

科技丛书
大港油田

3

大港油田科技丛书编委会编

油气藏与分布



石油工业出版社
PETROLEUM

INDUSTRY PRESS

大港油田科技丛书 3

油 气 藏 与 分 布

大港油田科技丛书编委会编

石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书主要论述黄骅盆地第三条不同类型油气藏及复式油气藏聚集区带的特征、分布与形成条件、总结了黄骅裂谷盆地复式油气藏勘探实践与认识过程,内容丰富,理论与实践相结合,对从事石油地质勘探和科学研究工作者有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

油气藏与分布/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;3)
ISBN 7-5021-2765-8

I. 油…

II. 大…

III. 构造盆地、黄骅—第三纪—油气藏—分布

IV. P618.130.6

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第42951号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里三区二号楼)
石油工业出版社印刷(排版印刷)
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 12.75印张 320千字 印1—2300

1999年9月北京第1版 1999年9月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-2765-8 CIP·2468

定价:22.00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

“油气藏”是油气聚集的基本单元，是生、储、盖、运、圈、保等诸多地质因素和营力的综合产物。也是勘探工作者辛勤劳动、科学研究所追求的最终目标。

黄骅裂谷盆地是历经多次强烈块断活动而形成的，由此铸就了一系列复杂的断裂构造带和多样式的圈闭，孕育了多套生储盖组合及多种砂体类型，同时为多期次油气运聚提供了重要动力，为形成不同层系、不同类型的油气藏，进而构成各类复式含油气带奠定了良好的基础。

三十余年的勘探实践证明，黄骅盆地油气藏既丰富多采又复杂多变。因此对各类油气藏进行系统归纳、认真总结，形成一套具有大港油田特色的论著以期对油气勘探起指导作用是十分必要的。

本书内容包括：

“上第三系油气藏类型、成藏条件及其分布”，该章阐述了黄骅盆地浅层次生油气藏的特点：油气储量、产量在大港油田储、产结构中所处的重要地位；形成浅油藏的主导控制因素以及浅油藏较高的勘探开发经济效益。

“孔南地区油气分布与控制因素”，着重对黄骅盆地乃至渤海湾地区下第三系始新统首屈一指的高油气富集区—孔店南区控制油气分布的三大因素、特定的成藏条件以及分布规律进行了分析，揭示了始新世孔二段封闭性湖盆单一油源构成孔南油气富集区的奥秘。这些认识对本区及其他始新世盆地的勘探具有重要的指导意义。

“天然气与分布”主要介绍黄骅盆地天然气藏类型、分布特征及成藏条件，重点分析了凝析油气藏的成因类型、分布特点，指出凹陷性质、生油岩母质类型是形成不同类型气藏的主要因素。

“非构造”、“火成岩”油气藏两章，分别讨论了特殊圈闭类型和特殊储油岩体的油气藏特征及其形成的地质条件。认为非构造油气藏的形成主要受潮盆水体多次扩展，大型陆源碎屑体构成的不同成因类型的砂体及古隆起构造背景等因素控制。

“火成岩”油藏的形成主要受中生代火成岩发育区、火成岩有利相带及二级构造带主断层制约。其中因二级主断层具有对火成岩分布、圈闭形成、油气运移的突出控制作用，导致本区火成岩油藏分布于主断层两侧的明显特征。

“非改造”、“火成岩”油藏虽然目前发现的油藏个数、油气资源量不多，却是值得重视的勘探领域。

除对上述不同层系、不同类别油气藏的特、类型分布及成藏条件论述外，在最后一章还对由单体油藏组成的复式油气聚集带进行了解剖、总结，并对黄骅盆地数十年来复式油气藏的勘探实践、认识过程作了详尽阐述，体现了反复实践、反复认识、不断深化、不断提高的真谛。这些极为丰富而宝贵的资料与经验教训将为后人所借鉴，以促进勘探事业的发展和勘探成效的提高。

全书共分六章，第一章由刘天忠编写，第二章由周建生、于志海编写，第三章由王建富、李建东编写，第四章由曹来勇、王增莲编写，第五章由肖敦清、王桂芝编写，第六章由

方文娟、杨孝秋、孙晓明、薛士荣共同完成。本册由杨孝秋、方文娟统编、薛士荣审核。最后经勘探专业编写组、大港油田科技丛书编委会薛士荣、孙希敬、刘鸿斌、王巧月、方文娟、张服民审查定稿。编写过程中曲文林作了大量协调工作。

