

# 中国天然气地质学

## 卷 二

戴金星 裴锡古 戚厚发 主编

石油工业出版社

## 内 容 提 要

《中国天然气地质学》共分七卷，第一、二卷为总论，第三至七卷为含气盆地各论。

本卷是十余年来我国天然气勘探工作者和研究者对煤成气和天然气科技研究成果的总结。书中阐述了中国天然气藏的类型及形成条件，解剖了典型气藏，分析了气聚集带、气聚集区和气聚集域的特征。最后给出了天然气资源评价的方法。

本书可供从事油气地质学、特别是天然气地质学的生产和科研人员使用，也可作为有关院校师生的参考用书。

### 图书在版编目 ( CIP ) 数据

中国天然气地质学 ( 卷二 ) / 戴金星等主编

北京 : 石油工业出版社 , 1996. 6.

ISBN 7-5021-1665-6

- I . 中 …
- II . 戴 …
- III . 石油天然气地质 - 中国
- IV . P618. 130. 206. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 ( 96 ) 第 00676 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里2区1号楼)

石油工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

\*

787×1092毫米 16开 17½印张 422千字 印1—800

1996年6月北京第1版 1996年6月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-1665-6/TE·1420

平装定价 : 25.00元

## 《中国天然气地质学》编委会

主 任 石宝珩

副 主 任 包 茨 戴金星 戚厚发 杨俊杰 王善书

编 委 (按姓氏笔划顺序)

丁正言 马力 王 捷 王铁冠 王廷栋

安作相 关德范 刘雨芬 朱家蔚 李晋超

张万选 张厚福 张亮成 张启明 张国俊

吴铁生 吴震权 陈斯忠 陈继贤 陈章明

杨惠民 郝石生 高瑞琪 顾树松 陶瑞明

龚再升 黄汝昌 童晓光 程克明 裴锡古

戴世昭

技术顾问 史训知 田在艺

## 序

煤、石油和天然气同是现代能源的伟大支柱。天然气工业的发展虽晚于煤和石油，但近 40 年来天然气产量和剩余储量的增长速度比石油分别快 1 倍和 1.2 倍，到 80 年代末，世界能源结构中天然气已占五分之一强。一些事实表明天然气在未来能源结构中 will 占更重要的地位，据 C. Marchetti (1979) 预测，天然气在能源中的高峰态势将于下世纪初到来。天然气地质学正是在这一历史背景下于 70 年代末从石油地质学中分出成为独立的学科，研究天然气的生成、运移、聚集、成藏以及气藏（田）分布规律。

我国是发现、勘探、开发利用天然气最早的国家之一。公元前 11 世纪至公元前 771 年西周时期成书的《易经》中，就记载油气在水上燃烧的“泽中有火”现象。世界上开发最早的四川自流井气田，在 13 世纪就具有了相当的开采规模。在我国古代书籍中，常称天然气为“火井”、“井火”、“煤气”、“阴气”、“毒气”、“火池”、“地火”、“火龙”和“火泉”。称谓天然气名词之多，反映了中国古代有许多人对天然气已相当注意，并有一定的调查研究。

在我国，应用现代地质学方法研究天然气田的历史，可以上溯到 30 年代后期。最激动人心的有黄汲清 1938 年在《地质论评》上发表文章，建议在四川威远穹窿中展开石油和天然气勘探，差不多四分之一世纪之后威远气田勘探开发成功证实了这一科学预见。30 年代末至 40 年代初，黄汲清等发现四川隆昌圣灯山背斜构造和天然气田，成为地质科技的另一杰作。

解放以后，我国油气工业有了空前的发展，然而在前期以勘探、研究石油为主，尽管在天然气方面也不乏重要的发现。80 年代初开始以来，我国进行的煤成气和天然气国家科技攻关，不仅大大推动了我国天然气工业的蓬勃发展，而且为促进我国天然气地质学诞生与发展奠定了基础。80 年代后期由包茨、陈荣书和戴金星等分别主编和编著的《天然气地质学》和《天然气地质学概论》等著作，标志着我国天然气地质学研究坚定地向着世界先进行列前进。

