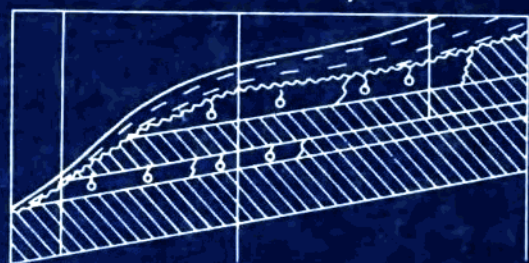


中国大中型天然气田 形成条件与分布规律

戴金星 王庭斌 宋 岩 等著
张洪年 徐永昌 张启明



地质出版社

录号	103158
类号	P618.130.1
种次号	030

中国大中型天然气田 形成条件与分布规律

戴金星 王庭斌 宋 岩 等著
张洪年 徐永昌 张启明



SU12/15



201032122

地质出版社
· 北 京 ·

ISBN 7-116-02433-6



9 787116 024335 >

内 容 简 介

本书是在“八五”国家重点科技攻关项目(85-102)成果报告——大中型天然气田形成条件、分布规律和勘探技术研究的基础上改写而成的。她系统地总结了“六五”、“七五”及“八五”三届天然气科技攻关成果,特别是对天然气的成因分类、富集规律、运移机理、成藏机制等理论问题进行了深入研究,提出了天然气的“多源复合、主源定型、多阶连续、主阶定名”的新理论,论述了天然气聚集带、聚集区、聚集域的新概念和划分原则;同时对中国主要含气盆地的天然气富集规律进行了深入分析,总结出了形成大、中型天然气田的主要控制因素,建立了各类气藏的成藏模式,探讨了大、中型气田的进一步勘探方向。另外,书中还介绍了应用物化探(测井)等方法识别天然气的新技术、新方法。

本书内容丰富、资料翔实,阐述充分、观点新颖,具有广泛的使用和参考价值。可供从事石油、天然气地质的科研、生产人员和有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国大中型天然气田形成条件与分布规律/戴金星等著. -北京:地质出版社,1997.9
ISBN 7-116-02433-6

I. 中… II. 戴… III. ①气田,大中型-矿床成因论-研究-中国②气田,大中型-分布规律-研究-中国 N. P618.130.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 17676 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:周继荣 伍仁

责任校对:田建茹

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:456000

1997年9月北京第一版·1997年9月北京第一次印刷

印数:1—2000册 定价:55.00元

ISBN 7-116-02433-6

P·1813

序

《中国大中型天然气田形成条件与分布规律》专著的出版是我国石油天然气工业和石油天然气地质学术界的一件值得祝贺的事！

近 20 年来，世界天然气工业有了突飞猛进的发展。据专家预测，21 世纪上半叶，世界能源很可能进入以天然气为主的时代。

随着天然气工业的发展，世界产气大国已经将天然气作为独立的工业矿种进行勘探与开发。天然气地质学作为地球科学领域中一门独立的、新兴的分支学科，迄今已取得了丰硕的成果，并出版了一些专著，其中代表性的有：Геология Природного Газа（天然气地质学，И. В. Высоккий, 1979）和 The Future of Energy Gases（能源气的未来，David G. Howell, 1993），它们都是较全面的、大型的系统性专著。

中国的天然气工业比较落后，当前天然气在能源结构中所占的比例尚不足 3%。为了促进中国天然气工业的发展，自第六个五年计划以来，国家计划委员会就设置了重点科研项目，对中国天然气地质特征及其勘探技术方法逐步开展了系统的研究工作，促进了中国天然气工业的发展。特别是在 1991~1995 年的第八个五年计划期间，天然气科技攻关研究取得的成果尤为突出。一些久攻不克的天然气勘探区取得了重大突破，发现了一批大、中型气田，建立了符合中国地质条件的多种天然气成藏模式，有效地指导了中国天然气的勘探与评价。中国天然气勘探工作现已进入了全面发展的时期。

本专著正是在上述一系列重大科研成果的基础上进一步总结与提高而写成的，它凝聚着中国石油天然气总公司、地质矿产部、中国科学院、中国海洋石油总公司、国家教育委员会及煤炭工业部等系统以戴金星院士、王庭斌教授等为首的三千余名各种学科科技工作者的创造性劳动，是他们长期取得的科研成果的高度综合和全面总结。

本专著以阐述中国天然气地质特征及勘探方向为主要目标，对详实、丰富的实际资料作了高度概括总结，论述系统严谨，文图并茂。书中各章从不同侧面总结了天然气的基本地质特征，论述了重点含气盆地，包括区带和领域的天然气前景及勘探技术方法，为中国天然气工业的发展提供了较坚实的科学依据和明确的勘探方向。它反映了中国天然气地质学研究的最新研究成果，代表着当今中国天然气地质研究的总体水平。

