
四、在碳酸盐岩台地边缘和斜坡相带中找大油气田·····	(323)
第二十一章 委内瑞拉马拉开波含油气盆地·····	(327)
一、区域构造及盆地类型·····	(327)
二、地层及地质发展史·····	(328)
三、盆地构造特征·····	(331)
四、油气田地质概况·····	(332)

五、油气分布控制因素.....	(335)
第二十二章 结束语.....	(338)
一、我国陆相生油地质简要特征.....	(338)
二、我国东部地区油气地质简要特征.....	(340)
三、我国西部地区油气地质简要特征.....	(341)
四、板块构造演化与含油气盆地.....	(342)
五、世界天然气工业发展趋势.....	(344)
六、应用新理论新技术开拓新的油气领域.....	(345)
参考文献.....	(348)

第一章 总 论

一、世界油气工业发展简况

世界油气工业发展已有一百多年历史。随着现代科学技术的发展,人类社会对油气的需求越来越多。油气是优质的能源和原料,是重要的战略物质。各国都很重视开发油气资源。由于勘探和开发的科学技术不断改进,有力地促进了世界油气工业迅速地发展。1860年全世界石油年产量只有 $7 \times 10^4 \text{t}$, 到1980年全世界石油年产量近 $30 \times 10^8 \text{t}$, 而1978年产量曾超过 $30 \times 10^8 \text{t}$ (表1—1), 以后略有下降。世界天然气产量则持续上升, 到1980年天然气产量近 $1.5 \text{T}(\text{m})^3$ 。

表 1—1 世界油气产量和储量统计表
(据甘克文等, 1982)

年 份	原 油		天然气液产量 (万吨)	天 然 气	
	产量 (万吨)	储量 (亿吨)		产量 (亿立方米)	储 量 (万亿立方米)
1860	7	—	—	—	—
1880	411	—	—	—	—
1900	2043	—	—	—	—
1920	9437	—	—	—	—
1940	29450	58	—	870	—
1950	53845	130	1824	1851	5.1
1960	108142	364	3485	4483	19.7
1970	232415	745	7401	10376	25
1973	281496	719	8779	12303	54
1975	286155	725	8995	12653	60.6
1977	298775	744	9190	13606	63.1
1978	301539	777	—	14584	67

注: 储量指剩余可采储量

1983年8月, 在伦敦召开的第十一届世界石油会议上, 马斯特 (C. D. Masters) 等估计, 1981年底止, 世界上已发现的石油可采储量约为 $1,670 \times 10^8 \text{t}$, 累积已采出石油量约为 $636 \times 10^8 \text{t}$, 剩余石油可采储量约为 $1,034 \times 10^8 \text{t}$, 预测可发现的石油储量约为 $786 \times 10^8 \text{t}$ 。按目前世界石油年采出量最低水平 $28 \times 10^8 \text{t}$ 计, 可维持六十五年。哈尔布特 (M. T. Halbouty) 估计, 1982年底止, 世界天然气资源量约为 $271.42 \text{T}(\text{m})^3$, 其中累积已采出天然气量约为 $37.18 \text{T}(\text{m})^3$, 探明剩余储量约为 $90.36 \text{T}(\text{m})^3$, 预测可发现的储量约为 $143.9 \text{T}(\text{m})^3$ 。按目前世界每年消费天然气约为 $1.58 \text{T}(\text{m})^3$ 计算, 现有储量可维持五十七年, 若加上可发现的天然气资源量可维持一百四十八年。因此世界上油气资源目前还不短缺, 关键在于合理开发和有效地利用。