书中还难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

《油气藏与分布》编写组

1999年8月20日

目 录

第一章 上第三系油气藏类型、成藏条件及其分布	(1)
第一节 上第三系油气藏勘探现状	(1)
第二节 上第三系油气藏类型及实例分析	(1)
第三节 上第三系油气藏主要含油特点	(14)
第四节 上第三系油气藏分布特征	(18)
第五节 上第三系油气藏形成条件	(19)
第六节 上第三系含油预测	(25)
第二章 孔南地区始新统油气藏	(26)
第一节 控制孔南地区油气宏观分布的三大因素	(27)
第二节 沿主干断裂成带分布是复式油气聚集的主要形式	(34)
第三节 分层系油气分布特点、实例及控制因素	(38)
第三章 天然气藏与分布	(55)
第一节 天然气藏类型	(56)
第二节 天然气藏分布	(63)
第三节 天然气藏的形成条件	(72)
第四节 天然气勘探前景	(76)
第四章 第三系非构造油气藏的类型及形成条件	(77)
第一节 非构造油气藏勘探的回顾	(77)
第二节 非构造油气藏的类型及实例	(82)
第三节 非构造油气藏的分布与形成的主要因素	(91)
第四节 非构造油气藏勘探前景展望	(97)
第五章 火成岩油气藏及其分布	(98)
第一节 火成岩油气藏类型及特征	(100)
第二节 火成岩油气藏分布	(108)
第三节 火成岩油气藏分布控制因素	(110)
第四节 勘探前景预测	(120)
第六章 复式油气聚集区带的类型及形成因素	(121)
第一节 复式油气聚集带的基本特征	(121)
第二节 复式油气聚集区、带的类型	(147)
第三节 复式油气聚集带形成的主要因素	(156)
第四节 复式油气聚集区、带的认识与实践	(168)
第五节 复式油气聚集带勘探方法	(189)
参考文献	(193)

第一章 上第三系油气藏类型、成藏条件及其分布

第一节 上第三系油气藏勘探现状

一、上第三系油气藏含义

上第三系油气藏是指蕴藏在上第三系含油圈闭中,有工业开采价值的油气聚集,具有同一压力系统,油气层埋藏深度浅,一般 500~2000m,所以又称浅层油气藏;由于油气藏中的油气常经过多次运聚,通常称为次生油气藏。

二、上第三系油气藏勘探主要成果

1. 发现 5 个油气田、8 个含油构造(图 1-1)

5 个油气田有:港东、港西、羊二庄、羊三木、孔店。

8 个含油构造:赵东、唐家河、南大港、扣村、歧东、六间房、刘官庄、红湖。

2. 探明了可观的油气储量

至 1997 年底,探明含油面积 91.8km^2 ,地质储量 $22774 \times 10^4\text{t}$,可采储量 $8009 \times 10^4\text{t}$,动用地质储量 $18099 \times 10^4\text{t}$,溶解气地质储量 $76.21 \times 10^8\text{m}^3$ 。探明天然气面积 22.88km^2 ,地质储量 $39.51 \times 10^8\text{m}^3$,可采储量 $16.62 \times 10^8\text{m}^3$ 。

三、上第三系油气藏储量、产量在大港油田所处的地位

首先,至 1997 年底,上第三系油气藏石油探明储量占大港油田总储量的 28%,占大港油田总可采石油储量的 40%。从大港油田石油探明储量增长曲线(图 1-2)看出,上第三系石油储量增长可分三个阶段,第一阶段是 1965~1973 年,大港油田勘探初期,上第三系石油储量增长很快,平均年增长 $1560 \times 10^4\text{t}$;第二阶段 1974~1994 年缓慢增长阶段,平均年增长 $200 \times 10^4\text{t}$;1995 年后加强滩海勘探,特别是 1996 年赵东上第三系油气藏的发现,石油储量增长又有新的转机,平均年增长 $1430 \times 10^4\text{t}$,出现了又一高峰阶段。

其次,对港东、港西、羊二庄、羊三木、孔店 5 个上第三系油田石油产量统计,至 1997 年底上第三系油气藏累计产出石油 $5346.2 \times 10^4\text{t}$,占油田累计石油总产量的 55.4%,见图 1-3。上第三系油气藏在探明储量占总储量不到 30% 情况下,产量却占有一半以上,说明上第三系油气动用好,产量高,具有良好的效益。

第三,从年产量曲线图 1-4 看出,1964~1971 年上第三系产油量占油田总产量的百分之百;随着下第三系原生气藏的不断发现和开发,上第三系产量占油田总产量的百分比有所下降,如 1972~1986 年占油田总产量的 73% 下降到 52%;1987~1996 年从 46.6% 下降到 35.1% (图 1-5)。

第二节 上第三系油气藏类型及实例分析

油气藏形成受生油条件储油圈闭、岩性、储集空间等多种因素的控制。石油地质家们从不同角度及特征出发,持不同的划分原则和依据,提出了各种油气藏分类及命名方案。本文结合黄骅盆地上第三系石油地质特点及有利于油气藏预测和指导勘探,按圈闭类型将黄骅盆