我相信，这本专著的出版将对中国天然气地质理论的进一步发展、对中国天然气工业的发展、对国内外同行进一步了解中国天然气的地质特征都将发挥重要的作用。我愿借此机会，向专著的著者们，对他们作出的杰出贡献，表示诚挚的祝贺和敬意！

王鸿德
1997年8月于北京

前 言

“六五”、“七五”和“八五”连续三届国家天然气重点科技攻关项目,为我国天然气地质理论的建立和发展,以及天然气工业的加速发展奠定了基础。我国三次天然气科技攻关,研究水平一次比一次高、理论与生产结合一次比一次好,社会经济效益一次比一次佳。

本书是“八五”国家重点科技攻关项目“大中型天然气田形成条件、分布规律和勘探技术研究”(编号 85-102)的总结和升华。该项目由石油系统、地矿系统、中国科学院、国家教委和煤炭系统的,以局级为主的 52 个单位 3509 名科技人员共同攻关、相互协作完成。1991~1995 年间,计观察调查野外剖面 827 条(1278.5km),描述、观察岩心 910 口井(53251m),采样 65774 件(其中气样 2025 件),解释处理地震剖面 1750 条(二维 673205km,三维 24973km²),分析化验 431610 项次,测井 516 口井,研制软件 55 个,进行盆地模拟 4 个盆地 20 余项,完成专题报告 90 份等,在以上大量室内外工作量的基础上,进行多学科交叉综合攻关研究,并与生产密切结合相互验证,因此可以说本书是我国天然气地质学科最新的综合研究成果。

“八五”期间,我国天然气科技攻关研究取得了一系列重大的进展:对四川盆地川东地区高陡背斜带地腹构造的正确识别和石炭系在全区厚度变化、尖灭和缺失的圈定技术的突破,由之建立了石炭系成藏富集规律,因而在“八五”期间得以在川东探明了 4 个大、中型气田,其中包括我国陆上第二大气田——五百梯气田;对四川盆地川西地区致密砂岩建立了以水溶相运移为主、适时古隆起上聚集的成藏模式,并以为之指导,发现和探明了新场中型气田,结束了在致密砂岩中只能找低产气藏的局面;根据油气地质学、岩石学、矿物学、岩溶学、地球化学和地球物理多学科相互交叉综合研究,确立了鄂尔多斯盆地中部奥陶系碳酸盐岩风化壳为储集空间的成藏规律,该气藏是在云坪相沉积基础上,经三期古岩溶作用叠加而形成,气藏形成经历了三个阶段,其中燕山期是风化壳气藏主要形成期,由此规律指导,探明了我国第一大气田即中部气田;莺歌海盆地由于右旋剪切产生一些近南北向的张扭断裂,诱发了高温高压包内塑性泥岩的底辟活动,随之高温高压包释放能量,形成大量流体上窜的底辟作用,并伴生与底辟有关的圈闭,深部高温流使浅部未熟源岩强化成气和深部气携带至浅部的底辟形成天然气成藏,由这种富集作用指导,在莺歌海盆地发现了东方 1-1 气田等 2 个大、中型气田;中亚煤成气聚集域(是指中亚地区从里海之东的孟什拉克盆地经卡拉库姆盆地、阿富汗-塔吉克盆地、费尔干纳盆地至我国塔里木盆地、准噶尔盆地、吐哈盆地和三塘湖盆地与下、中侏罗统煤系源岩成气有关的盆地群)在我国之西的中亚煤成气聚境外部分,于 1986 年之前已发现大批与下、中侏罗统煤系有关的煤成气气田,而该聚集域东部的我国有关盆地则无重大发现。“七五”和“八五”期间,我国天然气科技攻关者多次指出勘探中亚煤成气聚集域东部的重大作用和意义,这些超前研究促使了我国对与下、中侏罗统煤成气(烃)勘探进入高潮,并取得了重大的经济效益;东海盆地西湖凹陷大、中型气田形成条件的研究,促进了宝云亭中型气田的发现探明和春晓含气构造的发现;完成了目前国内最完善、最系统