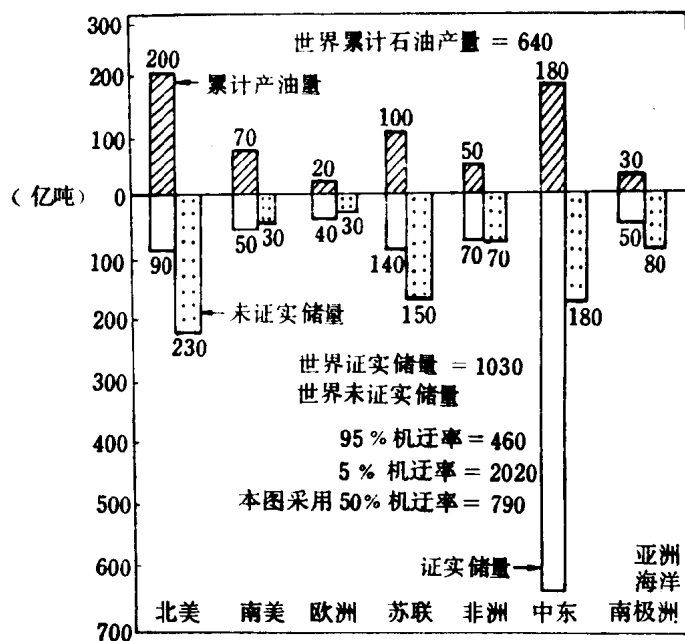


图 1-1 1981年分区证实石油储量与累积石油产量和1983年3月分区未证实储量
(单位:亿吨)

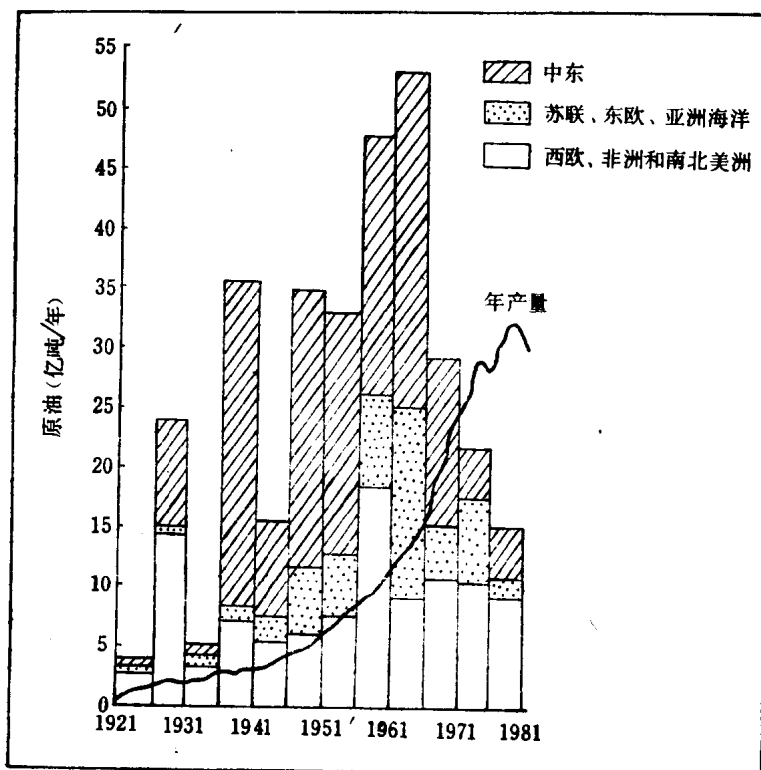


图 1-2 1921—1981年世界石油储量发现率
(每 5 a 平均值)

马斯特等(1983)按世界石油累积产量、证实储量和未证实储量分区作了统计,又按1921—1981年世界石油储量发现率分三类地区作了统计,得出以下的变化趋势图(图1—1, 1—2)。

据菲茨杰拉德(T. A. Fitzgerald)统计,1900—1978年世界上发现的油气总储量约为11,200亿桶^①。按油田储量大小分四类统计,作出石油储量发现率变化趋势图(图1—3)。

从图1—3可看出,六十年代早期以前,石油储量发现率迅速增加。其中三十年代、第二次世界大战期间和五十年代,曾有过马鞍形下降。六十年代早期以后,虽是勘探活动量最大的时期,而石油发现率却明显地下降。这不是由于发现油田数目较少而引起总储量下降,而是由于特大油田发现减少的结果。全世界已发现的石油总储量中约有一半是分布在特大油田中。世界上仅32个特大油田即占有5,700亿桶的石油储量。其中有24个分布在中东,两个在美国,利比亚、墨西哥和委内瑞拉各有一个。特大油田发现的高峰期是在1950年前后,大油田发现的高峰期是在六十年代中期,而较大和较小的油田的发现目前还在继续增加。1967—1977年间,又发现了5个特大气田,其中4个在苏联,1个在中东。

