

辽河油田勘探开发40年系列丛书

辽东湾北部滩海大型油气田 形成条件与勘探实践

李晓光 张凤莲 邹丙方 著
吴兴录 王延山 郑云生

LIAODONGWANBEIBU
TANHAI DAXINGYOUQITIAN
XINGCHENG TIAOJIAN
YUKANTANSHIJIAN

LIAOHE

OILFIELD

石油工业出版社

攀登石油科技高峰
實現遼河百年偉業

題贈遼河油田勘探開發研究院

二〇〇六年十二月

王濤



《辽河油田勘探开发 40 年系列丛书》编委会

主 任：谢文彦

副主任：任芳祥 孟卫工 张方礼

委 员：张占文 尹万泉 陈绍生 赵立岩 李晓光 张文坡
赵晓强 龚姚进 曹正林 刘绍峰 李铁军 张巨星
陈振岩 武 毅 马德胜 张吉昌

序

辽河坳陷地质条件极其复杂,构造破碎,发育多套生、储、盖组合,油气藏类型丰富,素有“地质大观园”之称。面对复杂的石油地质背景,广大科技工作者依靠自强不息的精神!把勘探开发目标由小做到大,把勘探开发思路由窄引向宽,原油年产量不断攀升,1995年达到了1550万吨,辽河油田跃居全国第三大油田,建成了全国最大的稠油、高凝油生产基地,为中国石油工业的发展作出了突出贡献。

辽河油田40年的勘探开发历程是一段波澜壮阔的历史,充满了艰辛与挑战。在近40年的勘探开发实践中,广大的勘探开发工作者面对复杂的勘探开发对象,勇于打破传统思维,开拓进取,大胆实践,探索和实践出了一整套适合辽河油田油藏特点的勘探开发思路和配套的勘探开发技术。特别是“九五”以来,勘探上围绕火成岩、潜山、复杂断块油气藏形成与分布理论开展研究,形成了一系列有特色的地质理论和技术,一大批具有千万吨级储量规模的油气藏相继涌现。油田开发上,普通稠油以及特超稠油蒸汽吞吐热力开采技术不断完善,形成了具有国内领先的中深层稠油中后期开发技术与室内试验研究技术;复杂断块精细油藏描述技术、特殊岩性油藏开发技术日臻完善;水平井技术取得突破性进展,不同类型水平井规模应用技术走到了中国石油的前列。这些瞩目的成绩,为中国石油“东部硬稳定”的发展格局奠定了坚实的基础。

在辽河油田勘探开发40周年暨辽河油田勘探开发研究院40年华诞之时,系统回顾与总结,并出版《辽河油田勘探开发40年系列丛书》是一件很有意义和值得庆贺的事情。该套丛书是辽河油田40年勘探开发实践和地质理论发展的真实写照,从不同侧面、不同角度反映出了40年来辽河油田勘探开发的巨大成就。该套丛书对广大科技人员长期付出的辛劳是一种很好的纪念,同时又是缅怀历史、启迪来者、获取知识、吸取营养的重要阶梯。

整套丛书紧密结合勘探开发实际,论述全面系统,资料翔实可靠,主体思路开阔,是难得的由石油科技工作者自己编写的专著。这套丛书对类似盆地的油气勘探开发具有一定的指导和借鉴作用,特别是很多石油勘探开发方法和规律性总结,均有较强的推广价值。

辽河油田目前已转入高成熟勘探开发阶段,但是仍有很多未经开拓的领域,老探区勘探开发仍然有很大的潜力,仍然有着做不完的大文章。我相信该套丛书的出版将有助于广大科技人员和石油职工利用已有的认识和经验,更有效地去探索新的油气领域,实现辽河油田持续、有效发展的长远目标,为我国石油事业继续作出更大的贡献。

谌文新

2007年3月22日

前 言

辽东湾北部滩海油气探区处于辽河拗陷和辽东湾拗陷的过渡地带，是渤海湾含油气盆地滩海油气探区的重要组成部分。该区油气资源十分丰富，但构造复杂，储层多变，油气藏特征和油气分布复杂。该区自 1989 年大规模投入油气勘探以来，经过十几年勘探，已探明一亿多吨油气储量，发现了太阳岛、葵花岛、海南、月东和笔架岭等 5 个油气田。同时积累了丰富的勘探经验，并取得了一系列地质认识。尤其是“九五”以来，通过强化基础地质研究和广泛开展新理论、新技术的应用，全区油气储量和产量均跃上一个新台阶。“九五”期间主攻中部探区中央构造带，发现海南、月东亿吨级大油田；“十五”期间，勘探战略重心转向东部，太—葵构造带中浅层天然气勘探和葵东构造带油气勘探相继取得重大突破，可望形成新的亿吨级石油储量区和 100 亿立方米天然气规模储量，展示了良好的油气勘探开发前景，为“十一五”期间在该区建成百万吨原油生产能力奠定了资源基础。

