

单家寺热采稠油油藏

中国油藏开发模式丛书

热采稠油油藏

单家寺热采稠油油藏

T H E T H E R M A L
R E C O V E R Y H E A V Y
O I L R E S E R V O I R I N
S H A N J I A S I O I L F I E L D

李献民 白增杰 等编著

石油工业出版社

石油工

大学(北京)

E345

012

登录号	138734
分类号	TE-345
种次号	012

中国油藏开发模式丛书

Series on Reservoir Development Models in China

• 热采稠油油藏 •

单家寺热采稠油油藏

The Thermal Recovery Heavy oil Reservoir in Shanjiashi Oilfield

李献民 白增杰 等编著



石油大学0142141

石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书是《中国油藏开发模式丛书》分类模式部分“热采稠油油藏”的典型实例之一，是关于热采稠油油藏开发模式方面的专著。

作者以胜利油田单家寺注蒸汽热采稠油油藏为实例，运用十几年油田热采开发所积累的丰富资料，采用油藏地质描述技术、室内物理实验和物理模拟技术、油藏工程分析及热采数值模拟技术手段，较系统地阐述了厚层活跃边、底水稠油油藏的主要地质特征及地质模型建立方法、注蒸汽吞吐和汽驱开采驱油机理和渗流特征、热采稠油油藏开发程序、开发阶段划分及各阶段部署和措施对策、各阶段配套工艺技术等，较全面地论述了该类油藏主要开发过程的开采规律，优化并建立了厚层活跃边、底水稠油油藏注蒸汽热采的开发模式和各开发阶段配套工艺技术系列。为此类热采稠油油藏的开发建立了科学模式。

本书可供石油地质、油田开发、数值模拟、矿场生产岗位的科研、技术人员和石油院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

单家寺热采稠油油藏/李献民等编著.

北京: 石油工业出版社, 1997. 9

(中国油藏开发模式丛书·热采稠油油藏)

ISBN 7-5021-2120-X

I. 单...

II. 李...

III. 粘性原油-热效驱油-油田开发

IV. TE345

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 17773 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)

北京普莱斯特录入排版中心印刷厂排版

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 340 千字 印 1—2000

1997 年 9 月北京第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2120-X TE·1783

定价: 35.00 元

《中国油藏开发模式丛书》

编辑委员会

主 任 周永康

副主任 谭文彬 王乃举

成 员 曾宪义 沈平平 金毓荪 张家茂

周成勋 万仁溥 刘万赋 冈秦麟

编辑组成员

组 长 金毓荪

成 员 李志勋 杨贤梅 李春如

张卫国 咸玥瑛

《中国油藏开发模式丛书》

一、总论

二、分类模式研究

多层砂岩油藏

基岩油藏

气顶砂岩油藏

常规稠油油藏

低渗透砂岩油藏

热采稠油油藏

复杂断块油藏

高凝油油藏

砂砾岩油藏

凝析油油藏

三、典型实例

序

早在1987年，王涛同志在大庆的一次会议上提出，我国的油田开发有着丰富的实践经验，需要总结一套油藏开发模式，以便对新油田开发和老油田提高水平做出指导。在此之后，中国石油天然气总公司开发生产局、科技发展局、北京石油勘探开发科学研究院组织了全国五十多名专家和数百名工程技术人员，历经八个年头，终于完成了这套《中国油藏开发模式丛书》的编写工作，现在就要出版同广大读者见面了。这是我国油田开发理论研究的系列成果，也是石油工业出版界的一件大事，值得庆贺！

《中国油藏开发模式丛书》包括总论、不同类型油藏开发模式专著和典型油藏开发实例三个部分。丛书共计40册，大约1500万字。它凝结着我国油田地质、油藏和采油工程科技人员的辛劳和智慧，是数十年油田开发实践中成功经验与失败教训的高度概括，从中可以窥见到中国式的油田开发工程的一些特色。

需要指出的是，在本书出版之前，石油科技信息研究所及有关油田曾经编纂出版了一套《国外不同类型油藏开发历程及工艺技术系列研究》成果，它是本丛书的姊妹篇，国外油田开发经验为《中国油藏开发模式丛书》的编著起到了借鉴作用。

前几年我曾经讲过一个认识，“抓产量不等于抓开发”。就是说油田开发有许多科学道理，有它自身的一些规律性，只有老老实实在地按照科学规律，不断提高新老油田的开发水平，才会有产量，也才会有更好的开发效益。我希望从事石油工作的同志，特别是油田开发工作者，能够抽时间读一读或者有选择地读读这套丛书，一定会得到不少的收益。成功和失败都是我们前进的基石，摆在我们石油工作者面前的路是宽广的，也是曲折的，让我们继续奋斗吧！

