



1

大港油田科技丛书编委会编

勘探历程与经验



石油工业出版社
PETROLEUM

INDUSTRY PRESS

大港油田科技丛书 1

勘探历程与经验

大港油田科技丛书编委会编

石油工业出版社

内 容 提 要

黄骅裂谷盆地,位于渤海湾油田西缘,形成于第三纪,块断活动强烈,地质条件复杂,油气勘探经历了漫长曲折的发展历程。

本书是大港油田三十余年勘探实践的科学总结,内容丰富,包括主要石油地质特征与勘探成就;勘探历程与典型实例分析;勘探基本经验与资源评价方法。具有较高的理论水平。

本书对于从事石油地质勘探的工作者和教学、研究者亦有重要的应用和参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

勘探历程与经验/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;1)

ISBN 7-5021-2674-0

I.勘…

II.大…

III.石油天然气地质-地质勘探

IV.P618.130.8

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第46451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

x

787×1092毫米 16开本 8.5印张 200千字 印1—2300

1999年9月北京第1版 1999年9月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-2674-0/IE·2127

定价:15.00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

黄骅裂谷盆地在区域地质构造上属渤海湾含油气区的一部分,位于渤海湾含油气区西部,燕山褶皱带的南侧,包括沧县、埕宁两个隆起,总勘探面积约18000km²。

黄骅裂谷盆地形成于第三纪,盆地内块断活动强烈,石油地质条件极其复杂,油气勘探工作经历了漫长、曲折的发展过程。

1964年初,石油工业继大庆会战之后又展开了华北地区油气的大规模勘探工作,年末在位于北大港构造带上的港5井喜喷工业油气流。大港油田的诞生,标志着祖国石油工业又跨出重要的一步。

自大港油田发现至今已有32年的勘探历史,从事油气勘探工作的广大科学技术人员和职工面对这种复杂的地质条件反复实践、勇于探索、呕心沥血、艰苦工作,不仅在地质理论、勘探技术和方法方面形成独具特色的技术系列,而且发现不少的油气田,为我国石油工业的发展作出了可贵的贡献。迄今为止,已在该区发现并探明23个油气田,探明石油地质储量 7.9×10^8 t,天然气 309×10^8 m³,年产原油 430×10^4 t,年产天然气 3.6×10^8 m³,成为我国重要的石油生产基地。

该书是大港油田科技丛书的第一册,也是勘探专业五册丛书之一,内容是系统总结黄骅裂谷盆地32年油气勘探的科学实践。本书共有六章,二十八节,约20万字。写作的思路是从大港丰富的勘探实践出发,力求从正反两个方面,系统总结几十年来的勘探成就、历程、实例、经验、资源评价技术。

参加本书的编写人员,均是从事大港油田油气勘探实践的一批退休老专家,他们具有较多的实践经验。克服了年老体弱、资料不足的各种困难,亲自动手,调查研究,查阅了大量历史资料,完成了本书的编写工作。

本书内容基本上反映了大港油田历年来勘探所取得的光辉成就,走过的曲折历程,翔实的勘探实例,丰富的勘探经验和行之有效的几项勘探技术。其内容无不渗透着反复实践、反复认识生动的勘探事例,因此它既是一部勘探历史的记实,又是一部辩证唯物主义认识论在勘探实践中应用的写照。

勘探专业技术丛书的编写既丰富了黄骅裂谷盆地石油地质理论,也为今后油气勘探展示了广阔前景。

该书第一章由潘跃威完成,第二、三章由刘鸿斌完成,第四章由薛士荣完成,第五、六章由秦若撤、于志海完成。全书由刘鸿斌统稿,薛士荣审核,经评审验收组孙希敬、薛士荣、于庄敬、赵学平、方文娟、杨孝秋集体审查定稿。在定稿出版过程中得到曲文林、李丽、张荣志、翟显华及地质院制图厂同志的大力帮助,在此向他们表示衷心的感谢。

基于作者水平有限,书中难免有不少差错,诚请广大读者给予批评指正。

《勘探历程与经验》编写组

1998年11月

目 录

第一章 勘探成就	(1)
第一节 勘探概况	(1)
第二节 石油地质特征	(2)
第三节 勘探成就与水平	(5)
第二章 勘探历程	(9)
第一节 区域普查阶段 (1955~1963 年)	(9)
第二节 区域钻探阶段 (1964~1966 年)	(14)
第三节 勘探开发北大港、南大港阶段 (1967~1969 年)	(17)
第四节 全面开展油气勘探阶段 (1970~1975 年)	(18)
第五节 钻探潜山、评价深层阶段 (1976~1978 年)	(22)
第六节 展开复式油气藏勘探阶段 (1979~1990 年)	(26)
第七节 深化陆地加快滩海阶段 (1991~1996 年)	(30)
第三章 勘探实例分析	(37)
第一节 广探全区 当年发现北大港油田	(37)
第二节 大港油田是浅层起家	(38)
第三节 生物灰岩高产增添了新储层	(41)
第四节 古潜山勘探有得有失	(43)
第五节 孔南油田一支独秀	(45)
第六节 一个断点延误板桥油气田九年发现	(49)
第七节 当心! 丢了气层	(50)
第八节 火成岩勘探与实践	(53)
第九节 南堡凹陷山上与山下之争	(58)
第十节 北塘勘探出现生机	(61)
第四章 勘探经验	(65)
第一节 八条基本经验	(65)
第二节 今后勘探建议	(79)
第五章 资源评价技术	(80)
第一节 大港油田石油资源评价方法的历史回顾	(80)
第二节 大港油田对资源评价技术的要求	(83)
第三节 资源评价技术	(84)
第四节 评价与建议	(101)
第六章 地质储量及圈闭资源量计算方法	(102)
第一节 油气地质储量计算方法概述	(102)
第二节 圈闭资源量测算方法	(120)
参考文献	(125)

