

017709



PETROLEUM GEOLOGY
OF CHINA VOL. 10

中國石油地質志

中国石油地质志 卷十

四川油气区

四川油气区石油地质志编写组 编



石油工业出版社

——献给石油工作者

中国石油地质志编辑委员会

主 编 翟光明

(按姓氏笔画顺序)

副主编	王慎言	史训知	邱中健	查全衡	胡见义	
委 员	丁正言	王善书	牛 瑄	包 茨	吴少华	吴华元
	李绍光	李昭仁	宋建国	杨俊杰	杨继良	陆荣生
	张 清	张学博	张国俊	郑育琪	罗益策	赵中坚
	赵志东	赵柳生	徐 旺	徐世荣	徐克定	钱 凯
	高维亮	顾树松	童晓光	葛泰生	霍永录	

四川油气区石油地质志编辑委员会

主 任 王宓君

副主任 包 茨 李懋钧

委 员	肖明德	冉隆辉	胡光灿	张继铭	司徒愈旺	马继祥
	吴葆青	唐泽尧	谢兆祥	张仲武	陈子思	宋文海
	李一平	张声喻	万湘仁	罗启厚	刘方槐	程跃黄
	胡德一					

中国石油地质志编辑委员会

主 编 翟光明

(按姓氏笔画顺序)

副主编	王慎言	史训知	邱中健	查全衡	胡见义	
委 员	丁正言	王善书	牛 瑄	包 茨	吴少华	吴华元
	李绍光	李昭仁	宋建国	杨俊杰	杨继良	陆荣生
	张 清	张学博	张国俊	郑育琪	罗益策	赵中坚
	赵志东	赵柳生	徐 旺	徐世荣	徐克定	钱 凯
	高维亮	顾树松	童晓光	葛泰生	霍永录	

四川油气区石油地质志编辑委员会

主 任 王宓君

副主任 包 茨 李懋钧

委 员	肖明德	冉隆辉	胡光灿	张继铭	司徒愈旺	马继祥
	吴葆青	唐泽尧	谢兆祥	张仲武	陈子思	宋文海
	李一平	张声喻	万湘仁	罗启厚	刘方槐	程跃黄
	胡德一					

序

中国是石油和天然气资源丰富的国家。900多年前,我国著名学者沈括(1031~1095年)就首创石油一词,并作出“石油至多,生于地中无穷”的科学论断。勤劳智慧的中华民族对油气的开发利用有着悠久的历史,早在两千年前的汉代我国劳动人民就在四川凿井开采天然气,并用于制盐。

我国近代石油工业开始于1878年。这一年在台湾省开设矿油局,经营台湾的油气开采。然而由于漫长的封建制度的束缚,以及近百年来帝国主义列强的侵略,我国石油工业的发展极其艰难缓慢,到1949年,年产石油仅10多万吨。

新中国成立后,我国石油工业发展很快,30多年来,从西部的挤压盆地到东部的拉张盆地开展了大规模油气勘探,至今共做地震测线100多万公里,钻探井和开发井6万多口。在17个省、市、自治区发现200多个油气田,其中包括大庆特大型油田和任丘古潜山油田。目前全国已建成16个油气工业基地。1987年年产石油达一亿三千四百万吨,跃居世界第四位产油国。

与世界其它产油国家不同的是,中国现有的石油绝大部分产自陆相沉积岩。这一成功的实践,证明陆相地层也能生成大量烃类,而且可以形成大油气田和大油气区。

这些年来,勘探工作做得最多的是许多中生代含油气盆地。中国的中生代盆地具有其独特的风格,它们都是陆相沉积盆地,而且多数均迭加在古生代海相沉积盆地之上,形成复杂的含油气盆地格局,蕴藏着丰富的油气资源。

30多年来,我们发现了为数可观的油气储量,积累了勘探陆相油气田的丰富经验和大量宝贵的石油地质资料,同时还发展了具有中国特色的石油地质科学,其中包括陆相有机质成烃演化、湖相沉积体系、复式油气聚集带以及油气资源评价等一整套理论和方法。此外,对海相碳酸盐岩裂缝型油气田的勘探和开发也积累了比较丰富的经验。

