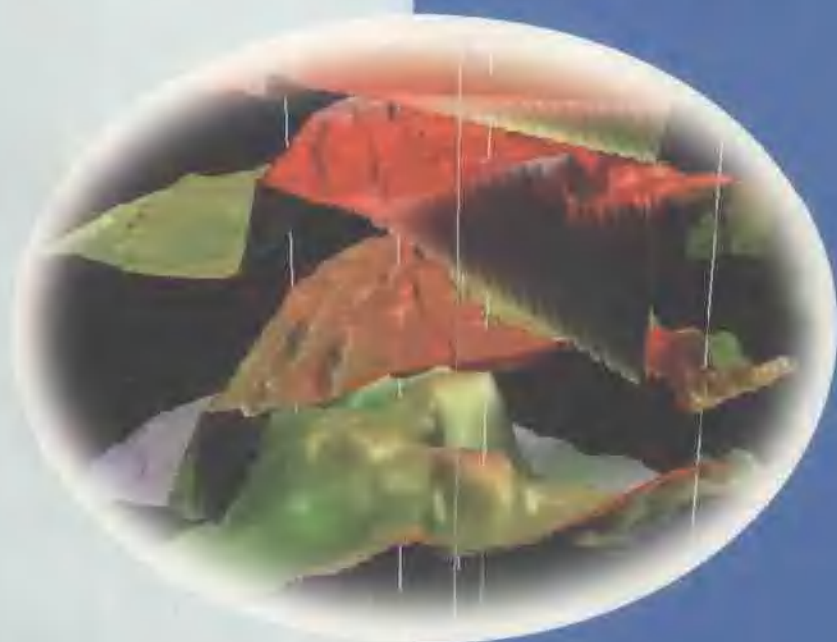


4

大港油田科技丛书编委会编

新区新层系新领域



石油工业出版社
P E T R O L E U M

I N D U S T R Y P R E S S

大港油田科技丛书 4

新区新层系新领域

大港油田科技丛书编委会编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是黄骅盆地大港探区下第三系深层、前第三系潜山、滩海、煤成烃以及二氧化碳等领域地质研究和勘探工作的系统总结。书中以数十年来积累的大量实际资料为基础,借鉴相关领域地质理论和情报调研成果,全方位、多层次地论述了大港探区发展新区、新层、新领域油气勘探的地质依据、收获认识和前景展望。内容翔实,特色鲜明,图文并茂。

本书可供油气地质工作者及油气勘探从业人员参考。对有关科研院所及大专院校师生也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

新区新层系新领域/大港油田科技丛书编委会编.
北京:石油工业出版社,1999.9

(大港油田科技丛书:4)

ISBN 7-5021-2799-2

I.新…

II.大…

III.①油气勘探-研究②石油天然气地质-研究

IV.P618.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 60012 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 10.5印张 260千字 印1—2300

1999年9月第1版 1999年9月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-2799-2/TE·2190

定价:18.00元

大港油田精神文明丛书总编委

主 任：王 鹏 姚和清

副 主 任：张德寿（常务）

主任委员：孙希敬 陈玉瑾 高兰成 朱敬成 郭德宝 张大德
俞叔武 于庄敬 薛士荣 刘志谦 王鹤龄 于树方
蒋永佑 华勇魁 于秋云 王兴隆 段新坎 黄建庆
李润寿 张国欣

大港油田科技丛书编委

主 任：孙希敬

副 主 任：张大德 于庄敬（常务） 薛士荣

委 员：吴永平 曲经文 周嘉玺 李文瑞 马世煜 毛立言
宋伯韬 周学仁 李学文 刘鸿斌 牟祥汇 孙宝绪
李 淦 王巧月

序

大港油田三十多年来在勘探、开发和建设方面都取得了长足的进步，物质文明和精神文明建设结出丰硕成果，创造了许多成功经验，这些都是广大职工共同努力，发扬艰苦奋斗、顽强拼搏、无私奉献的创业精神的结果。为了使这些成果和经验系统化、理论化，形成财富，促进油田勘探开发建设进一步发展，经济效益大幅度提高，大港油田领导提出编写大港油田“科技丛书”。这个安排引起油田党委的重视，经过认真研究，决定扩大“丛书”编写范围，于1997年5月油田党、政联合下发文件，决定编撰“大港油田精神文明建设丛书”，成立了精神文明建设丛书编委会，下设七个系列，“科技丛书”是其中之一，并成立了编委会。

“科技丛书”怎样写，以哪些读者为对象，写成什么样的书，对这些问题我们花费了较长时间，听取了各方面的意见，进行广泛深入讨论，逐渐形成了明确的指导思想。大家认为这套“丛书”应有独特的品质，它不同于教科书，不同于科普读物，不同于论文集，不同于经验总结（成果汇编），也不同于工具手册。要突出“科技”和“大港”两个特色。“科技”特色是总结大港油田三十多年极其丰富的科学技术实践和创造发明，做到有理论基础、方法原理、实用程序和实践成果，在“科技”特色的基础上，突出“大港”特色，写出大港发明创造的技术，在国内外有影响的技术，使用过的技术，试验过的技术，并有成功和失败的实例分析，还要讨论一些技术的实用性和发展方向。全书不是简单的技术描述和实际案例分析，而是一次再提高再创造，使读者特别是中青年科学技术人员和各级管理干部，还有非本专业的技术人员，有原理可查，有方法可学，有实例可看，有经验可借鉴，起到承上启下的作用。