现在展现在诸位读者面前的《中国天然气地质学》不仅是我国、而且也是世界上第一部大区域性的天然气地质学专著，它全面系统地总结了我国历年来，特别是 80 年代以来石油系统、地矿系统、煤炭系统、中国科学院和有关高等院校大量的天然气勘探和研究成果，是其科学归纳、提升和综合的结晶。

《中国天然气地质学》共七卷。第一、二卷为总论，第三至七卷为各论。总论部分阐述了天然气的成因分类，地球化学特征，碳、氢、氦和氡同位素组成，各类天然气的鉴别，气源岩展布、特征及各类气源岩产气率，天然气储集层和盖层类型、特征，天然气的运移和聚集规律，中国气藏类型划分，控制气藏形成的地质因素及气藏（田）分布规律，气聚集带、气聚集区分区和大中型气田发育的气聚集带的特征，寻找大中型气田的有利地区，我国含气（油）盆地地质构造特征，以及天然气资源评价方法。各论部分是以含气盆地（区）或含气（油）盆地（区）为单元，总结了我国主要含气盆地（区）或含气（油）盆地的各自天然气地质特征、气田（藏）分布规律及其有利勘探方向。

《中国天然气地质学》是一部系统性很强的具有国际先进水平的科学专著，在一些重要方面创造性发展了年轻的天然气地质学理论。它的出版将进一步促进天然气地质学理论的发展和完善，并对推动我国天然气资源的勘探开发有重要的指导意义。因此，《中国天然气地质学》的出版，是件可喜可贺的事。

孫 枢

1992年7月6日

## PREFACE

Coal, oil and natural gas all are the mighty mainstays of modern energy resources. Although development of natural gas was latter than that of coal and oil, the increase rates of natural gas production and remaining reserves have been 1 and 1.2 times higher than that of oil during recent forty years, and natural gas accounted for slightly more than one fifth of energy source composition in the world by the end of 1980's. It is indicated by some facts that natural gas should occupy a more important position in near future energy source composition. According to the calculation by C. Marchetti (1979), the peak state of natural gas in energy source would arrive at the beginning of next century. It is under such a historical background that natural gas geology was derived from petroleum geology, turning into an independent discipline and approaching the generation, migration and accumulation of natural gas as well as the formation of gas pools and its/gas field's distribution. China was one of the earliest countries for discovery, exploration, development and utilization of natural gas. It had been recorded in the Book of Changes compiled during the Western Zhou Dynasty (C. 11th century—771 B. C.) that "there is fire in the lake", this phenomenon means oil and/or gas are burning on the water. Ziliujing gas field, Sichuan province, the earliest developed one in the world, had a considerable recovery scale as early as 13 century. Natural gas was known as "fire-well", "hole-fire", "Coal gas", "nether gas", "poison gas", "pool of fire", "subsurface fire", "fire dragon" and "fire spring" in the ancient Chinese books. So many appellations have been used as natural gas term, which mirrors that many persons paid considerable attention on natural gas and made certain investigations on it in the ancient China.

In China the history of natural gas field studies with modern geological methods could be traced back to the late of 1930s. It is the most stirring event that Huang Jiqing had published his paper in the Geological Review in 1938 suggesting to carry out oil and gas exploration on the Weiyuan dome structure, Sichuan province, and this scientific prediction was confirmed by the successful exploration and development of the Weiyuan gas field almost after one fourth century. As another geological scientific and technical masterpiece, Huang Jiqing et alii discovered both the Shengdengshan anticline and gas field in Longchang, Sichuan province from the end of 1930s to the beginning of 1940s.

After liberation, the petroleum industry has been unprecedentedly developed. Even though the important findings are not rare on natural gas aspect, oil exploration and reasearch are still the main aspect during the earlier stage. However, the National Scientific and Technical Research Projects of Coal-generated gas and natural gas conducted in China not only give a great impetus to the flourishing development, of Chinese natural gas industry, but also lay a foundation for promoting the birth and advance of natural gas geology in China since the initial time of 1980s. The homonymous books, "Natural Gas Geology", by Bao Ci and by Chen Rongshu as well as "An Introduction to Natural Gas Geology" by Dai Jinxing et al. marked that Chinese natural gas geological research is firmly turning towards

the advanced rank in the world during the late stage.