周永康
一九九一年八月

前 言

我国有多种类型的油藏，注蒸汽热力采油的稠油油藏是其中的一种。胜利油田热采稠油油藏一般均具有储层胶结疏松、渗透率高、原油粘度高等特征。注蒸汽热采稠油油藏由于在高温条件和变温条件下开采，驱油机理复杂多变，开采过程中有其独特的生产动态特征，对工艺技术也有许多特殊的要求。另外，由于热力采油投入高、风险大，在开发布置上更强调开发决策的科学性和预见性。不同类型油藏开发模式及工艺技术系列研究，就是要从科学合理开发油田的角度出发，分析总结油藏开发历程，描述开发全过程的基本特点和规律，以期能理论化、系统化地形成一套有最佳效益的开发方式，为我国同类型油藏的开发起到指导作用。

本书以胜利油田单家寺注蒸汽热采稠油油藏为实例，全面描述了单2断块热采稠油油藏的地质特征、油藏成因，研究了“近物源近岸水下扇”沉积模式，建立了油藏地质模型。运用室内蒸汽驱油物理模拟、高温相渗试验和高温条件下稠油物理、化学性质变化试验，分析研究注蒸汽热采微观驱油机理。总结了注蒸汽热采稠油油藏开发程序，详细介绍了热采油藏的筛选评价和可行性研究方法。本书理论联系实际，总结分析了单家寺具有活跃边、底水厚层砂岩稠油油藏蒸汽吞吐和蒸汽驱开采过程的基本特点和规律，合理地划分开发阶段并提出各开发阶段的部署和措施对策。本书系统介绍了运用油藏工程分析和数值模拟方法，对单2断块进行井网井距、开发方式、注采参数等技术界限的优化、开发指标预测和开发部署对策。同时，针对该油藏地质特点和不同开发阶段的技术要求，提出适合该类油藏的七项配套工艺技术。最终建立起可供开发本类油藏借鉴的开发模式。

全书共分四章。参加编写的人员有：第一章王铭宝；第二章李献民；第三章李献民、陈瑞、周英杰、赵红雨；第四章白增杰、张毅、刘艳杰、盖平原、杨振骄、王世虎、戴培文、翟勇、曲丽。全书最后修改、定稿由李献民完成。

在本书资料的收集、编写及出版过程中，得到了才汝成、颜捷先、霍广荣、姚远勤、王华芬、邹鹏程、钟家隆等同志的指正和支持，杨贤梅同志对本书进行了认真细致的校正。在此谨向所有关心、支持过本书的领导、专家和同志表示衷心的感谢！

由于我们的水平有限，书中有些论点和认识难免有错误和不当之处，恳切地希望读者给予指正。

目 录

前言

第一章 单 2 断块厚层活跃边、底水稠油油藏精细描述及地质模型	(1)
第一节 区域地质背景	(1)
一、自然地理条件	(1)
二、区域地质背景	(2)
第二节 勘探历程	(3)
一、勘探简况	(3)
二、前期开发准备及其油藏地质研究特点	(4)
第三节 地层及油层	(8)
一、地层	(8)
二、含油层系	(8)
三、主力层沙三段 4 砂体油层组段划分	(8)
四、主力层沙三段 4 砂体油层分布特点	(9)
五、隔、夹层分布	(10)
第四节 构造模型	(15)
一、区域构造背景	(15)
二、局部构造形态	(15)
三、断裂系统	(20)
四、油层微构造研究	(20)
第五节 沉积相与储层	(22)
一、沉积相	(22)
二、储层物性	(28)
三、储层孔隙结构	(36)
四、影响储层渗透率因素分析	(36)
五、储层非均质性	(41)
六、岩石润湿性	(52)
七、岩石渗流特征	(52)
八、不同岩性的热物性	(58)
第六节 油水分布	(59)
一、油水分布特点	(59)
二、油水饱和度及其变化	(60)
三、油水体计算与分析	(61)
第七节 流体性质	(65)
一、原油	(65)