第一章 勘探成就

第一节 勘探概况

黄骅裂谷盆地位于天津市东南渤海之滨，北起燕山褶皱带以南，沧县隆起以东，埕宁隆起以西，大体呈南西—北东向展布，东部伸向渤海裂谷盆地，总面积 17000km^2 ，大港油田是黄骅裂谷盆地发现的油气田的总称。1988 年原中国石油天然气总公司决定将黄骅裂谷盆地北部南堡凹陷（涧河以东）划为冀东油田。目前大港油田勘探范围北起涧河，南至吴桥，西到天津—里坦凹陷东缘，东至渤海 5m 水深线，即北纬 $37^{\circ}30' \sim 39^{\circ}25'$ ，东经 $116^{\circ}05' \sim 110^{\circ}05'$ 。西与冀中裂谷盆地，东南与济阳裂谷盆地毗邻，北以燕山为界，东与渤中裂谷盆地相接。加上沧县隆起东半部及埕宁隆起西半部，总面积 18629km^2 ，其中陆地面积 16499km^2 ，海滩—极浅海面积 2130km^2 ，包括潮间带面积 450km^2 ，极浅海面积 1680km^2 ，海岸线长 146km 。黄骅裂谷盆地所处位置见图 1-1 所示。

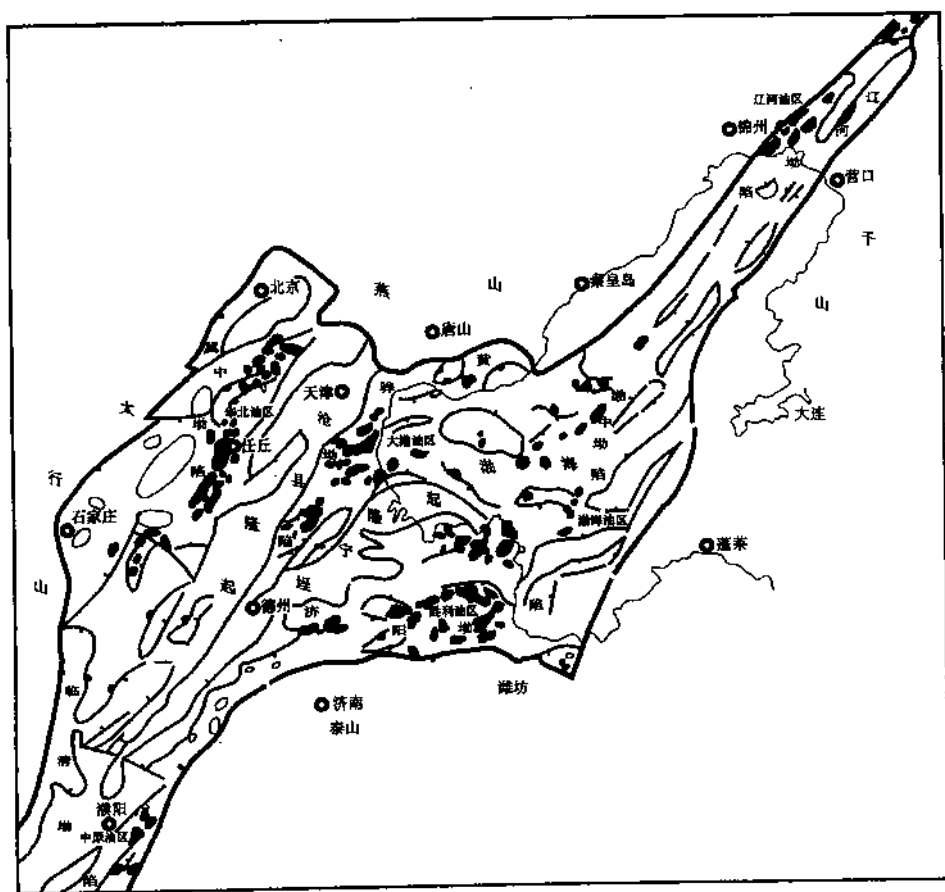


图 1-1 黄骅拗陷在渤海湾盆地中的位置

大港油田的勘探工作始于 60 年代初期, 1964 年开始大规模油气勘探。1963 年 12 月位于羊三木构造上的黄 3 井, 在上第三系馆陶组首先发现工业油气流, 从而揭开了黄骅裂谷盆地油气勘探新的一章。