At the present, the book "Natural Gas Geology in China" unfolded in the face of every reader is the first monograph of natural gas geology for a giant region not only in China, but also in the world, which has comprehensively and systematically summarized the numerous results of natural gas exploration and research achieved by the petroleum system, geology and mineral resources system, coal industry system, Chinese Academy of Sciences and universities over the years, especially since 1980s, it is a crystallization of scientific induction, promotion and summarization.

"Natural Gas Geology in China" involves seven volumes. The first and second volumes are fundamental dissertation part and from the third to seventh volumes are regional statement part. The fundamental disseration part expounds the genetic classification of natural gas, geochemical characteristics, isotopic composition of carbon, hydrogen, helium and argon, discrimination of various natural gases, distribution, characterization and gas production ratios of various source rocks, type and characteristics of natural gas reservoirs and caprocks, migration and accumulation of natural gas, typology of Chinese gas pools, geological controlling factors of gas pool formation and distributional pattern of gas pools/fields, gas accumulation zone, division of gas provinces and characterization of gas accumulation zones with large-middle size gas fields development, prospecting region for large-middle size gas fields, tectonic features of gas and oil-bearing basins in China as well as resource assessment methodology of natural gas. Regarding gas-bearing basin/province or gas-and oil-bearing basin/province as an unit, the regional statement part summarizes the respective geological characteristics of main gas-bearing basins/provinces or gas-and oil-bearing basins/provinces in China, distribution of gas fields/pools and their prospecting direction. "Natural Gas Geology in China" is a scientific monograph with very well systematization and international advanced level, creatively develops the young geologycal theory of natural gas in some important aspects. Its publication will further promote the development and consummation of natural gas geological theory, and have an important guiding significance for pushing the exploration and development of natural gas resources in China. Therefore, the publication of "Natural Gas Geology in China" should be a gratifying and congratulating event.

Sun Shu

July, 6, 1992

(Translated by Wang Tieguan)

# 前 言

能源工业是国民经济发展的支柱产业，能源工业的发展影响和制约着国民经济发展速度。以烃类气为主的天然气是重要的优质能源，又是宝贵的化工原料。因此，当今世界许多国家都十分重视天然气的勘探与开发，重视发展天然气工业。预计到 2000 年，天然气在世界能源构成中的比重将由 1980 年的 19.9% 上升到 41.4%。

为了勘探开发天然气，就要研究和认识天然气生成、运移、聚集、逸散；研究天然气藏与气田形成条件和分布规律，从而逐步形成天然气地质学。关于这一方面的总结，近年来，国内外陆续有一些专著问世。И. В. 维索茨基的《天然气地质学》（1979 年）是一部较为系统的天然气地质学论著。我国陈荣书等的《天然气地质学》（1986，武汉地质学院出版社）、包茨等的《天然气地质学》（1988 年，科学出版社）和戴金星等的《天然气地质学概论》（1989，石油工业出版社）的出版，推动和促进了我国天然气地质学的诞生和形成。

《中国天然气地质学》是以研究和阐明中国天然气及天然气藏形成与分布规律为目的的。它既阐述了天然气藏形成与分布的一般规律，又总结了具有中国地质特点的特殊规律，既研究中国天然气藏形成与分布的总体规律性，又分地区（或盆地）研究区域性特殊规律。

本书的重要特点，是与我国现代天然气工业的发展紧密结合，是对我国近十多年来天然气勘探、开发实践及其研究的总结。

“六五”期间国家组织了“煤成气的开发研究”的科技攻关，开辟了天然气勘探新领域，发现和探明了一批煤成气藏。使我国天然气储量上了一个新台阶，天然气年产量 1985 年达到  $128 \times 10^8 \text{m}^3$ ，比 1975 年增长 45%。

“七五”期间国家继续组织了天然气的科技攻关。其深度与广度较之“六五”都有较大提高，更有力地指导了天然气的勘探与开发，使得“七五”期间探明天然气总储量超过  $3000 \times 10^8 \text{m}^3$ ，创造了历史上探明天然气储量最多的时期。

在勘探实践过程中，广大天然气地质工作者，在天然气成因、各种天然气的鉴别、气源岩特征与成烃模式、天然气运聚、成藏条件及富集规律、天然气聚集带等方面的研究，取得了许多重要成果，其中有相当一部分达到了国际先进水平。本书以十多年来天然气勘探丰富翔实的资料为基础，以对中国天然气地质全面系统综合研究为前提，总结了我国天然气地质特征。

