

石油与天然气 地质文集

第 4 集

中国天然气地质研究

地质矿产部石油地质研究所 编

地质出版社

地质出版社
PDG

080788



00727839

石油与天然气地质文集

第 4 集

中国天然气地质研究

地质矿产部石油地质研究所 编

SJ65 / 01



200365327



地质出版社
· 北 京 ·

(京)新登字 085 号

ISBN 7-116-01633-3



9 787116 016330 >

内 容 提 要

本文集——中国天然气地质研究,是根据“七五”国家重点科技攻关项目,“天然气(含煤成气)资源评价与勘探测试技术研究”各专题成果撰写而成。以“盆、热、烃”及“天然气动态成藏”理论为基础,论述了中国含气盆地的热场特征、天然气田成藏条件;探讨了各类源岩生气条件、储集岩的孔隙演化、地下水运动模式与油气运移聚集,以及部分地区天然气远景评价与勘探方向等。内容较为丰富,涉及面广,可供石油、天然气地质科研人员、生产部门及地质院校师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

石油与天然气地质文集:中国天然气地质研究/地质矿产部石油地质研究所编。—北京:地质出版社,1994.5
ISBN 7-116-01633-3

I. 石… II. 地… III. 石油天然气地质-中国-文集
IV. P618.13-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 01955 号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑:张书麟 李兴第 钱少华
康利胶印厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/16 印张:22.5 字数:548千字
1994年5月北京第一版·1994年5月北京第一次印刷

印数:1—1000册 定价:21.00元

ISBN 7-116-01633-3
P·1322

目 录

1. 中国含气盆地研究.....	冯福闯(1)
2. 中国天然气田(藏)特征及成藏条件	王庭斌(11)
3. 我国天然气的成因分类	张士亚 周 瑾(27)
4. 中国天然气地质攻关研究十年	冯福闯(43)
5. 天然气的生成和气源岩评价方法	张义纲 胡惕麟 曹慧缙 王鸿志 关 平(51)
6. 我国海相碳酸盐岩的有机相及其生油气潜力	郭建军 李明宅(65)
7. 我国湖相碎屑岩系源岩生气条件及评价	蒋泰然(78)
8. 我国煤系气源岩的生气条件研究	严 忠 王 励(87)
9. 中国主要含气(油)盆地地热场特征与天然气分布.....	陈雪影(100)
10. 压性盆地地热场特征与油气——以塔里木、准噶尔盆地为例.....	张惠蓉 刘国壁(116)
· 生物气模拟实验及地质应用	张洪年 连莉文 顾蕴璇 张 辉 罗 蓉(130)
2. 生物气运移特征的初步探讨	李明宅 张洪年 郭建军(151)
11. 我国主要含油气盆地的气、油资源比例关系及含气性分析.....	雷 鸣 张洪年(160)
· 碎屑岩的孔隙演变特征及成因分析	游秀玲 张达景 刘应歧(170)
15. 碳酸盐岩天然气储层的孔隙演化模式	吴仁龙(183)
16. 致密碎屑岩储集体与致密气层判别方法研究.....	
.....	尹凤岭 刘纪常 李贵学 郭东晓(193)
17. 四川盆地西部沙溪庙组泥质岩结构分类与储集特征	董贞环(210)
18. 四川盆地西部的超压天然气地质	冯增谟(218)
19. 四川龙门山中北段地壳上地幔结构与推覆构造的基本模式	宋鸿彪 林茂炳(226)
2. 地震剖面正演拟合在研究川西地下构造中的应用.....	
.....	胡德昭 卢华夏 邓锡秧 夏田放 杭文艳 杨 光(240)
21. 鄂尔多斯盆地的天然气远景	杨昌贵 惠宽洋(247)
22. 松辽盆地天然气成藏地质条件及找气前景	程日恒 肖海燕(260)
23. 松辽盆地北部深层烃源岩评价及成烃史恢复	贝 丰 焦守谔
吴 征 秦天我 谢觉新 孙淑霞 高瑞祺 李永康 郭庆福 文亨范(272)	
24. 试论松辽盆地北部地下水运动模型与油气的运移聚集	王建荣(289)
25. 江苏地区天然气地质特征与勘探方向	葛永学 郑绍贵(305)
26. 华北地区二叠系砂岩沉积体系、成岩特点及储层特征和预测	
.....	于兴河 郑浚茂 王德发 王国鹏(317)
27. 南海主要新生代盆地地质特征及生气条件	吴进民(331)
28. 南海(招标区外)主要盆地天然气资源预测	李振韶 姜玉坤(345)