截止 1996 年底, 大港油田累计完成二维地震 82657km, 三维地震 3739km², 完成重磁电测量 119km, 1:5 万航空磁测 2.52×10^4 km², 1:2.5 万高精度重力测量 4424km², 物化探测量 7096km², 岩性探矿 50km², 放射性 19.2km², 电场差分法 30km²。盆地陆地部分主要二级构造带的二维测网密度已达 0.5×0.5 km, 二级构造带主体区基本被三维地震覆盖, 而陆地部分二级构造带及沧县隆起、埕宁隆起尚未作三维地震, 二维测网密度大多处于普查—详查阶段。

通过 32 年勘探, 累计完成各类探井 1657 口, 进尺 474×10^4 m, 获工业油气流井 671 口 (包括冀东油田, 探井总数 794 口, 进尺 471×10^4 m, 取心井 927 口, 进尺 24843.9m, 岩心长 22419m, 平均收获率 90.2%, 占总进尺 0.51%)。累计试油井数 1347 口, 试油层数 4046 层, 平均探井成功率 48%, 每口探井平均探明储量 54.6×10^4 t, 每米进尺探明储量 192t, 探明每吨石油储量耗资 5.9 元。

勘探实践证实: 黄骅裂谷盆地由于多次构造活动, 形成了多个生油凹陷、多套含油层系、多种类型的储油岩体和多种成因的圈闭类型, 构成了纵向上多层含油上下叠置, 横向上不同层系叠瓦排列含油连片, 形成了多种类型的复式油气聚集带, 本区为一个大型复式含油气区。

第二节 石油地质特征

一、盆地的演化

黄骅裂谷盆地隶属中国东部中、新生代裂谷系, 是中生代以来环太平洋构造带活动的结果, 系在古生代地台的基底上, 经历中生代拱升裂陷, 于第三纪形成并衰亡的, 属于大陆内裂陷—拗陷盆地。发育在鲁西、太行山、燕山三大基底的交接部位, 比裂谷系中其它盆地更为复杂。其演化经历了早期裂陷 (始新世—渐新世) 以构造沉降为主和晚期拗陷 (中新世以后) 以热沉降为主的两个阶段。

1. 裂陷期 (裂谷期)

1) 初断期: 发生于始新世孔店组沉积时期。块断活动首先表现在盆地南部沧州—南皮一带, 沿沧东断裂及徐黑断裂下降侧形成地堑式闭塞的小湖盆, 面积小, 约 1300km²。由于块断扩张活动的旋回性相应形成两套建造序列, 即孔三段至孔二段的类磨拉石建造—湖相泥沉积, 厚约 1000m; 孔一段的洪积扇—基性火山岩—膏盐建造, 沉积厚约 2000 余米, 构成盆地第一套含油建造, 形成沧东—南皮凹陷含油区。

2) 扩张期: 发生于渐新世早期沙河街组三段沉积时期, 是盆地基本骨架的形成时期, 块断扩张活动极为强烈, 而以中北部最甚, 块间升降幅度差可达 1000~2000m, 扩张速率每年可达 0.9mm, 形成板桥、歧口—渤中、北塘—南堡等单断箕状凹陷带。而盆地南部活动较弱, 块间升降幅度仅 200~700m。强烈的块断活动, 加剧了盆地北缘与燕山褶皱带的高差, 为盆地奠定了丰富的物源基础。盆地内堆积了巨厚的 (1000~2000m) 以重力流沉积类型为特征的湖相沉积, 形成盆地的第二套含油建造。

3) 稳定发展期: 发生于渐新世中期沙河街组二段、一段沉积时期。渐新世早期的块断

扩张活动之后,盆地经历了短暂的上升阶段,进入了渐新世中期断拗活动的发展阶段。块断活动除边界断层活动较强外,盆地内部断裂均较微弱,因此湖盆底部地形平坦,凹陷形态由不对称的箕状转变为对称的拗陷形式。盆地的沉降幅度南北仍然不同,南部地区更为稳定,沉降幅度不大,为台地型的浅湖相环境,水体较浅,碎屑物质供应贫乏,沉积了厚约100~300m的碎屑灰岩、油页岩、钙质页岩及白云质灰岩组合。而中、北部受边界断层的控制,沉降幅度较大,湖水深,沉积物为厚约500~1000m的较深湖相的泥质岩与重力流沉积类型的湖底河道砂和水下扇等砂体,成为盆地第三套含油建造。

4) 衰减期:发生于渐新世晚期东营组沉积时期。断块活动进一步减弱,盆地开始隆升,湖盆收缩,水体变浅,沉降中心由边缘向中心转移,呈现出以歧口—南堡凹陷为中心的沉积格局。本期南部地区湖水较浅,碎屑物质供应不足,湖盆稳定,沉降幅度不大,以浅湖的灰色—绿色泥岩相为主,厚500m。而中、北部地区,沉降幅度较大,沉积速度较快,来自燕山地区的碎屑物质供应充分,堆积了厚约1000m的冲积扇—三角洲沉积体,构成盆地的第四套含油建造。随着块断活动的衰减,湖盆继续收缩,直至湖盆全部充填,结束了湖泊沉积的历史。