二、天然气	(66)
三、地层水	(66)
第八节 油藏类型及稠油油藏成因分析	(67)
一、油藏类型	(67)
二、稠油油藏成因初步分析	(68)
第九节 储量评价	(71)
一、沙三段 4 砂体储量计算	(71)
二、储量评价	(75)
第十节 油藏地质模型	(75)
一、单 2 断块沙三段 4 砂体厚层活跃边、底水油藏总体地质模型	(75)
二、蒸汽驱先导区地质模型	(77)
第二章 单家寺稠油层藏注蒸汽热采综述	(79)
第一节 单家寺稠油油藏注蒸汽热采机理	(79)
一、加热降粘	(79)
二、热膨胀作用	(80)
三、高温下岩石表面润湿性向亲水方向变化	(80)
四、高温改善油相渗透率	(80)
五、蒸汽（热水）动力驱油作用	(80)
六、溶解气驱作用	(80)
七、水蒸气对稠油的蒸馏、热裂解和混相驱作用	(80)
八、乳化驱作用	(81)
九、稠油注蒸汽重力泄油作用	(81)
第二节 单家寺稠油油藏注蒸汽热采开发程序	(82)
一、油田的初探与详探	(82)
二、油藏地质研究	(82)
三、油藏注蒸汽热采筛选评价	(82)
四、注蒸汽热采可行性研究	(82)
五、开辟先导试验区	(83)
六、工业性开发	(84)
七、调整开发方案	(84)
第三节 单家寺稠油油藏注蒸汽热采油藏筛选评价	(85)
一、原油粘度	(85)
二、油层深度	(85)
三、油层厚度、净总比	(85)
四、油层渗透率	(85)
五、油层孔隙度、含油饱和度和单储系数	(85)
六、边底水	(86)
第四节 单家寺稠油油藏注蒸汽热采可行性研究	(86)
一、单井吞吐热力试采获得巨大成功	(86)
二、注蒸汽热力开采可行性研究	(86)

第三章 单家寺稠油油藏注蒸汽热采开发模式	(96)
第一节 单家寺稠油油藏蒸汽吞吐规律	(96)
一、不同驱动条件下蒸汽吞吐单井生产动态规律	(96)
二、蒸汽吞吐产量递减规律	(99)
三、单 2 断块蒸汽吞吐水侵及含水变化规律	(105)
四、热采稠油油藏含水对产液（油）能力的影响	(111)
五、厚油层蒸汽吞吐过程中剩余油分布规律	(112)
六、单 2 断块蒸汽吞吐参数优化	(114)
七、水淹前后蒸汽吞吐注热量利用率分析	(118)
八、蒸汽吞吐开采效果评价	(120)
第二节 单家寺稠油油藏蒸汽驱基本规律	(122)
一、蒸汽吞吐转蒸汽驱的条件和时机	(122)
二、单 2 断块蒸汽驱先导试验方案	(126)
三、活跃边、底水侵入条件下蒸汽驱基本规律	(133)
四、单 2 断块蒸汽驱效果综合评价	(143)
第三节 单 2 断块开发阶段划分及对策	(145)
一、勘探发现油田、常规试采阶段（1964 年～1984 年）	(145)
二、注蒸汽吞吐试验阶段（1984 年～1986 年）	(145)
三、蒸汽吞吐工业性生产阶段（1987 年～1989 年）	(146)
四、以加密井为主要措施的调整阶段（1990 年～1991 年）	(146)
五、蒸汽驱先导试验阶段（1992 年 3 月～1994 年）	(147)
六、高含水、高轮次吞吐情况下提高采收率综合治理阶段（1995 年以后）	(148)
第四章 单家寺稠油油藏注蒸汽热采工艺技术	(152)
第一节 完井工艺技术	(152)
一、钻井、完井液性能要求与选择	(152)
二、套管性能要求与选择	(153)
三、预应力固井技术	(154)
四、射孔工艺技术	(155)
第二节 防砂工艺技术	(157)
一、出砂原因及其危害	(157)
二、防砂工艺及其选择	(157)
三、绕丝筛管砾石充填防砂技术	(157)
四、其它防砂技术	(161)
五、推荐采用的防砂技术	(163)
第三节 地层预处理工艺技术	(163)
一、防膨工艺技术	(163)
二、解堵工艺技术	(165)
第四节 注汽工艺技术	(169)
一、蒸汽发生器	(169)
二、地面注汽管网	(171)

三、高温高压注采井口·····	(171)
四、井口热胀补偿器·····	(172)
五、井筒隔热技术·····	(173)
六、蒸汽的分配计量技术·····	(176)
七、汽水分离计量装置·····	(178)
八、井下高温测试技术·····	(182)
第五节 调剖工艺技术·····	(183)
一、汽窜、水侵的原因及危害·····	(184)
二、调剖工艺技术·····	(184)
第六节 采油工艺技术·····	(190)
一、机械采油设备·····	(191)
二、井筒降粘开采技术·····	(193)
三、高含水期强化开采技术·····	(198)
四、定向斜井和水平井采油技术·····	(199)
第七节 集输工艺技术·····	(200)
一、集输布站及集输管线·····	(200)
二、掺稀油加破乳剂降粘密闭混输工艺·····	(201)
三、存在的主要问题及改进方向·····	(203)
参考文献·····	(204)