Contents

Preface

- Study on Gas-bearing Basins in China *Feng Fukai*(1)
- Characteristics of Gas Fields(Pools) and Their Forming Conditions in China
..... *Wang Tingbin*(11)
- Genetic Classification of Natural Gas in China *Zhang Shiya Zhou Jin*(27)
- Ten-year tackling Key Problems of Natural Gas in China *Feng Fukai*(43)
- Generation of Natural Gas and the Evaluation Methods of Gas Source Rocks
..... *Zhang Yigang Hu Tilin Cao Huiti Wang Hongzhi Guan Ping*(51)
- Organic Facies and Hydrocarbon-generating Potential of Marine Carbonate
Rocks in China *Gao Jianjun Li Mingzhai*(65)
- Gas Generating Conditions and Evaluation of Source Rocks in Lacustrine Clastic
Rock Series in China *Jiang Tairan*(78)
- Gas Generating Condition of Source Rocks in Coal-bearing Formations in
China *Yan Zhong Wang Li*(87)
- Geothermal Characteristics and Natural Gas in China's Major Gas (Oil)-bearing
Basins *Chen Xueying*(100)
- Geothermal Characteristics and Hydrocarbon in Compressional Basins: a case
Study of Tarim and Junggar Basins *Zhang Huirong Liu Guobi*(116)
- Biogas Simulation and Its Geological Application
..... *Zhang Hongnian Lian Liwen Gu Yunxuan Zhang Hui Luo Rong*(130)
- Preliminary Study on Characteristics of Biogas Migration
..... *Li Mingzhai Zhang Hongnian Gao Jianjun*(151)
- Analysis of Proportional Relationship Between Gas and Oil Resources and Gas
Bearing Conditions of Major Petroliferous Basins in China
..... *Lei Ming Zhang Hongnian*(160)
- Evolutional Characteristics of Pores in Clastic Rocks and Their Genetic Ana-
lysis *You Xiuling Zhang Dajing Liu Yingqi*(170)
- Porosity Evolution Model of Gas-bearing Carbonate Reservoir *Wu Renlong*(183)
- Research on Reservoir Bodies of Tight Clastic Rocks and Methods of Discri-
minating Tight Gas Formation
..... *Yin Fengling Liu Jichang Li Guixue Guo Dongxiao*(193)
- Textural Classification and Reservoir Characteristics of Argillaceous Rocks
in Shaximiao Formation, Western Sichuan Basin *Dong Zhenhuan*(210)

Overpressured Gas Geology in western Sichuan Basin	<i>Feng Zengmo</i> (218)
The Crust-Upper Mantle Structure and the Basic Model of Nappe Structures in Central-Northern Segment of Longmen Mountains,Sichuan	<i>Song Hongbiao Lin Maobing</i> (226)
Forward Fitting of Seismic Section Applied to Study of Subsurface Structure in Western Sichuan	<i>Hu Dezhao</i>
.....	<i>Lu Huafu Deng Xiyang Xia Tianfang Heng Wenyan Yang Guang</i> (240)
Prospects of Natural Gas in Ordos Basin	<i>Yang Changgui Hui Kuanyang</i> (247)
Geological Conditions of Gas Pool Formation and Prospects for Gas Explora- tion in Songliao Basin	<i>Cheng Riheng Xiao Haiyan</i> (260)
Evaluation of Deep Buried Source Rock and Reconstruction of Hydrocarbon— generating History in Northern Songliao Basin	<i>Bei Feng Jiao Shouquan Wu Zheng Qin Tianwo</i>
.....	<i>Xie Juexin Sun Shuxia Gao Ruiqi Li Yongkang Guo Qingfu Wen Hengfan</i> (272)
Groundwater Flow Model and Hydrocarbon Migration and Accumulation in Northern Songliao Basin	<i>Wang Jianrong</i> (289)
Geological Features and Exploratory Direction of Natural Gas in Jiangsu Area	<i>Ge Yongxue Zheng Shaogui</i> (305)
Depositional Systems,Diageneses and Reservoir Characteristics of Permian Sandstones in North China	<i>Yu Xinghe Zheng Junmao Wang Defa Wang Guopeng</i> (317)
Geological Characteristics of Major Cenozoic Basins and Gas Generation in South China Sea	<i>Wu Jinmin</i> (331)
Gas Resource Prediction in Major Basins,South China Sea (Excluding Bidd- ing Blocks)	<i>Li Zhenshao Jiang Yukun</i> (345)

中国含气盆地研究

冯 福 阁

(地质矿产部石油地质研究所)

石油和天然气既可共生于一盆地之内,也可以分别富集于不同盆地之中。换言之,有的盆地以含气为主,有的盆地以含油为主。通常在谈论“含油气盆地”的地质特征时,主要依据石油而忽略了天然气的一些基本特征。这显然不利于深入认识石油和天然气地质究竟有哪些差别?阻碍了对天然气资源赋存规律的认识。本文将天然气作为一种独立矿种,尽量从油气资源中分离出来,以便于认识天然气的基本特征。

一、气与油的成因差别

在分析天然气地质特征时,首先要搞清天然气的成因究竟和石油(指狭意的油)有什么不同?气与油既有一定程度的成因联系——具有某些共性,又有相当明显的差别,概括起来主要有三个方面:

1. 天然气气源广阔,是多源的,相对而言,油源范围较窄,往往受到有机物源的限制,是少源的。沉积层系中烃源岩类型在很大程度上决定气和油的生成比重,几乎所有有机质岩类(腐殖型、腐泥型、混合型有机质),不同沉积环境(海相、湖相、沼泽相的)有机岩类均有成气条件。

2. 生气是多阶段的,而油则是在有机质达到中演化阶段生成的。含有机质岩类的成熟程度是油气分离的主要因素之一。腐泥型和部分过渡型有机质在成熟阶段主要是生油或油气兼生。含有机质岩类在整个演变历史中只有一个生油窗口,即一个生油高峰期,而生气窗口最少有二个高峰期,甚至在有机质各个发展时期均能生气。

