

017719



PETROLEUM GEOLOGY
OF CHINA VOL. I

中國石油地質志

中国石油地质志 卷一

总 论

翟 光 明 等著

石 油 工 业 出 版 社

乙

——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	邱中建	查全衡	胡见义	
委 员	丁正言	王善书	牛 瑄	包 茨	安作相	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	张传淦	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					

中国石油地质志·总论编著组

主 编 翟光明

著作者 翟光明

高维亮 宋建国 吴少华

(以下按姓氏笔画顺序)

王孝陵	刘方槐	安作相	关德师	应凤祥	李晋超
周 堃	张大江	徐志川	徐树宝	唐祥华	高锡兴
程克明	童箴言	裘亦楠	薛 超	薛叔浩	戴金星

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	邱中建	查全衡	胡见义	
委 员	丁正言	王善书	牛 瑄	包 茨	安作相	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	张传淦	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					

中国石油地质志·总论编著组

主 编 翟光明

著作者 翟光明

高维亮 宋建国 吴少华

(以下按姓氏笔画顺序)

王孝陵	刘方槐	安作相	关德师	应凤祥	李晋超
周 堃	张大江	徐志川	徐树宝	唐祥华	高锡兴
程克明	童箴言	裘亦楠	薛 超	薛叔浩	戴金星

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。1887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新生代含油气盆地。中国的中新生代盆地具有其独特的风格,它们都是陆相沉积盆地,而且多数均叠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在行政区,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

3

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

中国早在 2000 年前,就发现了石油和天然气,并在油气的利用、钻井和地质知识积累方面走在世界前列。

中国也是世界上富含油气的国家。但在旧中国由于半封建、半殖民地腐朽统治,科技落后,民不聊生,近代(1878~1949)石油天然气工业微不足道,仅在陕西延长、新疆独山子、甘肃玉门和台湾省的出磺坑等处发现了 4 个小油田,四川、台湾两处发现了 7 个小气田。原油最高年产量仅为 12 万 t。只有仰仗大量进口石油。

新中国诞生后,大力发展石油和天然气勘探事业。开始在甘肃酒泉、鄂尔多斯和新疆准噶尔盆地,之后又在四川、柴达木、松辽、渤海湾等盆地进行了大规模油气勘探。1955 年发现了克拉玛依油田,到 1958 年底,在新疆准噶尔、塔里木盆地、四川盆地的川南、川中及酒泉西部等盆地发现了 20 多个油气田,其规模虽然不算很大,但却证明了中国含油气领域广阔。

1959 年 9 月 23 日发现了特大型大庆油田,结束了一些人长期以来对中国陆相盆地是否有丰富石油的疑虑,也震动了世界石油地质界。这是新中国成立以来的一项重大发现,也是中国石油天然气地质理论和实践的巨大成就。

中国有大大小小的沉积盆地 500 多个,沉积岩面积 670 万 km^2 ,其中面积大于 200 km^2 、沉积岩厚度大于 1000m 的中新生代盆地有 424 个,总面积为 527 万 km^2 。经过全国范围的油气资源评价研究,石油资源量为 940 亿 t,天然气资源量为 38 万亿 m^3 。

中国石油资源量的四分之三,天然气资源量的近半数,分布在中新生代陆相沉积盆地中。

中国油气资源虽然丰富,但是含油气地质条件相当复杂,无论是沉积环境、生烃母质、储集性能,还是区域构造发育历史、圈闭类型、油气藏形成模式及保存条件等,都和国外大油气区有较大差异。

系统地论述具有中国特色的石油天然气地质理论,这是我们组织全国各石油管理(勘探)局(公司)的专家、学者,用了 10 年的时间,完成这一套《中国石油地质志》系列专著的目的之一;全面地总结 40 多年来大规模油气地质勘探的经验、教训,供后人参考,“前事不忘,后事之师”,这是写作这套系列专著的目的之二。把广大石油天然气地质工作者几十年来获得的各种素材、数据,按理论观点,汇总起来,使这套系列专著,文、图、表结合,使用者参阅方便,这是这套系列专著的特点。

《中国石油地质志》按照地质构造单元和目前各石油管理(勘探)局(公司)所辖探区范围,将全国划分为 15 个油气探区,每个探区写作一卷,一个分册;另外,松辽、新疆、河南和沿海大陆架及毗邻海域油气区等 4 个探区,各有上下两个分册,连同卷一·《总论》,《中国石油地质志》共计有 16 卷 20 分册,近 2000 万字,附图 6000 余张。

分区石油地质志,是各油气区石油天然气地质特点和勘探历程的系统总结。

《中国石油地质志》是我国广大石油天然气地质工作者几十年来艰苦劳动和潜心研究的成果和结晶,先后参加这套系列专著写作的专家、学者有 500 多人,在此项工作完成之际,我向他们表示衷心的感谢。