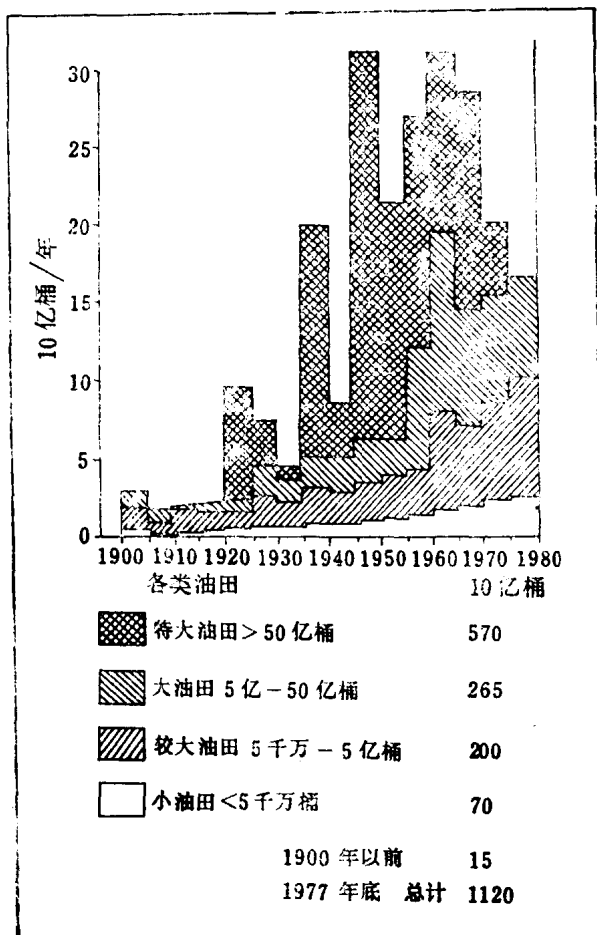


图 1—3 1900年以来按油田储量大小分类的发现率

据《国外石油消息》(1982)报导,世界特大油田名称、地区及可采石油储量列于表1—2中。

目前全世界有138个国家和地区从事油气勘探工作。到1978年底止,有72个国家生产油气。在这些产油国中,按产量分级,年产石油量 $5,000 \times 10^4 \text{t}$ 以上的有16个国家, $1,000 \times 10^4 \text{t}$ 以上的有29个国家;按剩余可采储量分级,超过 $10 \times 10^8 \text{t}$ 的有15个国家, $1 \times 10^8 \text{t}$ 以上的有33个国家。按世界各国油气发展趋势分析,美国在相当长的历史时期内,一直处于领先地位,直到第二次世界大战后,由于其他产油国家的兴起,美国才下降而退居第三位。苏联在19世纪开发巴库和北高加索油田时,曾是当时重要的产油国,第一次世界大战后渐趋下降。五十年代以来,陆续发现伏尔加—乌拉尔和西西伯利亚巨大的产油气区、中亚产油气区,苏联又名列世界各国油气产量和储量的前茅。中东地区虽然发现油气田很早,但发展

① 7 桶原油约相当于 1 吨原油。

表 1—2 世界特大油田及其储量

(单位: 亿吨)

油田名称	地 区	已知可采 石油储量 (截至1978 年底止)	油田名称	地 区	已知可采 石油储量 (截至1978 年底止)
1. 加 瓦 尔	阿拉伯—伊朗	117.8	20. 费鲁东—马尔贾	阿拉伯—伊朗	14.0
2. 布 尔 甘	阿拉伯—伊朗	102.1	21. 普拉德霍湾	阿拉斯加北坡	13.4
3. 博利瓦尔沿岸	马拉开波湖	44.1	22. 卡蒂夫	阿拉伯—伊朗	13.0
4. 萨法尼亚—卡夫奇	阿拉伯—伊朗	41.8	23. 库拉伊斯	阿拉伯—伊朗	12.5
5. 卡 马 雷 尔	雷福尔马—坎佩切湾	27.4	24. 布卡萨	阿拉伯—伊朗	11.9
6. 鲁 迈 拉	阿拉伯—伊朗	27.4	25. 沙伊巴赫	阿拉伯—伊朗	10.1
7. 阿 赫 瓦 兹	阿拉伯—伊朗	23.4	26. 贝穆德斯	雷福尔马—坎佩切湾	9.6
8. 基 尔 库 克	阿拉伯—伊朗	21.9	27. 哈西梅萨乌德	三叠盆地	9.6
9. 马 仑	阿拉伯—伊朗	20.5	28. 萨里尔	锡尔特盆地	9.6
10. 萨莫特洛尔	西西伯利亚	19.9	29. 大 庆	松辽盆地	9.6
11. 贝 里	阿拉伯—伊朗	19.5	30. 阿布萨法赫	阿拉伯—伊朗	9.6
12. 罗 马 什 金	伏尔加—乌拉尔	19.2	31. 东得克萨斯	东得克萨斯—阿克拉	9.0
13. 加 奇 萨 兰	阿拉伯—伊朗	17.9	32. 阿 西	阿拉伯—伊朗	6.8
14. 阿 布 凯 克	阿拉伯—伊朗	17.8	33. 乌姆萨夫	阿拉伯—伊朗	6.8
15. 马 尼 法	阿拉伯—伊朗	16.4	34. 巴 卜	阿拉伯—伊朗	*6.2
16. 扎 库 姆	阿拉伯—伊朗	16.4	35. 祖贝尔	阿拉伯—伊朗	*6.2
17. 阿 加 贾 里	阿拉伯—伊朗	16.3	36. 阿瓦兹	锡尔特盆地	*5.8
18. 兰德哈坦—萨布里亚	阿拉伯—伊朗	16.0	37. 拉格—萨菲德	阿拉伯—伊朗	4.6
19. 祖 路 夫	阿拉伯—伊朗	14.7			