2. 拗陷期(后裂谷期)

晚第三纪裂谷衰亡,盆地进入拗陷的发展阶段,沉积了厚1500~3500m的河流相沉积。此时断裂及火山活动仍较强烈,并形成与断裂活动有关的一系列圈闭,为上第三系油气藏的形成提供了有利条件。虽然本期河流相不具备生油条件,但该区长期发育的断层及不整合的存在,构成了下部生成油气向上运移的通道,从而在上第三系有利圈闭中形成了丰富的油气藏,其储量和产量在黄骅盆地中均占有显著地位。

盆地的演化有两个明显的特点:

首先,断裂断块活动剧烈,具有多期性。黄骅盆地已发现的基底断裂有20多条,可分两大断裂系:沧东断裂系,呈北东向,已发现的有沧东、孔东、孔西、徐西、黑龙村、羊二庄、北大港、南大港、大张坨、赵家堡、老王庄西、马头营西、茶淀、西河等;塘南断裂系,呈北西向,已发现的有滦南、西南庄—柏各庄、高柳、海河、羊三木、黄骅、小集、徐南等。这些断裂具有活动持续时间长,由始新世到晚第三纪,基岩的垂直落差大,一般可达2000~3000m,盆地边界断层可达6000m以上,伴随断裂活动,火山岩极为发育。断裂的活动控制盆地的沉积,区域构造的展布,盆地的形成、发展以及油气的分布。

其次,沉降的幅度大,沉积速度很高,第三纪堆积了巨厚的陆源碎屑沉积体。根据钻井地震资料,印支运动以后本区就是相对沉降的地区,保存了较厚的(1000~2000m)二叠—石炭系及中生界地层。第三纪持续沉降,沉积岩厚度最大达8000m以上。特别值得指出的是晚第三纪,整个中国大陆东部进入裂谷期后的拗陷稳定发展时期,但本区与渤海地区断裂活动仍然比较强烈,沉降幅度较大,沉积岩厚度最大达3000m以上,大于其它盆地2~3倍,这是本区有别于其它盆地独特的地质特点。

上述两个特点形成该区较为优越的石油地质条件。

二、盆地的地质特征

1. 叠置型的生油凹陷,油气资源丰富

黄骅裂谷盆地已发现的生油凹陷有南堡、北塘、板桥、歧口、沧东和南皮,由于断块活动的多期性,每个生油凹陷都经历了多期的生油环境,因而形成了多套生油层系,如歧口、南堡凹陷,生油层有4套(E_{s3} , E_{s2} , E_{s1} , E_d),板桥凹陷有3套(E_{s3} , E_{s2} , E_{s1}),沧东、

南皮凹陷3套(E_{k2} , E_{k1} , E_{s3}), 北塘凹陷推断亦有3套(E_{s3} , E_{s1} , E_d)。生油层厚, 一般为1000~2000m, 有机质丰度高, 有机碳一般为1.16%~5.0%, 转化条件好, 总烃含量为1000~2000mg/L, 油气资源丰富。根据氯仿沥青“A”推算, 本区下第三系总生油量为 258.34×10^8 t, 总生气量为 386338×10^8 m³。

2. 储层发育, 类型较多, 沉积物以重力流砂体为主要形式

古生代沉积了巨厚的碳酸盐岩建造和海陆交互相地层, 中生代沉积了以中、下侏罗统为代表的河流相和河湖沼泽相地层, 发育一套基性火山碎屑岩建造, 白垩系为大陆洪积相沉积。经燕山运动华北地台解体后, 新生代是黄骅裂谷盆地主要发育期, 早第三纪为湖相沉积砂体, 晚第三纪为河流相砂体, 早第三纪砂体因受块断运动、古气候条件及古地形影响, 其成因类型主要为重力流砂体; 包括河流冲积扇、水下扇、湖底水道砂、深水浊积扇以及河流三角洲砂岩。在空间上形成了多种沉积体系, 发育多种类型的砂体, 为油气储集提供了良好的空间, 粒屑灰岩、灰岩的发育和火山岩的存在, 组成了黄骅裂谷盆地以碎屑为主, 粒屑灰岩、火山岩为辅的三大储集岩类, 其中碎屑岩中储集的已探明的石油地质储量占总探明储量93%, 粒屑灰岩占5%, 火山岩占2%。