这套“丛书”为广大读者提供大港油田科技发展的历程。大港油田三十多年的发展建设，经历了风风雨雨，有成功的经验和失败的教训，学会借鉴前人的经验和教训，少走弯路，杜绝重复劳动，对我们事业的兴旺发达和科技人员成长都有一定的好处。“丛书”还展示了大港油田的科技全貌，反映了大港油田的技术状况，为广大青年技术干部、各级管理人员和非本专业技术干部了解油田技术状况修通了高速公路。还应说明，活跃在大港油田勘探开发早、中期各条战线的技术骨干，现在多数已经退休，在工作上完成了交接。有许多退休老专家参加“丛书”的编撰工作，把他们多年积累的宝贵经验留下来，也算老专家们在技术上对大港油田的干部职工有了个好交代。这套“丛书”正式出版适逢大港油田勘探开发建设三十五周年之际，谨以此书献给为大港油田建设做出卓越贡献的人们。

这套“科技丛书”，按照油田的习惯说法，包括十个专业共24册约800万字。即：

第一册 勘探历程与经验

第二册 第三系石油地质基础

第三册 油气藏与分布

第四册 新区、新层系、新领域

第五册 地质实验技术

第六册 地震勘探资料采集技术

- 第七册 地震勘探资料处理和解释技术
- 第八册 大港油田开发实践
- 第九册 枣园高凝高粘中低渗断块油田开发
- 第十册 提高采收率技术
- 第十一册 油气藏探边测试方法与应用
- 第十二册 钻井工程技术 (1)
- 第十三册 钻井工程技术 (2)
- 第十四册 钻井工程技术 (3)
- 第十五册 滩海工程技术
- 第十六册 录井技术
- 第十七册 测井技术 (1)
- 第十八册 测井技术 (2)
- 第十九册 电泵采油与分层注水
- 第二十册 防砂工艺技术
- 第二十一册 压裂与酸化工艺技术
- 第二十二册 试油与油井大修
- 第二十三册 油田地面工程设计与施工
- 第二十四册 石油炼制

为了编撰好“丛书”，确保达到设计要求，使各分册有个好质量，编委会认真研究精心设计各册编写提纲，这是写好“丛书”的基础。安排章节的作者力争由学科带头人执笔，分册负责人全文贯通，提出修改意见、把关，负责完成初稿，这是保证“丛书”质量的重要环节。然后由编委会组织 6 至 7 名专家进行审查定稿。尽管这方面我们做了不少工作，由于水平有限，错误在所难免，敬请读者批评指正。

孙希敬

1999 年 2 月 4 日

前 言

大港探区历经 30 余年的勘探开发,至今已达到了发展的颠峰时期,这意味着,既有继续发展的余地又隐伏着颠峰过后的危机。从勘探上,第三系成熟区找油找气仍有一定的潜力,但发现整装新区块的难度却越来越大;从开发上,大多数油田已进入开发的中后期,而后备的优质储量却日渐匮乏。因此在当前的一段时期内,能否在新区、新层系、新领域中获得重要突破,既是摆在勘探人员面前的艰巨任务,又是关系到大港油田集团有限公司生存发展的重大问题。

新生代黄骅盆地位于渤海湾盆地的腹部,早第三纪的幕式裂陷作用造就了多套优质烃源岩,加上顺凹槽分布的大型砂体、丰富多采的各类圈闭以及广泛分布的多层超压封隔体系,使其具有发展第三系深层和滩海勘探的独特优势。而烃源层系多(下第三系多种母质类型烃源岩、上古生界煤系烃源岩、下古生界海相烃源岩)、圈闭样式多(古潜山、后成潜山、潜山内幕)、产层时代多(上侏罗—下白垩统、中下侏罗统、上古生界和下古生界)、储层类型多(碳酸盐岩、砂岩、火山岩),则使黄骅盆地具有发现多种类型潜山油气藏的优越条件。值得一提的是,随着勘探技术的提高,近期在黄骅盆地中已发现了一批印支末期—燕山早中期形成的古生界逆冲推覆构造,这些构造既可成为古生界原生气藏的有效圈闭,也可成为古潜山圈闭的原型,而强大的挤压应力不但促进了碳酸盐岩和煤系地层的有机质演化,而且为烃类的排驱提供了动力,因此在适宜的情况下,既可形成古生界原生气藏,也可形成以古生界为油源的下生上储油气藏。此外,黄骅盆地还具有发展煤层吸附气、二氧化碳气等能源或资源的地质条件。

通过大港油田集团有限公司领导以及勘探界同仁数十年的艰苦奋斗和不懈努力,黄骅盆地新区、新层系、新领域的勘探已经取得了可喜的成果。特别是近期,振奋人心的喜讯不断传来,滩海地区港深 58-1 井 3800m 以下沙一段获高产油流;板桥凹陷板深 35 井 4750m 以下沙三段深层获工业性凝析气流;尤为可贵的是,千米桥地区板深 7 井奥陶系残丘型潜山中途测试获得高产凝析气流。加上 90 年代在黄骅南部孔西地区发现的孔古 3“古生古储”和孔古 4“古生中储”油藏,以及 80 年代后期至 90 年代发现的一系列“新生中储”油藏,使黄骅盆地新区新层新领域的勘探出现了全面开花的大好态势。

本书是在大港油田科技系列丛书勘探专业编辑委员会组织和指导下编写的,既是历年新区、新层系、新领域勘探成果的总结,也是相关科研成果的汇集,又是工作经验和心得的体现。同时,为了起到开阔视野、启发思路的作用,还在深层部分加入了国外及渤海湾地区深层勘探的现状与启示,在古潜山勘探及煤成烃部分加入了相关地质理论的介绍,在滩海部分则加入了有关勘探方法与勘探模式的讨论。