本书是在对“九五”、“十五”期间辽河滩海地区油气地质研究系列成果和勘探实践经验全面、系统总结的基础上编写而成。全书共分九章，系统阐述了辽河滩海古近系和新近系层序地层格架特征和层序充填特征；构造格架特征、构造样式和断裂构造演化特点；沉积体系特征和沉积演化规律。在此基础上，系统总结滩海大型油气田形成的基本地质条件，分析已知油气藏类型、分布规律和主要控制因素。根据断裂期次及控制作用，构造层次及温压系统，油气源和输导体系以及圈闭之间的配置关系，将滩海地区划分为四套成藏体系。进一步根据基底结构，复式圈闭带类型和成因划分出五种类型复式油气聚集带。根据烃源岩、输导体系和圈闭之间的相互制约和关联，建立不同类型复式油气聚集带成藏模式。书中重点对滩海中部海南—月东油田，东部太阳岛—葵花岛油田和葵东油田等三个油气地质储量五千万吨以上的油气田进行系统解剖分析。其成功的经验和地质规律性认识，对今后辽河滩海及渤海湾探区类似构造带的勘探具有重要的借鉴和指导作用。最后，根据滩海资源潜力分析和重点预探区带评价，指出下一步勘探方向，为该区“十一五”期间乃至更长期的油气勘探工作奠定基础。

本书是为了迎接辽河油田勘探开发研究院建院 40 周年而作，创作之初，即确立了“从滩海油气勘探实践中来，回滩海油气勘探实践中去”的宗旨，书稿编著者都是多年来在辽河滩海地区从事科研生产的科技工作者。在编著过程中，编著者注重将地质理论与生产实践相结合，强调反映勘探实践的真实性和应用技术的适用性。

各章节的具体编著者如下：第一章为李晓光、张凤莲；第二章为吴兴录；第三章为张凤莲、郑云生；第四章为吴兴录；第五章为邹丙方、王延山、吴兴录；第六章为邹丙方、王延山；第七章为李晓光、邹丙方；第八章为张凤莲、李晓光、崔玉哲；第九章为张凤莲。参加该项工作的主要研究人员还有：陈志强、吴东梅、翁文胜、赵福琴、陈鸿雁、邹文海、吕小兰、王树坤、董德胜等。

本书初稿完成后，由辽河油田公司滩海地质专家陆则平、姚继峰，研究院现任总地质师陈振岩等进行了认真审核、修改，并由辽河油田勘探开发研究院副院长李晓光最终审核定稿。在本书编写过程中承蒙油田公司领导，勘探处、院领导和各位专家前辈的鼎力支持，也

得到勘探开发研究院广大科技人员的大力配合，在此谨向关心、支持和协助本书编写工作的单位和个人表示衷心的感谢！

由于编著者学术水平所限，文稿中存在不尽完善之处，望阅者不吝赐教！

谨以此书奉献给为辽河滩海油气勘探开发付出辛勤劳动的两代石油人！

编 者

2007 年 3 月

目 录

1 概述	(1)
1.1 工区概况	(1)
1.2 勘探历程回顾	(2)
1.3 主要勘探成果及地质认识	(4)
2 地层层序格架	(8)
2.1 地层层序及特征	(8)
2.2 古近系层序地层格架	(20)
2.3 高分辨率层序地层格架	(33)
3 构造特征及演化	(43)
3.1 构造格局	(43)
3.2 断裂特征	(53)
3.3 构造样式	(59)
3.4 复式构造带特征	(72)
4 沉积体系与沉积相	(79)
4.1 地震地层学分析	(79)
4.2 测井沉积学分析	(89)
4.3 沉积相类型及特征	(92)
4.4 沉积体系展布规律及沉积演化特征	(108)
5 滩海地区大中型油气田形成条件	(118)
5.1 发育多层系分布广泛的优质烃源岩	(118)
5.2 存在多种成因类型有效储层	(135)
5.3 有利的生储盖组合条件	(151)
5.4 具有多种成因类型的复式圈闭带	(156)
5.5 多期次不同性质断层控制油气运聚	(158)
6 油气藏分布规律及主控因素	(161)
6.1 油气藏特点与分布	(161)
6.2 油气富集的主控因素分析	(178)
7 油气成藏体系划分及成藏模式	(183)
7.1 油气源对比	(183)
7.2 油气成藏期次及油气运聚特征	(188)
7.3 油气成藏体系划分	(192)
7.4 滩海地区油气成藏模式分析	(196)
8 辽河滩海大中型油气田勘探实践	(203)
8.1 滩海中部海南—月东构造带油气勘探	(203)
8.2 太阳岛—葵花岛断裂背斜构造带油气深化勘探	(222)

8.3 燕南断裂构造带葵东构造油气勘探	(236)
9 辽河滩海重点预探区带勘探潜力分析	(247)
9.1 太阳岛—葵花岛断裂背斜构造带	(247)
9.2 燕南断裂构造带	(253)
9.3 海南—月东低凸起披覆构造带	(265)
9.4 仙鹤—月牙断鼻构造带	(272)
9.5 盖洲滩断裂构造带	(274)
9.6 笔架岭—岭南斜坡带	(276)
参考文献	(282)