重视理论与实践的结合，是本书的显著特点。从总结中国天然气地质特点出发，本书共分基础理论与分区特征两大部分。基础理论部分（一、二卷）全面论述了具中国地质特色的天然气地质理论。分区特征（三至七卷）则突出了各分区的天然气地质特征，突出了区域性天然气藏形成与分布规律。本书既在总体上阐明了中国天然气资源，又在分区研究中，指明了勘探方向，使本书具有明显的理论性与实践性。

集体劳动的结晶是编写本书的最大特点。“六五”、“七五”期间，直到“八五”期间，十多年来，从事天然气开发科技攻关的已逾千人。参加本书编写的是石油系统包括各油田、研究院（所）、各石油高等院校（校）等百余名科技人员。走过的路，总是要留有痕迹的。十多年的天然气勘探与研究，取得了显著成果，理应留下这段历史的足迹，这是历史赋予的责任。参

加本书编写的百余名专家、教授，正是以对历史负责的态度，尽心尽力地完成了这历史性任务——编写《中国天然气地质学》这部专著。

愿这部专著，在总结过去，开创未来，促进我国天然气工业的发展起到作用，这便是参加本书编写者们的最大心愿。

向关心、支持本书出版的众多同志表示谢意，并敬请广大读者批评指正。

石宝珩

1992年11月15日

# 目 录

第一章 气藏类型及形成条件····· 戚厚发 关德师 孔志平 张万选	( 1 )
第一节 天然气藏基本特征及类型·····	( 1 )
一、天然气藏的基本特征·····	( 1 )
二、气藏类型·····	( 3 )
第二节 典型气藏形成条件分析·····	( 8 )
一、柯克亚气田——挤压背斜圈闭气藏之一·····	( 8 )
二、威远气田——挤压背斜圈闭气藏之二·····	( 10 )
三、磨溪气田——挤压背斜圈闭气藏之三·····	( 13 )
四、纳溪气田——挤压背斜圈闭气藏之四·····	( 15 )
五、崖 13—1 气田——同沉积背斜圈闭气藏之一·····	( 17 )
六、涩北二号气田——同沉积背斜圈闭气藏之二·····	( 19 )
七、锦州 20—2 气田——披覆背斜圈闭气藏·····	( 21 )
八、文留气藏——盐拱背斜圈闭气藏·····	( 23 )
九、汪家屯气田——断背斜圈闭气藏·····	( 26 )
十、苏桥——文安气田——断块圈闭气藏·····	( 27 )
十一、建南生物礁气藏——岩性圈闭气藏·····	( 30 )
十二、中部气田——地层—岩性圈闭气藏·····	( 32 )
第三节 天然气富集成藏的主要地质因素·····	( 35 )
一、一定规模的气源岩·····	( 35 )
二、较好的储层·····	( 40 )
三、良好的区域盖层·····	( 43 )
四、古隆起或早期圈闭·····	( 47 )
五、主要生气期和成藏期晚·····	( 48 )
六、断层和不整合面的富集作用·····	( 49 )
七、二次生气作用·····	( 51 )
八、天然气的脱溶、脱附作用·····	( 53 )
九、气藏形成及富集因素综述·····	( 53 )
第四节 非烃天然气藏·····	( 54 )
一、二氧化碳气藏·····	( 54 )
二、硫化氢气藏·····	( 55 )
第五节 非常规天然气藏·····	( 57 )
一、煤层甲烷·····	( 58 )
二、致密砂岩气藏·····	( 66 )
三、水溶气·····	( 74 )
四、泥页岩气·····	( 76 )