本书所论述的内容凝聚了大港油田各级管理干部、科技人员以及广大职工的心血与智慧,是集体的劳动成果。执笔编写的人员有,前言:于志海;第一章:于志海、田克勤;第二章:周立宏、杨勇;第三章:于志海、于学敏;第四章:杨池银、于志海、于学敏;第五章:杨池银、高锡兴。全书由高锡兴负责送审稿的收集与整理,于志海统稿,对全书进行了系统的审校和编辑,薛士荣负责进行专业审查,曲文林负责编写过程中的组织协调、打印制图等各项工作。

最后全书由吴永平、孙希敬、薛士荣、刘鸿斌、杨池银、杨勇、赵学平审查定稿。

目 录

第一章 黄骅盆地下第三系深层油气藏形成条件与勘探前景	(1)
第一节 国内外深层勘探现状与启示	(2)
第二节 黄骅盆地深层勘探成果与认识	(12)
第三节 下第三系深层资源潜力与评价	(26)
第二章 大港油田滩海区石油地质特征、含油前景与勘探方法	(38)
第一节 滩海区概况	(38)
第二节 滩海区石油地质特征	(41)
第三节 滩海区取得的主要勘探成果与认识	(45)
第四节 滩海区资源潜力分析与勘探主攻方向	(47)
第五节 滩海区勘探技术与勘探方法探讨	(48)
第三章 黄骅盆地前第三系潜山油气勘探	(54)
第一节 潜山及相关油气藏的概念与分类	(56)
第二节 渤海湾盆地新生古储潜山勘探的成功之“道”	(58)
第三节 黄骅盆地潜山形成的地质基础	(65)
第四节 从潜山勘探的得与失看黄骅盆地勘探方向及策略	(72)
第五节 下古生界原生潜山油藏形成条件浅析	(84)
第六节 对沧县隆起石油地质特征与勘探前景的初步认识	(95)
第四章 大港探区上古生界煤成烃(含煤层吸附气)的研究与探讨	(99)
第一节 煤成烃勘探的理论基础	(99)
第二节 大港探区煤成烃勘探的实践与认识	(105)
第三节 关于煤成烃勘探的思考与对策	(118)
第五章 黄骅盆地二氧化碳气藏地质特征与成因类型	(128)
第一节 二氧化碳气藏地质特征	(128)
第二节 二氧化碳气地质储量	(134)
第三节 二氧化碳气分布特点、地化特征及成因分析	(138)
第四节 二氧化碳气形成的地质条件及有利区带	(147)
第五节 二氧化碳气资源综合利用	(154)

第一章 黄骅盆地下第三系深层油气藏形成条件与勘探前景

黄骅盆地大港探区深层勘探范围主要位于中北区及 5m 水深线以内的滩海区,其次为坳陷南部的南皮凹陷区深层。有效勘探面积为 5728km²,其中滩海区面积 2274km²(图 1-1)。随着大港探区中浅层油气勘探程度日渐增高,除去滩海等新领域外,寻找新的大中型油气田的几率越来越小。因此运用新理论、新方法和新技术,深入开展科技攻关,使油气勘探不断向深层扩展,探明优质高效的油气储量,是贯彻“可持续发展”战略方针、增强油田开发后劲的重要措施。近期板桥凹陷板深 35 井在 4750m 以下的沙三段地层获得工业性凝析油气流,说明大港探区深层不但资源潜力丰富,而且具有很大的现实性,必将对加速深层勘探起到积极的促进作用。

尽管黄骅盆地从 70 年代就开始了卓有成效的深层勘探,但从勘探程度看仍属新领域的范畴。因此,为了加深理解、拓宽眼界,本章将首先介绍国外及渤海湾盆地深层勘探的现状与启示,继而对黄骅盆地下第三系深层勘探成果及认识进行了初步的分析和总结,并对深层勘探前景及方向作出简要的评价。