第一章 单 2 断块厚层活跃边、底水稠油油藏 精细描述及地质模型

第一节 区域地质背景

一、自然地理条件

单家寺油田位于山东省北部，滨县、利津两县，北纬 $37^{\circ}27'$ 、东经 $118^{\circ}08'$ （图 1.1），油田由东向西呈长条形，分东西两区，其中东区包括单 2、单 10 两个断块。单 2 断块位于东区的西部，地处利津县西南隅的北宋乡境内。

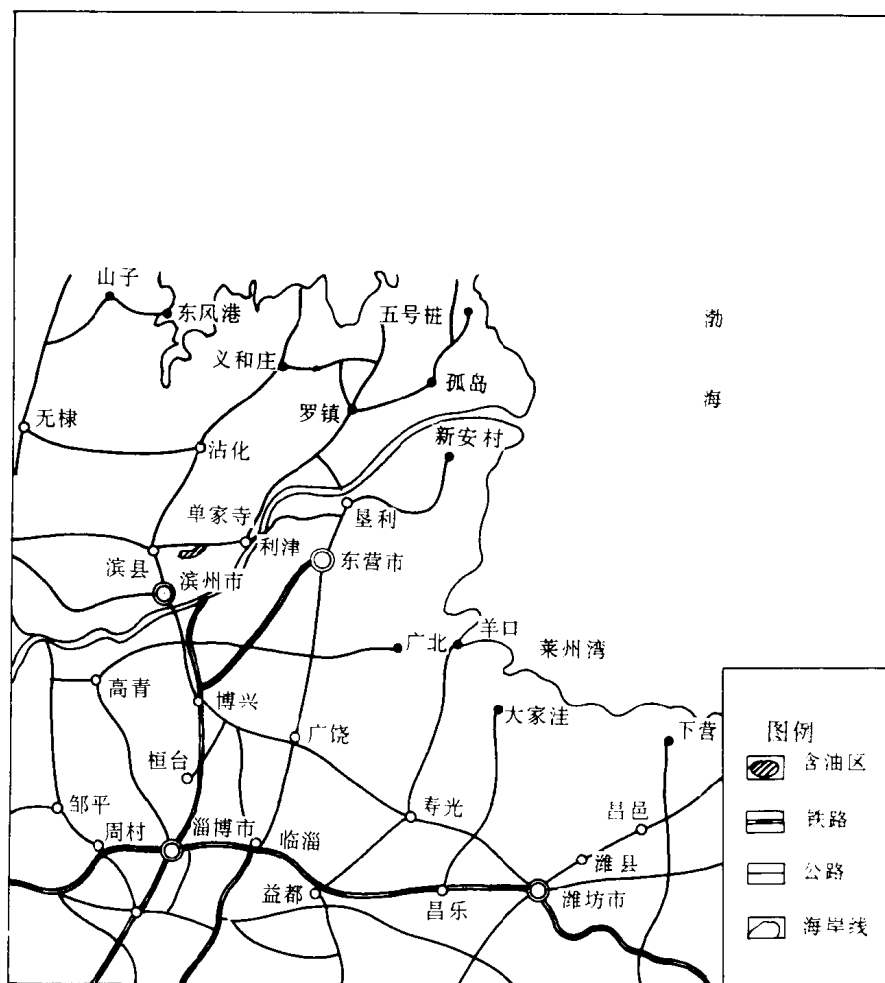


图 1.1 单家寺油田地理位置图

油田地处黄河三角洲，地势平坦，气候属半湿润季风气候，具有四季分明、冬春干旱、夏季多雨、晚秋偏旱的特征。年平均气温 12.4°C ，最低在 1 月份，月平均 -3.6°C ；最高在 7 月份，月平均 26.3°C 。年降雨量 602.8mm 。

二、区域地质背景

单家寺油田为处于济阳拗陷内的东营凹陷北带与滨县凸起之间的过渡带上的复式油气田。东营凹陷北带的范围主要是滨县凸起、陈家庄凸起和青坨子凸起之间包围的弧形地带。滨县凸起周围盆地环绕，在滨县凸起东部以前震旦系变质岩（花岗片麻岩）为基岩的隆起背景上形成了受环带构造控制的不同类型的复式油气藏。各种类型的油气藏均以滨县凸起为中心呈环带状分布。根据单家寺地区基岩面坡度陡缓变化，砂砾岩体相带变化和断层发育情况，可分为三个不同的自然分带，即缓坡带、陡坡带和断裂带。