的气聚集带的分类,完成了我国第一次气聚集带、气聚集区和气聚集域的研究和划分,对我国四川、鄂尔多斯、莺歌海、松辽和渤海湾等 13 个含油气盆地划分出 2 个气聚集域、9 个气聚集区和 91 个气聚集带,为我国天然气勘探指出和准备了一批有利区带;首次划分和研究了我国主要盆地含气系统及成藏组合,即对我国四川、鄂尔多斯和莺歌海等 12 个主要含油气盆地划分出 18 个含气系统和 36 个成藏组合;“多源复合、多阶连续、主源定型、主阶定名”天然气成因模式的提出,丰富了天然气成因理论;总结了大、中型气田形成的主要控制因素,据此,在四川、鄂尔多斯、塔里木、柴达木、准噶尔、渤海湾、松辽、莺-琼和东海等 9 个盆地选择出 35 个有利于发现大、中型气田的构造带或目标,为确保“九五”期间实现天然气储量大幅度增长提供了科学依据和方向;煤层气地质评价开发工艺取得了突破性进展,在鄂尔多斯盆地东缘柳林地区石炭一二叠系煤层气开发工艺攻关与方法试验获得了重大进展;研究建立了一套识别天然气的物、化探技术方法,提高了天然气勘探效益。本书是以上系列重大研究成果的提升和归总。

“八五”期间天然气科技攻关高水平的研究成果,为天然气勘探提供了科学依据和有利地区,使我国天然气勘探进入了最好时期:“八五”期间探明的气层气储量相当于解放后至“八五”前 42 年探明气层气的总储量,即“八五”攻关期间年探明天然气储量是以前年平均探明储量的 8 倍;“八五”期间发现大、中型气田 15 个,其中包括我国最大气田,即中部气田,“八五”期间发现大、中型气田的速度是以前年平均发现大、中型气田速度的 7 倍。

本书是在各子课题报告的基础上改写而成的。主要撰写者:前言戴金星,第一章王庭斌,第二章徐永昌、郝石生、刘文汇和黄志龙,第三章路中侃、安凤山、裴锡古、张福礼、宋岩、洪峰、张启明、陆曦初、王庭斌、王明明、陈晓东,第四章戴金星、张洪年、周瑾和贝东,第五章欧庆贤、曹金声、周骥康、刘崇禧、戈复兴、李言经、卢雅云、李俊珍、韩文功和杨云岭。最后由戴金星、王庭斌、宋岩和张洪年进行修定稿。

著 者

1997 年 8 月

Preface

The three national natural gas key scientific and technical research projects carried out during the 6th, 7th and 8th Five-Year Plans have laid the foundation of establishing and developing the theory of natural gas geology and accelerating the development of gas industry in China. These projects have reached higher and higher research levels, and got better and better social and economic benefits.

This book is the summary and distillation of the national key research project, "Research on Formation, Distribution and Exploration Technique of Medium-large-sized Gas Fields", during the 8th Five-Year Plan (code number 85-102). Three were 62 units and 3509 skilled personnel, under The CNPC, MGMR, CNOOC, CAS, National Commission of Education and Ministry of Coal Industry, attending the key research projects. In 1991~1995, 827 field sections with a total length of 1278.5km have carefully been observed and described; 65774 samples (including 2025 gas samples) have been taken; 1750 seismic lines with a total length of 673205km (2-D) have been processed and interpreted; 24973km² of 3-D seismic survey has been completed; 431610 data have been got from laboratory analyses and experiments; 516 wells have been logged; 55 softwares have been developed, 4 basins have been simulated for over 20 items; and 90 reports on special topics have been accomplished. A comprehensive key research has been made on the basis of these results. It is the newest comprehensive research achievement on natural gas geology in China. A series of significant progresses have been achieved during the 8th Five-Year plan. The breakthroughs made at correctly distinguishing the deeply buried structures in the high and steep anticlinal belt in eastern Sichuan, delineating the Carboniferous thickness variation, pinch-out and absence in the area, and rebuilding the gas enriching and reservoiring pattern in Carboniferous strata, which resulted in the discovery and ascertainment of 4 large and medium gas fields in eastern Sichuan, including our second largest onshore gas field, Wubaiti gas field. Rebuilding the reservoiring model in the tight sandstones in western Sichuan, i. e. gas migrating mainly in aqueous solution phase and accumulating in the timely-formed paleo-uplift, which has guided the exploration and discovered Xinchang medium gas field, and so terminated the situation of only some low-yield gas reservoir can be found out in the tight sand area. According to the comprehensive researches by integrating petroleum geology, lithology, mineralogy, karstology, geochemistry and geophysics, it has been ascertained that the reservoir spaces in the Ordovician carbonates weathered crust in central Ordos basin have been formed on the basis of dolomite tidal flat sediment, and have been formed through three paleo-karstifications, so the gas reservoirs have been formed in 3 stages, of which the Yanshanian has been the major reservoiring period, thus the largest gas field in China, Zhongbu gas field, has been discovered. Some nearly S—N trend tenso-shear