译注: ①标有*者, 尽管其可采储量未达特大油田的标准, 由于拥有足够的天然气, 可将其定为特大油田, ②已知可采石油储量 = 原油和凝析油的累计采出量 + 探明的和半探明的储量; ③资料来源: 美国兰德公司

很慢, 第二次世界大战后才迅速勘探和开发, 现已成为当前世界上最重要的产油区。世界石油市场供应主要来源于中东地区。墨西哥在二十年代由于黄金巷高产油区的发现和开发, 曾一度是当前世界石油主要产地之一, 但是很快衰落而被委内瑞拉所代替。到了七十年代后期, 墨西哥南部陆上和海上油气区的发现, 又使该国油气产量大幅度上升。1982年墨西哥石油产量跃居世界第四位。非洲的主要产油国是北非的阿尔及利亚、利比亚及西非的尼日利亚, 它们都是六十年代发展起来的主要产油国家。七十年代北海油气区的发现和开发, 使英国、挪威、荷兰等国一跃而成为世界上重要的产油气国家。到1978年底, 世界上重要的油区及储量分配统计如表1—3所示。

中国是世界上最早发现和利用石油和天然气的国家之一。我国古代在石油和天然气地质、钻井、开采、集输和加工应用上, 都曾创造过辉煌的成就。但是由于封建制度长期统治, 油气工业未得到发展。到1949年底止, 全国累积石油产量约 $308 \times 10^4 \text{t}$, 1943年石油年产量最高约 $32 \times 10^4 \text{t}$, 1948年石油年产量下降为近 $9 \times 10^4 \text{t}$ 。

1949年中华人民共和国成立以来, 党和政府大力开展油气地质普查及勘探工作, 首先从我国西部地区展开。五十年代初期, 扩大了酒泉盆地老君庙背斜带的含油范围。1956年发现了新疆克拉玛依油田。与此同一时期, 在柴达木、塔里木、吐鲁番等盆地内发现了一些中小型油田。1959年国庆节前夕在松辽盆地内发现了大庆特大油田。接着又在山东东营凹陷内发现了胜利大油田。在此前后, 在四川盆地发现了川南气区、川中油区, 在柴达木盆地发现了冷湖油田。1963年在河北黄骅拗陷内发现了大港油田。1965年在辽宁下辽河拗

表 1—3 世界重要油区

(据《国外石油消息》，1982)