参考文献 .....	(79)
第二章 中国气聚集带、气聚集区、气聚集域及其分类 .....	
..... 戴金星 宋岩 张厚福 李一平 梁崇刚 戴春森 洪峰 李先奇	(82)
第一节 涵义、意义和分类 .....	(82)
一、涵义和意义 .....	(82)
二、气聚集带和气聚集区的分类 .....	(86)
三、我国的气聚集带、气聚集区和气聚集域 .....	(89)
第二节 四川盆地气聚集区带特征 .....	(91)
一、气源岩及天然气地质、地球化学特征 .....	(92)
二、气聚集区带特征 .....	(98)
第三节 鄂尔多斯盆地气聚集区带特征 .....	(115)
一、气源岩及天然气地质、地球化学特征 .....	(116)
二、气聚集带特征 .....	(120)
第四节 其它盆地气聚集区带特征 .....	(130)
一、柴达木盆地三湖气聚集区 .....	(130)
二、渤海湾盆地气聚集带 .....	(134)
三、松辽盆地气聚集带 .....	(140)
第五节 中亚煤成气聚集域(东部) .....	(145)
一、源岩特征 .....	(147)
二、中、早侏罗世沉积相和古气候 .....	(148)
三、煤成气的地球化学特征 .....	(154)
四、气聚集带和气聚集区 .....	(158)
第六节 亚洲东缘煤成气聚集域 .....	(168)
一、源岩特征 .....	(168)
二、天然气地球化学特征 .....	(173)
三、气聚集带和气聚集区 .....	(175)
第七节 中国无机成因气聚集带 .....	(184)
一、无机成因气的鉴别标志 .....	(184)
二、无机成因气藏 .....	(185)
三、中国二氧化碳气聚集带 .....	(187)
参考文献 .....	(201)
第三章 天然气资源评价方法 .....	王捷 陈子恩 龚昌平 (206)
第一节 盆地评价 .....	(206)
一、盆地模拟原理及地质概念模型 .....	(206)
二、盆地模拟的数学模型 .....	(212)
三、盆地模拟的参数 .....	(219)
四、地质综合解释 .....	(225)
第二节 成藏体系评价 .....	(225)
一、基本概念和技术 .....	(225)
二、油气资源评价系统 .....	(237)

第三节 圈闭评价 .....	(251)
一、探井发现率 $E_s$ .....	(251)
二、现值盈利 $V$ .....	(251)
三、评价井数 $D_w$ .....	(253)
第四节 勘探方案评价 .....	(254)
一、风险—收益比模型 .....	(254)
二、线性规划模型 .....	(259)
参考文献 .....	(262)

# CONTENTS

1. Types of natural gas pools and pool-forming conditions by Qi houfa, Guan deshi, Kong Zhiping, Zhang Wanxuan
  - 1.1 General characteristics and types of natural gas pools
    - 1.1.1 General Characteristics of natural gas pools
    - 1.1.2 Types of natural gas pools
  - 1.2 Analysis on forming conditions of typical gas pools
    - 1.2.1 Kekeya gas field-compressive anticline trap gas pool (1)
    - 1.2.2 Weiyuan gas field-compressive anticline trap gas pool (2)
    - 1.2.3 Moxi gas field-compressive anticline trap gas pool (3)
    - 1.2.4 Naxi gas field-compressive anticline trap gas pool (4)
    - 1.2.5 Ya13-1 gas field-syn depositional anticline trap gas pool (1)
    - 1.2.6 Sebei No. 2 gas field-syn depositional anticline trap gas pool (2)
    - 1.2.7 Jinzhou20-2 gas field-drape-like anticline trap gas pool
    - 1.2.8 Wenliu gas field-salt dome anticline trap gas pool
    - 1.2.9 Wangjiatun gas field-faulted anticline trap gas pool
    - 1.2.10 Suqiao-wenan gas field-fault block trap gas pool
    - 1.2.11 Jiannan bioherm gas pool-lithologic trap gas pool
    - 1.2.12 Central gas field-stratigraphic-lithologic trap gas pool
  - 1.3 The geological controlling on accumulation of natural gas
    - 1.3.1 Sufficient volume of gas source rocks
    - 1.3.2 Better Good reservoirs
    - 1.3.3 Good regional cap rocks
    - 1.3.4 Paleo-uplift or early-formed trap
    - 1.3.5 Younger Ages of gas-generation and pool-formation
    - 1.3.6 Enrichment effect of fault and unconformity
    - 1.3.7 Secondary gas-generation
    - 1.3.8 Desolvation and desorption of natural gas
    - 1.3.9 Summary on the controlling factors of natural gas accumulation and gas pool formation
  - 1.4 Non-hydrocarbon natural gas pools
    - 1.4.1 The CO<sub>2</sub> gas pool
    - 1.4.2 The H<sub>2</sub>S gas pool
  - 1.5 Unconventional natural gas pools
    - 1.5.1 Coal bed methane
    - 1.5.2 Gas pool in dense sandstone