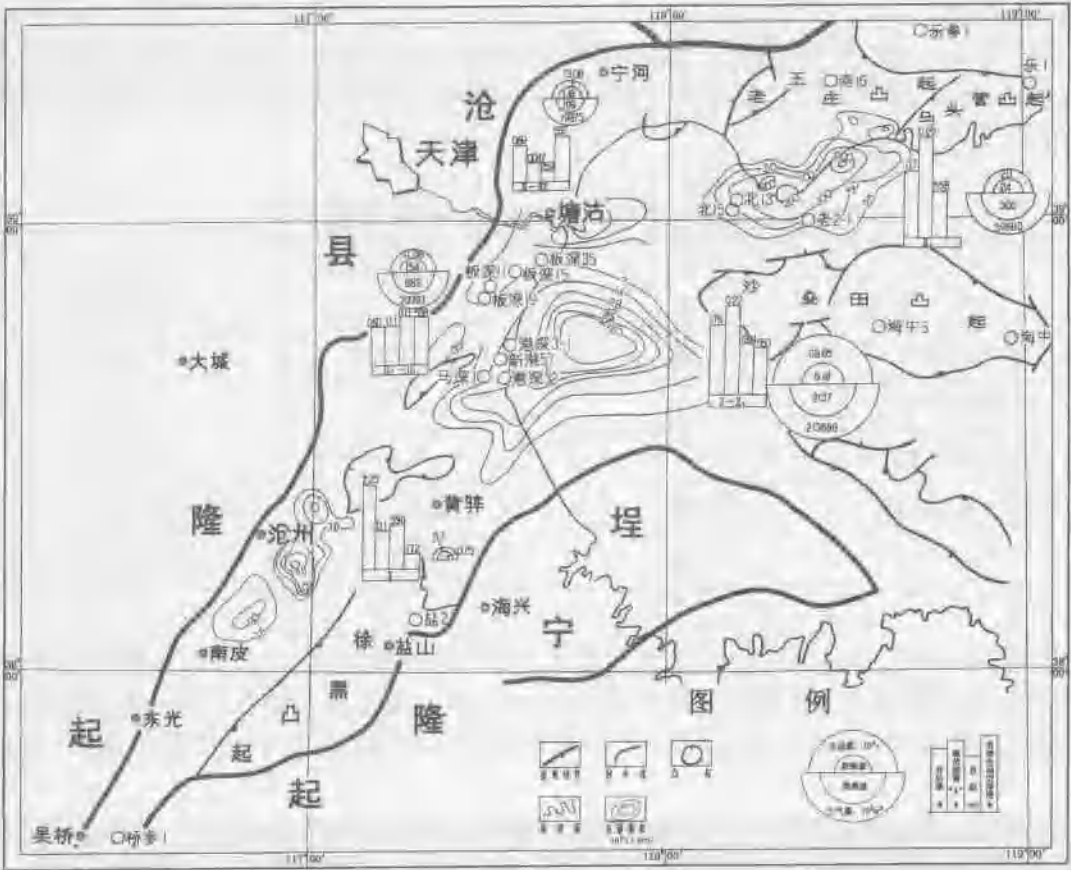


图 1-1 黄骅盆地下第三系深层烃源岩评价及资源分布图

第一节 国内外深层勘探现状与启示

一、国外深层油气勘探简况与启示

1. 简况

目前世界上已有 100 多个国家进行了 4000m 以下的深部钻探,并在 82 个含油气盆地中发现埋深大于 4000m 的油气藏 2300 个,其中约有 40% 是油藏、油气藏或凝析油气藏。在 56 个大型或特大型的深层油气田中,约有 70% 是油田、油气田或凝析油气田,只有 14% 是纯天然气田,16% 是凝析气田。地球的五大洲均在深层领域发现了具有工业价值的含油气盆地或区块。统计表明,深层油气藏可赋存在所有类型的构造圈闭中;储层岩性包括砂岩、碳酸盐岩,甚至结晶基岩,近 50% 的烃类储量出自碳酸盐岩;产层年代则包括从新生代直到古生代的各套地层,其中 49% 出自中生代地层,34% 在古生代地层中,17% 在新生代地层中。

实际资料说明,无论是老区或新区,开展深层勘探都大有可为。80 年代在前苏联滨里海盆地发现的田吉兹深层超巨型油田是深层勘探的辉煌成果,其含油面积可达 400km^2 ,油藏高度为 1700m,一般埋深在 3900—6000m,石油和溶解气储量分别为 $35 \times 10^8\text{t}$ 和 $1.3 \times 10^{12}\text{m}^3$,并且深部勘探范围仍在不断扩大。很多接近枯竭的老油田通过深部勘探得到了新生,有的产量呈下降趋势的产油盆地,通过深部勘探使产量大幅度增加,如前苏联的格罗兹内老油区和美国的二叠纪盆地等。

按照盆地形成条件和地质时期,可将世界范围内已在深层发现工业油气藏的盆地划分为四大类,即老地台盆地、年轻地台盆地、地槽期后盆地和地台后造山运动盆地。其探明油气储量的分布见表 1-1。

表 1-1 世界范围大于 4000m 深度油气探明储量分布表

盆 地	石油 10^8t	天然气 10^8m^3	合计 10^8t 标准燃料
老地台盆地	0.426	36128.54	36.55
年轻地台盆地	28.14	13564.01	47.7
地槽期后盆地	1.4	2393.45	3.97
地台后造山运动盆地	0.02	10000.0	10.02
总计	29.98	63086.0	98.06

发现深层油气田最多的盆地是隶属年轻地台的大墨西哥湾盆地,已发现深层油气田 409 个,其石油远景储量达 $12 \times 10^8\text{t}$,天然气 $500 \times 10^8\text{m}^3$ 。其次是美国老地台区的二叠纪盆地、西内部盆地和第聂伯—普里皮亚特盆地,产层深度超过 4000m 的油气田数分别为 128, 94 和 84 个。

产层最大埋深可达 8000m,如美国的西内部盆地产层的最大埋深达 8088m,二叠纪盆地 7955m。产层深度在 6000m 以上的还有波斯湾地区(6000m)、北高加索—曼格什拉克地区(6000m)、中欧地区(6775m)、阿基坦地区(6165m)、南里海区(6075m)、亚得里亚海盆地

(6369m)、维也纳盆地(7425m)和落基山诸盆地(6030m)。

统计表明,一些埋深超过 4000m 的储集层仍有较好的物性,并可获得较高的油气产量(表 1-2)。

表 1-2 埋深大于 4000m 的碎屑岩储集层特征表

国家	盆地 (或油田)	埋藏深度 m	时代	孔隙度 %	渗透率 $10^{-1} \mu\text{m}^2$	储集类型	烃产量 $10^3 \text{m}^3/\text{d}$
美国	二叠纪盆地	5804	S	2	0.04	孔隙—裂缝	688
美国	列克华盛顿	6530	N ₂	35	628.2	孔隙	1600
美国	密西西比	6075	K ₂	26	1262.5	孔隙	569
前苏联	肯基亚克	3950 ~ 4540	P ₁	4 ~ 14		孔隙	
前苏联	别洛格林	4020	D	4.5		孔隙—裂缝	
前苏联	东乌莫托夫	4804 ~ 4876	D	9		裂缝	270 ~ 360
前苏联	卡梅山	5005 ~ 5228	D	2 ~ 3	101.3	裂缝	4 ~ 19
前苏联	谢尔巴科夫*	4500	D	4 ~ 18		裂缝	90 ~ 400
前苏联	西蒙普列斯	4050	D	10		孔隙	100 ~ 500
前苏联	亚布卢诺夫	5050	C ₁	4 ~ 20	322.1	孔隙	776 ~ 1398
前苏联	谢别林卡	4815	C ₂	2.6	101.3	孔隙	
前苏联	列夫金	4600	E	8	29.4	孔隙—裂缝	
前苏联	尤比列依	4300 ~ 4960	K ₂	12 ~ 15	391.1	粒状	
前苏联	科舍哈伯尔	5433 ~ 5497	J	10	101.3	粒状	50(6mm)
前苏联	捷詹	4020	K	11	4.05	孔隙	700
前苏联	费尔干纳*	4500	E	17		孔隙—裂缝	
前苏联	前喀尔巴阡	4534	K	7 ~ 18	101.3	孔隙	215
前苏联	南里海	4800	E	10 ~ 12	55.7		
中欧		4320	E, T	20 ~ 25	1013	孔隙	