以上二点突出地表现出各类有机质岩类的多源多阶段成气特点,对于生油源岩而言,则不具有这种性质。

3. 油、气都属于流体矿产,但其流动、扩散性质以及成藏、保存条件都有很大差别。气分子很小远比油的活动能力大,常以分子扩散形式不间断地散失,而液态烃则不具有这种特点;相对而言,气生成较为容易,但保存条件要求较高,尤其是长期保存更为困难,因而生气时间、成藏时间、聚集与散失之间平衡关系气比油有更严格的要求,某些地质环境可以满足油藏成藏条件,但未必能满足天然气成藏的要求。

二、油气盆地的分解——气盆、油盆、油-气盆

为了将天然气作为一种独立矿产,并且从石油(包含油与气)中分离出来,必须区别油、

气成因差异,方能从地质环境区分出油、气的分布趋势。

综观世界范围内油气资源分布趋势,有的盆地以含气为主,有的盆地以成油为主,有的盆地油气兼而有之。本文在分析了我国油、气地质环境的基础上,侧重考虑了油气资源分布状况,据此对我国油气盆地进行了分解,其目的在于探索气盆与油盆的分布规律,这样做对于天然气的勘探、研究无疑是有其现实意义的。

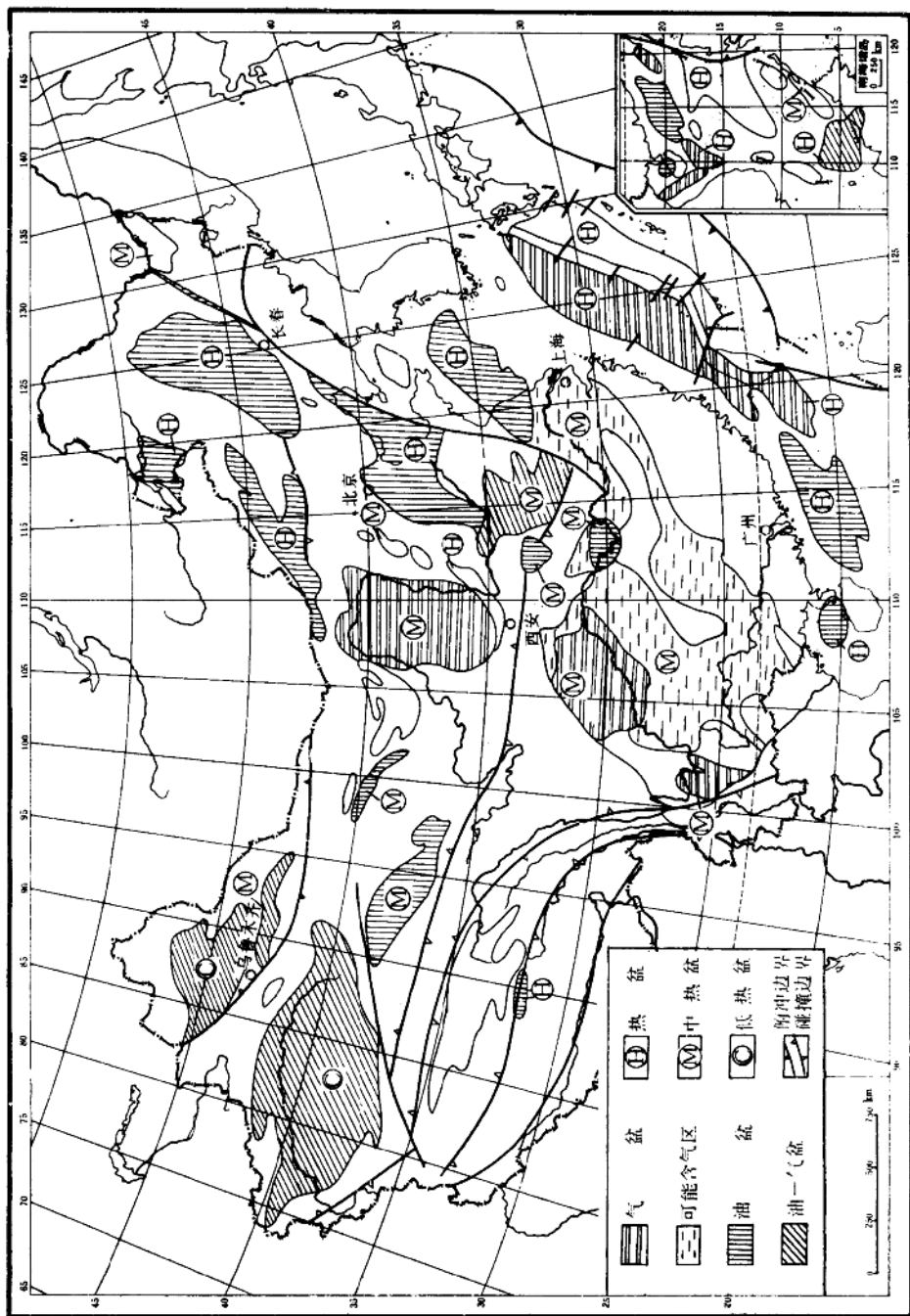
我国气资源分布状况:就已探明的天然气地质储量(以1990年为准),四川盆地约占46%,渤海湾、松辽盆地占28%,西北诸盆占10%,海域占16%。考虑到探明储量只占总资源量的很少部分,因此,储量的分布不能反映实际状况,不能作为分类的依据。