油 区	位 置	已知可采石油 储量 (亿吨) (1978 年底)	油 区	位 置	已知可采石油 储量 (亿吨) (1978 年底)
1. 阿拉伯—伊朗	阿拉伯半岛—波斯湾	716.4	25. 肖托夸	美 国	8.9
2. 马拉开波湖	委内瑞拉—哥伦比亚	57.1	26. 华北	中 国	8.2
3. 伏尔加—乌拉尔	苏 联	54.8	27. 苏伊士湾	埃 及	6.7
4. 西西伯利亚	苏 联	50.7	28. 沙捞越	文莱—马来西亚	6.2
5. 雷福尔马—坎佩切湾	墨西哥	49.9	29. 伊利诺斯	美 国	5.6
6. 二叠盆地	美 国	41.9	30. 阿巴拉契亚	美 国	5.5
7. 锡尔特	利比亚	41.9	31. 喀尔巴阡山前	罗马尼亚—苏联	5.5
8. 密西西比河三角洲	美 国	29.5	32. 提曼—伯朝拉	苏 联	5.5
9. 尼日尔河三角洲	尼日利亚—喀麦隆	28.1	33. 加德曼斯—伊利泽	阿尔及利亚—利比亚	4.8
10. 北海北部	英国—挪威—丹麦	27.4	34. 吉普斯兰	澳大利亚	4.4
11. 得克萨斯湾沿岸—布 尔戈斯	美国—墨西哥	25.2	35. 坎贝—古吉特拉	印 度	4.1
12. 阿尔伯达	加拿大	22.2	36. 墨西哥湾东部	美 国	3.8
13. 东得克萨斯—阿拉克	美 国	20.8	37. 文图拉	美 国	3.8
14. 委内瑞拉东部	委内瑞拉—特立尼达	17.9	38. 威利斯頓	加拿大—美国	3.7
15. 南里海	苏 联	16.4	39. 内乌肯	阿根廷	3.3
16. 北高加索—曼格什拉克	苏 联	16.2	40. 大霍恩	美 国	3.2
17. 圣华金	美 国	15.9	41. 中堪萨斯	美 国	3.2
18. 三叠盆地	阿尔及利亚—突尼斯	15.5	42. 库特—马哈卡姆	印度尼西亚	3.2
19. 坦皮科—米桑特拉	墨西哥	14.7	43. 卡宾达	安哥拉—刚果—扎伊尔	3.0
20. 阿拉斯加北坡	美 国	13.6	44. 波德河	美 国	3.0
21. 阿马里洛—阿达纳科 —阿得莫尔	美 国	13.4	45. 本德	美 国	2.9
22. 中苏门答腊	印度尼西亚	12.3	46. 地峡—萨林	墨西哥	2.9
23. 洛杉矶	美 国	11.8	47. 奥连特	厄瓜多尔—哥伦比亚	2.9
24. 松辽	中 国	11.6	48. 第聂伯—普里皮亚特	苏 联	2.7
			49. 荷兰—西德西北部	西德—荷兰	2.7
			50. 圣豪尔赫	阿根廷	2.7

注：① 表中已知可采石油储量是常规石油（原油和凝析油）可采储量，

② 可采石油储量 = 累计采出量 + 探明的和半探明的储量

陷内发现了一系列油气田，并在西部凹陷兴隆台古潜山前寒武系花岗岩中获得高产油藏。1975年在河北冀中拗陷内发现了任丘古潜山震旦系白云岩高产大油田，其后又在河南南襄盆地内发现了油气富集的泌阳凹陷。在河南东明拗陷内发现了中原大油气田。近几年来我国广泛开展对近海大陆架的油气勘探，发现了渤海湾、珠江口、北部湾、东海等海域盆地重要含油气区。1977年以来又重新组织力量开展我国西部地区油气勘探工作。在柴达木盆地西南拗陷内发现了尕斯库勒湖东部的重要油区，在塔里木盆地西南拗陷内发现了柯克亚高产油气田。1984年又在塔北沙雅隐伏断裂带上沙参二井喷出巨大的工业油气流。在准噶尔盆地西北缘发现了长 250 km、宽 20 km 潜伏的克拉玛依—乌尔禾逆掩断层带，此带是个大型的油气聚集带（见图1—9）。

1959年我国石油年产量超过 $300 \times 10^4 \text{t}$ ，1965年超过 $1,000 \times 10^4 \text{t}$ ，1973 年超过 $5,000 \times 10^4 \text{t}$ ，1978年超过 10^8t 大关达到 $1.04 \times 10^8 \text{t}$ 。以后一直稳产在这个水平上，1984年又开始上升。天然气年产量长期保持在 130×10^8 — $140 \times 10^8 \text{m}^3$ 。同石油产量相比，我国天然气储

量和产量发展太慢。我国已成为世界上重要的产油国家, 1982年我国石油产量名列世界第六位。我国石油工业的发展取得了重大的进展、辉煌的成绩,

二、世界油气资源分布特征

世界上已知油气田基本上都是分布在正常沉积岩发育的盆地中。这些盆地可以是沉积盆地, 也可以是沉积后经历构造变动的构造盆地。

世界上有利于含油气的沉积岩区域, 陆地上约有 $7,000 \times 10^4 (\text{km})^2$, 水深200m以内的大陆架海域约有 $2,750 \times 10^4 (\text{km})^2$ 。目前已勘探和开发的面积不到其中的一半。此外, 还有 $3,870 \times 10^4 (\text{km})^2$ 已证实有含油远景的大陆坡尚未触及。在已勘探和开发的老油气区内, 还可以再发现新的油气藏和油气储量。因此, 世界上油气资源的勘探还有很广阔的领域。

