

东营凹陷沙二段构造油藏成藏规律

宁方兴¹, 杨永红¹, 张 顺¹, 李 伟², 朱德燕¹, 银 燕¹, 丁桔红¹, 关 丽¹

¹胜利油田分公司勘探开发研究院, 山东 东营

²中国石油大学(华东), 山东 青岛

Email: ningfangxing.slyt@sinopec.com

收稿日期: 2021年1月4日; 录用日期: 2021年2月18日; 发布日期: 2021年2月26日

摘 要

东营凹陷沙二段是认识程度较低的层系, 具有较大勘探潜力。通过对东营凹陷沙二段构造油藏成藏条件进行统计分析和典型油藏解剖, 明确了沙二段构造油藏成藏规律: 沙二段构造油藏来自沙三下亚段和沙四上亚段烃源岩, 具有单一油源或多源混合成藏得特点, 既有沙三下亚段、沙四上亚段烃源岩产生油气的混合, 也有不同洼陷来源的油气混合; 输导体系由油源断层和骨架砂体组成, 具有三种油气输导方式, 即油源断层垂向输导, 断层砂体侧向输导, 断层砂体阶梯性输导, 以油源断层垂向输导为主; 断层和三角洲平原-前缘和滩坝砂体匹配控制了构造圈闭的形成。该成果对济阳坳陷沙二段构造油藏勘探有一定指导作用。

关键词

沙二段, 构造油藏, 成藏规律, 油源断层, 三角洲, 东营凹陷

Reservoir Formation Law for Structure Reservoir of the Second Member of Shahejie Formation in Dongying Depression

Fangxing Ning¹, Yonghong Yang¹, Shun Zhang¹, Wei Li², Deyan Zhu¹, Yan Yin¹, Juhong Ding¹, Li Guan¹

¹Exploration and Development Institute, Shengli Oilfield Company, SINOPEC, Dongying Shandong

²China University of Petroleum (East China), Qingdao Shandong

Email: ningfangxing.slyt@sinopec.com

Received: Jan. 4th, 2021; accepted: Feb. 18th, 2021; published: Feb. 26th, 2021

文章引用: 宁方兴, 杨永红, 张顺, 李伟, 朱德燕, 银燕, 丁桔红, 关丽. 东营凹陷沙二段构造油藏成藏规律[J]. 地球科学前沿, 2021, 11(2): 207-212. DOI: 10.12677/ag.2021.112017

Abstract

The second member of Shahejie Formation in Dongying Depression is a low level of understanding and has great exploration potential. Through the statistical analysis of reservoir formation conditions and typical reservoir anatomy of structure reservoirs, the reservoir formation law of the second member of Shahejie Formation is determined: The structure reservoirs of the second member of Shahejie Formation from the source rocks of the lower part of the third member of Shahejie Formation and the upper part of the fourth member of Shahejie Formation have features of single oil source or multi-source mixing from Es_3^L source rock and Es_4^U source rock or different sags; The transport system is composed of oil source fault and skeleton sand body. It has many kinds of oil and gas transport modes that are oil source fault vertical transportation, fault-sand body lateral transportation, fault-sand body ladder transportation, mainly oil source fault vertical transportation; Fault and delta plain-front and beach bar sand body matching control the formation of structure traps. The results have certain reference for structure reservoir exploration in Jiyang depression.

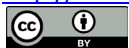
Keywords

The Second Member of Shahejie Formation, Structure Reservoir, Reservoir Formation Law, Source Fault, Delta, Dongying Depression

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

断陷盆地油气成藏规律研究，一直是石油地质学界研究的热点[1] [2] [3]。沙二段是东营凹陷高钻遇低认识的重要层系。东营凹陷 1972 年第一次上报沙二段探明石油储量，截至 2020 年底，共上报探明石油地质储量 8.4 亿吨，涵盖了胜坨、东辛等 21 个油田。其中，1986 年和 1994 年上报的储量过亿，分别 5.5 亿和 1.5 亿，占总上报探明储量的 65%和 18%，展现了较大勘探潜力。传统认为沙二段发育大规模的三角洲沉积和河道砂体，储层特别发育且埋深相对较浅，储层物性相对较好，一旦发现油气藏产能较高，一般不需要措施，是相对高效的勘探层系。在当前以效益为中心的勘探阶段，沙二段引起了人们的重视。目前，东营凹陷沙二段文献较少，主要集中在层序界面识别、沉积相研究、储层精细描述、油气富集规律、油气运移模式等方面[4]-[9]。因此，东营凹陷沙二段研究程度较低，制约了沙二段油气的勘探。本文通过对东营凹陷沙二段构造油藏各储量块成藏条件进行统计分析和过沙二段油气显示井、油流井典型油藏剖面进行解剖，总结沙二段构造油藏成藏规律，以期对相同类型盆地、相同层系油藏勘探提供借鉴。

2. 区域地质背景

东营凹陷位于济阳拗陷南部，是一个北断南超、北陡南缓的开阔箕状凹陷，北部受陈南断层控制，埋藏深，而南部地区第三系逐渐向鲁西隆起超覆，地层较薄(图 1)。北以陈家庄凸起为界，南为鲁西隆起，东为青坨子凸起，西为滨县、青城凸起，总面积约 5700 Km^2 。在凹陷内发育利津、牛庄、博兴和民丰 4 个次级洼陷[10] [11] [12]。东营凹陷主要二级断层包括：胜北断裂带、滨南 - 利津断裂带、高青 - 平南断裂带、中央断裂带、八面河断裂带、陈官庄 - 王家岗断裂带、石村断裂、博兴断裂。