1 概 述

1.1 工区概况

1.1.1 自然地理环境

辽河滩海探区位于辽东湾北部，东经 $120^{\circ}54' \sim 122^{\circ}18'$ ，北纬 $40^{\circ}20' \sim 41^{\circ}00'$ ，隶属辽宁省，地域范围包括葫芦岛—鲅鱼圈连线以北，海图水深 5m 以内的滩海地区。地表环境可划分为陆滩、海滩、潮间带和极浅海四种类型。矿产登记面积为 3475 km^2 ，其中，陆滩面积 701 km^2 、海滩面积 1000 km^2 、潮间带面积 736 km^2 、极浅海面积 1038 km^2 （图 1.1.1）。实际开展勘探的面积约为 2141 km^2 。

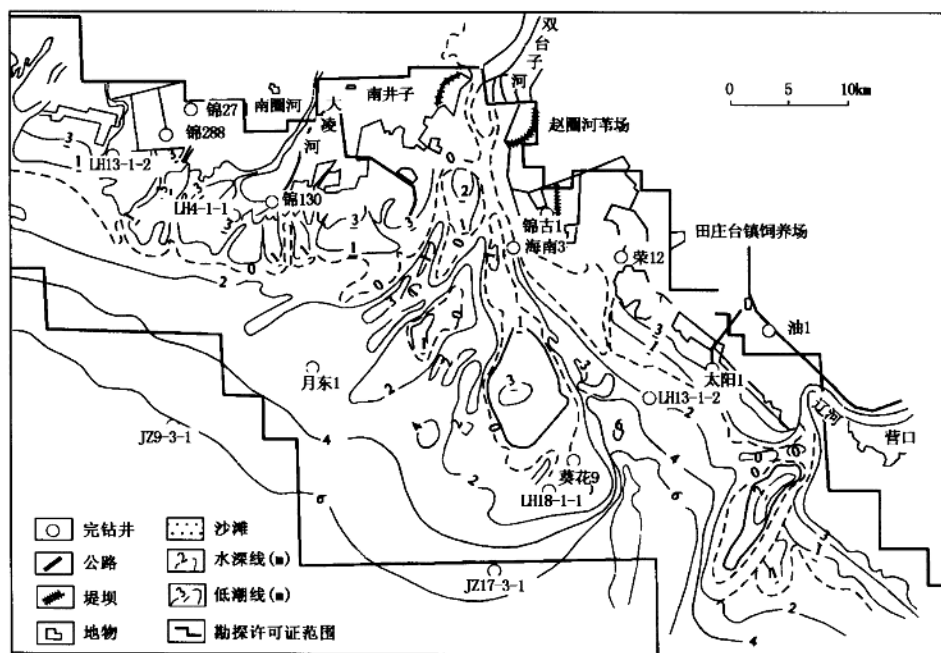


图 1.1.1 辽河滩海地区地貌图

从行政区划上，辽河滩海探区横跨营口市、盘锦市、锦州市和葫芦岛市，陆域邻区地势平坦，经济发达，交通便捷。但海陆过渡地带的自然地理条件极为复杂。主要表现在：大凌河、小凌河、双台子河、辽河等多条河流在本区入海，形成了复杂的海底河道、沙洲和滩涂。同时，区内海潮活跃，潮差较大，最大潮差在 5m 以上。而且，该区处于高纬度地区，海冰结冰范围较广，冰期较长。封冻期从 11 月中、下旬到次年 3 月，长达 4 个月；加之区

内海水养殖业发展较快, 虾池遍布, 人工改造导致海岸地貌复杂多变。这些都给滩海地区的勘探开发带来了一定的困难。

1.1.2 基本地质概况

该区位于渤海湾盆地的北部, 属辽河拗陷向海域的自然延伸部分, 是形成于中—新生代的陆相断陷型盆地。洼陷区基底最大埋深近万米。其“两凹三凸”的构造格局可与陆上部分一一对应, 控凹一级深大断裂——海南断裂和燕南断裂分别是陆上台安—大洼断裂和驾掌寺断裂在海域的延展 (图 1.1.2)。凹陷结构及其演化特点也与陆上部分相似, 并具有相近的石油地质条件和丰富的油气资源。主力烃源岩层为沙河街组一、三段, 主要勘探目的层为东营组和沙一、沙二段, 其次为馆陶组和沙三段。多次资源评价结果, 海上油气资源在 $6.3 \times 10^8 \sim 7.5 \times 10^8 \text{ t}$ 之间。目前探明石油地质储量 $1.2679 \times 10^8 \text{ t}$, 探明率不及 20%。与陆上比较, 勘探程度仍很低, 表明该区具有巨大的勘探潜力。陆域邻近探区, 自西向东发现了欢喜岭、双南、海外河、荣兴屯等多个油气田, 西南海域中海油矿权区, 已发现了 Jz9-3、旅大等多个油气田。因此, 该区具有十分广阔的勘探前景。