世界油气资源的估算, 由于种种原因, 各种参数有较大的不确定性, 因而各家提出的数字很不一致, 只能给出大概的范围值。当前世界上油气储量分类和命名很不统一。1983年8月在伦敦召开的第十一届世界石油会上储量组建议按三种储量进行分类: 即证实储量(Proved Reserve)、未证实储量(Unproved Reserve)——又分为可获储量(Probable Reserve)和可能储量(Possible Reserve)、推测储量(Speculative Reserve)。在此会议上还估计, 世界上剩余的和还可以发现的石油储量(即包含可获储量、可能储量及推测储量——编者注)约为 $1,820 \times 10^8 \text{t}$, 剩余的和还可以发现的天然气储量约为 $234.24 \text{T}(\text{m})^3$ 。这说明世界上潜在的油气资源相当丰富。此外, 用现在的科学技术不能发现而实际上存在的油气资源还有很大的潜力。

油气资源在地壳上的分布具有以下的一些特征:

(一) 油气储量在地理上分布的特征

油气储量在地理上分布的特征主要表现在各个含油气盆地或油气田之间、储量和产量的差别很大。1967—1977年间, 全世界共发现288个大油气田, 其中大油田208个, 大气田80个。其中有39个是在美国和加拿大发现的。而普鲁德霍湾特大油田的储量即占该区发现的39个大油气田储量的60%。在拉丁美洲发现的43个大油气田, 其中约有一半分布在墨西哥。在欧洲发现58个大油气田, 其中多数是分布在北海盆地内。在西非和南非发现33个大油气田, 它们主要分布在尼日尔三角洲的陆上和海域以及加蓬的沿岸盆地内。在亚洲至太平洋区域内发现50个大油气田。在中东和北非发现38个油气田, 其中多数分布在中东。苏联在亚洲地区发现27个大油气田, 其中最重要的是西西伯利亚盆地内发现了许多特大气田, 该盆地已成为目前世界上天然气储量和产量最丰盛的地区(表1—3)。

世界上70%的大油气田分布在东半球上, 而西半球只占29%。中东波斯湾及其周围地区占有世界油气产量的34%, 拥有世界剩余油气储量的51%。天然气产量美国和苏联最高, 而储量则苏联第一, 占世界天然气储量的34%; 其次是中东地区, 占26%。

油气储量在不同盆地之间的分布差别也是很大的。按哈尔布特统计, 世界油气可采储量超过 $14 \times 10^8 \text{t}$ (天然气折算成原油)的沉积盆地只有25个, 它们拥有世界油气储量的86%, 其中超过 $70 \times 10^8 \text{t}$ 油气储量的沉积盆地只有6个, 占有世界油气储量的65%。这些现象说明各个沉积盆地内油气生成条件和富集程度是很悬殊的。

世界上已知的石油储量沿纬度分布的特征是, 北半球的石油资源主要分布在 $24-30^\circ$

纬度带上和36—42°纬度带上,前者占有世界石油储量的33.3%,后者占有18%。世界石油储量的56%集中分布在24—42°纬度带内。在此纬度带的显生宙地层中都发现了油藏(图1—4)。

世界大气田中天然气储量沿纬度分布也不均衡。某些纬度带天然气储量要比其他纬度带大许多倍(图1—5)。据统计,世界天然气储量的42%是分布在北半球南部的24—36°纬度带内,其储量约50 T(m)³。在北半球北部66—72°纬度带内还有一个高含气带,其储量约26.4 T(m)³。南部高含气带的天然气中伴生气占有很大比重。而北部高含气带则以游离气为主。表1—4表示纬度带内天然气相对储量。相对储量最多的是66—72°纬度带内,其次是在24—30°及30—36°纬度带内。这正好和石油的分布相反。