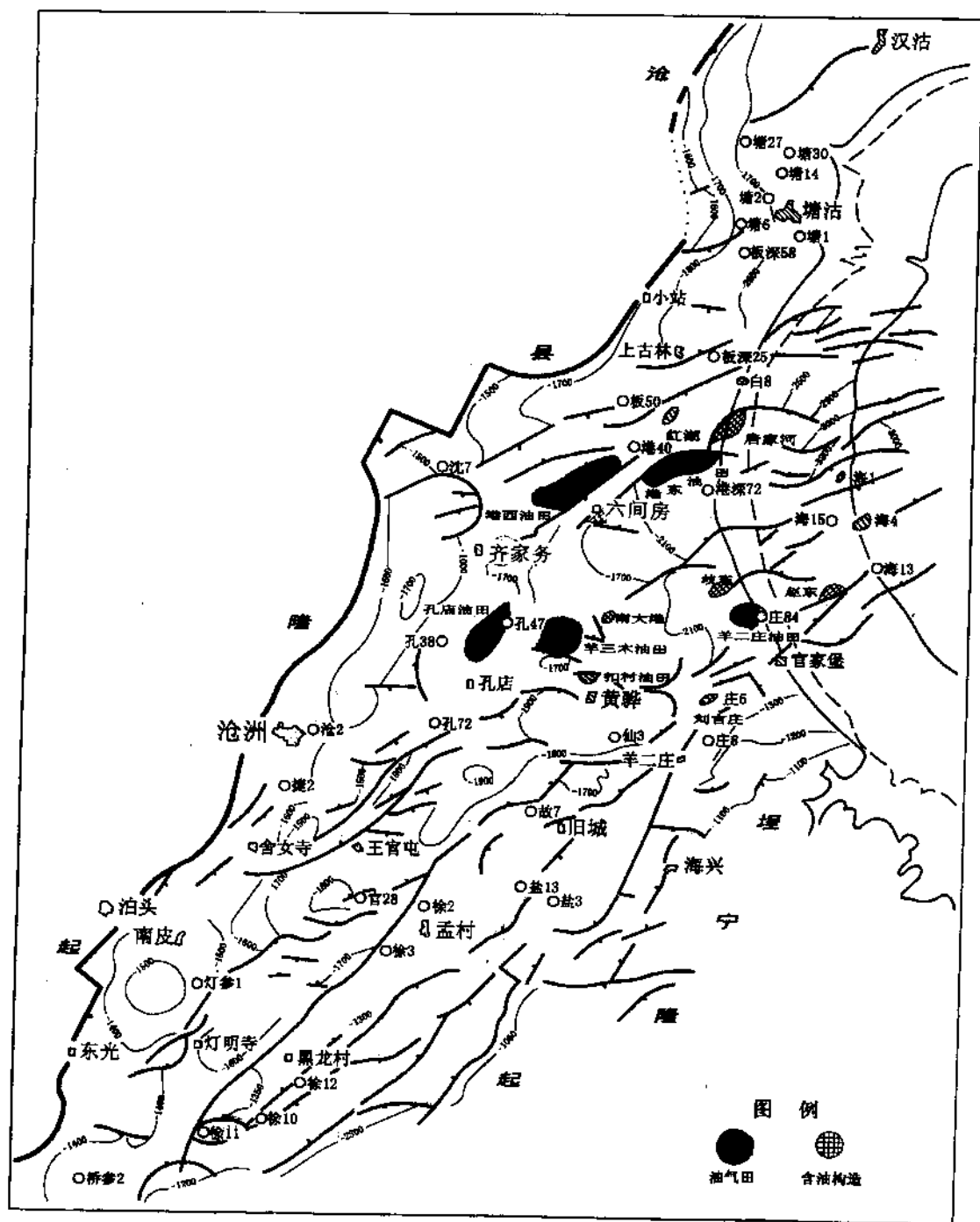


图 1-1 黄骅盆地上第三系油气田 (含油构造) 区域分布图

地上第三系油气藏划分为构造油气藏、地层超覆油气藏两个大类；构造油气藏按其形态又可分两个亚类 (图 1-6)。

一、构造油气藏

地壳运动使上第三系地层受到弯曲或断裂变形而形成的圈闭，并在其中发生油气聚集，

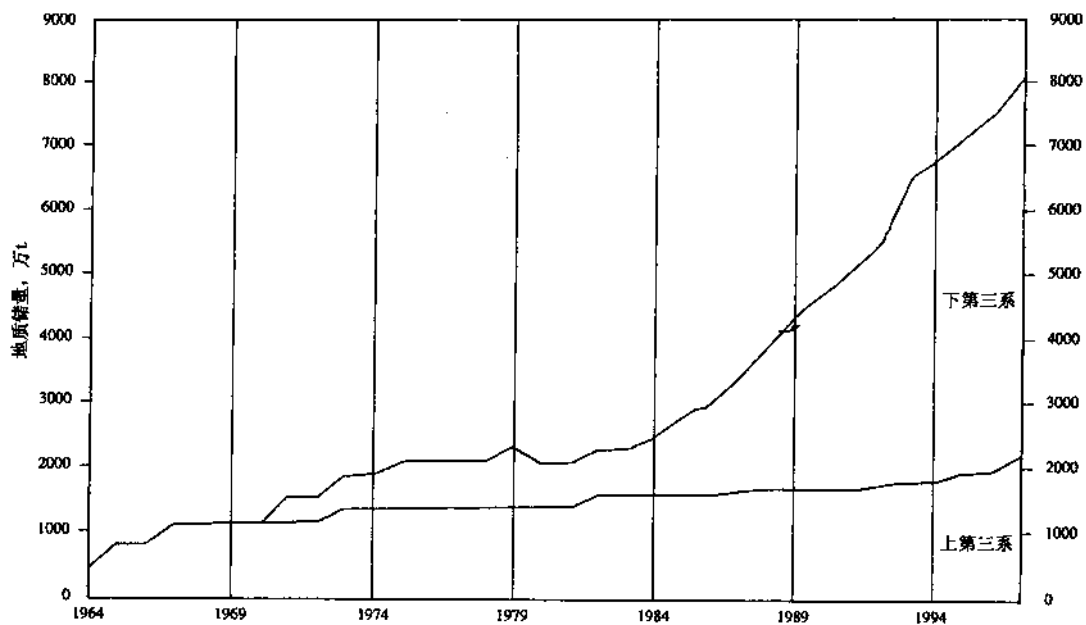


图 1-2 黄骅盆地上第三系历年累计石油探明储量增长曲线图