《中国石油地质志》在写作出版过程中,得到中国石油天然气总公司领导、各有关司局领

导、各石油管理(勘探)局(公司)领导及海洋石油总公司领导和石油勘探开发科学研究院领导的大力支持和指导,以及研究院科研管理处、石油地质研究所的协助,在此谨致深切谢意。

我要特别感谢《中国石油地质志》编辑委员会办公室的专家们,他们日以继夜地工作,使这部系列著作如期完成。

我要特别感谢石油工业出版社的大力支持,他们认真负责,一丝不苟,为出版好这套系列专著付出了巨大的艰辛劳动。

还要特别感谢已故的著名地质学家黄汲清教授,在他谢世前专门在《科技日报》上为《中国石油地质志》写了介绍,誉为“科技图书群落的巨人”。我深切感谢著名地质学家王鸿祯教授、孙枢教授、涂光炽教授、刘光鼎教授,他们也分别在《光明日报》、《科技日报》上著文对本系列专著给予很高的评价。

本系列专著的出版,还要感谢中国新闻出版署的支持和鼓励,并把本系列专著列为中国科技出版十项重点工程之一。

《中国石油地质志·卷一·总论》,是40多年来中国石油天然气地质理论的全面总结,实际上是一本具有中国特色的石油天然气地质学。

本书第一章是绪论,简要叙述了中国石油天然气地质的研究和中国石油天然气地质学的产生、发展过程及其主要特点。第二章论述含油气区地层的划分及对比。第三章论述含油气区的沉积相,从沉积发育史,阐述中国海相沉积和陆相沉积的特点,特别是中国陆相沉积,有丰富多彩的沉积体系,形成一些独特的沉积模式。第四章含油气区构造,以区域构造发育史为基础,划分含油气盆地类型、分区,并论述了区域构造背景,对盆地石油地质条件的控制。第五章油气生成,着重论述了陆相油气生成的特点,分析了陆相生油与国外广泛分布的海相生油的不同地质背景、不同的成烃母质类型和热演化作用,充分体现了中国陆相生烃的特殊环境和生烃模式。第六章油气储集层,本章比较全面地反映了中国海、陆相储集层的特点。中国陆相碎屑岩为主的油气储集层突出特点是非均质性和不连续性,这和国外海相储集层有很大不同。中国海相碳酸盐岩主要储集层也多是一套致密的裂缝性石灰岩和白云岩。第七章油气田水文地质,论述了中国油气田水化学特征、区域性的古、今水动力条件对油气聚集和保存作用。在《总论》中单列出这一章,是想着重论述不同类型盆地水文地质条件对油气分布的影响。第八章天然气地质,这一章是专门论述中国天然气藏形成条件的。由于地质条件的不同,中国各盆地形成的天然气藏也是多种多样的;由于历史的原因,专门针对天然气的勘探和研究工作起步晚。但从全国油气资源评价研究结果来看,中国天然气资源是非常丰富的。近几年来天然气地质勘探和研究不断有新的发展,预示着天然气的前景乐观,为此本书把天然气地质单列一章进行论述。第九章原油性质。中国原油性质的复杂多变,这也是中国油气地质特点表现之一,中国的原油多生自陆相沉积,一般特点是含蜡量高,含硫量低,但由于多次构造运动和多期断裂的影响,原油性质变化很大,既有特高凝原油,也有特低凝原油,既有可观的重油资源,也有一定数量的凝析油气藏。第十章油气运移,这是在大量勘探实践和分析化验基础上,对各含油气区的油气运移的初步探讨,以引起对这项研究的重视,更重要的是以此为线索,探讨油气运移的可能走向,指导勘探。第十一章油气藏,这一章专门针对中国不同类型含油气盆地的特点,系统论述其复杂的成藏条件和多含油气系统。由于中国油气主要分布在中新生代陆相地层中,加之多期构造活动的影响,从而形成多层系烃源岩、多期排烃运移、多期聚集和再次运移、聚集的成藏模式和丰富多采的油气藏类型。深入认识中国油气藏形成、组合的地质规律,对进一步提高石油天然气

的勘探成效,是大有裨益的。第十二章简要叙述了石油天然气资源潜力及发展前景。

中国的石油和天然气的资源是非常丰富的,地质条件也是复杂的。中国的东部和西部地质条件不同,中国南方又经历了复杂多期的构造运动和高成熟的演化历史,但所有这些地区都有含油气的广阔前景。根据各地区的地质特点,进行深入的综合分析和研究,探索其规律和成藏模式,就会不断有新的认识和新的发现。