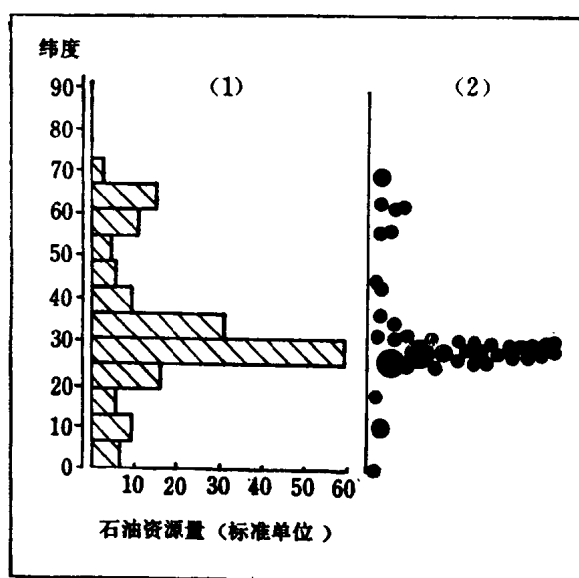


图 1—4 世界油气资源 (1) 和大油田 (2) 的纬度分布
(据《国外石油消息》, 1981)

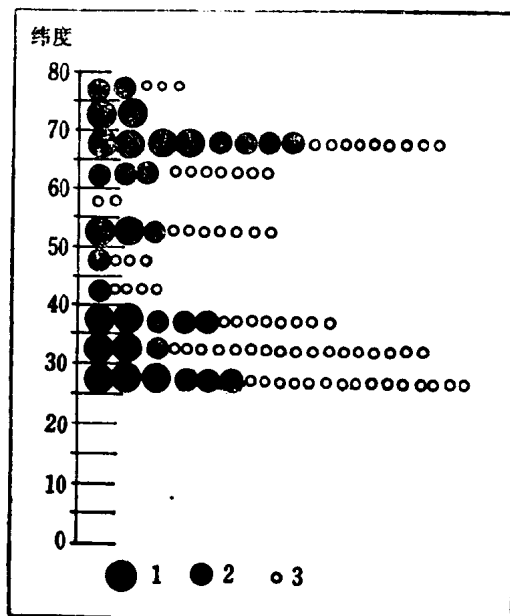


图 1—5 北半球大气田纬度分布图
(据《国外石油消息》, 1981)

1—超级特大气田 (10,000—30,000 T(m)³),
2—特大气田 (3,000—10,000 T(m)³), 3—大气田
(1,000—3,000 T(m)³)

(二) 油气储量在地史上分布特征

现已探明,从元古代到第三纪地层中都有油气分布。某些盆地或地区在火山岩、基底变质岩、花岗片麻岩内亦有高产油气藏存在。在美国墨西哥湾和我国的柴达木盆地内,在第四系更新统中亦有工业性油气层。但是世界上已知的油气储量主要是富集在中生代地层中。据霍姆格伦 (Holmgren, 1975) 统计,世界上428个大油气田的储层时代,中、新生代占85%以上,其中60%的油气储量集中于白垩系中。但是最近格拉劳 (H. R. Grunau, 1983) 统计,侏罗系油气储量最丰富,占世界石油储量的42%,天然气储量的33%。其次是白垩系,占世界石油储量的35.6%,天然气储量的28.4%。这说明侏罗系油气储量正在增加。我国侏罗系中已知的油气储量不多,发人深思。世界石油储量约80%、天然气储量约63%以上是储集在中生代地层中。古生界的志留系、泥盆系及石炭系中,天然气所占的比重较之石油有显著的增加。推测古生代地层可能成为将来寻找天然气的重要领域(图1—6)。

表 1—4 北半球天然气原始可采储量和相对储量的纬度带分布
(据《国外石油消息》，1981)

纬度带 (度)	陆地和大陆架面积 (百万平方米)	原始储量		天然气原始相对储量 (亿立方米每 百万平方公里)
		(亿立方米)	(%)	
84—90	—	—	—	—
78—84	1.2	6,000	0.5	5,000
72—78	4.1	3,000	0.3	730
66—72	7.8	264,000	22.2	33,900
60—66	10.8	43,000	3.6	4,000
54—60	10.6	37,000	3.1	3,500
48—54	10.1	100,000	8.4	10,000
42—48	12.5	30,000	2.5	2,400
36—42	10.0	116,000	10.0	11,600
30—36	10.3	230,000	19.3	22,300
24—30	10.2	270,000	22.7	26,400
18—24	9.3	24,000	2.1	2,600
12—18	8.0	8,100	0.8	1,000
6—12	7.8	26,600	2.2	3,400
0—6	6.9	27,300	2.3	4,000
0—90	119.6	1,185,000	100.0	10,000