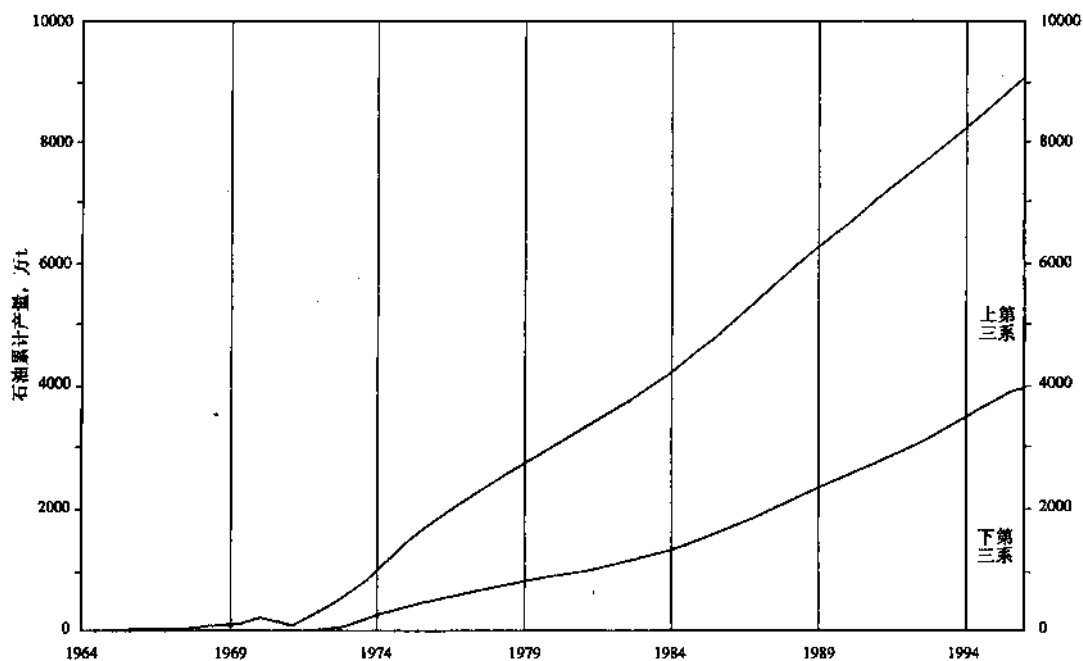


图 1-3 黄骅盆地上、下第三系历年累计石油产量增长曲线图

称构造油气藏。由于不同应力作用的结果，形成了多种模式的圈闭形态，可细分为背斜构造油气藏和断鼻构造油气藏两亚类。

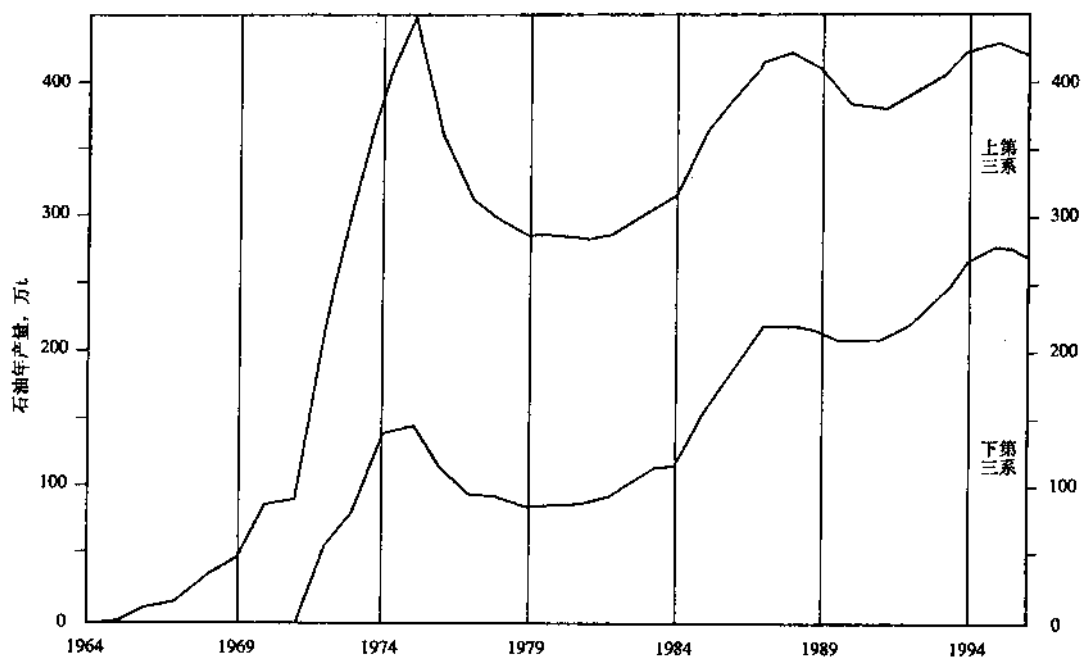


图 1-4 黄骅盆地上、下第三系石油年产量曲线图

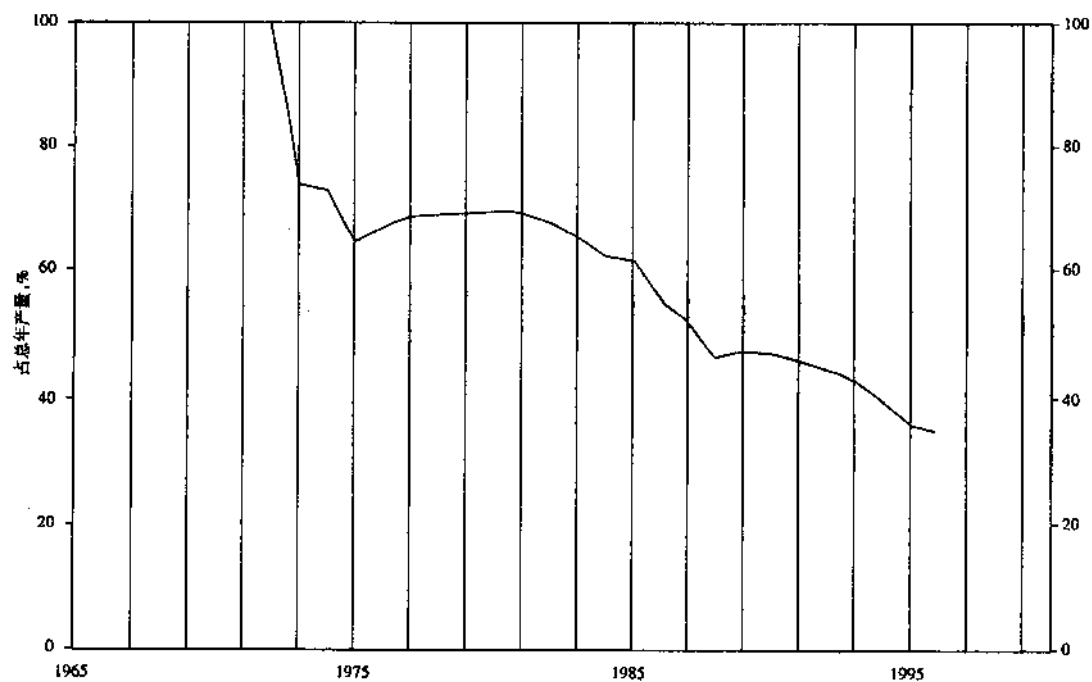


图 1-5 上第三系石油年产量占总年产量百分比曲线图