3. 油气藏类型及其展布

受块断活动和沉积作用控制, 本区具有多种圈闭类型, 形成了多种类型油气藏, 大体分为构造油气藏、地层岩性油气藏及古潜山油气藏三大类共18种类型(表1-1)。

受成因条件的制约, 各类油气藏无论在时间上和空间上均按一定的规律展布, 空间上不同类型油气藏分布在特定的区域构造位置上, 逆牵引背斜油气藏主要分布在同生断层下降盘, 有时呈串珠状分布。披覆背斜油气藏主要分布在被上第三系地层所覆盖的基岩隆起上; 挤压背斜油气藏主要分布在边界断层及主断层之间凹陷中由双向挤压造成; 滑塌背斜油气藏多分布在主断裂的下降盘, 依次滑塌形成; 拱升背斜油气藏分布在继承性基岩局部隆起带上; 鼻状构造油气藏多分布在边界断层或盆地内部大断裂带的下降盘; 岩性油气藏多分布在盆地的斜坡带上, 地层油气藏多与地层超覆和不整合有关; 古潜山油气藏与多位于被生油岩所包围的基岩隆起上, 并有良好的储盖组合。

通过综合研究发现, 各类油气藏的形成分布不是孤立存在的, 在时空上是由单个油气藏形成复合群体, 即复式油气聚集带。通过勘探, 黄骅裂谷盆地发现了多个复式油气聚集带。

4. 多种运移方式, 多期油气聚散

前述本区具有多套生油层系, 多种储集岩体, 多期块断活动, 形成多种生—储—圈组合序列和广阔的油气运移途径, 其运移方式有垂向、侧向和混合式三种, 各种方式具有一定的分布规律: 垂向运移一般分布在构造的陡翼, 大断裂的两侧, 运移的途径为大断裂及其派生的张性复式地堑, 运移的距离与断裂断开的高度有关, 一般2~3km, 常形成上第三系次生油气藏; 侧向运移一般分布在构造带的缓翼, 凹陷的斜坡, 其运移途径为不整合面、储层内部及地层层理面, 运移距离最大超过10km; 混合式运移, 包括先侧向后垂向, 先垂向后侧向两种运移方式非常广泛, 运移距离也很远, 最大距离可达20~30km, 如羊三木油田。

由于各生油层系的热演历史不同和块断活动的多期性, 油气大规模的运移, 也具有多期性。本区已确定的有东营期、明下段末期、明上段末期三次主要油气运移期, 油气运移的方向受下第三系古静压分布的控制, 主要指向凹陷中的隆起带和凹陷的斜坡带。

5. 具有多期火山喷发和较高地温场

火山岩主要沿深大断裂喷出。钻探证实盆地除中生界发现安山岩玄武岩体外, 整个第三

系地层中均有火山岩存在。形成本区较高的地温场。盆地内第三纪的沉陷区和地幔隆起区呈现镜像对应的特点,证明地幔隆起较高,地壳较薄,活动性强,最大地热流值为正常值的1.3~1.7倍,其盖层地温梯度为3.6~4.3℃/100m,高于正常地温梯度,说明地壳内部确有上地幔物质涌升后所产生的强烈的热对流活动。地壳深部热量向上释放对黄骅盆地油气生成、运移、聚集都是十分有利的条件。

表 1-1 黄骅裂谷盆地油气藏类型

类	亚类	序号	种 类	实 例
构造 油 气 藏	背斜油气藏	1	逆牵引背斜油气藏	港东、羊二庄、马西深层、板中东、官1、官3
		2	披覆背斜油气藏	港西、王徐庄、羊三木、孔店
		3	挤压背斜油气藏	板桥、乌马营
		4	滑塌背斜油气藏	沈家铺、枣园、长芦
		5	拱升背斜油气藏	塘沽
	鼻状构造油气藏	6	断层遮挡的鼻状构造油气藏	唐家河、六间房、周清庄、友谊、小集
	断块油气藏	7	地垒断块油气藏	官80、枣南、自来屯
		8	抬斜断块油气藏	滨南
		9	交叉断层断块油气藏	歧50、歧15
地层 岩 性 油 气 藏	岩性油气藏	10	砂岩上倾尖灭油气藏	大张坨、滨北、联盟
		11	孤立砂岩油气藏	板深56
	地层油气藏	12	凹陷中心浊积岩体油气藏	港深32-33砂岩体
		13	地层超覆油气藏	歧26
		14	地层不整合油气藏	歧647
古 潜 山 油 气 藏	新生型潜山 油气藏	15	新生中储潜山油气藏	官142(J)、风化店(J)
		16	新生古储潜山油气藏	太14(O)、扣村(P)、千米桥(O)
	古生型潜山 油气藏	17	古生中储潜山油气藏	孔古4(K)
		18	古生古储潜山油气藏	孔古3(O)

总之,黄骅盆地历经中生代的拱升、裂陷,于第三纪形成南、北两大主要生油凹陷,石油总聚集量为 $25.64 \times 10^8 \text{t}$,天然气聚集量 $4512 \times 10^8 \text{m}^3$,为该区油气富集成藏提供了雄厚的物质基础;长期发育的大型断裂背斜构造,由于块断活动的差异性,形成多种圈闭类型,为油气聚集提供了多种场所;构造运动的旋回性形成了多种沉积体系及多套储盖组合,为油气富集提供了良好的储集空间;多种油气运移方式,形成多套含油层系,控制油气藏的广泛分布。