未发现的气、油资源量在一定程度上可以反映气、油资源状况以及二者的比例关系。因此,本文以近年来估算的我国天然气和石油资源量为基础,结合勘探成果和其它地质因素进行综合分析,对各类盆地进行预测性分类:气盆类,油盆类和油-气盆地类(图1、表1)

表1 中国含气(油)盆地分类

Table 1 Classification of the gas-bearing basins in China

序号	盆地	天然气资源量(亿 m ³)	天然气所占比例(%)	油所占比例(%)	综合预测类型	说明
1	四川	57713.6	85.65	14.35	气盆	
2	鄂尔多斯	35361.7	81.9	18.1	气盆	
3	东海	51067.96	67.88	37.12	气盆	油主要为凝析油
4	台西南	11391.88			气盆	
5	琼东南	39700	90±		气盆	油中包括凝析油
6	莺歌海	25420	81.3	18.7	气盆	
7	南方碳酸盐岩区	29883.59			气盆	
8	楚雄	2986.62	43.4	56.6	气盆	
	气盆总计	253525.35				58.54%
9	松江	18726.56	14.68	85.32	油盆	
10	渤海湾	24961.86	11.39	88.61	油盆	
11	柴达木	3461.48	23.96	76.64	油盆	
12	珠江口	10150	19.52	80.48	油盆	
13	北部湾	3040	4.7	95.53	油盆	
14	江汉	476	12.52	87.48	油盆	
15	二连	510.56	4.5	95.5	油盆	
16	海拉尔	1597.41	7.3	92.7	油盆	
17	苏北-南黄海	616.01	14.4	85.6	油盆	
18	南襄	169.18			油盆	
19	伊兰-依通				油盆	
20	酒西	95.6			油盆	
21	百色				油盆	
22	伦坡拉				油盆	
	油盆总计	63804.66				14.73%
23	塔里木	81282.80	59.07	40.93	油-气盆	石油中包含凝析油
24	准噶尔	27500.27	38.29	61.71	油-气盆	
25	吐鲁番哈密	380.88	20.19	79.81	油-气盆	
26	河淮	4771.2	50.47	49.53	油-气盆	
	油气盆类总计	113935.15				26.31%
	全国总资源量	433100				100%



来源：中国地质局地质研究所中国地质研究所编，1982年
 比例尺：1:60万（中华人民共和国地质部）

图1 中国油气盆地分解
 Fig. Classification of oil and gas basins in China

(一)气盆类

气资源量远远大于油资源量,以气为主,油所占比重很低或较低,气资源量约占该类盆地油气总资源量的70%以上。按资源比例符合标准的只有四川、鄂尔多斯盆地和扬子区的湘鄂赣区,其中已证实的只有四川盆地为典型气盆,其它都是预测性的。这些盆地,按油气资源比例均属于油-气盆类,但考虑到油气资源预测尚不完善,预测的层系不很齐全,有些盆地在勘探中将凝析油、轻质油混合计量,而且凝析油比重又往往高于轻质油,如果将凝析油计入天然气资源量内,天然气比重就将大幅度增加,符合分类标准,应该划入气盆类,如东海盆地。另外也考虑主力源岩的类型如属于腐殖型、混合偏腐殖型以及成熟度高或未熟的一些盆地,尽管气、油资源比例相近,但从有机质类型性质推导仍将其归入气盆类。如楚雄、台西南、扬子区(南方碳酸盐岩区)、琼东南、莺歌海等盆地。八个气盆拥有总资源量的58.54%。

我国含气盆地具有以下几个特征:

1. 古生代海相碳酸盐岩层系发育,且成熟度较高的盆地天然气资源占有优势。如四川盆地的震旦系、古生界和三叠系,鄂尔多斯盆地的下古生界,南方碳酸盐岩区的中、古生界。
2. 含煤盆地、含煤层系发育或占优势的盆地,如东海陆架盆地、台西盆地的第三系、楚雄盆地的上三叠统、阜新盆地的下白垩统。
3. 主力源岩演化程度较高,或未成熟层系发育的盆地适于生气。
4. 时代较老、受热时间长的低热—中热盆地天然气资源往往超过油资源。

(二)油盆

以油为主,气是次要的,油资源量占该盆地总资源量的70%以上。已证实的有渤海湾、松辽、苏北、南襄、江汉、柴达木、珠江口、酒西、百色、北部湾、二连;预测的有海拉尔、伊兰-依通、伦坡拉等盆地。已计算资源量的11个油盆的天然气资源量占全国总资源量的14.73%。这类盆地虽然气资源所占比重较低,但有少数盆地,如渤海湾,松辽二个盆地所拥有的绝对资源量高达4.37万亿 m^3 ,占全国总量的10%,气资源甚至超过一部分气盆,因而可以将松辽、渤海湾二盆地称为“低含气的油盆”。

油盆类的共同特点:

1. 热的张性盆地占绝对优势;冷盆、中热盆地所占比重较低;
2. 含油层系以第三系为主,其次是白垩系、二叠系、三叠系—侏罗系。

(三)油-气盆

油、气资源比例介于气盆与油盆之间,资源潜力大致相似。盆内深凹陷或深部层系演化程度高,基本上为含气层系,深凹陷以外地区或中、上部层系演化程度较浅,处于油窗范围之内,往往构成该盆地的主力油层,如塔里木、准噶尔盆地。

三、盆地内部烃类相态分布趋势和预测

盆地的冷热对有机质的演化速度、油气的空间分布、油气相态无疑起着关键性的作用。本文从天然气形成环境出发,强调各类盆地的两个门限的对应温度和对应深度,将 R_0 0.5%称为上门限,代表未熟层次—成熟层次,生化作用—热解作用,生物气—液态烃的界线;下门限 R_0 1.3%代表:成熟层次—高过成熟层次,热解—热裂解,液态烃—气态烃的界线。这二个界限在盆地中的实际含义,相当于宏观上把盆地纵向上切了两刀(是两个曲面而不是平面)。

把盆地内不同时代沉积层次切成三个部分,上部称为未熟层次,理论上具有生物气的生成环境;中部成熟层次——具有液态烃生成的热条件;下部高成熟层次——气态烃类。当然,自然界中并非如此截然,存在着不同层次间的过渡,而且油气并非原地不动,而是具有流动性的流体。从盆地内油气宏观分布结构出发作上述简化处理,可以大致反映油气在盆地中分布的宏观趋势,将复杂现象加以简化以便于分析问题、预测油气的分布趋势,因而可以把三层结构称做“油气趋势结构”,即未熟层次—成熟层次—高过熟层次,对应的油气相态结构是气—油—气。前者是环境和条件,后者是结果,二者能否匹配,还需有其它条件的配置。如未成熟层次生成生物气的前提是未熟层次中含有有机质的沉积,成熟层次亦同样如此,只有环境和物质的统一才能产生有效的结果。

和二一个门限 R_0 0.5%, R_0 1.3% 相对应的地温、埋藏深度在各类盆地中是有很大差异的。造成差异的二个主要因素:1. 盆地的冷热程度;2. 含有机质的岩层受热时间长短。

在较低地温冷盆地的条件下,有机质演化速度相对较慢,受热时间须拖长一些;在相对地温较高的热盆条件下,有机质演化速度要快一些,受热时间稍短一些即可达到同一成熟程度。成熟快慢的另一因素是盆地沉降速度和主要沉降时代(表 2、图 2)

表 2 中国主要盆地两个门限温度、深度

Table 2 A list of temperatures and depths corresponding to the two thresholds in China's major basins

盆地	松辽	渤海湾 (济阳)	苏北— 南黄海	东海	珠江口	琼东南— 莺歌海	柴达木	鄂尔 多斯*	四川*	准噶尔	塔里木	
未熟层次 R_0 0.5%	1200—1400							1400	1000 (40°C) (Mz)			
成熟层次 R_0 1.3%	2400—2800	2500	2400—2700	2000—2500	2500—2600			(50°C) (Mz)		2400	2500	R_0 0.5%
高熟— 过熟层次	100—115°C	95—100°C (Kz)	87—95°C (Kz)	97—104°C (Kz)	(Kz)	3200	3300	3800	3100	(Mz)	(Mz)	R_0 0.5%
		4000	3800—4000	4120	3800	150°C (Kz) 3800	126°C (Kz)	3800	(90°C)		4000	R_0 0.5%
4		150°C		160°C	130—150°C	170—180°C	4500	(122°C)		4400	4000	R_0 0.5%
5							150°C			95°C (Mz)	100°C (Kz)	R_0 0.5%
6										5000—6200	5440—6200	R_0 1.3%
7										140°C	140°C	R_0 1.3%
深度 (km)	热 盆 类				中 热 盆 类				冷 盆 类			

* 四川、鄂尔多斯盆地均为上升剥蚀盆地,门限深度系现在埋藏深度

注:虚线是恢复后的原来埋藏深度

以中生界为主的热盆地,如松辽、二连、海拉尔盆地。

上门限 R_0 0.5% 的对应温度 60—65°C, 对应深度 1200—1600m, 在所有盆地中它们的门限温度和深度最小;以第三系为主体的热盆,如渤海湾、东海、南海诸盆,地温梯度 30—50°C/km, 热流值 62—80mw/m², R_0 0.5% 的对应深度 2500—3200m, 对应温度 95—106°C, 个别高达 150°C(琼东南)。

西部冷盆地如塔里木、准噶尔、地温梯度为 15—25°C/km, 热流值在 41.8mw/m² 左右, 比前述热盆偏低 1/3—1/2。 R_0 0.5% 的对应深度 2500(Mz)—4000m(Kz), 比热盆偏深 1 倍