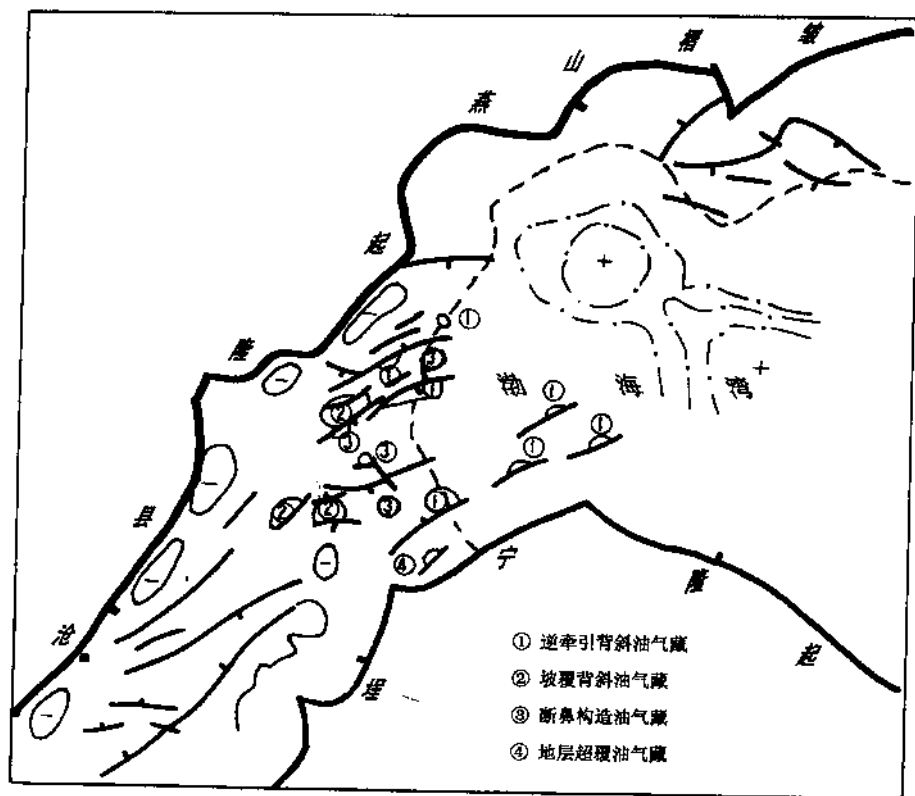


图 1-6 黄骅盆地上第三系油气藏类型分布图

1. 背斜构造油气藏

背斜构造油气藏是黄骅盆地上第三系主要的油气藏类型，如港东、港西、羊二庄、羊三木、孔店、红湖都属于此种类型。它们的共同特点是，背斜圈闭形态和闭合高度控制油气富集；有较统一的油气水系统；油层以层状分布为主，部分为块状；油气藏内流体按重力进行分异，油、气性质呈有规律分布；断层或岩性因素使油气分布复杂化，影响着背斜构造油气藏的规范性。按构造成因又将背斜构造油气藏分为如下两种。