缓坡带：主要是馆陶组的油气藏在披覆背斜构造控制下呈环带状展布。

陡坡带：为多种类型油藏的过渡带。其特点是油藏类型多，稠油层和稀油层上下叠置断续分布。在陡坡带馆陶组、沙一段（ Es_1 ）和沙三段（ Es_3 ）的稠油层和沙三段、沙四段（ Es_4 ）的稀油层上、下叠置。

断裂带：主要是与同生断层有关的构造油藏带。这是由于同生断层沿基岩陡坡滑动所伴生的逆牵引构造和回倾反向断块，与下第三系沙一、沙二、沙三和沙四段的砂岩体有利相带相配合，形成的逆牵引构造油藏、断层构造油藏和断块油藏，沿同生断层组成的油藏环带。这一带的范围较大，分布于滨县凸起以南的滨南油田都包括在这个油藏环带的范围之内。

单家寺复式油气田即位于东营凹陷西北部的陡坡地带——滨县凸起南坡的单 2—单 10、单 6 潜山上（图 1.2）。陡坡相带宽度约 $4\sim 8\text{km}$ ，陡坡倾角为 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ，最小为 10° 。早第三纪滨县凸起、陈家庄凸起古地貌为由太古界泰山杂岩组成的山地或丘陵，均出露于湖盆水面。凹陷陡坡带一般都经历了块断—侵蚀—超覆的演变历程。

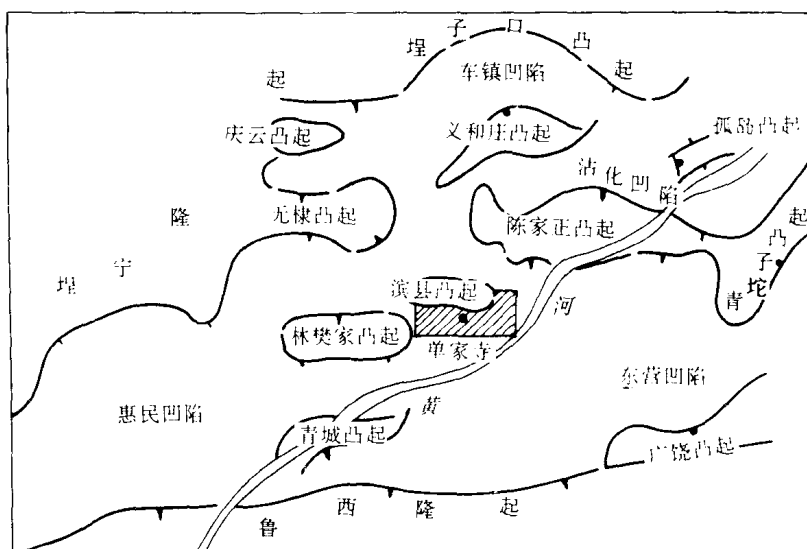


图 1.2 单家寺油田平面位置图

由于单家寺油田位于滨县凸起南坡前震旦系花岗片麻岩基底之上，而花岗片麻岩较易风化剥蚀，故在沙河街组沉积时期，形成了区域性的山麓洪积相带。同时由于第三系地层沉积

时期，曾发生多次沉积间断和多次地层超覆，致使单家寺地区形成了多次区、域性的边缘不整合。滨县凸起顶部只有馆陶组和明化镇组覆盖，缺失古生界至下第三系，其长期处于隆起状态遭受剥蚀。凸起南坡基底面侵蚀，形成东、西两个小潜山鼻状隆起，东部为单 2~单 10 鼻状隆起，西部为单 6 鼻状隆起，均向南倾没。在这种长期稳定的陡坡背景上，形成了第三系超覆、尖灭沉积。又因为单家寺地处凸起与凹陷之间的过渡带上（即陡坡带），临近物源，碎屑岩十分发育，纵向上砂砾岩体叠置成串，平面上大小扇砂体交错叠加连片，故具有良好的储盖条件。加之单家寺地区下临长期继承性发育的利津生油深洼陷，上接凸起，使其处于油气运移的极有利部位，具有断层和不整合面两种油气运移通道。陡坡带与生油洼陷的界线，是控制其发育的大断层。无疑，断层起到沟通生油层与构造带上（这里主要指陡坡带）各类圈闭的作用，是油气运移的重要通道。而单家寺地区与利津生油洼陷相距仅 20km，地形高差都大于 2km，如此大的高度差异极其有利。经过济阳拗陷渐新世末及中新世两次主要成油期，烃类依靠浮力等作用沿陡坡带大断裂、地层不整合面运移，并向滨县凸起各种类型的圈闭中聚集、富集，形成油气藏。