《中国石油地质志·卷一·总论》写作过程是,先由翟光明拟定全书写作大纲。根据大纲要求,由有关专家提供初稿。按章节顺序:第一章 高维亮,第二章 周堃、唐祥华,第三章 薛叔浩、徐志川,第四章 宋建国、王孝陵、薛超,第五章 李晋超、程克明、张大江、童箴言,第六章 裘亦楠、应凤祥、徐志川,第七章 刘方槐、吴少华、高锡兴,第八章 戴金星、关德师、王少昌、吴少华、高维亮,第九章 吴少华,第十章 安作相,第十一章 徐树宝、高维亮,第十二章 翟光明、高维亮。

本书初稿写成后,由翟光明、高维亮进行了修改、删减、补充、统稿。吴少华、王孝陵在文字编辑方面提了许多宝贵意见。最后又由翟光明审核、定稿。

本书图件的删补、整改,文字的校对由高维亮、薛超和胡文祈等完成。

本书图件主要由石油勘探开发科学研究院石油地质研究所制图室清绘。

本书在定稿过程中,还有专家、学者提出过宝贵意见或建议,在此一并表示感谢。

由于著作者水平所限,文中错漏之处在所难免,敬请读者指正。

翟光明

1995. 9. 11



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 1887, 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 the People’s Republic of 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 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 People's Republic of 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 gritudes 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.

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 古代石油天然气地质学的萌芽(1878年前)	(1)
第二节 近代油气地质科学理论的引入与发展(1878~1949)	(4)
第三节 现代油气勘探的首次突破与中国油气地质理论的诞生 (1950~1959.8)	(9)
第四节 东部油气区的发现和中国油气地质理论的系统发展 (1959~1978)	(12)
第五节 油气勘探的稳步发展进一步丰富了中国油气地质理论 (1979~1995)	(18)
第六节 中国石油天然气地质理论日臻完善	(24)
参考文献	(27)
第二章 含油气区地层	(29)
第一节 太古宇、元古宇(AR-PT)	(29)
第二节 古生界(Pz)	(35)
第三节 中生界(Mz)	(52)
第四节 新生界(Kz)	(70)
参考文献	(81)
第三章 含油气区沉积相	(84)
第一节 沉积发育史	(84)
第二节 陆相沉积体系	(101)
第三节 海相沉积体系	(119)
第四节 沉积模式和生储油岩沉积类型	(131)
参考文献	(141)
第四章 中国含油气区构造	(144)
第一节 中国大地构造纲要	(144)
第二节 中国大地构造演化对含油气盆地发育的宏观控制作用	(151)
第三节 中国油气区	(159)
第四节 中国含油气盆地类型	(171)
第五节 区域构造背景对盆地石油地质条件的控制	(177)
参考文献	(198)
第五章 油气生成	(202)
第一节 陆相生油气层的形成与分布	(202)

第二节	陆相生油气层的岩石类型及其地球化学特征	(210)
第三节	陆相烃源岩中有机质的热演化	(219)
第四节	油源对比	(237)
第五节	烃源岩生烃潜力评价	(248)
第六节	中国陆相油气生成结语	(260)
第七节	中国海相生油岩	(264)
参考文献		(279)
第六章	油气储集层	(282)
第一节	概述	(282)
第二节	陆相碎屑岩储集层类型	(287)
第三节	陆相碎屑岩储集层的成岩作用	(305)
第四节	湖相碳酸盐岩储集层	(317)
第五节	海相碳酸盐岩储集层	(323)
第六节	变质岩和火山岩储集层	(363)
参考文献		(368)
第七章	油气田水文地质	(372)
第一节	中国含油气区地层水化学特征	(372)
第二节	油气田水化学标志	(383)
第三节	油气藏形成的水文地质条件	(390)
第四节	油气藏保存的水文地质条件	(401)
第五节	含油气性的水文地质综合评价	(406)
参考文献		(410)
第八章	天然气地质特征	(412)
第一节	天然气地球化学特征	(412)
第二节	天然气生、储、盖层特征	(433)
第三节	天然气赋存形式及形成条件	(450)
第四节	中国天然气藏的分布特征	(462)
参考文献		(470)
第九章	原油性质	(473)
第一节	中国原油性质及其与油层深度的关系	(473)
第二节	原始石油和控制其性质的因素	(486)
第三节	原油的蚀变作用、演化模式及成因分类	(497)
第四节	特殊原油的分布及成因	(507)
参考文献		(516)
第十章	油气运移	(518)
第一节	初次运移	(518)