《中国石油地质志》是有关我国石油勘探实践和经验的系列著作,也是建国以来第一次系统记述中国油气勘探历程和成果的专门丛书。它的出版将从一个侧面反映出30年来我国油气勘探事业的巨大成就。

我国的含油气盆地还有许多未经开拓的领域。出版《中国石油地质志》将有助于我们利用已有的认识和经验,更有效地去探索新的油气领域。这对进一步发展我国的石油天然气工业和石油地质科学技术均有十分重要的价值。

《中国石油地质志》共分十六卷,是按当前各油田、勘探局及石油公司所辖行政区,并考虑构造单元的一致性划分的,各分卷按以下顺序排列:

- | | |
|----|---------|
| 卷一 | 总论 |
| 卷二 | 大庆、吉林油田 |
| 卷三 | 辽河油田 |
| 卷四 | 大港油田 |
| 卷五 | 华北油田 |
| 卷六 | 胜利油田 |

卷七	中原、南阳油田
卷八	苏浙皖闽油气区
卷九	江汉油田
卷十	四川油气区
卷十一	滇黔桂油气区
卷十二	长庆油田
卷十三	玉门油田
卷十四	青藏油气区
卷十五	新疆油气区
卷十六	沿海大陆架及毗邻海域油气区

《中国石油地质志》是我国广大石油地质工作者劳动成果的结晶。其编著工作是在全国各油田、勘探局及石油公司的专家和研究人员积极参加下进行的，并得到石油工业部的领导和有关司局、石油勘探开发科学研究院以及石油工业出版社的大力支持，这是全书编写工作能够顺利进行的有力保证。在此，谨向有关单位和同志们表示衷心的感谢。

需要指出的是，由于各盆地（地区）勘探程度不同，地质条件很不一样，因此分卷的内容各有所侧重，但都是根据编委会的统一要求和安排，从实际出发，力求如实写出区域地质和石油地质特征。今后随着勘探程度及认识水平的不断提高，还将给予充实和完善。

中国石油地质志编委会
1987年 北京

前 言

本卷是《中国石油地质志》第十卷，涉及范围主要是四川盆地。另外，还包括四川盆地外围的部分地区。

四川天然气的开发利用源远流长，远在公元前的秦汉时期就已出现了人工钻凿的盐井，伴随而出的天然气早在西晋时期就有文字记载，《博物志》中说：“临邛火井一所，从(纵)广五尺，深二三丈”[●]，远早于巴库巴拉汗地区有据可查的1594年由工长阿拉赫等所建的井[●]。西晋文学家郭璞(公元276～324年)曾以“怡戎见轸于西邻，火井擅奇乎巴濮”赞美四川的火井奇观。到了明清两代，钻井和天然气开采不断发展，形成了由开井口、下石圈、锉大口、下木竹、扇泥、锉小口及至见功的一套完整的工艺技术。在我国，最早开发的气田就是四川自流井气田，在公元1253年的宋朝即有深58丈的钻井记录。较之1859年E.德雷克在美国所钻的第一口井(69英尺)[●]也早六百年，这是我国古代劳动人民的英雄业绩，对人类文明作出了卓越的贡献。

利用近代科学技术钻井，首次钻遇工业气流的是1939年发现的巴县石油沟气田。但是，大规模、有计划地以整个盆地对象开展全面油气普查勘探是在中华人民共和国成立以后。从1953年开始，四川盆地的油气勘探正式列入国民经济发展计划，经过30多年的发展，建成了我国第一个具有一定规模、独具一格的天然气生产基地。

石油工业部在1958年和1965年两次组织四川石油勘探会战，运用综合勘探手段不仅发现了众多的油气田，而且认识到四川裂缝性油气藏的特点，并总结了宝贵的工作经验。70年代以后，随着勘探领域的不断扩大以及对先进技术、先进理论的学习运用和深入的综合研究，使人们对四川盆地的油气生成、裂缝性储集层、圈闭、油气分布和油气资源计算等方面在认识上又有了新的提高，所有这些都为编写本志奠定了基础。也有必要和可能将几十年的经历、成果载于此册，以飨读者，并藉以促进该区油气工业的继续发展。