- 1.5.3 Dissolved gas in water
- 1.5.4 Gas in argillaceous rock

#### References

### **2. Gas-accumulation belt, gas-accumulation zone, gas-accumulation domain and their classification in China by Dai Jinxing, Song Yan, Zhang Houfu, Li Yiping, Liang Chonggang, Dai Chunsen, Hong Feng and Li Xianqi**

- 2.1 Definition, significance and classification
  - 2.1.1 Definition and significance
  - 2.1.2 Classification of gas-accumulation belts and zones
  - 2.1.3 Gas-accumulation belt, gas-accumulation zone and gas-accumulation domain in China
- 2.2 Characteristics of gas-accumulation zone and belt in Sichuan Basin
  - 2.2.1 Gas source rocks, and geological and geochemical characteristics of natural gas
  - 2.2.2 Characteristics of gas-accumulation zones and belts
- 2.3 Characteristics of gas-accumulation zone and belt in Ordos Basin
  - 2.3.1 Gas source rocks and geological and geochemical characteristics of natural gas
  - 2.3.2 Characteristics of gas-accumulation belts
- 2.4 Characteristics of gas-accumulation zone and belt in some other basins
  - 2.4.1 Sanhu gas-accumulation zone in Chaidamu Basin
  - 2.4.2 Gas-accumulation belts in Bohai-Bay Basin
  - 2.4.3 Gas-accumulation belts in Songliao Basin
- 2.5 Coal-formed gas accumulation domain in Central-Asia (eastern part)
  - 2.5.1 Characteristics of source rock
  - 2.5.2 Sedimentary facies and paleo-climate in Early-Middle Jurassic period
  - 2.5.3 Geochemical characteristics of coal-formed gas
  - 2.5.4 Gas-accumulation belts and zones
- 2.6 Coal-formed gas accumulation domain in eastern fringe of Asia
  - 2.6.1 Characteristics of source rocks
  - 2.6.2 Geochemical characteristics of natural gas
  - 2.6.3 Gas-accumulation belts and zones
- 2.7 Abiogenic gas accumulation belt in China
  - 2.7.1 Identification indexes of Abiogenic gas
  - 2.7.2 Abiogenic gas pools
  - 2.7.3 The CO<sub>2</sub> gas accumulation belts in China

#### References

### **3. Evaluation method on natural gas resources by Wang Jie, Chen Zien and Gong Changping**

- 3.1 Basin evaluation
  - 3.1.1 Basin simulation principle and geological Conceptive model

# 第一章 气藏类型及形成条件

我国不同类型盆地天然地质条件差别较大，已发现气（油）藏类型繁多，在地区和层系上分布相当广泛。系统总结天然气藏的分布特点，正确划分气藏类型，深入分析气藏的形成条件及富集因素，对发展天然气地质理论和指导天然气勘探工作均有重要作用。

## 第一节 天然气藏基本特征及类型

### 一、天然气藏的基本特征

至 1992 年底，全国已发现并正式注册的天然气田有 120 个、油气田 90 个，合计 210 个。据对 210 个气田和油气田的统计分析，我国天然气藏（田）有如下主要特征。

#### （一）大中型气田的储量占全国天然气总储量的大部分

关于大气田的储量规模标准，各国及不同学者标准不一。在 50 年代，克内贝尔（1956）曾把可采储量大于  $135 \times 10^8 \text{m}^3$  的气田定为大气田（张子枢，1990）；60 年代前苏联“油气田储量分类实施规范”把可采储量大于  $300 \times 10^8 \text{m}^3$  者定为大气田；70 年代和 80 年代以来，趋向于把可采储量大于  $1000 \times 10^8 \text{m}^3$  的气田定为大气田。根据我国情况，在此把探明储量大于  $100 \times 10^8 \text{m}^3$  的称为大中型气田。

在我国已发现的 210 个气田和油气田中，地质储量大于  $100 \times 10^8 \text{m}^3$  的有 24 个 尽管大中型气藏（田）数仅占已发现气藏（田）数的 11.4%，但探明储量却占全国已探明气层气总储量的 72%，说明勘探大中型气田是提高我国天然气储量的主要途径。