单 2 断块厚层活跃边底水稠油油藏即是在上述区域地质背景下形成的单家寺复式油气田的油藏类型之一。

第二节 勘探历程

一、勘探简况

单家寺地区于 1964 年开始地震勘探，1967 年开始钻井。

60 年代，东营箕状凹陷的油气勘探目标，主要集中在凹陷带内构造带的背斜构造及断块构造上，至 1966 年已发现了胜坨、东辛、永安镇、郝家、滨南、现河庄等油田。而对凹陷陡坡带，一方面由于钻探未取得重大进展，另一方面由于资料少，仅在重磁力平面图上表现为一个重磁力密集带，故对其含油尚存许多疑虑。比如，考虑与凸起接触的边界主要是大断层，其活动强度大，持续活动时间长，直至晚第三纪，封闭条件差，缺乏良好的构造圈闭；认为早第三纪晚期地层遭受剥蚀，生油层成熟度低，保存条件不好；还认为下第三系砂砾岩体变化复杂，分选性差，储油物性不好，难以找到富集高产区。通过 70 年代的勘探，在沾化凹陷孤岛凸起上发现了馆陶组披覆背斜油气藏，特别是凸起边缘区还见到了沙河街组和东营组超覆油气藏；在东营凹陷陡坡带上东部的永安镇地区也见到了沙三段含油砂砾岩体。这些新情况、新成果的出现给予很大启示，使人们对凹陷陡坡带的勘探，特别是对地层油气藏的勘探，有了新的认识，产生了较为符合实际的判断。于是在滨县凸起周边（即凹陷陡坡带）进行了新一轮勘探。1970 年，在单家寺地区完钻的单 2 井钻遇了馆陶组、沙一段和沙三段三套含油层系，其中沙一~沙三段在井深 1105~1207m 有 4 层 96m 油层，但用常规方法试油仅获日产 0.47t 的重质油，原油相对密度 0.9798，地面脱气原油粘度为 3836mPa·s。因油稠、产能低，在当时的情况下，用常规采油工艺不能投入开发。然而，尽管单 2 井钻遇的沙一~沙三段厚油层因油稠、产能低，未能投入开发，但发现了单家寺油田，从此揭开了凹陷陡坡带发现大油田的新篇章。

因此，从 1980 年以前在东营凹陷北带以寻找构造油藏为主，到 1980 年以后开始转向单家寺地区为重点寻找非背斜油藏的钻探，并在单家寺发现或探明了前震旦系基岩古潜山天然

气藏，沙三段和沙一段水下冲积扇地层不整合油藏，东营组断层油藏，馆陶组披覆背斜油藏，明化镇组透镜体岩性气藏等不同类型的非背斜油气藏（图 1.3）。与此同时，随着热力开采新技术的引进和相邻地区勘探程度的提高，以及综合研究工作的加深，特别是对地层油藏的新认识，提高了对该区的含油评价。于 1980 年~1982 年对单 2 断块亦重新展开了勘探，并布探井 13 口，证实单家寺地区是一个多含油层系的地区，并进一步落实了单 2 断块的构造形态。