*——储集岩类型为碎屑岩—碳酸盐岩。

2. 启示

深层油气藏的形成主要受地球动力学环境、深部生储盖组合、圈闭形式、温压条件、次生孔隙度等因素控制。归纳起来,有利于深层油气藏形成的主要因素有:

(1) 地球动力学环境

尽管深层油气资源遍及各种构造领域,但其分布并不均衡。大量的天然气主要发现于地台内的古生代和中生代地层中,可观的石油储量则主要发现于年轻的褶皱区,很少见于地台内(只是在那些新生代曾发生过强烈拗陷作用的地区)。再进一步分析深层储量赋存的地球动力

学环境可知,63%的石油、53%的天然气和86%的凝析油存在于古老的被动边缘。由此说明,深部油气的形成与聚集过程与地球动力学环境之间有着紧密的联系,后者通过控制沉积、构造等要素控制了油气藏的形成与分布。

(2) 低地温和高压异常

决定地下油气藏的相态特征和垂向分布的因素很多,如原始有机质类型、烃类生成与富集的时间、烃类运移聚集过程中的热压条件、圈闭的密封性和水文地质条件等。在这些因素中,以热压条件最为重要,它不仅对原始有机物向油气的转化方向、进程和速度起重要作用,而且对已形成的油气藏的改造、破坏及相态变化有重要影响。温度的增加可加速油藏破坏和甲烷富集的过程;相反,压力的增加却使这些作用减缓,并使天然气在液体中的溶解度加大。压力继续增大时,则产生油气的相互溶解作用,促使沉积岩中的碳氢化合物变为单相。同时低温与压力异常有助于保存孔隙或裂缝性储层的原始储渗性能,并使圈闭变得更为有效。因此低地温和异常高压应是深层勘探的首选领域。

(3) 沉积间断和断裂作用对基岩油气藏的形成极为有利

在某些经历了沉积间断和断裂发育阶段的盆地中,油气藏一般分布在块断体遭受强烈侵蚀的抬高部位,一些岩性油气藏和生物礁油气藏在一定意义上也是沉积间断事件的结果,它们不仅含油气的可能性高,且储集性能因风化淋滤或断层改造而变得非常之好。

世界上已发现的直接与单斜块断体、沉积间断有关的油气田有:北海盆地维京地堑的斯坦特约尔得油田(可采储量 4.73×10^8 t),埃及苏伊士湾地堑的摩根油田(14×10^8 t)、澳大利亚吉普斯兰盆地的北兰金气田(1500×10^8 m³),以及前苏联的第聂伯—顿涅茨盆地中的列奇茨、纳德文、齐什科夫等油田,滨波罗地海盆地的寒武系油藏,美国二叠纪盆地的帕克特气田等。中国渤海湾盆地的任丘、兴隆台等油田亦属此类。

二、渤海湾盆地地下第三系深层勘探概况与启示

1. 勘探概况

截止1995年渤海湾盆地深层共完钻深层探井1401口,其中3500~4000m深的井有946口,占67.5%;4000~4500m井有306口,占21.8%;4500~5000m井95口,占6.8%;完钻深度大于5000m井54口,占3.9%。探井平均密度为0.02~0.04口/km²,反映深层勘探程度很低。

据冀中、济阳、昌潍、临清和黄骅等六个拗陷统计,在深层探井中已试油井688口,其中获工业油气流井152口,工业气流井13口,低产井236口,出水井和干层井287口;未试油井328口,其中见油气层和显示井277口;未下套管井320口。

统计表明,虽然现有深层探井获得工业油气流的成功率较低(12.4%),但含油气显示十分普遍,且低产井在已试油井中占有较大的比例(34.3%)。今后只要加强地质综合研究,发现并落实有利于深层油气聚集的构造圈闭和储集条件,努力改进深层勘探的工艺技术,相信深层探井成功率一定会有明显的提高。

通过上述勘探工作,在渤海湾盆地深层发现了孔店组、沙四段、沙三段三套主要生油储油岩系和一部分地区的沙一段、沙二段生储油岩系。找到了深层油气田或含油气构造20个(截至1996年,表1-3),以及40余处出油气井点,展示了渤海湾深层良好的勘探前景(图1-2)。

2. 经验和启示

由于黄骅拗陷本身就位于渤海湾盆地之中,因此二者在深层油气地质与成藏条件方面存在许多共性,有关内容将与黄骅拗陷深层勘探的认识一并论述。本节仅从渤海湾其他油区采撷部分具启发性的成果与经验,以飨读者。