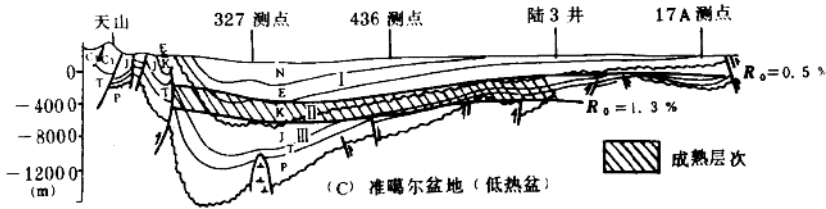
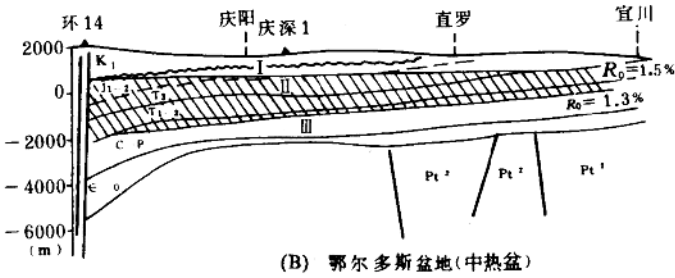
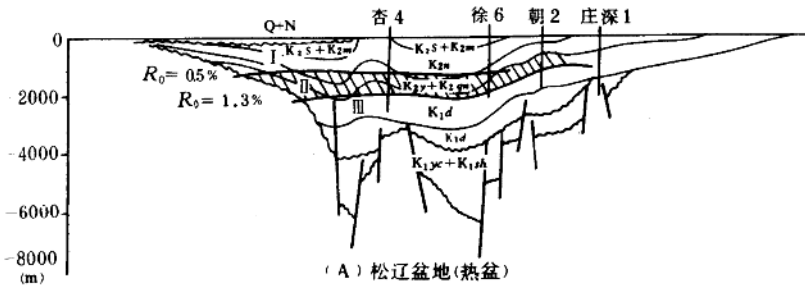


图2 不同盆地的三层结构深度趋势

Fig. 2 Schematic maps showing the depths of the three-layer structure with different maturities in various basins

I 未熟层次(生气环境); II 成熟层次(生油环境); III 高-过熟层次(成气环境)

以上(表2、图2、图3)

下门限 R_0 1.3% 的对应温度各类盆地均在 140—160°C 之间, 热盆的地温梯度大于 30°C/km, R_0 1.3% 对应深度 3800—4100m; 冷盆地温梯度小于 22°C/km, R_0 1.3% 对应深度 5000—6200m(表2、图2、图3)

东部热盆与西部冷盆的二个门限的对应深度差异很大, 冷盆深度远大于热盆深度, 各盆地的对应温度波动也较大, 与 Pusey(1973)所提出门限值比较, 我国盆地二个门限对应深度和温度均偏大, 新生界与中生界 R_0 0.5% 似乎应为两种界线。

据 Pusey 统计: 从世界油气盆地统计资料中所得到的油层温度纪录, 绝大多数在 65—150°C 范围之内, 而且频率最高的区间是 80—110°C。

四、盆地的性质与油气关系

东部热裂谷盆地主要源岩时代偏新,以下第三系为主,部分为白垩系,地热场较高,门限深度较浅,有机质从沉积到成熟时间间隔相对较短,有机质热解速度快,主力源岩的一部分或大部分所处深度正好在成熟范围之内,因而热盆多与油盆相对应,这种对应关系不一定是必然的,而是由于各种条件的配置关系合适造成的。属于这类盆地有松辽、渤海湾、苏北和珠江口等盆地。另一类热盆则属于气盆,如东海、台西南、琼东南、莺歌海等。为什么会出现这种差异呢?当腐殖型源岩沉积占优势或其它类型源岩在油窗比较狭窄时,虽然亦有石油生成,但往往以气和凝析油为主,而油占的比重较小。

中—西部大部分为冷的、较冷的前陆盆地,少部分克拉通盆地,与东部相比,主力油气层系时代偏老,以中生界、古生界为主,由于地温梯度低,埋深很深,有机岩类受热时间长,热演化非常缓慢,生油时间可能很早,有利于油的“长期”保存。如塔里木盆地、准噶尔盆地,虽然大部分时期内(古生代、中生代)有机质处于缓慢演化状态,但是由于盆地晚期的剧烈沉降,使演化节奏发生剧变。以塔盆为例,在古生代—中生代长达数亿年的期间里沉降速度很慢(几米—20米/百万年),在冷盆条件下,主力生油、气层系(O,C,T,J)的温度增加缓慢,到中新世—上新世沉积之前或不熟或处于成熟阶段;中新世以后,特别是上新世—第四纪,沉降幅度达3000—5000m左右,沉降速率由原来的几十米/百万年,急增到数百米—上千米/百万年,西南坳陷仅在10Ma期间沉降幅度7000—8000m,地温提高110℃—120℃;满加尔坳陷中新世—第四纪沉降幅度在3000m左右,以同一地层计算,提高温度50℃,而现在主力气源层奥陶系(在邻近满加尔坳陷边缘)地温在120℃左右^①(从魏大卫所提供的柯坪地区寒武—奥陶纪古热流、古地温梯度值与现代该区地热参数基本近似,可作为塔盆的参考),也就是中新世之前温度只达到70℃左右,处于成熟阶段早期。因而可以认为塔里木盆地是一个发展时期很长、源岩时代较老的冷盆地,大部分时期内沉降慢,热增长缓慢,油生成时间较早,成油时期延续达几亿年之久,但是到晚近时期由于发生快速沉降,快速增温,从而加速烃类的演化速度,才进入生气高峰期的(图3)。