(1) 逆牵引背斜油气藏

如港东、羊二庄、赵东油田均为逆牵引背斜油气藏（图 1-7、1-8 和 1-9），分布于歧口凹陷港东、赵家堡、羊二庄同生断层下降侧，受重力滑动作用影响，塑性地层产生逆倾斜褶皱而成，圈闭形态呈陡缓两翼不对称短轴背斜，陡翼靠近断层，构造走向与主断裂平行，高点由浅到深向断层下倾方向偏移。构造轴部油气层厚度大，翼部薄。主力油层相对集中。由于断层的切割，油气层厚度及油水界面因块而异，主力油层有较统一的油水系统。探明含油面积 36.6km^2 ，地质储量 $8504 \times 10^4\text{t}$ ；天然气面积 14.2km^2 ，天然气地质储量 $33.71 \times 10^6\text{m}^3$ 。

以港东油田为例，油藏特征如下：

港东油田位于北大港构造带东部港东主断层下降侧（图 1-7），1965 年发现。上第三系发育有两套含油层系，分别为馆陶组油层和明化镇组油层，探明原油储量 $4755 \times 10^4\text{t}$ 。1968 年正式投入开发，至 1997 年底已产出原油 $2107.2 \times 10^4\text{t}$ ，平均年采油速度为 1.5%，采出

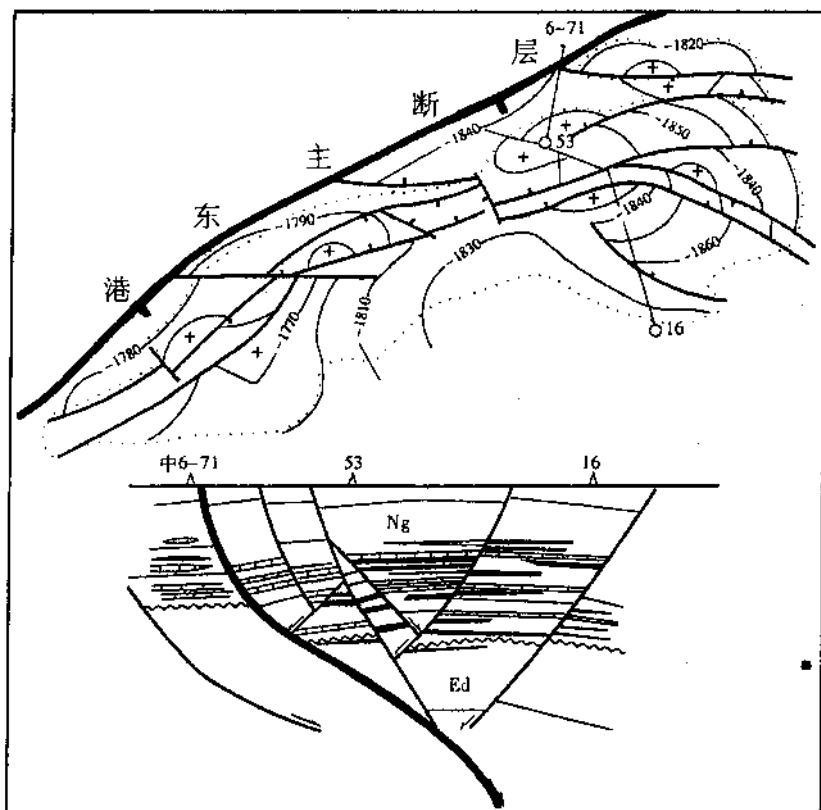


图 1-7 港东油田逆牵引背斜油气藏平、剖面图

程度为 40.6%，是一个开发效益很好的油田。

1) 圈闭特征。是一个交织“Y”字型复式地堑结构的逆牵引背斜构造，断裂系统向海域带状撤开的一个典型的逆牵引背斜构造，近临歧口生油凹陷，有着丰富的油气资源，构造面积 50km^2 。由东西两个高点组成，其间由一鞍部以断层相接。东高点称一区，西高点称二区。构造走向北东东向，与港东主断层延伸方向平行，轴部为马棚口断层和港东一号断层形成的地堑，纵贯东西。南北两翼差异较大，南翼为较完整的半背斜，构造简单，倾角平缓 $1^\circ\sim 3^\circ$ ；北翼构造复杂，断层发育，地堑、地垒相间出现，倾角陡 $5^\circ\sim 7^\circ$ 。