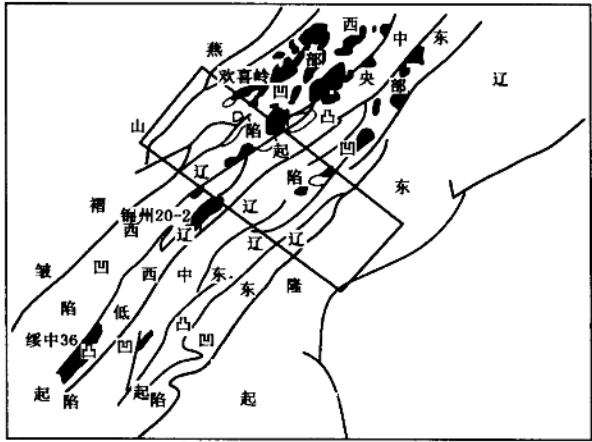


图 1.1.2 滩海地区构造位置及邻区勘探成果图

1.2 勘探历程回顾

回顾辽河滩海地区的油气勘探工作, 可大体分为四个阶段。每个阶段在地质认识和勘探技术上都有不同程度的提高, 并取得不同的勘探新成果。

第一阶段: 地球物理普查阶段, 确定基本构造格局和二级构造带展布 (1989 年以前)。

辽河滩海地区 1959 年完成 1:100 万航次测量; 1972 年完成 1:20 万重力测量; 1987 年完成 1:20 万高精度航磁测量和 1:5 万重力测量。1987 年开始二维地震勘探, 到 1989 年, 仅在海陆过渡地带完成部分二维地震采集。

该阶段, 主要通过重力、磁力资料和部分二维地震资料, 进行了区域石油地质条件分析。采用类比等方法, 分析认为该区呈与陆上相似的“两凹三凸”的构造格局, 具有较优越

的石油地质条件。同时,进行了滩海地区首次资源评价,预测全区总资源量为 $7.5 \times 10^8 \text{ t}$ 。

第二阶段:区带预探阶段,钻探发现了笔架岭、太阳岛、葵花岛三个含油气构造(1990—1995年)。

该阶段主要以二维地震勘探为主,完成二维地震 5595.65km,二维地震测网密度达 $0.5 \text{ km} \times 1.0 \text{ km}$ 。在中、西部探区重点区块开展了三维地震勘探,共采集三维地震 812.3 km^2 。二、三维地震资料联合解释,并依据邻区的勘探成果,进行区带地质评价。1990年,首先在滩海中部仙鹤—月牙断鼻构造带优选南部的月牙构造部署实施了滩海地区第一口预探井 LH10-1-1 井。该井在东三段见到了良好的油气显示,但试油未获得工业油气流。而后,进一步将工作重点转移到西部凹陷和东部凹陷。并先后在西部凹陷的笔架岭构造和东部凹陷的太阳岛、葵花岛构造部署实施了 LH4-1-1、LH13-1-1 和 LH18-1-1 井等,都获得了工业油气流,从而发现了太阳岛、葵花岛、笔架岭油田,使滩海地区的油气勘探首次获得突破。

该阶段,在西部笔架岭油田完钻探井 11 口,8 口井获得工业油气流,其中 LH4-1-2 井和架岭 1 井分别在东三段和沙一段获得 50t 以上的高产油气流。上报探明石油地质储量 $245 \times 10^4 \text{ t}$,探明含油气面积 3.0 km^2 。

在东部太阳岛、葵花岛构造共完钻探井 16 口,10 口井在东营组获得工业油气流。其中葵花岛构造首钻的 LH18-1-1 井在东三段上部试油,两层获得百吨以上的高产工业油气流,最高日产油 329.24 m^3 ,日产气 39590 m^3 ,成为辽河滩海单井产量之最。根据钻探成果,在太阳岛、葵花岛两个含油气构造探明石油地质储量 $1635 \times 10^4 \text{ t}$,探明含油面积 13.3 km^2 ;探明天然气地质储量 $7.48 \times 10^8 \text{ m}^3$,探明含气面积 2.8 km^2 。

第三阶段:主攻中部中央披覆构造带,发现海南、月东亿吨级储量(1996—2000年)。

“八五”期间,辽河陆上围绕中央凸起油气勘探成果丰富,相继在冷东断阶带、小洼、大洼、海外河低凸起披覆构造带油气勘探获得重要突破,累计探明 $2 \times 10^8 \text{ t}$ 规模地质储量。滩海海南—月东低凸起披覆构造带为陆上中央凸起带向海域的自然延伸,处于同一的构造应力场中,中—新生代构造演化和成藏地质条件十分类似,具有较大的勘探潜力。而在该时期,东部油气勘探处于低潮,葵花岛主体钻探的葵花 6、葵花 7、葵花 12 井相继落空,太阳岛构造钻探的 LH13-2-1 井也失利。面临的主要问题是地震资料品质差,构造格局不清;成藏机制不清,主要勘探目的层不清。在此情况下,滩海勘探工作进行了第一次战略转移,即将勘探工作重心转移到了中部海南—月东披覆构造带。