再以南海琼东南、莺歌海盆地为例,与前述塔里木盆地相比,热构造背景相差很大。它们处在大陆边缘,新生代以来热构造作用非常活跃,有较高的热流值(大于80mw/m²),较高的地温梯度(平均46℃/km),但沉积层系时代新,特别是晚期沉降幅度大,沉降速率大,仅第四系厚度就达1800m(琼东南)—3000m(莺歌海),仅仅在二百万年内地温就剧增了80—130℃,以致有机质演化节奏大大滞后于温度的急剧增长速度。这里上门限温度高达150℃(R₀0.5%),这在我国诸盆地中是最高的,是一种极其罕见的异常现象。也就是说晚到第四纪初期,下第三系生气源岩才刚刚进入成熟,琼东南盆地上门限深度3200m比同时代的第三纪盆地,温度提高了50℃左右,门限深度深了600—700m。

这种晚期沉降的高热盆地的另一特点是油窗特别窄,生油窗宽度只有600m左右,列居全国诸盆地之首(图4),也即是当源岩刚进入成熟阶段后不久,就越过下门限进入下一个生气期。因此可以总结这类盆地的生烃特征:

^① 魏大卫,1989,塔里木盆地东北地区古地温演化研究。

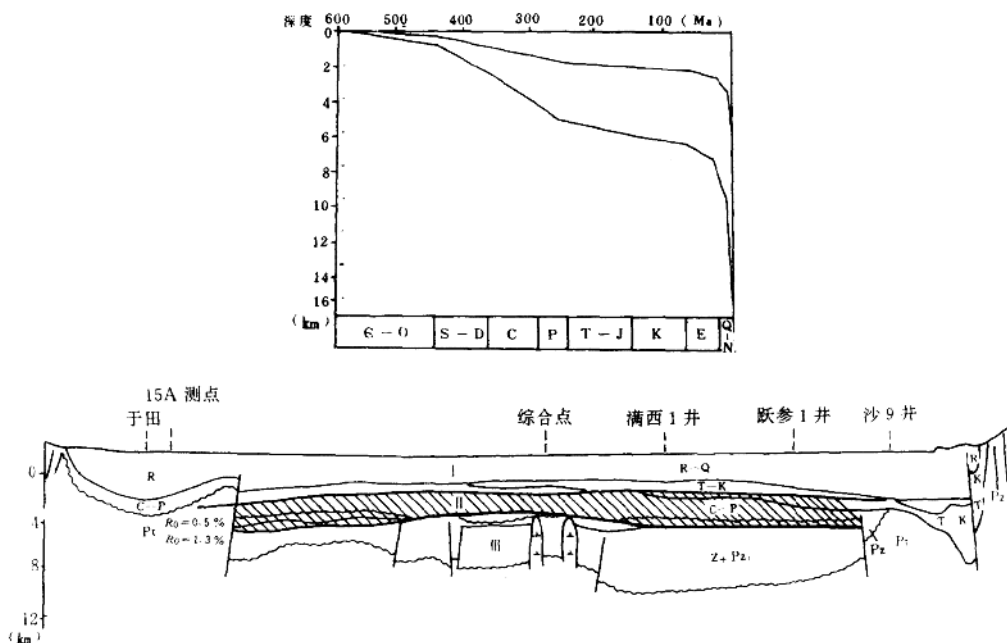


图3 塔里木盆地沉降曲线(基底)及横剖面

Fig. 3 Cross section and subsidence curves (of basement) of Tarim basin

I 未熟层次(气相环境); II 成熟层次(液相环境); III 高一过熟层次(气相环境)

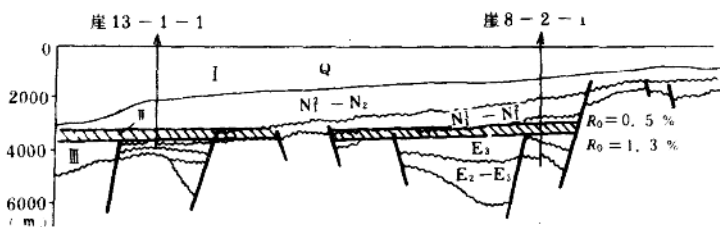


图4 南海琼东南盆地三层结构剖面

Fig. 4 Cross section showing the three-layer structure

of Qiongdongnan basin in South China Sea

I、II: 预测具有生气环境; III: 油窗(斜线区)

1. 二个门限温度高,深度偏大;
2. 温度增长快,有机质演化快;
3. 油窗跨度窄,比一般第三纪热盆薄了1倍以上,比冷盆薄了3-4倍;
4. 油窗窄意味着生气范围大,即有利于气的生成而不利于油的生成;
5. 生气高峰期晚,晚期生气特别是超晚期生气,气扩散时间短,有利于气的保存,或者有可能现在仍然处于生气高峰期之内。