据馆陶组构造图统计，断层共有 33 条，皆属高角度断层，倾角 $50^\circ\sim 60^\circ$ 。以北东东向断层为主，落差大，一般 $60\sim 80\text{m}$ 。其中港东主断层具有明显同生断层特征，断层落差在深部可达 $800\sim 1000\text{m}$ ，延伸长达 20km ，控制着港东上第三系逆牵引构造的形成、地层厚度及油气水分布。北北西向断层发育时间较晚，断距也较小，一般 $30\sim 50\text{m}$ ，延伸长度一般不超过 1km ，对油气控制不明显，但对砂体和构造切割频繁，进而使油气藏复杂化。

2) 油层特征。港东油田油层集中分布于上第三系明化镇组下段和馆陶组，是一套河流氧化环境下的红色碎屑沉积，砂、泥岩呈不等厚的间互分布。油层分 8 个油组 47 个小层，油层厚度变化大，最大单井有效厚度 69.6m ，平均有效厚度 15m 。主力油层为明Ⅲ、明Ⅳ油组，其地质储量占总地质储量的 70.9%。

储油岩性以细砂岩为主，泥质（含量 8.4%）胶结，碳酸盐含量平均为 2.9%，胶结类型大部为孔隙接触式。油层孔隙度平均为 32%，渗透率变化大，最小为 $0.443\mu\text{m}^2$ ，最大可

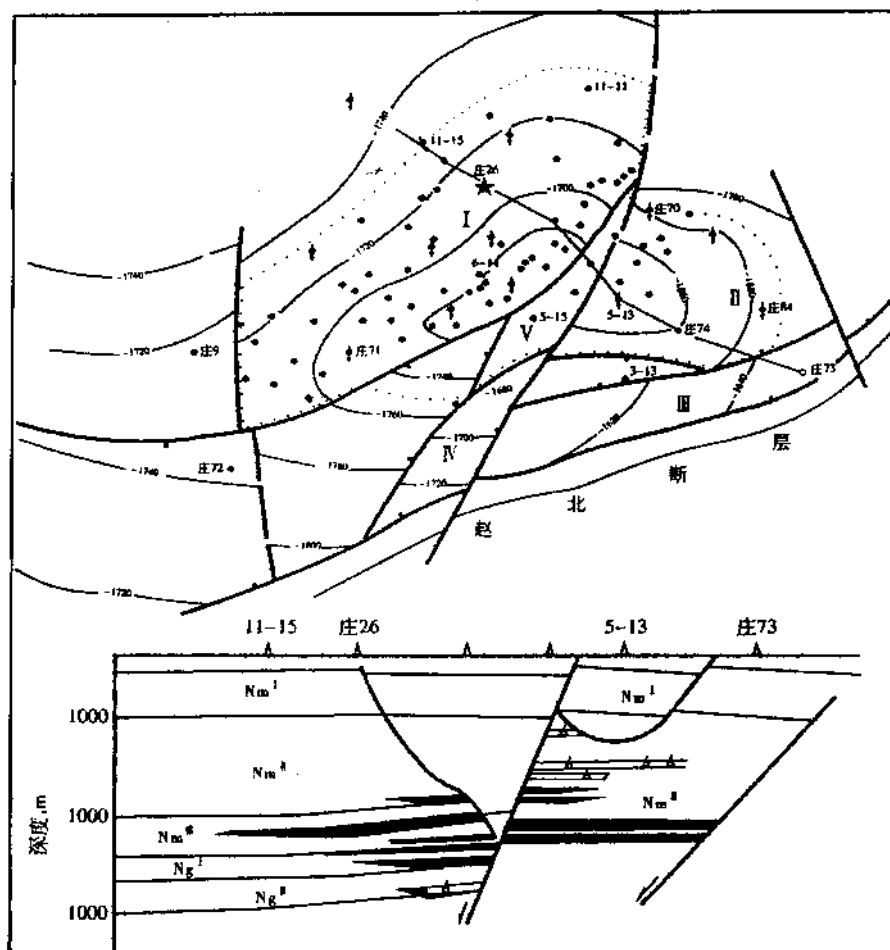


图 1-8 羊二庄油田逆牵引背斜油气藏平、剖面图

达 $1.764\mu\text{m}^2$ ，平均 $1.002\mu\text{m}^2$ ，变异系数 0.71。据港 205 井油基泥浆取心分析，原始含油饱和度为 65%。根据大港油田储层分类标准，港东明化、馆陶油层属于Ⅲ类中等储集层。

3) 油气藏及流体性质。港东油田油气富集明显受逆牵引背斜控制，由于断层切割将油田分成 28 个含油断块，断块面积一般小于 1km^2 (24 个断块)，最大的也仅有 2.3km^2 ，最小的含油断块面积为 0.26km^2 。不同断块油气水间互出现，缺乏统一的油水界面。边部断块具有较活跃的边、底水，内部断块天然能量比较弱。因此港东油田在一定程度上可视为背斜构造背景上油气水系统复杂的断块—岩性油气藏。原始地层压力 15.59MPa，饱和压力 14.11MPa，地层温度 67.4°C ，压力系数 0.98。港东油田上第三系油气水性质有较好的规律性。原油性质自下而上由轻变重，平面上由东至西、由内向外、由构造高部位向低部位原油密度增大，粘度增高，胶质沥青质增高，蜡含量降低。原油密度为 $0.85\sim 0.92\text{g}/\text{cm}^3$ ，地下原油粘度为 $1.2\sim 1.92\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。天然气可分为溶解气和干气，其性质纵向变化与原油性质截然相反，天然气密度下重上轻，馆陶组至明二段相对密度由高变低，重烃含量逐渐减少，甲烷含量增多。天然气平均相对密度 0.636，甲烷含量平均 89.36%。地下水性质为重碳酸钠型，总矿化度由浅至深逐渐增高，平均值较小，为 $3793\text{mg}/\text{l}$ 。