#### （二）已探明气田的储量主要分布在下第三系和三叠系

图 1-1 是我国与前苏联、美国天然气分布层系比较图。前苏联天然气储量主要集中在白垩系，占本国总储量的 77.6%；美国天然气主要分布在第三系，占 42.7%；我国已探明气储量亦主要分布在第三系，占 32.2%。我国古生界气田所占比例较大，且有随中部和西部盆地的进一步勘探和发展，比例有增大的趋势。

我国第三系天然气主要分布在渤海湾盆地和海域诸盆地；三叠系和石炭系、二叠系和奥陶系的天然气主要分布于四川盆地、鄂尔多斯盆地和塔里木盆地。

#### （三）地区上主要分布在川陕地区、琼东南盆地、塔里木盆地和渤海湾盆地

已发现的气田主要分布在四川盆地，占全国气田数的 66.7%，其探明储量占全国气田储量的 43.6%。鄂尔多斯盆地天然气储量占 14.7%；还有塔里木盆地、琼东南盆地和柴达木盆地油气田主要分布在渤海湾盆地，占全国油气田总数的 34.8%。

#### （四）气田埋藏深度上以中浅层居多

在已发现的 210 个气田、油气田中，有 174 个埋深浅于 3200m，其储量占全国总储量的 64.6%。埋深大于 3200m 的气藏主要分布在四川、鄂尔多斯和塔里木盆地以及渤海湾盆地的冀中、东濮坳（凹）陷（表 1-1）。

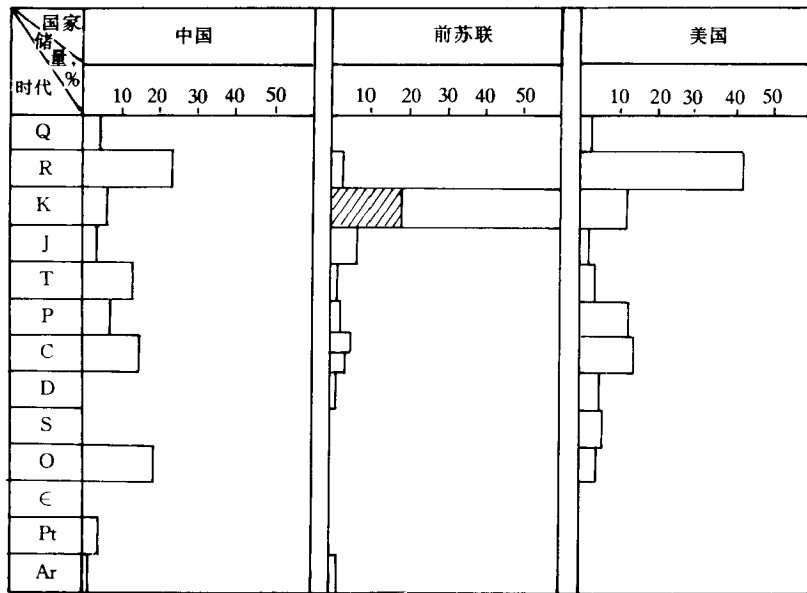


图 1-1 我国与前苏联、美国天然气分布层系比较

表 1-1 我国已发现气田深度分布表

埋藏深度, m	气田、油气田个数	占总储量的百分比
小于 1500	56	10.6
1500~3200	118	54.0
3200~4500	33	32.4
大于 4500	3	3.0
合计	210	100.00

#### (五) 天然气藏气源的多样性

按天然气成因类型统计,我国已探明天然气储量中以热裂解气居多,占总储量的 41.6%,主要分布在四川盆地;油型气占 24.2%,主要分布在渤海湾地区;煤成气占 31.0%,主要分布在鄂尔多斯盆地、吐哈盆地、准噶尔盆地、塔里木盆地、松辽盆地、海域诸盆地等;生物气占 3.2%,主要分布在柴达木盆地、渤海湾盆地、松辽盆地等。此外,还有少量无机成因的非烃类气藏,如松辽盆地南部的万金塔 CO<sub>2</sub> 气藏和渤海湾盆地冀中坳陷的赵兰庄 H<sub>2</sub>S 气藏等。

#### (六) 天然气藏储层碳酸盐岩和碎屑岩同等重要

美国和前苏联的天然气储层以碎屑岩为主,分别占 70.5%和 88.0%。而我国碳酸盐岩和碎屑岩储层的天然气储量大体相当,分别占 43.7%和 56.0%。此外,变质岩、花岗岩类储层占 0.3%。