1996 年在二维勘探阶段,优选海南和月东两个构造的有利部位分别部署实施了一口预探井,即海南 1 井和月东 1 井,试油在东营组都获高产工业油气流,使海南—月东构造带的勘探获得了重大发现。自此,加大了中部探区的勘探投入和研究力度,连续采集完成三维地震 516.448 km^2 。构造带主体完成了三维地震覆盖。利用三维地震资料。结合钻井等资料,采用多项先进、适用的勘探理论和技术,对中部探区基本构造格局、油源条件、沉积相带及储层发育特征等基本石油地质条件进行系统研究,落实有利圈闭分布。共完钻探井 16 口,其中 11 口井在东营组试油获油气流,累计探明石油地质储量 $10336 \times 10^4 \text{ t}$ 。其中,海南构造探明含油面积 23.1 km^2 ,探明石油地质储量 $3516 \times 10^4 \text{ t}$ 。月东构造探明含油面积 19.2 km^2 ,探明石油地质储量 $6820 \times 10^4 \text{ t}$ 。为滩海地区进一步油气开发创造了条件。

该阶段,还对早期发现的笔架岭、太阳岛和葵花岛三个油气田进行开发和试采,取得明显效益。1996 年,笔架岭油田依靠天然能量进行开采,1997 年最高年产量达 $16.58 \times 10^4 \text{ t}$ 。

成为辽河滩海第一个投入开发的油气田,实现了辽河滩海油气产量的零突破。

第四阶段:拓展东部勘探领域,太阳岛—葵花岛断裂背斜构造带和燕南断裂构造带油气勘探相继获得重大突破(2001—2006年)。

“十五”初期,由于中部探区对外合作,滩海勘探工作进行了第二次战略转移,即将勘探工作重点再次转向东部。2001年,燕南构造带首次进行三维采集和处理,2001—2002年,在系统构造解释和储层预测的基础上,优选有利圈闭,相继部署燕南1、燕南2和燕南101井,均在馆陶组发现稠油层,说明燕南潜山披覆构造带是洼陷中油气运移的主要指向区。此外,钻井还在潜山之上揭露了200m左右的沙三段暗色泥岩,说明沙三期湖盆范围广泛,作为洼中低隆起的燕南潜山勘探潜力大。

2002年,对葵花岛构造进行二次三维采集,完成三维工作量213km²,地震资料品质得到明显改善。在此基础上,利用二次采集的三维资料进行构造重新解释,并开展沉积储层的预测与评价;对该区已完钻井资料进行重新复查,优选有利勘探目标,2003年相继在太阳岛构造和葵花岛构造主体部署太阳9和葵花18等两口探井,均在中浅层获得日产10×10⁴m³以上的高产气流,从而拉开了滩海东部中浅层油气勘探的序幕。2005年,在燕南断块下降盘的葵东1号构造南高点部署葵东1井,东营组一、二段累计揭示上百米油气层,试油4层,均获得日产百吨以上的高产油气流。从而使燕南断裂构造带油气勘探获得重大突破。

回顾勘探历程,每一次勘探战略转移,每一次地质认识和勘探技术的飞跃,都带来勘探上的重大发现。

1.3 主要勘探成果及地质认识

1.3.1 主要勘探成果

滩海地区自1989年开始大规模油气勘探工作至今,已完成二维地震5969km,测线密度在勘探区内多已达0.5km×0.5km;三维地震勘探始于1991年,截止到2005年底,辽河滩海探区内已累计完成三维地震1758km²,在主要构造带已实现三维地震叠连片;完钻各类探井83口(其中海上钻井47口),获工业油气流井52口,总进尺23.55×10⁴m。探井在中部、西部和东部三个勘探目标区都有分布,但分布不均,总的探井密度较低,仅为2口/100km²。

经过十几年的勘探,在滩海地区已发现了古生界、中生界、新生界古近系沙河街组、东营组和新近系馆陶组等8套含油气层系,以及燕南、葵东、太阳岛—葵花岛、海南—月东、仙鹤、笔架岭等6个含油气区带;截止到2007年元月,累计探明石油地质储量1.2679×10⁸t,探明天然气地质储量16.28×10⁸m³;控制石油地质储量1702×10⁴t,上报预测石油地质储量8064×10⁴t(表1.3.1、表1.3.2)。发现了太阳岛、葵花岛、海南—月东以及笔架岭等4个油气田。在笔架岭和海南油田基本形成了年产30×10⁴t的生产能力,已成为辽河油田油气生产的重要后备接替区。