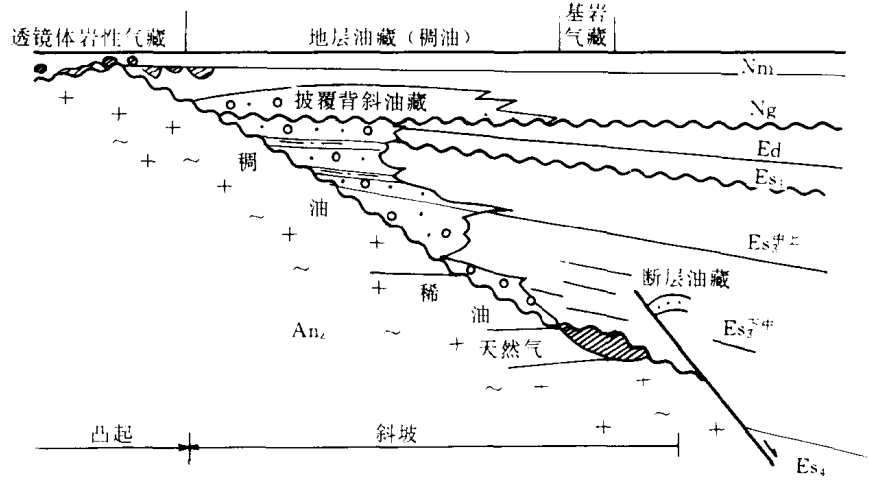


图 1.3 单家寺油田油气藏序列示意图

二、前期开发准备及其油藏地质研究特点

1. 前期开发准备

1982 年开始单家寺油田注蒸汽热力采油科技攻关，在进行地质研究、油藏筛选评价的基础上，1983 年在单 2 断块中部开辟注蒸汽热采试验区，主要开采沙三段 4—5 砂体 (Es_3^{4-5})，含油面积 0.5km^2 ，地质储量 $621 \times 10^4\text{t}$ （其中沙三段 4 砂体储量 $507 \times 10^4\text{t}$ ，沙三段 5 砂体储量 $114 \times 10^4\text{t}$ ），作为国家“六五”攻关项目。1984 年 9 月进行注蒸汽吞吐现场试验，取得良好效果，从而进一步促进了该油田的详探及开发准备工作。

截止 1985 年底，单 2 断块共完成地震测线 43 条，长 160.9m，其中南北向 24 条、东西向 12 条、斜测线 7 条，测线密度平均 $300 \times 300\text{m}$ ，最大 $100 \times 300\text{m}$ ，最小 $400 \times 400\text{m}$ 。1990 年在以滨二区为主进行三维地震勘测时，北部三维地震测线网对单 2 断块也进行了覆盖，其地震剖面测网密度为 $50 \times 100\text{m}$ 。

至 1985 年底，单 2 断块及其周围地区已完钻各种类别的井 199 口（表 1.1），其中系统取心井 9 口，取心井尺 888.5m、岩心长 655.98m、岩心收获率 73.83%，油浸以上油砂长度 325.62m。总计岩心分析各种样品 4565 块（表 1.2、表 1.3）。

表 1.1 单 2 断块历年钻井情况统计表

时间	1970 ~1971	1980 ~1982	1983 ~1985	1986 ~1987	1988 ~1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1970 ~1995
探井，口	2	13	1		1							17
详探井，口			3	3								6
生产井，口			63	19	9	32	1	3	4	20	7	158
更新井，口					5	3	1	4				13
观察井，口						4	1					5
合计，口	2	13	67	22	15	39	3	7	4	20	7	199

表 1.2 单 2 断块取心情况统计表

井号	层位	井段 m	井尺 m	心长 m	收获率 %	油砂, m	
						油浸以上	油斑
2—1	Ng	1095.98~1105.20	9.22	9.22	100.00		
	Es ₁	1105.20~1130.30	25.10	19.64	78.25	8.60	4.10
	Es ₂	1130.30~1194.00	63.70	22.54	35.38	15.61	2.10
	Es ₃	1194.00~1227.40	33.40	21.55	63.32	2.90	5.00
	Es ₄	1227.40~1234.00	6.60	6.51	98.63	4.43	0.20
	合计	1095.98~1234.00	138.02	79.46	57.57	31.54	11.40
2—2	Ng	1080.80~1090.80	10.00	4.50	45.00		
	Es ₁	1090.80~1118.80	28.00	25.62	91.50	17.45	2.26
	Es ₂	1118.80~1167.42	48.62	34.24	70.42	33.19	
	合计	1080.80~1167.42	86.63	64.36	74.30	50.64	2.26
2—10	Ng	1118.00~1122.40	4.40	4.10	93.18		
	Es ₂	1122.40~1128.00	5.60	5.60	100.00	1.70	
	Es ₃	1128.00~1183.78	55.78	35.10	62.93	33.65	1.07
	合计	1118.00~1183.78	65.78	44.80	68.11	35.55	1.07
2—25—25	Ng	1120.00~1147.80	27.80	17.74	63.81	4.78	1.14
	Es ₁	1147.80~1198.60	50.80	40.50	79.72	3.13	1.86
	Es ₂	1198.60~1240.00	41.40	25.57	61.76	7.48	
	合计	1120.00~1240.00	120.00	83.81	69.84	15.39	3.00
2—27—21	Ng	1102.25~1109.50	7.25	7.17	98.90		
	Es ₁	1109.50~1133.03	23.53	21.27	90.40	8.05	1.57
	Es ₂	1133.03~1190.10	56.75	49.36	86.98	42.81	1.30
	Es ₃	1190.10~1207.05	16.95	16.76	98.88	8.53	3.98
	合计	1102.25~1207.05	104.48	94.56	90.50	59.39	6.85
2—43—15	Ng	1075.30~1118.00	42.70	32.59	76.32	2.2	2.07
	Es ₁	1118.00~1128.00	10.00	9.48	94.80	5.24	3.61
	Es ₂	1128.00~1139.50	11.50	11.07	96.26	5.29	1.86
	Es ₃	1139.50~1151.90	12.40	9.64	77.74	3.29	2.24
	Es ₄	1151.90~1203.23	51.33	37.65	73.35	24.81	4.53
	合计	1075.30~1203.23	127.93	100.43	78.50	40.83	14.31
2—45—9	Ng	1075.08~1090.00	14.92	10.60	71.05		1.49
	Es ₁	1090.00~1103.20	13.20	7.92	60.00	5.78	1.41
	Es ₂	1103.20~1118.00	14.80	12.24	82.70	4.27	0.67
	Es ₃	1118.00~1133.00	15.00	13.22	88.13	4.77	1.75
	Es ₄	1133.00~1154.00	21.00	14.89	70.90	6.4	0.36
	Es ₅	1154.00~1184.60	30.60	20.24	66.14	7.25	2.51
	Es ₅ ^F	1184.60~1190.93	6.33	6.02	95.10	0.55	
	合计	1075.08~1190.93	115.85	85.13	73.48	29.02	8.19
单 102	Es ₁	1101.25~1107.40	6.15	5.74	93.33	2.44	2.03
	Es ₂	1107.40~1152.90	45.50	25.51	56.10	19.31	2.59
	基岩	1152.90~1218.63	7.24	6.28	86.74		1.21
	合计	1101.25~1218.63	58.89	37.53	63.73	21.75	5.83
03—2	Es ₁ ~ Es ₃	1097.00~1154.73 1155.50~1168.70	70.93	65.9	92.90	41.71	12.04
全块总计			888.5	655.98	73.83	325.62	64.95