地质时代	石油 %	天然气 %
第三系	11.6	7.6
白垩系	35.6	28.4
侏罗系	42.0	33.1
三叠系	2.8	1.4
二叠系	0.6	0.6
石炭系	1.1	5.0
泥盆系	4.7	9.1
志留系	1.6	14.6
奥陶系	0.0	0.2
寒武系	0.0	0.0

图 1—6 世界大油气田油气储量在地史上的分布
(据格拉劳，1983)

(三) 世界大油气田生油岩母质类型

格拉劳对世界上 152 个大油气田的生油岩研究后指出，生油岩母质以类脂型为主，占 67%，而混合型及腐植型只占 33% (表 1—5)。腐植型母质确实具有生油气能力，但不能估计过高。碳酸盐岩作为生油气岩与页岩比较，它的压实性差，有机质含量比页岩低，生油门限温度也比页岩低，其中生油气母质主要是藻类腐泥型。据研究，碳酸盐岩内有机质和其中的泥质含量没有直接关系。实验研究表明，碳酸盐岩中有机质含量要在 0.3—0.5%

表 1—5

世界152个大油气田生油气岩母质类型
(据格拉劳, 1983)

地 区	储 量 (万亿立方英尺)*	油 气 源 母 质	
		类脂(%)	混合每腐植(%)
西 欧	127.4	12	88
非 洲	118.9	92	8
中 东	623.8	99	1
远 东	115.7		100
苏 联	1066.6	62	38
中 国	12.6		100
北 美	166.2	72	28
拉 美	64.1	63	17
总 计	2338.8	67	33

* 1 英尺 = 30.48 厘米

以上才能生出油气。其生油气能力主要决定于可抽提的有机质含量, 若其达到总有机质的14%以上者, 即为良好的生油气岩。我国四川盆地内海相碳酸盐岩有机质含量一般都在0.3%以下, 但是普遍含有工业性气藏, 看来0.3%不一定是下限值。

(四) 油气藏埋藏深度分布特征

有人统计, 世界油气储量80%以上是在井深600—3,000 m之间, 浅于600 m者只占6.7%, 超过4,600 m深度则以产气为主, 石油少见。有机质在被埋藏的储层中, 对地温的反映是很明显的。油母物质大致在121℃时, 就开始转化为较轻的烃类, 温度继续升高演化, 最后的产物是干气。由于各地区地温梯度不同, 油气分布的深度也各有差异, 超过5,000 m的深井, 有将近4/5的储层是产干气或产凝析气, 只有1/5的储层产轻质原油。兰德斯(K. K. Landes)估计, 工业性油气层的下限应在4,000—9,000 m之间。

近十一二十年来, 国外深层(埋深大于4,000 m)油气勘探发展很快。世界上目前已有60多个国家开展了深层油气勘探工作, 探井成功率在20%以上, 说明深部地层亦蕴藏有油气资源, 油气层埋深的下限尚在探索中。世界上最深的莱克—华盛顿油田, 位于墨西哥湾盆地中。油层埋深达6,540 m, 世界上最深的米尔斯兰奇气田, 位于美国阿纳达科盆地的奥陶系碳酸盐岩中, 气层埋深7,662—7,875 m。

(五) 油气储量与圈闭类型

到目前为止, 世界上发现的油气田仍以背斜圈闭为主, 但是地层圈闭油气藏的数量正在增加。据统计, 背斜圈闭约占58%, 断层圈闭约占8%, 不整合圈闭约占6%, 岩礁圈闭约占5%, 其他的地层圈闭约占11%, 复合型圈闭约占12%。1972年哈尔布特提出隐蔽圈闭的概念, 即用现行探测技术难以捉摸的非构造圈闭或地层圈闭。国内外已开始重视隐蔽圈闭油气藏的勘探, 而且已取得实际效果。据统计, 全世界190个可采储量在 $4,000 \times 10^4$ t以上的大油田和80个储量在 500×10^8 m³以上的大气田中, 有20个大油田和5个大气田是属于隐蔽圈闭, 占世界大油气田总数的9.2%。若按可采储量计算, 则占世界油气总储量的10%。随着勘探技术水平的提高, 隐蔽圈闭型的油气储量将会有明显地增加。我国东部的裂谷系含油气盆地中, 开展了隐蔽油气藏的勘探, 也获得了较好的效果。可以预测, 在那里蕴藏着更多的隐蔽油气藏, 它们将为我国提供大量的油气储量。