1.3.2 主要地质认识

石油地质综合研究成果和勘探实践已经证实,辽河滩海地区具有十分优越的石油地质

条件。

表 1.3.1 辽河滩海勘探项目区各级储量简表

勘探子项目	探明储量 油 ($\times 10^4\text{t}$) / 气 ($\times 10^8\text{m}^3$)	控制储量 ($\times 10^4\text{t}$)	预测储量 ($\times 10^4\text{t}$)	远景资源量 ($\times 10^4\text{t}$)
西部	544/4.45			6500
中部	10500/4.35	1702	2015	15000
东部	1635/7.47			25000
合计	12679/16.28	1702	8064	46500

表 1.3.2 辽河滩海探明储量构成表

探区	油田名称	石 油			天 然 气		
		层位	面积 (km^2)	储量 ($\times 10^4\text{t}$)	层位	面积 (km^2)	储量 ($\times 10^8\text{m}^3$)
西部	笔架岭	E_3d_{2+3} 、 Es_{1+2}	4.9	544	E_3d_{2+3}	1.6	4.55
东部	荣南	E_3d_{2+3}	3.5	418	E_3d_{1+2+3}	0.9	1.22
	葵花岛	E_3d_{2+3}	9.8	1217	E_3d_3	1.9	6.26
	小计		13.3	1635		2.8	7.48
中部	海南	E_3d_3	24.6	4220	E_3d_3	1.9	4.35
	月东	E_3d_{1+2}	16.7	6280			
	小计		41.3	10500		1.9	4.35
总计			59.5	12679		6.3	16.28

(1) 烃源岩分布广泛，油气源充足。

受构造演化和沉积条件的控制，滩海东、西凹陷分别发育有盖洲滩和海南两个生油洼陷，形成了巨厚的油气源岩，有机质丰度、类型及演化程度综合评价，沙三段烃源岩有机质丰度最高、类型好，达到了较好—好生油岩级别，且已达到成熟—高成熟演化阶段，是本区主要烃源岩；沙一段烃源岩有机质丰度也较高、类型较好，达到了较好—好生油岩级别，且多已达到成熟演化阶段，是本区的次要烃源层。此外，在东部凹陷，其东三段有机质丰度也较高、类型也稍好，达到了较好生油岩级别，且多已达到成熟演化阶段，成为局部烃源层。

(2) 基底起伏较大，不但控制了各期地层分布，也有利于各种类型圈闭形成。

滩海地区自下而上发育有前新生界和新生界两大构造层，前者构成基底，后者则成为盖层。前古近系构造起伏较大，在三个勘探区的基底潜山背景上都发育有相应的正向构造，从而控制了各期地层分布，使古近系层层超覆或直接披覆其上，有利于潜山圈闭、披覆构造圈闭和地层超覆及岩性圈闭的发育。

(3) 多变的沉积环境形成了不同类型的储集体。

研究区位于海陆过渡区，古近纪长期具有北东方向的物源供给；同时，研究区内长期发育葫芦岛潜山、海外河—月东潜山和燕南潜山三大凸起，短轴方向物源供给积极，从而形成了同一时期多个沉积物源区向区内供源。此外，构造演化的阶段性和沉积的旋回性，造成了不同时期，不同构造部位沉积环境和沉积体系类型的差异，形成了以扇三角洲、辫状河三角

洲、河流相和湖底扇砂体为主的沉积储层。其中，沙一、沙二段主要为扇三角洲砂体，东二、东三段主要为辫状河三角洲砂体，东一段主要为河流相砂体，这些砂体成为该区的主要含油气储层；同时，新近系馆陶组的冲积平原砂砾岩储层、古生界碳酸盐岩储层、中生界火山岩和碎屑岩储层及太古宇混合花岗岩储层等则成为区内的次要储层。从而为该区油气的聚集提供了较好的储层条件。

(4) 构造控制油气聚集，主干断裂的展布控制了油气富集区带的分布。

构造控制油气聚集：滩海地区已发现的油气藏主要是构造油气藏，局部受岩性控制，按其圈闭条件可分为4类，即：背斜油气藏、断鼻油气藏、断块油气藏和构造—岩性油气藏。油气主要分布在受控于基底潜山背景的复式圈闭带上。

主干断裂的展布控制了油气富集区带的分布：首先，长期发育的主干断裂（如海南和燕南一级断裂）控制了生烃洼陷的发育、沉积作用的发生及二级构造带的形成与展布；其次，主干断裂活动控制主水系的流向，从而控制有利储集体的展布；主干断裂的早期伸展和晚期走滑在研究区内形成了各种类型的构造样式，有利于油气的规模聚集。同时它又直接深入到生烃洼陷之中，起到连接生烃层和圈闭的桥梁作用，成为油气运移的重要通道。因此主干断层附近的正向构造是油气富集的有利区域。如：中部的仙鹤—月牙构造带、海南—月东构造带和东部探区的太阳岛—葵花岛断裂背斜构造带、燕南断裂构造带都被证实是油气聚集的有利区带。