在碎屑岩储层中,致密砂岩储层占有相当大的比例,也是我国天然气藏的一个重要特点。

#### (七) 在天然气藏圈闭类型中,断层型和地层、岩性圈闭占有相当的比例

据不完全统计,在已知的 210 个气藏中,断层型、地层型和岩性型圈闭即非背斜圈闭气藏共 62 个,占总数的近 30%。背斜型气藏主要分布在四川盆地,若把四川的气藏除外统计,非背斜气藏所占比例更大。由此亦能说明我国气藏地质构造的复杂性。

#### (八) 复式气藏分布相当普遍

复式气藏是指由多个含气层组、多种圈闭类型气藏组合而成的气藏组。我国沉积盆地普遍具有多旋回、多储盖组合、多成因圈闭叠置的结构特征,为复式气藏的形成提供了必要的地质条件。四川盆地内不少气田由 3 个以上的气藏叠置而成,卧龙河气田上下由 15 个不同层组、不同圈闭类型的气藏组成(陈宗清, 1990)。鄂尔多斯中部气田主力气藏为奥陶系顶部气藏,上部还有 2~3 个石炭一二叠系的气藏叠置其上。渤海湾盆地复式气藏的分布也相当普遍。

## 二、气藏类型

这里所述气藏类型专指常规天然气藏而言,非常规天然气藏见本章第五节。

#### (一) 气藏基本概念及分类原则

气藏是指天然气在单一圈闭中的聚集。“单一”的含义主要指受单一要素控制,在统一面积内具有统一的压力系统、统一的(油)气水边界。气田可由几个相同类型或不同类型圈闭的气藏组成,也可由单个气藏组成。

气藏是天然气聚集的基本单元,不同类型气藏的形成条件、分布规律及勘探方法不同,正确的划分气藏类型对总结天然气聚集规律和指导勘探工作至关重要。因此,气藏类型划分是天然气地质工作者最为关注的问题之一。

油气藏的形成受多种地质因素的控制,可以从不同角度划分油气藏类型。至今,关于油气藏的分类方案已达几十种之多,概括起来,可归为五种分类方法:圈闭成因分类法,A. I. 莱复生(1975)将油气藏分为构造油气藏、地层油气藏和复合油气藏,胡见义等(1990)将我国陆相盆地油气藏分为构造型、非构造型、混合型和水动力圈闭型等 4 大类、21 亚类,张万选(1981)将中国油气藏分为构造油气藏和地层油气藏两大类 8 亚类;按储层形态分类法,U. O. 布罗德按形态将油气藏分为层状、块状及不规则状等 3 大类 11 亚类;以圈闭形态为主、成因为辅分类法,B. B. 西门诺维奇等将油气藏分为油贮顶部弯曲、侧向遮挡和岩性封闭三大类;烃类相态分类法,分为油藏、气顶油藏、带油环气藏、气藏和凝析气藏等 10 大类;按油气产量和储量分类法,按产量分为工业性油气藏、非工业油气藏;高产油气藏、中产油气藏、低产油气藏,按储量分为巨型、大型、中型和小型油气藏。近来,罗斌杰(1986)提出油气藏的综合分类法,按控油要素的类型、圈闭形态和成因进行类型命名,据储集空间结构、储集物的状态进行亚类命名,将油气藏分为褶曲型、断层型、岩性型及界面带型等 4 大类 32 亚类。

关于天然气藏的单独分类,不如油气藏的分类研究得多。司徒愈旺(1981)将我国天然气藏分为构造圈闭、岩性圈闭和地层圈闭气藏 3 大类 11 亚类或小类;戴金星等(1982)将中国气藏分为构造气藏、岩性气藏及古风化壳气藏等 3 大类 10 亚类或小类。

一般说来,决定天然气藏特征的主要因素有四方面:圈闭形态与成因;储层形态、岩性及储集空间结构(完整的圈闭概念应将储层包括在内);储集流体的组成及状态;驱动类型。若要提出一种包罗诸因素的分类方案,必然十分繁琐而失去实用意义。

天然气藏的分类应该遵循两个基本原则:

分类的科学性。气藏类型划分能反映气藏形成的基本条件,能够表征不同类型气藏之