faults, caused by dextral shearing in Yinggehai basin, included mud diapirism which would have released high-temperature and high-pressure energy and formed some diapir-related traps, the high-temperature flow at depth would have intensified the gas generation in the shallow immature source rocks, and also brought along the gas at depth migrating upward to the shallow diapir traps where natural gas would be enriched and reservoirized; this idea has guided the exploration in Yinggehai basin and discovered the Dongfang1-1 and another large and medium gas fields. By central Asia humic gas accumulation domain refer to the Central Asia area from Mangyshlak basin to the east of Caspian sea through Kala-Kum basin, Tadjikistan-Afghanistan basin, Fergana basin to Tarim, Junggar, Turpan-Hami and Santanghu basins, as well as those basins where the Lower and Middle Jurassic coal measures would be the source rocks; before 1986, a lot of humic gas field related to the Lower and Middle Jurassic coal measures have been discovered in the western part of the Central Asia humic gas accumulation domain, but there is no significant discovery in the related basins in China. The geoscientists engaged in the key research projects have pointed out the significance of prospecting the eastern part of the Central Asia humic gas accumulation domain for several times during the 7th and 8th Five-Year Plans; such overstepped researches impelled the advent of the high tide or peak of Lower and Middle Jurassic humic gas (hydrocarbon) exploration and got large economic benefits. The research made on the forming conditions of large and medium gas fields in Xihu sag, East China Sea basin, promoted the discovery of Baoyunting medium gas field and Chunxiao gas-bearing structure. A perfect and systematic classification of gas accumulation zones has been accomplished, and gas accumulation zones, provinces and domains in China have been studied and classified; 13 petroliferous basins in China, including Sichuan, Ordos, Yinggehai, Songliao, Bohaiwan, have been divided into 2 gas accumulation domains, 9 gas accumulation provinces and 91 gas accumulation zones, and thus a batch of prospective areas and zones have been pointed out, and have made ready for gas exploration. Petroleum systems and plays in our major basins have first been studied, i. e. 12 major petroliferous basins, including Sichuan, Ordos, Yinggehai, have been divided into 18 petroleum systems and 36 plays. The natural gas genetic model of "multisource combination, multistage consistency, major source stereotype, and major stage denomination" enriches the natural gas genetic theory.

The major factors controlling the formation of large and medium gas fields have been summarized, and 35 favorable structural belts or prospects for discovering large and medium gas fields have been chosen out of the 9 basins, Sichuan, Ordos, Tarim, Qaidam, Junggar, Bohaiwan, Songliao, Ying-Qiong and East China Sea basins; these would provide the scientific basis for ensuring the substantial increase of gas reserves during the 9th Five-Year Plan. A large breakthrough has been made in geological evaluation and development technology of coal bed methane, i. e. a large progress has been made in the exploration and development of Permian-Carboniferous coal bed methane in Liulin pilot area, eastern edge of Ordos basin. A set of geophysical and geochemical methods for distinguishing natural gas have been established, which have improved the effectiveness of our gas exploration. This book is the summary and

distillation of the above-mentioned research achievements.

The achievements of the key research project during the 8th Five-Year Plan provide the scientific basis and favorable areas, so that our gas explorations enter the best and most promising period. The reserves of pure gas reservoirs proved during the 8th Five-Year Plan is equivalent to the total gas reserves in pure gas reservoirs proved in 42 years since 1949, i. e. the gas reserves yearly proved during the 8th Five-Year Plan is 8 times the average gas reserves yearly proved prior to 1991. 15 large and medium gas fields have been discovered during the 8th Five-Year Plan, including the largest gas field in China, Zhongbu gas field. The rate of discovering large and medium gas fields during the 8th Five-Year Plan is 7 times the average rate of discovering large and medium gas fields before 1991.

The major writers of this book are: Preface—Dai Jinxing; Chapter One—Wang Tingbin; Chapter Two—Xu Yongchang, Hao Shisheng, Liu Wenhui and Huang Zhilong; Chapter Three—Lu Zhongkan, An Fengshan, Pei Xigu, Zhang Fuli, Song Yan, Hong Feng, Zhang Qiming, Lu Xichu, Wang Tingbin, Wang Mingming and Chen Xiaodong; Chapter Four—Dai Jinxing, Zhang Hongnian, Zhou Jin and Bei Dong; Chapter Five—Ou Qingxian, Cao Jinsheng, Zhou Jikang, Liu Chongxi, Ge Fuxing, Li Yanjing, Lu Yayun, Li Junzhen, Han Wenggong and Yang Yunling. Lastly, the manuscript has been revised and finalized by Dai Jinxing, Wang Tingbin, Song Yan and Zhang Hongnian.