第三节 勘探成就与水平

一、勘探主要成就

1. 明确了黄骅裂谷盆地正负向二级构造单元的分布及类型

本区共发现23个正向二级构造带,7个凹陷带。按成因二级构造带可分为三种类型:潜山构造带,共9个,包括塘沽一新港、沈青庄、北大港、南大港、羊三木、孔店、徐杨桥

一黑龙村、西河、涧南；断裂构造带有 8 个，包括茶淀—新河村、板桥、张东、小集一段六拨、灯明寺、大神堂、歧东、白东；裙边（鼻状）构造带，有 6 个，于家岭、增福台、羊二庄、沧市、盐山、东光。经钻探在北大港、孔店、茶淀—新河村、塘沽、板桥、沈青庄、南大港、张东、歧东、羊二庄、羊三木、小集—断六拨、沧市、灯明寺、新港等 15 个二级构造带上获工业性油气流，在大神堂、增福台、白东、徐杨桥—黑龙村、盐山等 5 个二级构造带上见到油气显示。

7 个凹陷，按其发育特征可分为三种类型：长期发育的凹陷，渐新世以来湖盆稳定下降，沉积速度快、厚度大、生油层系多、生油岩体积大，如歧口、板桥、北塘等凹陷属此类；早期发育的凹陷，始新世发育，渐新世衰退，始新统孔二段发育良好生油层，如沧东、南皮凹陷属此类型；晚期发育的凹陷，渐新世晚期发育，主要生油层为沙一段，如盐山凹陷。目前认为北塘、板桥、歧口、沧东、南皮等 5 个凹陷是最有利的生油凹陷，盐山凹陷为较有利生油凹陷，吴桥凹陷尚待进一步查明。由于断块活动的多期性，使每个生油凹陷都经历了多期生油环境，形成了多套生油层为叠置型的生油凹陷。多数生油层埋藏深度大，有机质演化程度高，以成熟、高成熟阶段的生成物为主，生油能力强，用盆地模拟法计算，本区总生油量 $258.34 \times 10^8 \text{t}$ ，天然气总生气量 $386338 \times 10^8 \text{m}^3$ ，预测石油总聚集量 $25.64 \times 10^8 \text{t}$ ，天然气总聚集量 $4512 \times 10^8 \text{m}^3$ ，油气资源十分丰富。近年在沧东凹陷东缘发现了石炭—二叠系煤系与碳质泥岩烃源岩及奥陶灰岩烃源岩，从而揭示了在古生界、中生界找油的新领域。

2. 发现了 14 套含油层系

本区在下古生界、上古生界、中生界及第三系的多套层系中获得了工业性油气流，其中以第三系含油层系为主，所发现的 14 套含油层系中第三系有 11 套。这些层系自老至新为奥陶系、石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系、下第三系的孔三段、孔二段、孔一段、沙三段、沙二段、沙一段、东营组一、三段、上第三系的馆陶组、明化镇组。油气层埋深为 600~5000 余米。

3. 发现了 23 个油气田和 5 个含油区块

23 个油气田是：北大港、王徐庄、板桥、长芦、周清庄、齐家务、羊三木、羊二庄、刘官庄、高尘头、孔店、枣园、小集、段六拨、舍女寺、乌马营、叶三拨、王官屯、扣村、塘沽、赵东、张巨河及大张坨气田；5 个含油区块是刘岗庄、沈青庄、新村、歧北砂体及歧东。

上述 23 个油气田，除高尘头、张巨河、刘官庄、叶三拨及乌马营油田外，均已正式投入开发。截止 1996 年底，本区累计探明含油面积 564.5km^2 ，探明地质储量 $7.9 \times 10^8 \text{t}$ ；探明天然气含气面积 104.5km^2 ，天然气地质储量 $309.69 \times 10^8 \text{m}^3$ ，探明凝析油地质储量 $734 \times 10^4 \text{t}$ ；累计控制含油面积 92.7km^2 ，控制石油地质储量 $7819 \times 10^4 \text{t}$ 。

4. 建成年生产原油 $430 \times 10^4 \text{t}$ 和天然气 $3.6 \times 10^8 \text{m}^3$ 的生产能力

大港油田 1965 年投入开发，截止 1996 年先后有 16 个油田投入开发，投产井 2215 口，正常开井 1748 口，1996 年年产原油 $434 \times 10^4 \text{t}$ ，累计产油 $9348 \times 10^4 \text{t}$ 。开发动用含油面积 337.4km^2 ，地质储量 $50284 \times 10^4 \text{t}$ ，采油速度为 0.89%，采出程度为 19.21%，平均综合含水率 83.98%。目前油田共有注水井 824 口，开井数 495 口，日注水量 $6.5 \times 10^4 \text{m}^3$ ，累计注水 $317 \times 10^8 \text{m}^3$ 。油田共有天然气井 640 口，开井数 495 口，平均日产气量 $163.8 \times 10^4 \text{m}^3$ ，全年累计生产天然气 $3.8 \times 10^8 \text{m}^3$ ，开发动用天然气地质储量 $273.13 \times 10^8 \text{m}^3$ ，采出程度为 38.83%。