(5) 主干断裂活动的差异，造成各构造区带油气富集程度的差异。

辽河拗陷已有钻探成果证实，长期持续活动的一、二级断层不但控制多层次构造圈闭的形成和展布，而且是油气运移的主要通道。滩海地区的主要油气富集区带明显受海南及燕南等一级主干断层展布控制。而笔架岭东坡和海南东坡则主要受斜坡背景控制，形成地层超覆或岩性圈闭。由于向洼东倾深断层发育较少，油源区和聚油区之间油气传输的阶梯形通道受到限制，从而影响了上述两个区带油气的富集程度。

(6) 基底结构及构造演化史的差异，导致滩海西部探区油气富集程度较陆上逊色。

陆上西部斜坡带是辽河拗陷乃至渤海湾油气富集程度最高的斜坡带，目前已探明石油地质储量近十亿吨，其油气的高度富集不但与其西侧充足的物源有关，还与其独特的构造演化史有关。陆上西部斜坡带新生代早期，经历了先洼后隆的构造演化过程，沙四段浅湖相泥岩分布广泛，不但可成为古近系构造和前古近系潜山构造的直接油源层，而且可成为潜山油气成藏的良好封盖层。而滩海西部由于葫芦岛凸起的存在，不但限制了沙四期湖盆范围，影响了早期烃源岩生烃能力；而且破坏了西部斜坡的完整性，斜坡变窄，地层变陡，不利于大型圈闭的形成和油气富集。

(7) 不同构造区带，成藏组合特点不同，勘探目标和潜力不同。

滩海探区作为陆地构造向海域的自然延伸，整体呈现“三凸二凹”的构造格局。受基底结构和主干断裂活动控制，东、西部凹陷都具有“北高南低、东陡西缓”的箕状凹陷特征。正向构造具有明显的分带性，依次为潜山披覆构造带、缓坡带和陡坡带。不同构造带，圈闭成因不同，具有不同的油气藏类型和成藏组合。中央断裂背斜构造带和陡坡带以各种类型构造油气藏为主，而潜山低凸起带和缓坡带以构造—岩性油气藏和地层超覆油气藏为主。受主干断裂活动和整体流体势能场控制，滩海地区生油洼陷东侧为油气主要运移指向区，因而中央断裂背斜构造带（包括低凸起披覆构造带）和东侧陡坡带勘探潜力最大。

(8) 长期继承性发育的复式圈闭带是油气富集的主体。

该类型复式圈闭带处于注中隆起的构造位置，四周为生油岩所包围，油气源十分充足；发育三角洲、扇三角洲前缘亚相和河道亚相等有利储集体，具有油气富集高产的重要储集条件；受基底和主干断裂活动控制，各层次圈闭长期、继承性发育，具有空间展布规模大，整体圈闭形态完整的特点。由于晚期断裂切割的改造，构造带主体部位多形成断背斜、断块、断鼻等各种类型构造圈闭，可接受各时期的油气运聚。

总之，区内的生油洼陷控制油气分布的范围，主干断裂活动和盖层构造控制油气富集的层位，沉积相带展布与储层发育程度控制油气的富集程度，复式圈闭带控制复式油气聚集带的形成。从而，为滩海地区规模油气的聚集奠定了良好的地质基础。

2 地层层序格架

辽河滩海油气探区是辽河拗陷的有机组成部分,构造上处于辽东湾拗陷与辽河拗陷的过渡地带,经历了与两者相近的构造、沉积演化历程。因此,该区具有与辽河拗陷和辽东湾拗陷基本一致的地层层序。由于该区特殊的边界条件和古地理环境,导致该区与辽河拗陷和辽东湾拗陷相比,在构造和沉积特征上又具有一定的差异性。

2.1 地层层序及特征

辽河滩海地区是形成于古近纪—新近纪的断陷—拗陷复合型盆地,古近系以前的地层构成古近纪—新近纪沉积盆地的基底。由于经历了多期次的构造改造作用,因此与古近系—新近系相比,在地层层序和地层分布特征方面具有显著的差异。表现在地层层序上,以岩石记录的残缺不全和区域分布的不整合面为特征;表现在地层分布上,以地层厚度、地层产状变化大,岩性岩相多有突变,紧密相邻的岩体地质时代迥异的特点。因此将构成盆地基底的前古近系和形成于盆地主要成盆期的古近系和新近系分开论述。

2.1.1 前古近系

根据钻井揭露情况和物探资料综合分析,本区前古近系主要发育太古宇、新元古界—古生界和中生界。

2.1.1.1 太古宇

为盆地的结晶基底,以混合花岗岩、花岗片麻岩、变粒岩为主,变质程度较深。属于新太古界鞍山群和建平群。全区广泛分布,由于上覆较厚的沉积岩系,因此钻井揭露有限。目前主要在辽海中央低凸起、葫芦岛凸起和笔架岭潜山等基岩埋深相对较浅的地区有所揭露,且只有葫芦1井和海南3井揭露厚度达到100m以上。