AUTHORS

August, 1997

目 录

序

前言(中、英文)

第一章 中国天然气的基本地质特征	(1)
第一节 中国天然气的分布特征	(1)
一、中国不仅有丰富的烃类气田(藏),还发现了一批非烃气田(藏)	(1)
二、全国划分为六个气(油)区及四大含气领域	(1)
三、天然气资源分布不均,已探明的储量集中在为数不多的大、中型气田	(4)
四、气藏类型复杂,多数气田由多个不同类型气藏组成	(4)
五、普遍具有混源及不同类型天然气共存的特点	(7)
六、存在常规和非常规两大气藏系列	(7)
第二节 中国含气(油)盆地的构造特征	(7)
一、中国大陆的构造格局	(7)
二、盆地类型的划分	(7)
三、盆地性质与油气关系	(9)
第三节 中国天然气的源岩和储盖条件	(10)
一、中国天然气的源岩	(10)
二、中国天然气的储集条件	(10)
三、中国天然气盖层特征及保存条件	(14)
第四节 中国主要盆地异常地层压力特征及对天然气评价的意义	(16)
一、中国含油气盆地普遍存在有异常地层压力	(16)
二、异常压力的形成是多种地质因素动态演变的结果	(17)
三、我国异常压力可归结为沉积型与构造型两类	(17)
四、异常压力与油气富集	(18)
第五节 中国主要盆地含气系统及成藏组合特征	(20)
一、沉积盆地、含油气系统、成藏组合与勘探目标	(20)
二、含油气系统和油气成藏组合的分类与命名	(21)
三、我国主要盆地含气系统和成藏组合划分的主要依据	(23)
四、浅、中、深层天然气成藏组合特征	(24)
第六节 中国天然气资源及各类盆地天然气成藏特征	(28)
一、中国天然气资源分布及潜力	(28)
二、各类盆地天然气成藏的主要地质特征	(29)
第二章 天然气基础理论研究的新进展	(32)
第一节 天然气的多种来源	(32)
一、天然气形成营力及成气机制	(32)
二、有机成因气源岩特征	(34)

三、不同类型天然气的形成及特征·····	(35)
第二节 天然气的成因分类·····	(39)
第三节 天然气的“多源复合、主源定型、多阶连续、主阶定名”·····	(41)
一、多源复合、主源定型·····	(41)
二、多阶连续、主阶定名·····	(44)
第四节 天然气的运移机理及成藏机制·····	(47)
一、天然气的运移机理·····	(47)
二、天然气的聚集及成藏机制·····	(51)
三、典型气田的成藏机制及运聚动态平衡·····	(55)
第三章 中国主要含气盆地天然气富集规律·····	(58)
第一节 四川盆地天然气富集规律·····	(58)
一、川东高陡背斜带天然气成藏特征·····	(58)
二、川西致密砂岩的勘探及天然气成藏特征·····	(73)
第二节 鄂尔多斯盆地天然气富集规律·····	(81)
一、中部大气田成藏特征·····	(82)
二、鄂尔多斯盆地上古生界天然气形成条件·····	(93)
第三节 西北侏罗系天然气富集规律·····	(100)
一、侏罗系气源岩特征·····	(102)
二、煤成气的地球化学特征·····	(103)
三、煤成气富集规律·····	(106)
第四节 莺-琼盆地天然气富集规律及其成藏模式·····	(118)
一、地质构造背景·····	(118)
二、温度场和地压场·····	(121)
三、天然气富集条件·····	(128)
四、天然气成藏模式·····	(131)
第五节 东海陆架盆地西湖凹陷天然气富集规律·····	(141)
一、西湖凹陷演化特征与油气关系·····	(142)
二、形成大、中型气田的地质条件·····	(145)
三、油气成藏组合特征·····	(147)
第六节 松辽-渤海湾地区天然气富集规律·····	(150)
一、松辽盆地天然气富集规律·····	(151)
二、渤海湾盆地天然气富集规律·····	(157)
第七节 中国煤层气的勘探与评价·····	(165)
一、开发煤层气的有利地质条件和技术基础·····	(165)
二、柳林煤层气勘探开发试验区勘探成果·····	(169)
三、大城地区煤层气勘探成果·····	(178)
四、开拓我国煤层气新领域、建立煤层气工业·····	(182)
第四章 中国大、中型气田形成的主要控制因素与勘探方向·····	(184)
第一节 大、中型气田形成的主要控制因素·····	(184)
一、生气中心及其周缘·····	(184)
二、成气区内与大型古隆起有关的圈闭·····	(189)