本志编写所用的资料数据主要来自石油工业部四川石油管理局所属系统的生产、科研总结报告。使用的资料数据均截止到1984年底。此外，还参考使用了四川省有关地质部门和院校的一些成果及资料。所用插图除注明有单位者外，皆来自四川石油管理局系统的生产、科研报告。在此特致谢意。

参加本志编写的人员有张继铭(主编)、唐泽尧、王丽霜、胡德一、刘淑英。其中第一、四、五、七、九章由张继铭编写，第二、十一章由王丽霜编写，第三章由胡德一编写，第六、八章由唐泽尧编写，第十章由唐泽尧、刘淑英编写。此外，张准先参加了第二、十一章插图的编绘，周祖珍、周晓薇参加了第六、八、十章部分插图的编绘及第十章部分文字的编写。

在本志的编写过程中，得到了石油工业部石油勘探司的指导，四川石油管理局勘探处、计划处、地质勘探开发研究院的大力支持和帮助，四川石油管理局地质勘探开发研究院

● 申力生主编《中国石油工业发展史》(第一卷古代的石油与天然气)，36页，1984，石油工业出版社。

● E. O. 布罗德、H. A. 耶列明科著《石油及天然气地质学原理》，17页，1958，地质出版社。

● 孙习之、关明义《石油地质学》第3页，台湾油矿勘探处出版，1979年，第二版。

绘图室和照晒室为本志绘制和复制插图给以大力协助，在此我们谨致深切谢意。翟光明、史训知、胡朝元、王必君、包茨、司徒愈旺、李懋钧、肖明德、张清、宋建国、高维亮、马继祥、吴葆青、冉隆辉等对编写提纲和(或)初稿进行了审阅，提出许多宝贵意见，也在此向他们表示感谢。

由于编者水平有限，难免有错误和不足之处，敬请读者批评指正。

勘 误 表

页 码	正	误
	本卷丛书在将“比重”转换为法定计量单位——“密度”时，遗漏了数量级，故书中的各密度值均应乘以一个 10^3 。	
308页图10-3	km	k
319页第3行、 324页表中、 431页第22行	%	‰
307页第14行	阳三 ²	阳三 ₂
307页第15行	嘉四 ³ 嘉二 ²	嘉四 ₃ 嘉二 ₂
414页表10-60中	4°~7°	4‰°~7°

目 录

第一章 概 况	(1)
第一节 地理概况	(1)
第二节 油气勘探概况	(3)
第二章 勘探历程	(6)
第一节 古代萌芽工业阶段(1840年以前)	(6)
第二节 近代地质调查阶段(1841 ~ 1949 年)	(9)
第三节 现代勘探开发阶段(1950年~现在)	(12)
第三章 地 层	(28)
第一节 概 述	(28)
第二节 地层分述	(33)
第四章 构 造	(80)
第一节 大地构造背景	(80)
第二节 构造旋回和构造演化特征	(82)
第三节 主要断裂	(87)
第四节 褶皱构造	(88)
第五节 构造单元划分	(96)
第六节 构造对油气的控制	(109)
第五章 油气生成和演化	(111)
第一节 生油(气)岩的划分	(111)
第二节 主要生油气层概述	(118)
第三节 生油气层地质条件	(125)
第四节 油气的演化	(135)
第六章 碳酸盐岩储集层	(151)
第一节 概 述	(151)
第二节 碳酸盐岩储集层的特征	(152)
第三节 碳酸盐岩储集层的类型	(174)
第四节 碳酸盐岩储集层发育的地质因素	(193)
第七章 水文地质	(206)
第一节 油气田水的水化学特征和分布规律	(206)
第二节 盆地内油气藏主要的水动力系统	(213)
第三节 水文地质条件对油气运移聚集的控制	(219)