海南3井揭露的太古宇岩性以混合花岗岩为主,夹少量花岗质混合片麻岩、黑云斜长片麻岩。据岩石中斜长石和钾长石含量,该井揭露的混合花岗岩可细分为斜长混合花岗岩和二长混合花岗岩。这种受强烈混合岩化作用的岩石组合与辽河断陷区域上的太古宇基底岩性相近。从区域情况看,辽河拗陷太古宇岩性主要为区域变质岩及碎裂(动力)变质岩,其中混合岩非常发育。混合花岗岩是受混合岩化作用最强的岩类,岩性和岩浆结晶的花岗岩有相似之处,成分相当于花岗岩,但与其又有显著差别(表2.1.1)。岩石中仍可保留一定数量的暗色矿物,形成较集中的斑点、条痕或团块,分布不均匀,大体代表交代反应后残留的基体。该井见到了较好的油气显示,解释各类油层4层,累计厚度21m。

葫芦1井钻遇的太古宇岩性与海南3井基本一致,为混合花岗岩夹混合化片麻岩。因未见油气显示,没有取心。岩性据录井资料分析而得。

从区域情况看,太古宇变质岩在辽河拗陷分布广泛,厚度巨大,揭露最大视厚度为1003m(胜10井)。在曹台、兴隆台、东胜堡及海外河等太古宇潜山主体岩性组合是由混合花岗岩、均质混合岩、条痕状混合岩等组成的混合岩类夹各种片麻岩、变粒岩等,属辽东

型太古宇鞍山群通什村组和茨沟组。很显然，海月潜山带太古宇变质岩与之具有很好的对比性，应属太古宇鞍山群。在辽西锦州、兴城、绥中海岸带，太古宇建平群大营子组花岗质混合类岩石广泛分布，而葫芦岛潜山带实际是陆上葫芦岛地区太古宙岩石向东延伸至海域，并被后期断裂分割开来形成的凸起。因此，该潜山带太古宇变质岩应属燕山型太古宇建平（岩）群。

表 2.1.1 混合花岗岩与岩浆花岗岩的区别

类型	混合花岗岩	岩浆花岗岩
结构	结构十分不均一，在同一个岩体，常可见到几种不同的结构、特征，交代结构发育	具典型的花岗结构微文象结构
矿物颗粒大小	各种矿物颗粒大小不等，其变晶大小相差悬殊，浅色、暗色矿物分布极不均一	矿物颗粒大小近等，各种成分分布不均
钾长石	多为微斜长石、微斜条纹长石，三斜度低	多为正长石，少部分为微斜长石、微斜条纹长石，三斜度高
岩体与围岩关系	与围岩和其他类型的混合岩类呈渐变过渡关系，残留体往中心变少，没有明显的接触界线，无固定完整的产状、形态，常和各种混合杂岩伴生	与围岩呈侵入接触关系，具有接触变质现象，与围岩呈突变关系
岩相特征	无固定岩相，因地而异，有的边部粗中心细，有的则相反，边部细中心粗	岩体边部较细，形成冷凝边向中心粒度变大
捕虏体与残留体	具有与围岩片麻理方向一致的、数量不定的残留体，由于交代使原岩模糊不清	具有杂乱、不规则排列的捕虏体，岩体边缘较多
形成背景	是区域变质作用的产物，是在地壳热流有显著升高的基础上形成的	与区域变质作用无直接关系，在区域性热流无显著升高的基础上形成的
形成机理	受地壳深度热液或选择性重熔作用后影响形成的，岩浆特点不一，具有一定的溶液性质	是地壳重熔的产物，形成于浅部，岩浆特点较明显，为高温向低温结晶过程
地史阶段性	代表地壳发展阶段较早时期的产物	代表地壳发展阶段较晚时期的产物

根据全岩 K—Ar 法同位素年龄测定，辽河断陷太古宇变质岩的同位素年龄最大值为 2366Ma（安 21 井），平均值约为 2000Ma，本区海南 3 井为 2200Ma。葫芦岛潜山带陆上邻区兴城、绥中等地太古宇建平群大营子组变质岩的同位素年龄值为 2457Ma、2463Ma、2475Ma（U—Pb 法）等，最终形成时间估计为 2500Ma，表明其主变质期为新太古代。辽河拗陷及滩海地区岩心同位素年龄数值偏低的原因可能是由于钻井取心有限，只能做全岩分析，这样就不能排除晚期混合岩化作用及次生变化等各种因素的干扰。

2.1.1.2 元古宇—古生界

2.1.1.2.1 岩石组合特点

辽河滩海海南一月东潜山和燕南潜山有多口钻井钻遇以碳酸盐岩为主的岩石组合，将其与区域地层进行对比的结果，认为该套地层应属新元古界或古生界。

钻探资料揭示，海南一月东潜山以碳酸盐岩为主，岩性有泥晶灰岩、白云质灰岩、灰质白云岩和白云岩等，并夹有一定数量的细、粉石英砂岩等碎屑岩，中基性岩脉少量。推测其形成环境为滨、浅海相。海南 8、月东 3、海南 20 井揭露的相关地层较具代表性。