三、潜伏的低、中阶煤系及其上、下层位中的大、中型圈闭	(191)
四、成藏期晚的大、中型圈闭	(194)
五、生气区内大面积孔隙型储集层	(194)
六、异常压力封存箱上及箱间有利于形成大、中型气田	(196)
第二节 气聚集带、气聚集区和气聚集域	(198)
一、气聚集带的分类	(199)
二、中国的气聚集带、气聚集区和气聚集域	(203)
三、中亚煤成气聚集域(东部)	(212)
四、亚洲东缘煤成气聚集域	(214)
第三节 大、中型气田勘探方向(目标)	(223)
一、四川盆地	(224)
二、鄂尔多斯盆地	(227)
三、东海陆架盆地西湖凹陷	(228)
四、莺歌海-琼东南盆地	(230)
五、塔里木盆地	(234)
六、柴达木盆地	(234)
七、准噶尔盆地	(235)
八、松辽盆地昌德东部地层超覆带	(235)
九、渤海湾盆地	(236)
第五章 应用物化探(测井)识别天然气的方法技术	(238)
第一节 识别天然气的地面物探方法技术	(238)
一、地震勘探技术	(238)
二、非地震方法技术	(246)
第二节 识别天然气的测井方法技术	(252)
一、识别天然气的测井基本参数(特征)	(252)
二、某些参数(特征)的综合应用方法技术	(253)
第三节 识别天然气的化探方法技术	(260)
一、应用化探指标寻找天然气的有效方法	(260)
二、识别天然气的化探指标特性	(261)
第四节 立体地震法和多波多分量地震法	(263)
一、立体地震方法技术	(263)
二、多波多分量地震方法技术	(268)
第五节 黄土沙漠复杂区物探方法技术	(274)
一、黄土沙漠区地震勘探技术	(274)
二、黄土塬区综合物探技术	(280)
第六节 天然气地质科学工作站	(284)
一、系统功能	(285)
二、在气藏识别、评价方面的应用	(285)
第七节 天然气物化探(测井)技术的综合应用	(287)
一、四川盆地	(287)
二、鄂尔多斯盆地	(287)
三、东海陆架盆地西湖凹陷	(290)

四、渤海湾盆地济阳坳陷 (291)

五、松辽盆地南部地区 (294)

参考文献..... (298)

第一章 中国天然气的基本地质特征

第一节 中国天然气的分布特征

一、中国不仅有丰富的烃类气田(藏),还发现了一批非烃气田(藏)

广义天然气是自然形成的、在标准状态下呈气态的单质和化合物,大多数赋存在岩石圈中。由于地质条件不同,有时在水圈呈水溶气和水合物状态存在。天然气按成分可分为烃类气和非烃类气两大类。非烃类气多属无机成因,亦可称为非可燃气体;烃类气以甲烷为主,主要属有机成因,亦可称为可燃气体。随着天然气勘探工作的发展,证实了中国不仅有众多的烃类气田(藏),在东部及海域还发现了一批以 CO_2 为主的非烃气田(藏)。

由于非烃类气的研究工作刚刚开始,因此,我们论述中国天然气的基本地质特征时以烃类气为主。

二、全国划分为六个气(油)区及四大含气领域

众所周知,天然气的生成途径比石油广泛,具有多源、多阶段生成,多相态运移成藏的特点。因此,天然气的分布范围比石油广泛,在较大的沉积盆地内都发现了气田(藏)。根据气田(藏)的地质特征及天然气资源的分布状况,全国可划分为六个气(油)区和四大含气领域(王庭斌,1996)。

六个气(油)区为:中部气区、东部油气区、西部气油区、海域气油区、南方天然气远景区和青藏油气预测区(图1-1)。

四大含气领域为:以碳酸盐岩为主的下古生界—前寒武系含气领域、以碳酸盐岩和煤系为主的上古生界—三叠系含气领域、以陆相碎屑岩为主的中生界—下第三系含气领域、以生物气和生物-热催化过渡带气及次生气藏为主的上第三系—第四系含气领域(图1-2)。