以上用一冷一热,一老一新,一压一张的两类不同性质的盆地作为实例进行盆—热—烃的分析,虽然是粗糙的也是初步的,但是所得出的认识却是非常重要的。晚期生气,特别是超晚期生气对于形成大型气田可能是一个重要条件。琼东南崖 13-1 是目前我国第一号气田,据初步分析它的气源并不是很理想的,所以能形成大型级气田,最大的原因可能是晚期生气。塔里木盆地是我国的主要含气(油)盆地之一,初步分析是最有希望形成大型气田的盆地之一。除去一系列优越的地质条件之外,看来晚期大幅度沉降、晚期生气(起码有一部分地区如此)是一个很重要的因素。两个盆地地质特征差异甚大,但却有“异曲同工”之妙。

对于油和气资源的分布来说,盆地究竟是热一点好?还是冷一点好呢?从分析天然气的分布规律出发,哪一类盆地更有利于气的赋存呢?这既是个简单的问题,又是个复杂问题。

总之,对于时代老一点的盆地(层系),冷一点比热一点对气的保存可能更有利,因为它具有演化缓慢,生气(油)高峰期偏晚,气失散量小的有利条件,如塔里木盆地。

对于新一一点的盆地,热盆具有较好的条件,因为油窗深度偏浅,有利于快速生油,如渤海湾、松辽盆地。偏腐殖型源岩占优势的热盆更有利于成气,如东海盆地、南海诸盆。

本文参考冯福闯、刘国壁等(1990)“中国含气(油)盆地分析”及冯福闯、张士亚、张洪年、王庭斌等(1990)“天然气(含煤成气)资源评价研究”两份报告编写而成。

STUDY ON GAS-BEARING BASINS IN CHINA

Feng Fukai

(Institute of Petroleum Geology, MGMR)

Abstract

Different petroliferous basins have different distribution patterns of oil/gas resources, some are gas dominated (gas-bearing basins), some are oil dominated (oil-bearing basins) and others oil and gas are relatively equal (oil—and gas—bearing basins).

The gas-bearing basins in China are characterized by (1) Paleozoic carbonates dominated, (2) well developed coal measures, (3) source rocks with different maturities, especially superior in high and low maturities. Marine carbonates, coal measures, lacustrine sediments and unstratified deposits constitute the four major types of gas-prone source rocks.

The depth and temperature corresponding to maturity thresholds of R_0 0.5% and 1.3% have been selected to divide some large and deep basins vertically into unmaturred, matured and high/over matured zones, which can be used to indicate the time-space distribution patterns of hydrocarbon phases (gas/oil/gas) within the basins. In fact, different types of basins show distinctive phase structures and distribution depths, which are closely related to the types of basins' geothermal fields. The depths of thresholds in the low heat flow basins are much greater than those in the high heat flow basins.

Both onshore and offshore regions in East China are basically extensional basins with high heat flow, the former are corresponding to oil basins, while the latter are slightly gas dominant basins. The foreland and cratonic basins with low heat flow in central and western China are the major gas basins and oil-and gas-bearing basins.

中国天然气田(藏)特征及成藏条件

王庭斌

(地质矿产部石油地质研究所)

一、天然气藏的形成是天然气聚集与散失 动态历程的综合结果

天然气从生成并被保存成为工业性气藏是各种地质要素的综合体现。由于天然气易于运移与扩散,它可以在石油不能储存的空间富集成藏,也可以在石油不会被破坏的地质场所散失殆尽。因此,天然气成藏的动态历程是一个动态的过程。在这一过程中,生成、聚集与散失、破坏常常是在同时进行着。只是在成藏的不同阶段,主导的作用不同;在气藏形成的初期阶段,以天然气的大量生成、排烃、运移、聚集为主,散失、破坏的影响较小,此时天然气的聚集量大大地大于散失量,气藏逐渐形成,天然气的富集程度不断增加。中期阶段,由于气源岩有机质生烃高峰已过,气源供给量逐渐减小,经历的构造变动促进了天然气的散失与破坏,散失量逐渐变大,供给量可能与散失量接近。在晚期阶段,气源岩有机质已进入过高熟的演化阶段,生气量更少,气源供应不足,构造变动极大地促进了天然气的散失与破坏,此阶段气源的供给与聚集量常小于天然气的散失量。随着时间的推移,最终导致天然气藏的破坏与枯竭。因此,天然气成藏的动态历程,实际上就是天然气的不断聚集与不断被散失的综合结果。在这一不平衡动态的成藏历程中,要使天然气聚集成藏并被保存下来,必须具备下列条件:

1. 适时的供储关系;
2. 必要的储集场所与保存条件;
3. 供气量必须大于散失量。

也就是说从源岩中生成的天然气,通过初次运移进入储集层后,再通过多种途径进行二次运移,使天然气不断地聚集在适宜的各类圈闭之中并被保存下来,这是一个连续的相互关联的过程,其中的关键就是供气量必须大于散失量。因为,如果供气量不能大于散失量就根本不能形成气藏;形成了的气藏也会随着时间的推移而逐渐被破坏。这一过程虽因各个盆地地质条件不同,影响因素有别,但运移是贯穿于成藏始终的最活跃的因素。

二、天然气运移的相态及方式比石油广泛

研究天然气成藏,运移是不可回避的一个重要问题。国内外学者早就开始了对这个问题的研究,提出了多种假设和模式。张义纲认为天然气主要有五种运移方式:水中扩散、水溶排液、气相运移、气液混相涌流及水溶对流(图1)。他还提出可能有机质先沉积在储层中再生烃。