第二节 二次运移	(532)
第三节 运移的结果	(538)
参考文献	(547)
第十一章 油气藏	(550)
第一节 油气藏形成和含油气系统	(550)
第二节 油气藏类型	(562)
第三节 油气藏集聚带	(574)
第四节 油气分布	(590)
参考文献	(601)
第十二章 中国石油天然气地质特征与含油气前景	(603)
第一节 中国石油天然气地质基本特点	(603)
第二节 油气资源丰富与勘探程度低	(607)
第三节 含油气领域拓展方向	(608)
第四节 深化基础理论研究,不断开拓新思路	(615)

CONTENTS

Preface

Foreword

1. Outline of History of China Petroleum Geology	(1)
1.1 Rudiments of China Petroleum Geology in Ancient Times (before 1878)	(1)
1.2 Introducing the Theory of Petroleum Geology to China and Its Development in Recent Times (1878—1949)	(4)
1.3 First Break-through in Modern Petroleum Exploration and Creation of China Petroleum Geology (1950—1959. 8)	(9)
1.4 Discovery of East China Petroleum Province and Theoretical Achievements of China Petroleum Geology	(12)
1.5 Further Advance to Theory of China Petroleum Geology from Steady Increased Petroleum Exploration (1979—1995)	(18)
1.6 Perfection of China Petroleum Geology	(24)
References	(27)
2. Stratigraphy of Petroleum Provinces	(29)
2.1 Archaeozoic and Proterozoic Erathems (AR—PT)	(29)
2.2 Palaeozoic Erathem (Pz)	(35)
2.3 Mesozoic Erathem (Mz)	(52)
2.4 Cenozoic Erathem (Kz)	(70)
References	(81)
3. Sedimentary Facies of Petroleum Provinces	(84)
3.1 Sedimentation History	(84)
3.2 Non-marine Depositional Systems	(101)
3.3 Marine Depositional Systems	(119)
3.4 Depositional Models and Depositional Types of Source and Reservoir Rocks	(131)
References	(141)
4. Tectonics of Petroleum Provinces	(144)
4.1 Outline of China Geotectonics	(144)
4.2 Evolution of China Geotectonics in Controlling The Development of Petroliferous Basins	(151)
4.3 China Petroleum Provinces	(159)
4.4 Types of China Petroliferous Basins	(171)
4.5 Tectonic Controls of Petroleum Geological Elements	(177)
References	(198)
5. Oil and Gas Formation	(202)
5.1 Occurrence and Distribution of Non-marine Source Rocks	(202)

5. 2 Petrology and Geochemical Properties of Non-marine Source Rocks	(210)
5. 3 Thermal Evolution of Organic Matter in Non-marine Source Rocks	(219)
5. 4 Source Rock-Crude Oil Correlation	(237)
5. 5 Evaluation of Hydrocarbon Potential of Source Rocks	(248)
5. 6 Summary of Non-marine Oil and Gas Formation	(260)
5. 7 Marine Source Rocks in China	(264)
References	(279)
6. Reservoir Rocks	(282)
6. 1 Introduction	(282)
6. 2 Types of Non-marine Clastic Reservoir Rocks	(287)
6. 3 Diagenesis of Non-marine Clastic Reservoir Rocks	(305)
6. 4 Lacustrine Carbonate Reservoir Rocks	(317)
6. 5 Marine Carbonate Reservoir Rocks	(323)
6. 6 Metamorphic and Volcanic Reservoir Rocks	(363)
References	(368)
7. Hydrological Geology of Gas and Oil Fields	(372)
7. 1 Chemical Characteristics of Formation Water in Petroleum Provinces of China	(372)
7. 2 Hydrochemical Marks of Gas and Oil Fields	(383)
7. 3 Hydrogeological Conditions for Petroleum Accumulations	(390)
7. 4 Hydrogeological Conditions for Preservation of Petroleum Reservoirs	(401)
7. 5 Comprehensive Evaluation of Hydrogeology for Hydrocarbons	(406)
References	(410)
8. Characteristics of Natural Gas Geology	(412)
8. 1 Geochemical Properties of Natural Gas	(412)
8. 2 Characteristics of Source, Reservoir and Seal Rocks for Natural Gas	(433)
8. 3 Occurrence of Natural Gas and Its Accumulative Conditions	(450)
8. 4 Distribution Characteristics of Natural Gas Pools in China	(462)
References	(470)
9. Properties of Crude Oil	(473)
9. 1 Crude Oil Properties of China's and Their Relationship with Reservoir Depth	(473)
9. 2 Primary Oil and Controlling Factors of Its Properties	(486)
9. 3 Alteration, Evolution Model and Genetic Classification of Crude Oils	(497)
9. 4 Distribution and Origin of Specific Crude Oils	(507)
References	(516)
10. Oil and Gas Migration	(518)
10. 1 Primary Migration	(518)
10. 2 Secondary Migration	(532)
10. 3 Results of Oil and Gas Migration	(538)