由于地质条件的差异,天然气在六个气(油)区和四大含气领域的分布各具特色。

中部气区以四川盆地及鄂尔多斯盆地为主,是中国气层气的主要分布地区,以碳酸盐岩气和煤成气为主,主要赋存在下古生界—前寒武系含气领域及上古生界—三叠系含气领域,其中65%的天然气资源赋存在三叠系—石炭系,34%赋存于奥陶系—震旦系,只有1%赋存在侏罗系中。四川盆地是目前中国气田最多的盆地,探明储量占全国天然气总储量的36.46%,产量占全国总产量的45%;鄂尔多斯盆地中部气田是“八五”期间探明的世界级大气田,表明了中部气区是我国最有前景的天然气勘探区。

东部油气区是中国的主要油区,全国85%的石油探明储量和近90%的石油产量来自该区,也是中国油田伴生气的主要分布区。油田伴生气近90%的探明储量来自该区。区内的天然气资源有80%以上赋存在中、新生界,只有17%赋存在古生界以及老地层中。因此区内以中生界—下第三系含气领域为主,并以湖相泥岩气和煤成气为主,在一些盆地(坳陷)中还分布有生物-热催化过渡带气。

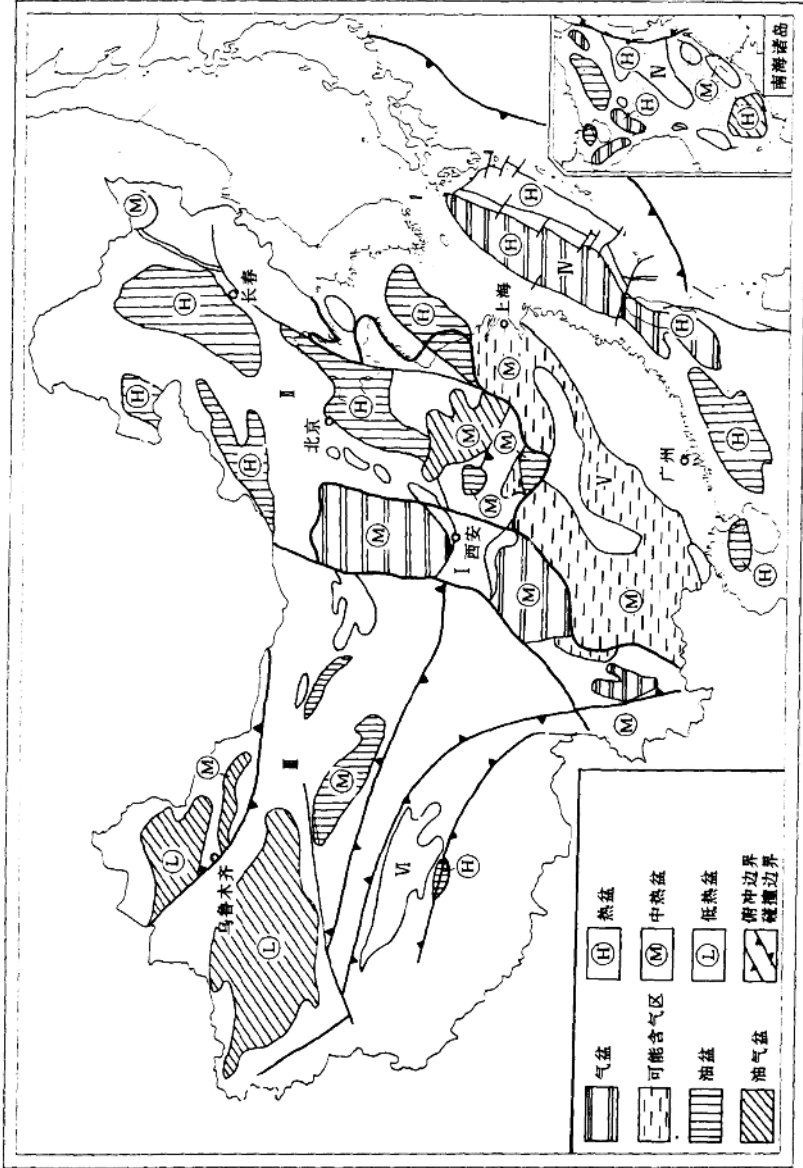


图 1—1 中国油气分区及盆地分布图
 I—中部气区; II—东部油区; III—西部气油区; N—海域气油区; V—南方天然气远景区; M—青藏高原能源区

地层系统			气藏气的成因						储集层岩性			
界	系	统	含气领域	油型气 ^①	煤成气	混合气 ^②	生物气	无机气	碎屑岩	碳酸盐岩	火成岩和变质岩	
新生界	第四系	全新统	上第三系—第四系含气领域				○		○	○		
		更新统					○		○			
	第三系	上新统			○					○		
		中新统		△	○				○	○		
		渐新统		△	○	○	○	○	○	○	○	
		始新统		△	○	○	○	○	○	○	○	
		古新统							○	○	○	○
中生界	白垩系	上统	中生界—下第三系含气领域				○	○	○			
		下统		△	○	○	○	○	○	○		
	侏罗系	上统			○	○				○		
		中统		△	○	○				○		
		下统		△	○	○				○		
	三叠系	上统		△	○	○					○	
		中统		□							○	
		下统		□					○	○	○	
	古生界	二叠系		上统	上古生界—三叠系含气领域	□	○				○	○
下统			□	○					○	○	○	
石炭系		上统	□							○	○	
		下统							○			
泥盆系								○	○			
志留系			□						○			
奥陶系		上统	下古生界—前寒武系含气领域									
		中统										
		下统		□		○	○			○		○
寒武系				□							○	
震旦系				□						○		
前震旦系				□							○	

图 1-2 中国含气领域划分及成因类型、储集岩性概略图

①油型气以源岩类型可进一步分为碳酸盐岩气(符号□)及湖相泥岩气(符号△)两种;②混合气主要指油型气与煤成气的混合,并有各类有机成因气与无机成因气的混合;符号○代表各种成因气(不分)