4

第八章 油气藏	(224)
第一节 概 述	(224)
第二节 油气藏特征	(227)
第三节 油气藏类型的划分	(231)
第四节 油气藏实例	(235)
第九章 油气田分布特征	(266)
第一节 良好的生储盖层组合	(266)
第二节 有利的储集相带	(270)
第三节 区域性隆起带的双重作用	(281)
第四节 褶皱适中的背斜构造	(290)
第五节 中新生代环状凹陷的油气聚集条件	(296)
第十章 油气田各论	(299)
第一节 概 述	(299)
第二节 川东气区	(304)
第三节 川南气区	(350)
第四节 川西南气区	(389)
第五节 川西北气区	(424)
第六节 川中油气区	(440)
第十一章 资源预测及勘探前景	(459)
第一节 震旦系上统至三叠系中统资源评价与预测	(460)
第二节 上三叠统煤型气资源评价与预测	(481)
第三节 侏罗系自流井群资源评价与预测	(488)
第四节 对各级资源量预算成果的几点说明	(491)
第五节 对资源评价结果的认识	(493)
第六节 勘探前景	(499)
附表	(501)

PREFACE

China has rich resources of petroleum and natural gas. More than 900 years ago, Shen Kuo (1031–1095 A.D.), a great scientist of the Song dynasty, created the word “Shiyou (Petroleum)” for the first time, and he reached a scientific conclusion that “petroleum is lying underground in enormous quantities.” China’s ingenious people also have a long history of developing and utilizing oil and gas. As early as the Han dynasty, 2000 years ago, Chinese people had drilled wells to recover natural gas as the fuel material for making salt in Sichuan.

The modern chinese petroleum industry started from 1878. In that year, a mineral-oil department was set up to manage oil and gas resource in Taiwan province. The chinese petroleum industry, however, developed very slowly and with terrible difficulties, due to thousands of years of feudalism and a century of aggression from imperialist countries. By 1949, the annual output of crude oil was only 120000 tons (876000 barrels).

After the founding of new China, the national petroleum industry has been rapidly developed. Over 36 years, a large scale oil and gas exploration was implemented in both compressive depressions in the west and rift basins in the east. The work included more than one million kilometers of seismic line and over 60000 wildcat and production wells. More than 200 oil and gas fields have been discovered in 17 provinces, municipalities and autonomous regions including Daqing’s giant oil field and Renqiu’s buried hill oil field. Up to now, China has 16 large oil and gas industry bases. In 1987, annual oil production reached 134 million tons (987.2 million barrels), and China became the fourth biggest oil production country in the world.

Unlike that from other oil production countries, most of the oil recovered in China is from nonmarine sedimentary rocks. This proves that continental source rocks can generate large amounts of hydrocarbon to form big oil and gas fields as well as big oil-gas provinces.

In the past 36 years, most of our exploration has been on Meso-Cenozoic oil bearing basins. These basins in China have special characteristics, that is, they are all continental sedimentary basins and most of them superimposed on Paleozoic marine sedimentary basins to form complex oil and gas bearing basins, in which there are rich oil and gas resources.

We have discovered a large amount of oil and gas reserves, and have gained

5

enormous experience and a great deal of useful petroleum geological data on the exploration of continental oil and gas fields. We have developed a series of methods and theory of petroleum geology, including the transformation from continental organic matter to hydrocarbons, lacustrine sedimentary systems, composite oil and gas accumulations and the evaluation of oil and gas resources, etc. In addition, we have rich experience in exploring and developing fractured oil and gas fields in marine carbonate rocks.

"Petroleum Geology of China" is a series about the practice and experience of exploration in China. It contains petroleum geological data and knowledge from all the main oil and gas basins and areas favourable for exploration both on-shore and off-shore. It is the first series to publish systematically this type of works covering the history and results of China's petroleum exploration since the founding of the new China, and it will show the great achievements of the oil and gas exploration of our country.

Some large areas in oil and gas bearing basins in China have not still been developed. The publication of **"Petroleum Geology of China"** will be of great help in discovering new oil and gas bearing areas through the utilization of the knowledge and experience we have obtained. It also will be of a great value for the further development of petroleum and natural gas industry and technology of petroleum geology of our country.