(2) 披覆背斜油气藏

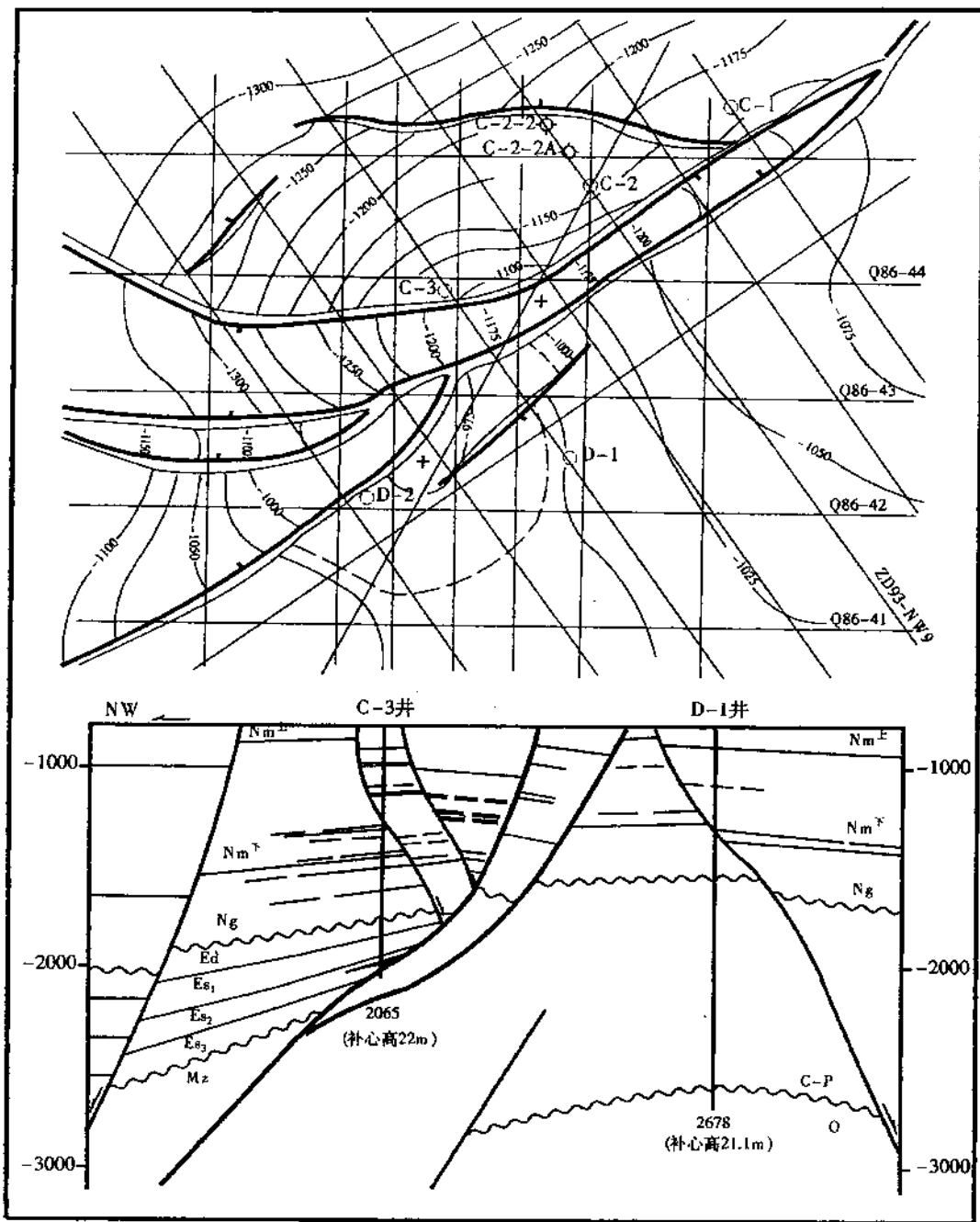


图 1-9 赵东油田逆牵引背斜油气藏平、剖面图

港西、羊三木、孔店均为披覆背斜构造油气藏（图 1-10、1-11 和 1-12），分布于北大港、羊三木—扣村及孔店潜山构造带上。上第三系馆陶组、明化镇组地层直接盖在前第三系基岩隆起上，为基岩持续拱升形成的披覆背斜圈闭，如港西、羊三木等构造圈闭（图 1-10、1-11 和 1-12）。其形态大多呈穹隆状，构造主体地层薄，翼部厚，两翼地层倾角平缓，约 $1^{\circ}\sim 3^{\circ}$ ，构造幅度下大上小，圈闭面积受古凸起范围控制。上第三系砂岩发育，物性