总之,大港油田是原中国石油天然气集团公司下属的一个大型石油天然气勘探开发联合企业,其勘探开发范围跨津、冀 25 个区、市、县,经过 30 多年艰苦创业,大港人用自己辛勤的劳动,在昔日的盐碱荒滩上,建立了一个集石油勘探、油气生产、原油加工、机械制造、科研设计、施工作业、后勤服务、社会公益、多种经营等多种功能于一体的油气生产基地,截至 1996 年累计上缴利税 41 亿元。1995 年实现主业销售收入 59 亿元,上交税费 6.09 亿元,在全国陆上 21 个油气田中,名列第 6 位,在全国最大的 500 家工业企业中名列 59 位。大港油田为带动津冀地区的经济发展,为天津和滨海化工基地形成奠定了一定基础,为气化天津及沧州化肥厂生产做出了应有的贡献。

二、勘探技术水平

大港油田地表地下地质条件极其复杂,给勘探工作带来很多困难。

1) 地表环境:陆地上盐田、卤池、沼泽、水库、人工水产养殖区广布,河流排捞交错成网,市郊人口密集,工厂林立;海域为极浅海地区,泥质海底,淤泥松软,堆积厚 20~30m。常规的勘探方法很难施工。

2) 地质结构:属渤海湾裂谷盆地,位于裂谷区的近中心部位,断裂极其发育,块断活动强烈,第三纪长期沉降,堆积了厚约 8000~10000m 河流相陆源碎屑建造,由于块断活动的多期性和沉积类型的多变性,纵向上形成了多套含油层系,埋深 600~5500m,空间上形成基岩潜山、披覆背斜、挤压背斜、逆牵引背斜、滑塌背斜、抬升断块、断鼻、孤立砂岩体及火山岩体等多种油气藏类型。油气性质多样,有高密度、高粘度的稠油,高粘度、高凝固点原油,常规原油,凝析油和纯气藏等,油气性质极其复杂。

针对这种复杂的勘探对象,近年来勘探工作不断推广、引进一批先进的科学技术,解决勘探工作出现的疑难问题,逐步形成了适应本区需要的六套勘探技术系列。

1. 地震勘探技术

从野外采集、室内处理到资料解释各个环节,全部采用先进的技术、装备,并有雄厚的技术力量。

野外采集能适应滩海、沼泽、盐田、城市居民区的三维与二维数字地震资料采集,并为国内外不少单位进行了服务。

室内处理有 IBM3 寸 3 等多台大中型资料处理专用计算机和美国西方地球物理公司最先进的处理软件系统,除二维、三维常规处理外,并具有三瞬、合成声波、岩性模拟、层速分析等多种处理手段,以及提取多种油气技术,更特长于不规则三维资料及不同地表条件,不同采集装备的三维资料连片处理技术。

地震资料解释技术,具有大批经验丰富的专家和多套人机联作工作站,可以综合应用地震、测井、钻井地质等资料进行储层的横向预测,油藏描述,卓有成效的为油气勘探开发服务,已取得良好的经济效益。

2. 地质录井技术

拥有先进的综合录井仪、探井油气监测仪、气测仪、地化录井仪及完钻资料的计算机处理软件,形成配套的钻井地质服务体系,可及时提供随钻地层岩性、储层性能及油气显示级别等资料,能较准确地发现判断油气层,其成功率可达 70% 以上。

3. 定向井技术

由于地面地下条件的复杂性,为了有效的展开钻探工作,大多采用多目标定向井钻探技术,至今已成功的钻探各类定向井 1300 余口,在滩海、极浅海、盐田、城市居民区、水库

等发现多个油气田。现已形成定向井、丛式井、水平井、工程救险井、三维绕障井等配套的工艺技术系列。在定向井技术方面，如三维绘图、井眼轨迹控制技术、环空水力及携岩机理研究、大斜度井定向井送入工具及工艺研究等，分别达到国内、国际先进水平，定向井专用工具方面研制出能钻各类定向井、水平井的井下马达，在仪器方面开发出无磁传感器、运动传感器两种单点照像式侧斜仪器和 SWD 有线随钻测斜仪等，其质量达到国际同类产品的水平。

上述技术除为大港油田服务外，还为国内十多个油田、海上中外合作区的外国公司、印度、孟加拉、伊朗、伊拉克等国服务，在国外享有较高的信誉。

4. 测井技术

拥有世界先进的 CLS-3700 数控测井仪，多套设备及数控采集处理系统，组成多种地层岩性剖面的测井系列，开发研制了 GPORA 程序、NEWCR 程序、最优化程序及 LES 程序，成功地解释了陆地淡水泥浆钻井的地层岩性与含油气性，滩海地区咸水泥浆钻井的地层岩性与含油性，下古生界碳酸盐岩的裂缝系统与含油气性，薄层低电阻地层的含油气性，火成岩地层的岩性与含油气性。这些技术还为国内多家的油田服务。

5. 试油工艺技术

随着油气勘探开发工作的深入发展，试油工艺在研制、引进、推广、改造的基础上逐步形成了一套完整的试油工艺技术，即：不同地层岩性优质压井液的压制技术；油层传输射孔及地层测试联作工艺技术；大斜度井、多油层的地层测试与分试技术；螺杆排液与液弹排液技术；电缆桥塞封层技术；以及酸化压裂油层改造技术。这些技术不仅加快了探井试油的速度，而且有利于油层产能的认识。