Based on the administrative regions in which oil fields, exploration bureau and petroleum companies are located, and taking into consideration of geological tectonic units, **"Petroleum Geology of China"** is divided into 16 volumes, as follows:

- Vol. 1. Introduction
- Vol. 2. Daqing, Jilin Oil Field
- Vol. 3. Liaohe Oil Field
- Vol. 4. Dagang Oil Field
- Vol. 5. Huabei Oil Field
- Vol. 6. Shengli Oil Field
- Vol. 7. Zhongyuan, Nanyang Oil Field
- Vol. 8. Jiangsu-Zhejiang-Anhui and Fujian
- Vol. 9. Jiangnan Oil Field
- Vol. 10. Sichuan Oil & Gas Field
- Vol. 11. Yunnan-Guizhou-Guangxi
- Vol. 12. Changqing Oil Field
- Vol. 13. Yumen Oil Field
- Vol. 14. Qinghai-Tibet

Vol. 15. Xinjiang

Vol. 16. Oil & Gas Bearing Areas on the Continental Shelf and Its Neighbouring Regions

"Petroleum Geology of China", compiled by scientists and experts from many departments all over the country, is a fruit of collective efforts. In the course of compilation and publication, we have had much help and support provided by the leaders of the Ministry of Petroleum Industry and its departments, the Research Institute of Petroleum Exploration & Development, and Petroleum Industry Press. We wish to acknowledge our deep gratitude to all people and organizations which joined in and supported the work here.

Although each volume has its own emphasis due to the different exploration history and geological conditions of each basin (region), they all try to give readers clear and reliable information and views of the characteristics of the regional and petroleum geology, and will be added to and enhanced as exploration and scientific knowledge improves.

Editorial Committee of "Petroleum Geology of China"

Beijing, P.R.C., 1987.

CONTENTS

1. Introduction	(1)
1.1 Geography	(1)
1.2 Petroleum exploration	(3)
2. History of exploration	(6)
2.1 The period of ancient germinal industry (before 1840)	(6)
2.2 The period of geology survey (before liberation 1841—1949)	(9)
2.3 The period of exploration and development (since 1950s)	(12)
3. Stratigraphy	(28)
3.1 Introduction	(28)
3.2 Stratigraphy description	(33)
4. Structure	(80)
4.1 Tectonic background	(80)
4.2 Characteristics of structural cycle and evolution	(82)
4.3 Main faults	(87)
4.4 Folded structure	(88)
4.5 Division of structure unit	(96)
4.6 Structural controls over oil and gas	(109)
5. Generation and evolution of oil and gas	(111)
5.1 Source rock classification	(111)
5.2 Main source rock description	(118)
5.3 Geological condition of source rocks	(125)
5.4 Evolution of oil and gas	(135)
6. Carbonate reservoirs	(151)
6.1 Introduction	(151)
6.2 Characteristics of carbonate reservoirs	(152)
6.3 Carbonate reservoir type	(174)
6.4 Geological factors of carbonate reservoir development	(193)
7. Hydrogeology	(206)
7.1 Chemical features of oil field water and its distribution	(206)
7.2 Hydrodynamic systems of oil and gas pools in the basins	(213)
7.3 Hydrogeological controlling over hydrocarbon migration and accumulation	(219)
8. Oil and gas pools	(224)
8.1 Introduction	(224)
8.2 Characteristics of oil and gas pools	(227)
8.3 Classification of oil and gas pool	(231)
8.4 Example of oil and gas pools	(235)
9. Distribution of oil and gas fields	(266)

9.1 Favourable match of source—reservoir—seal rock	(266)
9.2 Favourable reservoir facies zone	(270)
9.3 Regional up lifting effect	(281)
9.4 Moderately-folded anticline——an important accumulating site for gas pool	(290)
9.5 Accumulating condition in Meso—Cenozoic ring depressions	(296)
10. Oil and gas districts	(299)
10.1 Introduction	(299)
10.2 East Sichuan gas district	(304)
10.3 South Sichuan gas district	(350)
10.4 Southwest Sichuan gas district	(389)
10.5 Northwest Sichuan gas district	(424)
10.6 Central Sichuan oil and gas district	(440)
11. Resource forecast and exploration prospect	(459)
11.1 Resource evaluation and forecast of Upper Sinian to Middle Triassic	(460)
11.2 Coal-generating gas resource evaluation and forecast of Upper Triassic	(481)
11.3 Resource evaluation and forecast of Ziliujing Group of Jurassic	(488)
11.4 Illustrations about the forecast of resource	(491)
11.5 Cognitions about resource evaluation results	(493)
11.6 Exploration prospect	(499)
Appendix	(501)

7