表 1.3 单 2 断块取资料情况统计表

井号	层位	地质化验资料, 块						开发试验资料									
		油层物性分析					饱	介	薄	电	粘	压	润	相	岩	石	地
		孔隙度	渗透率	饱和度	碳酸盐	粒度	粉	形	片	镜	土	汞	湿	对	压	温	原
								虫				块	性	透	系	温	油
													块	率	数	度	价
														块	块	条	个
2-1	Ng						17										
	Es ₁	62	53	15	11	56	31	9		2		3					
	S ₁ -S ₃ 隔层						6		2								
	Es ₃	3		1	20	84	9	3		4		2	1		4	1	1
	S ₃ -S ₃ 隔层								1								
2-2	Es ₃	2			2	18	19	5		1		1					
	Es ₃					12	17	2		1							
	Ng							4				1					
	Es ₁	84	41	10	14	87		20	12			1		4			
	S ₁ -S ₃ 隔层							4		1							
2-10	Es ₃	8	4		32	162	3	5		1		9				1	
	Es ₃																
	Ng						4										
	Es ₃						2										
	Es ₃	45		27		36			4							2	1
2-27-21	Es ₁	43	45	12	14	32		3	1			3	1		1		
	Es ₃	138	167	67	94	133		2	5			21	5		6		
	S ₁ -S ₃ 隔层	8	6	2		8				1		3					
	Es ₃	38	42	32	33	41			1			8	7		2		
	Es ₃																
2-25-25	Ng	11	6	9	9	17	18	22					7				
	Es ₁	5		4	6	11	18	22	3				2				
	S ₁ -Es ₃ 隔层	2			1	1	27	27	1								
	Es ₃	2		1	13	21	11	11					3				
	Es ₃																
2-43-15	Ng	9	1	4	2	7		1	4								
	Es ₁	30	11	11	6	6		10	13								
	Es ₃	25	9	9	4	9		7	6								
	Es ₃	11			2	5		5	3								
	Es ₃	80		38	17	33		5	23			7					
2-45-9	Ng	5			3	5		15									
	Es ₁	29		12	18	32		5				5					
	Es ₃	20	4	9	8	16		7	1			5					
	Es ₃	44	19	23	19	36		13	1			6					
	Es ₃	49	9	29	23	43		10				1					
102	S ₃ -S ₃ 隔层							3									
	Es ₃	72	5	34	35	65		15	1			10					
	Es ₃ 下	5		2	3	7		6									
	Es ₁	10	3	2		9		5	4								
	Es ₃	54		19	10	56		6	10				2				
03-2	基岩	11	11						14								
	Es ₁ ~Es ₃	254	123	64	50	174	11		20				14				
	Es ₁ ~Es ₃																
	Es ₁ ~Es ₃																
	Es ₁ ~Es ₃																
总计	4565	1159	559	436	449	1222	92	330	151	6	19	42	80	1	9	7	2