表 1-3 渤海湾盆地深层油气藏类型及特征表

坳陷	凹陷	名称	主要含油气层	圈闭类型	流体性质	埋深, m	压力状况
黄骅	歧口	马西	沙一下	逆牵引背斜	油	3800 ~ 4000	超压
		马东	沙一下	断鼻	油	3600 ~ 4300	超压
		马棚口	沙一下	岩性	油	4200	超压
	板桥	板中东	沙二段	断鼻	油	4000	超压
		长芦	沙三段	滑塌背斜	油	3500 ~ 3700	超压
	北塘	塘东	沙三段	构造-岩性	油	3800 ~ 4200	超压
	南堡	高尚堡	沙三段	拱升背斜	油	3500 ~ 3700	过渡
		北堡	东营, 沙一段	挤压背斜	油	3800 ~ 4300	超压
冀中	廊固	大兴	沙三段	岩性	油	3700 ~ 3900	超压
		曹家务	沙三段	火成岩	油		超压
	霸县	高家堡	沙三段	挤压背斜	油	3500 ~ 4200	过渡
济阳	东营	坨 71	沙三段	岩性	油	3500	过渡
	沾化	渤南	沙四段	岩性	油	3700 ~ 4400	正常
		孤北	沙三段	构造-岩性	油	3700	
	惠民	临南	沙三段	岩性	油	3800	
临清	东濮	濮城	沙二、三段	逆牵引背斜	油	3800 ~ 4600	正常
		文东	沙三段	构造-岩性	油	3600 ~ 4000	超压
		杜寨	沙三段	岩性	气	4200 ~ 4800	超压
		桥口	沙三段	构造-岩性	油、气	3800 ~ 4600	超压
		白庙	沙三段	岩性	气	4000 ~ 4500	超压

(1) 发育多种与重力滑动有关的局部构造

除了常见的背斜、断鼻断块、岩性等圈闭类型外,渤海湾盆地深层因普遍存在欠压实的大段泥岩,有的地区还有厚层石膏、盐岩等塑性地层,故发育多种与重力或重力滑动有关的局部构造。包括:

1) 与重力均衡调整有关的塑性拱张构造:此类构造见于沙四段、孔一段盐岩、石膏及沙三段欠压实泥岩等塑性层比较发育的地区,当其上覆岩层达到一定的厚度,且因厚度变化导致重力均衡遭受破坏时,塑性层就可发生流动或上涌,产生塑性层拱张构造。以位于东营凹陷中心的东营背斜构造为例,因该区孔一段-沙四段盐岩、石膏与围岩有明显的密度差,因而发生上拱,拱起幅度可达数百米至上千米,形成不规则的穹隆构造,并在背斜顶部发育面貌复杂的中央地堑带(图 1-3)。



图 1-2 渤海湾盆地地下第三系深层勘探成果略图

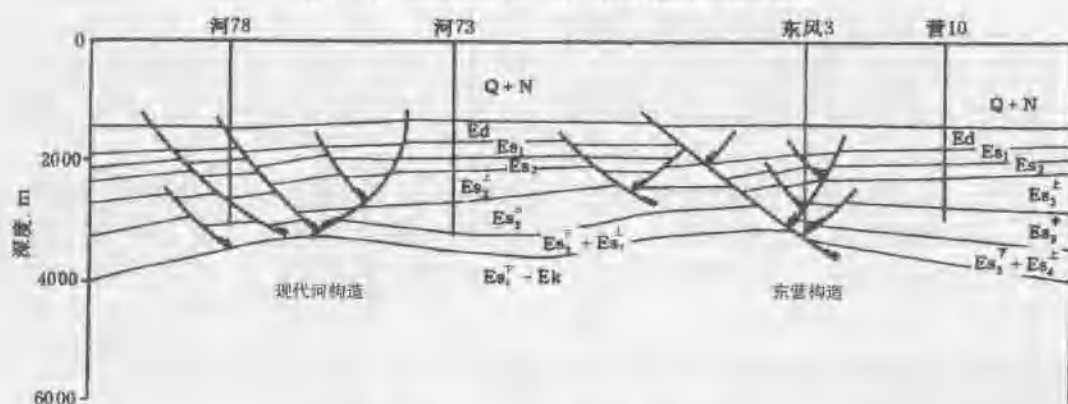


图 1-3 东营凹陷 616.3 测线地质解释剖面图

2) 与陡坡带沉积物重力滑动有关的底辟背斜构造:位于廊固凹陷的琥珀营构造和霸县凹陷的高家堡构造属此类型。他们都是短轴背斜,塑性层是下第三系的沙四段—孔店组,底辟隆起宽度在 3km 以上,琥珀营构造隆起幅度达 1100m,高家堡构造更是高达 1300m(图 1-4)。虽然隆起幅度大,但却未刺穿上覆地层,因此属隐刺穿构造。