6. 地质研究技术

地质分析研究技术是油气勘探部署决策的重要组成部分，经多年探索、研制、引进，已配套形成实力雄厚、技术先进的三大技术系列。

具有齐全配套的地质化验分析项目和先进的分析仪器。包括地层微体古生物、岩石矿物、粘土矿物、油气水性质、储层物性、全自动岩心分析、储层孔隙结构、有机地球化学、高压物性、油层润湿性、相对渗透率、油层敏感评价等，分析仪器多数是引进国外较新的先进设备，这些分析项目可及时准确的为用户提供最基础的地质资料。

采用具有先进水平的盆地模拟、区带评价、油藏描述软件系统与硬件设备，可灵活运用地震、测井、钻井地质、分析化验等资料，提供油气空间分布与评价的量化数据，这些技术在滩海地区的应用已取得明显的效果，并为国内其它油田服务。

完善内陆块断湖盆七套地质综合评价技术，即：沉积类型确定与分布的研究技术；油气藏形成与分布的研究技术；油气资源评价的研究技术以及断块油气藏勘探方法的研究技术等，这些技术都成功地指导了大港油田的勘探工作。

大港油田虽然条件极其复杂，但为勘探技术的配套发展提供了有利的条件。今后油气勘探正在向海域、4000m 以下的深层以及前第三系的海相地层扩展，新的勘探领域必然带来新的技术难题，相信大港油田随着勘探技术的不断进步，将会取得新的勘探成果，步入新的发展阶段。

第二章 勘探历程

黄骅盆地的油气勘探工作始于1955年,钻探工作始于1961年。原地质部于1961年4月钻探黄1井,并于1962年钻探黄3井,该井1963年试油获得工业性油流。1964年底,原石油工业部在港东的港5井于下第三系沙河街组获得自喷油气流,从而发现了北大港油田,奠定了大港油田的基础。1971年在孔店构造带南端的官1井于孔店组获得工业性油流,打开了黄骅盆地南部孔店组找油的新领域。1979年,南堡凹陷高尚堡构造带的南27井又获工业性油流,证明南堡凹陷为一新的含油区。至此大港油田分布于黄骅盆地的北、中、南区。

黄骅盆地是渤海湾含油气区的一部分,从本世纪30年代开始,一些地质学家对河北和渤海湾一带的含油气前景进行了多次预测,并提出过有益的意见。如1947年我国著名石油地质学家孙健初先生在《发展中国油矿计划纲要》一文中,把华北平原列为“含油气”或“有希望的地区”。1948年翁文波利用定碳比方法,评论华北地区为“可能产油区”。解放后,我国许多地质学家对华北地区的地质特点及含油气条件进行过论述并提出许多建议。

自1955年开始石油普查以来,至1996年已有41年的勘探史,依据发展特点,其历程可划分为区域普查,区域钻探,勘探开发北、南大港,全面发展勘探,钻探潜山评价深层,展开复式油气藏以及深化陆地,加快滩海等七个阶段(图2-1、图2-2、表2-1)。

第一节 区域普查阶段(1955~1963年)

1955年1月,原燃料工业部石油管理总局在第六次全国石油勘探会议上,决定在华北平原开展地球物理勘探。同年2月原地质部召开第一次石油普查工作会议,确定在华北平原进行全面石油普查。并于1955年和1956年先后组建华北石油普查大队和华北石油勘探大队,在华北地区开展了石油地质普查和勘探。1956年原地质部华北石油普查大队进行了全区重磁力及地质、地球物理大剖面勘探工作。1959年完成了渤海地区的航空磁测。原石油工业部石油科学研究院与中国科学院海洋研究所合作,进行了渤海海上地震勘探方法试验研究。1960年,原石油工业部与原地质部的地质勘探人员,在分析研究1955年以来的勘探资料的基础上,认为渤海湾一带是很有含油远景的地区,并提出六个勘探突破点,其中三个在黄骅盆地内,即羊三木、北塘和马头营,要求把勘探重点由华北的西部及南部转移到渤海沿岸一带,并建议在黄骅盆地进行地质普查、详探及地震勘探工作。1961~1963年,原地质部第一普查大队重点对黄骅盆地进行了调查和研究,发现了大港、孔店、羊三木等局部构造。同时,还投入了少量以发现油气为目的的钻探工作。在北大港构造带西部的黄2井于明化镇组见到具有浓厚油味的油浸砂岩;位于羊三木构造的黄1井、黄3井于馆陶组和沙河街组见到含油砂岩;位于港西的黄5井于奥陶系石灰岩中见到了油气显示。并于黄3井馆陶组首次获得了工业性油气流(图2-3)。

黄3井位于羊三木构造顶部,是该构造上的第二口探井。1962年9月11日开钻,同年11月29日完钻,完钻井深1776.84m。在馆陶组中于1230.24~1417.44m井段发现17层