西部气油区是中国又一个天然气资源的富集区,各类天然气资源都比较丰富,有丰富的碳酸盐岩气,煤成气和湖相泥岩气所占的比例也不少。柴达木盆地三湖区还有较丰富的生物气。含气层系从下古生界至第四系均有,因盆地地质条件的不同主要含气层变化较大。

海域气油区主要含气层系几乎全部为新生界。据天然气资源预测,第四系—上第三系含气岩层约占 25%,中生界—下第三系占 75%。在近海的一些盆地(凹陷),天然气的成因类型以煤成气为主,还有一定比例的湖相泥岩气。在南海南部还发育有生物气和生物-热催化过

渡带气。

南方天然气远景区包括除四川盆地以外的扬子区以及华南的广大地区,区内广布有古生界、中生界碳酸盐岩。由于有机质丰度较高,并已进入高一过熟演化阶段,据资源预测,有8.6%的天然气资源赋存于该区,可能成为中国的天然气区之一。

青藏油气预测区包括了喀拉昆仑山以南青藏高原近 $200 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的地区,区内伦坡拉盆地已在60年代后期钻获低产工业油流,但由于自然条件太差,油气勘探进展困难。而近期的工作表明,在青藏高原的羌塘地区分布有巨厚的侏罗纪海相地层,在藏北、藏南沿主要断裂带分布有不少类似伦坡拉盆地的断陷盆地,它们都具有一定的油气前景。

三、天然气资源分布不均,已探明的储量集中在为数不多的大、中型气田

据1994年底统计的已探明储量,其时代分布很广(表1-1),除了寒武系、志留系及泥盆系外,其余各时代均有一定比例的已探明储量。但主要集中在下第三系、奥陶系、三叠系、石炭系及二叠系。以四大含气领域统计,除上第三系—第四系含气领域偏低外,其它三大含气领域探明储量的比例相近。

表1-1 我国气层气已探明储量与地层时代关系

含气领域	层位	占全国总储量的百分数	
上第三系—第四系含气领域	Q	4.08%	9.68%
	N	5.60%	
中生界—下第三系含气领域	E	25.05%	32.26%
	K	3.98%	
	J	3.23%	
上古生界—三叠系含气领域	T	13.21%	34.61%
	P	8.82%	
	C	12.58%	
下古生界—前寒武系含气领域	O	19.57%	23.45%
	Z	3.37%	
	AR	0.51%	
总计		100%	

(据1994年统计)

据盆地的详细统计,储量分布不均的特点更为明显(表1-2),天然气已探明储量都集中在储量大于 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的30个气田中(表1-3)。至1994年底全国共有240个气田和油气田(有探明储量的),其中大型气田仅有7个,为气田总数的3%,却占全国天然气总储量的40.95%;中型气田有42个,为气田总数的17%,占总储量的40.59%;小型气田有191个,为气田总数的80%,盆地储量却只占总储量的18.46%。

四、气藏类型复杂,多数气田由多个不同类型气藏组成

由于中国盆地的地质结构比较复杂,一些学者对中国气藏类型复杂性作过一些论述,(王庭斌,1994;戴金星,1972),并进行了分类,“复式气藏是中国天然气聚集的一个重要特征”的论点概括了中国气藏类型的复杂性。这是因为中国的含气(油)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。四川盆地多数气田由3个以上的气藏组成,三叠