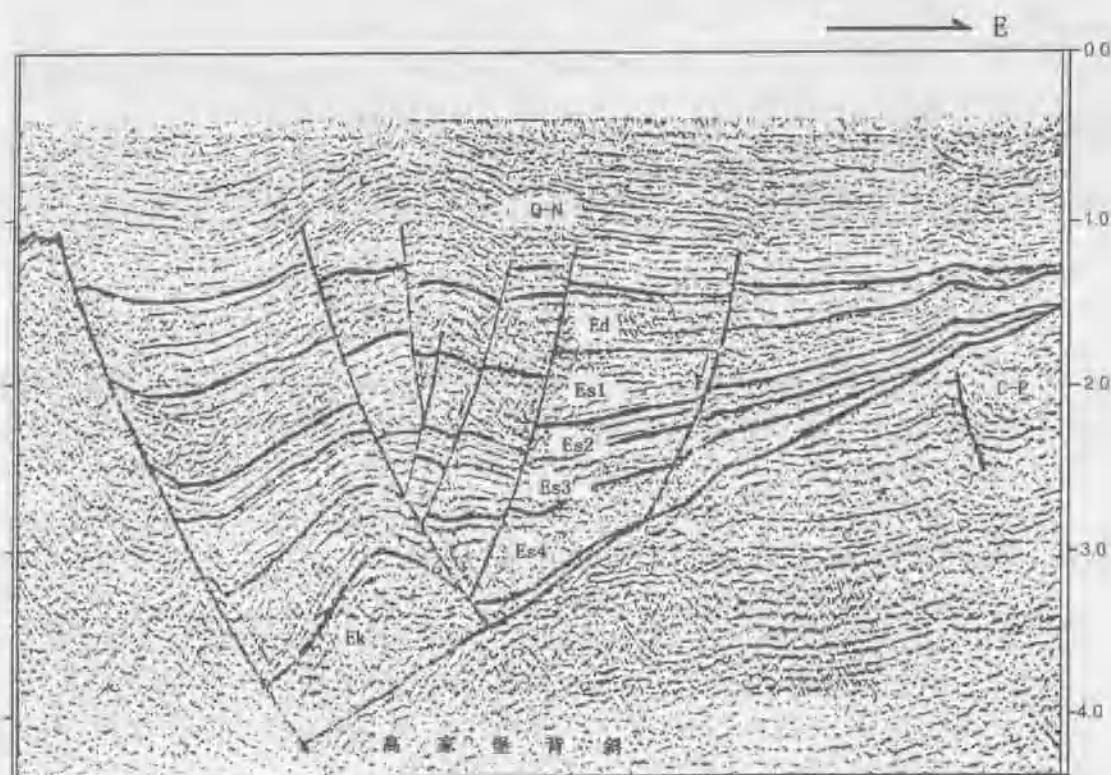


图 1-4 霸县凹陷高家堡泥岩底辟构造地震剖面图

3) 与缓坡带沉积物重力滑动有关的逆同生断层及其伴生构造:以冀中拗陷马西逆同生断层为例,该断层发育在倾向北西的文安斜坡坡脚中段,由于沧县隆起间歇性抬升翘起,霸县和饶阳凹陷震荡式沉降,使半固结的下第三系沉积物在重力作用下,沿斜坡周期性滑动,当遇到同时隆起的任丘古潜山而受阻时,使坡角处的沉积物不断挤压变厚、叠覆褶皱,继而产生与斜坡倾向相反的逆冲断层(图 1-5)。在逆同生断层上盘因拖曳作用而产生牵引背斜,下盘则因上盘地层的挤压作用而产生半背斜,同时因逆同生断层的后期活动可在上覆层产生浅层构造。

(2) 地温研究在深层评价中具有极大的作用

尽管渤海湾地区受其裂谷盆地性质所决定,总体上处于相对高的地温梯度区,但不同凹陷之间因区域构造位置、基底岩性及埋深、第三系盖层岩性组合等因素的差别,使其地温梯度也存在一定的差别,进而影响了有机质成熟演化和成烃模式。以冀中拗陷内同为继承性发育的霸县和饶阳凹陷为例,二者沙三段主力烃源岩有机质丰度、类型相似,今地温大体与古地温相当,且现今埋深基本代表历史的最大埋深,但前者在洼槽内的地温梯度仅有 $2.76^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,目前钻遇的深度范围(3500~4500)仍处于成熟阶段, $R_o < 0.8\%$,用地温梯度和镜质体反射率推断,

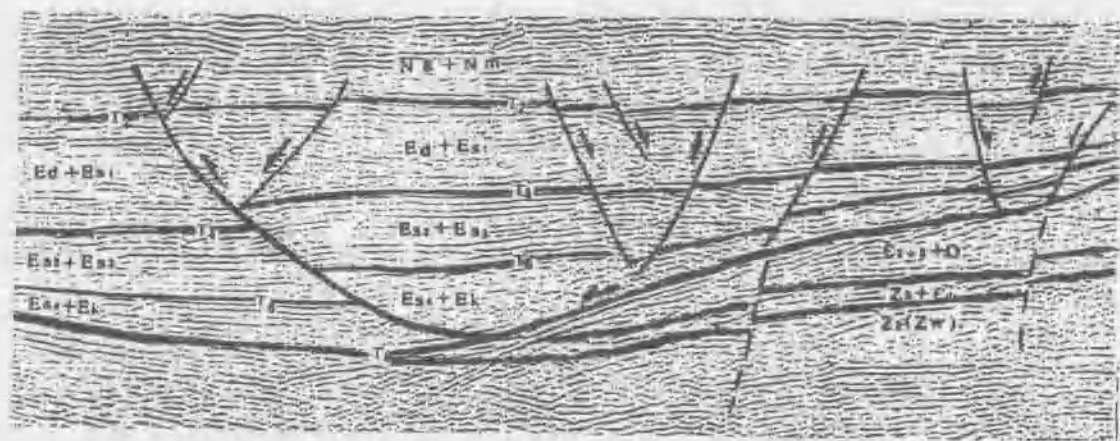


图 1-5 饶阳凹陷 W482-007 地震水平剖面图

其沙三段 $II_1 \sim II_2$ 型母质生油岩的凝析油、湿气上限可超过 6000m。而饶阳凹陷则属中—高地温区，地温梯度 $3.0 \sim 3.4^\circ\text{C}/100\text{m}$ ，沙三段 II_1 型母质生油岩的凝析油、湿气上限为 5300m。

(3) 关于气源岩评价

气源岩与油源岩既有相似和相同之处，二者又不完全等同，这是油气地质工作者的共识。通过辽河油田的研究，其异同点可由以下三个方面进行表述。

1) 好的油源岩也是好的气源岩。

烃源岩在未成熟至过成熟的各个演化阶段，都有不同数量和性质的天然气产出（图 1-6）。即使在烃源岩的主要生油阶段，仍有 5%~10% 左右的天然气产出。不同演化阶段产出天然气的干燥系数不同，在低成熟和高成熟、过程熟阶段干燥系数较大，而在产烃高峰期（ R_o 为 0.7%~1.3%）干燥系数较小，即使 III 型干酪根也不例外。

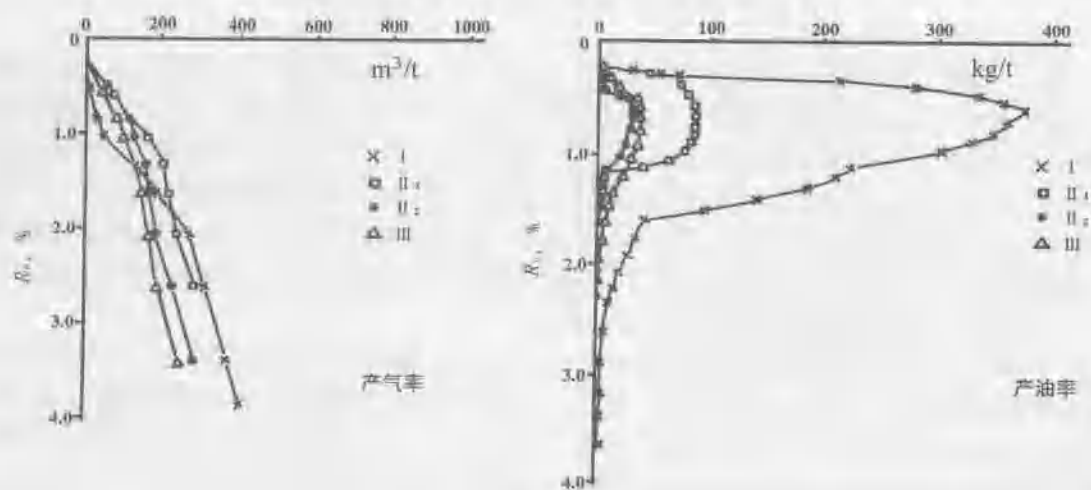


图 1-6 辽河坳陷产烃率曲线图

2) 有机质丰度较低、类型较差的油源岩有可能成为较好的气源岩。

众所周知,由于气态烃分子明显小于液态烃,且岩石对气态烃的吸附能力远小于液态烃,因此气态烃比液态烃更容易从源岩中排烃和运移。换言之,在有机质丰度同样低的情况下,生成液态烃的源岩可能因不能有效排烃而成为非生油岩,生成气态烃的源岩却因顺利排烃而成为有效的气源岩。

通过低成熟样品的排烃—解吸模拟实验表明,在辽河拗陷,当有机碳含量大于 0.25% 时,烃气产率一般都大于气态烃吸附量,因此认为 0.25% 可作为辽河拗陷气源岩有机质丰度的下限标准。

3) 气源岩的岩石类型更加广泛。

热模拟实验结果证明,碳质泥岩的产气率明显高于一般泥岩。

(4) 有关深部储层的成果与认识

1) 地温梯度对深部储层的影响:

岩石物性随埋藏深度的变化,主要与各盆地埋藏成岩的演变速率有关,而成岩演化进程的快慢,则主要受控于各盆地不同构造部位的地温场高低,并和沉积埋藏史有关。地温高的盆地成岩演变的进程较快,因成岩过程中各种自生矿物的形成、粘土矿物的转化,有机质的热演化和有机酸的产生以及有机、无机的成岩反应都与温度有关。所以地层温度的高低,直接影响成岩演化的进程,因而它是造成各盆地含油气层埋深差别和物性递减速率差异的主要控制因素。

同样,有利储集带在各盆地或凹陷内的埋深和分布,也主要受地温场控制,地温梯度低的埋藏深。因温度对有机物质和无机矿物的成岩演化有直接影响,成岩序列和阶段划分是有机和无机矿物成岩演化的综合反映,有机、无机矿物的演化各有特点,但彼此间又密切相关和相互依存,如有机粘土复合体是粘土矿物中有机矿物中有机质存在的一种重要形式,蒙脱石具有很大吸附有机质的能力,并使之富集和增强有机分子的热稳定性和抗生物降解的能力,粘土矿物的催化作用降低了有机质生烃反应的活化能,加强了有机质向烃类转化的反应速度。所以在成岩过程中随着粘土矿物的转化,有机粘土复合体也随之发生变化、特别是 1/5 混层粘土矿物的演化与有机质热成熟度的演化存在密切对应关系。因此通过 1/5 混层的演化或划分的成岩阶段来预测油气分布层段是可行的。表 1-4 是应凤祥(1994)综合我国各盆地资料,总结出不同地温梯度区 1/5 混层转化带的分布与次生孔隙及油气分布深度关系,从而可以对不同地温梯度区油气的分布并段作出预测。

表 1-4 不同地温区混层转化带、次生孔隙及油气分布深度关系表

地温梯度 ℃/100m	混层转化带顶界深度, m			次生孔隙及 油层分布深度 m	轻质油和气 层分布深度 m	备注
	第一迅速转化带	第二迅速转化带	第三转化带			
高地温梯度区 (>3.7)	1000~1500	1500~2000	>2500	1000~2500	>2500	次生油 气藏除外
中等地温梯度区 ($3\sim3.7$)	2000~2700	2500~3100	3800~4200	2000~4000	>3800	
低地温 梯度区	$<3\sim2.5$	2900~3800	3400~4150	4200~4650	>4200	
	<2.5	4400	4800	6000±	4400~6000±	>6000