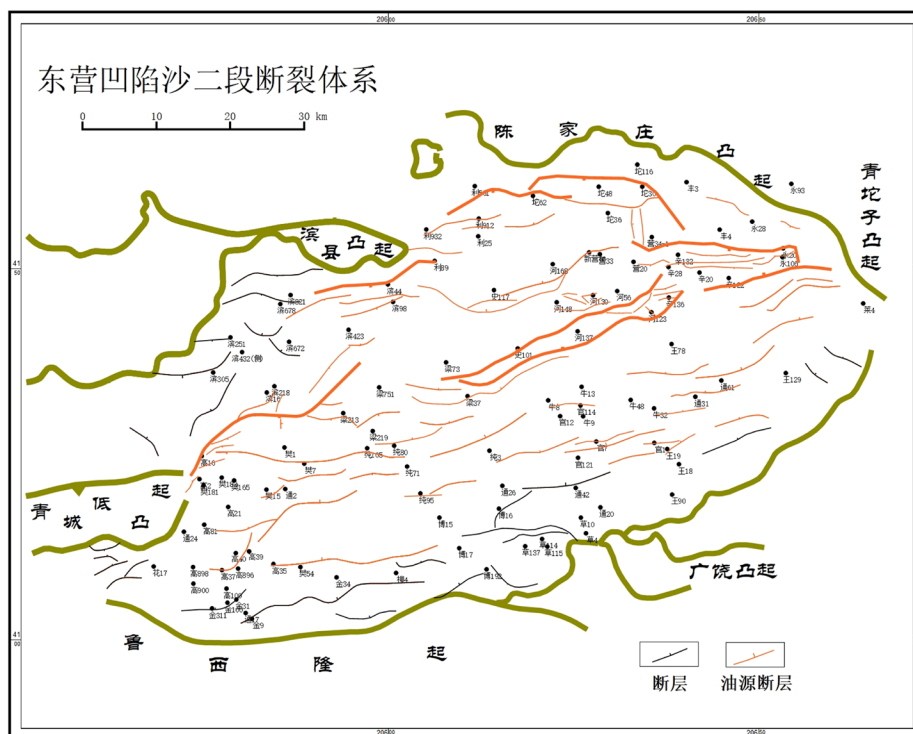


Figure 1. Fault system of Es₂ in Dongying depression

图 1. 东营凹陷沙二段断裂体系

3. 油藏特征

东营凹陷沙二段构造油藏是位于压力封存箱之外远离烃源岩的常压油藏，主要发育断块油藏和背斜油藏。从目前发现的储量来看，北部陡坡带占 60%，中央背斜带占 33%，南部缓坡带占 7%。从油藏的分布层位来看，东营沙二下、沙二上均有分布，其中以沙二下亚段构造油藏分布最多。

4. 成藏规律

4.1. 单一油源或多源混合成藏

东营凹陷沙二段构造油藏来自沙三下亚段烃源岩、沙四上亚段烃源岩或者沙三下亚段烃源岩和沙四上亚段烃源岩混合的油气[13] [14] [15]。沙二段混合型油藏具有多油源混合成藏的特点，即有同一洼陷来自沙三下亚段和沙四上亚段烃源岩的油气混合，也有来自不同洼陷的油气混合。东营凹陷北部胜利北断裂带沙二段油藏，位于胜利村背斜的沙二段原油来自利津洼陷沙四段烃源岩，具有高 γ -蜡烷、低 C27 重排甾烷、低 4-甲基甾烷的特征。位于坨庄背斜的沙二段原油来自利津洼陷沙三下亚段烃源岩，具有低 γ -蜡烷、高 C27 重排甾烷、高 4-甲基甾烷的特征。而位于坨庄和胜利村两个背斜的沙二段鞍部的原油特征介于上述两类原油之间，具有混源特征。东营凹陷中央隆起带沙二段油藏既有利津洼陷沙三下亚段和沙四上亚段烃源岩的油气，又有牛庄洼陷三下亚段和沙四上亚段烃源岩的油气。南部乐安油田沙二段油藏既有牛庄洼陷三下亚段和沙四上亚段烃源岩的油气，也有博兴洼陷三下亚段和沙四上亚段烃源岩的油气。

4.2. 多种油气输导方式

东营凹陷沙二段构造油藏的输导体系由油源断层和骨架砂体组成。油源断层沟通了烃源岩，在断层

活动时，将烃源岩生成的油气垂向运移至沙二段地层。如陡坡滨南一胜北断裂带、缓坡王家岗—陈官庄断裂带、凹陷中部的中央断裂带以及高青断层等。这些断层是直接和烃源岩连接的主力通道。沙河街组三段至二段沉积时期，东营凹陷发育了的多期三角洲沉积，这些三角洲砂体也是东营凹陷油气大规模横向运移的主要输导层。多期砂体叠置与断层配合形成了东营凹陷立体的输导格架。

东营凹陷沙二段构造油藏输导体系包括三种输导油气方式：油源断层垂向导，断层砂体侧向导，断层砂体阶梯性输导，以油源断层垂向导为主(图 2)。在洼陷带以油源断层垂向导油气为主，断层砂体侧向导运移为辅。如胜北断裂带的坨 94 断层和南北向断层分别沟通了沙三段和沙四段烃源岩，为沙二段的油源断层，对沙二段油气的垂向导移具有重要作用。在斜坡带和中央隆起带，输导体系主要由断层和砂体构成，二者呈“阶梯状”运移油气，构成“阶梯状”输导体系。

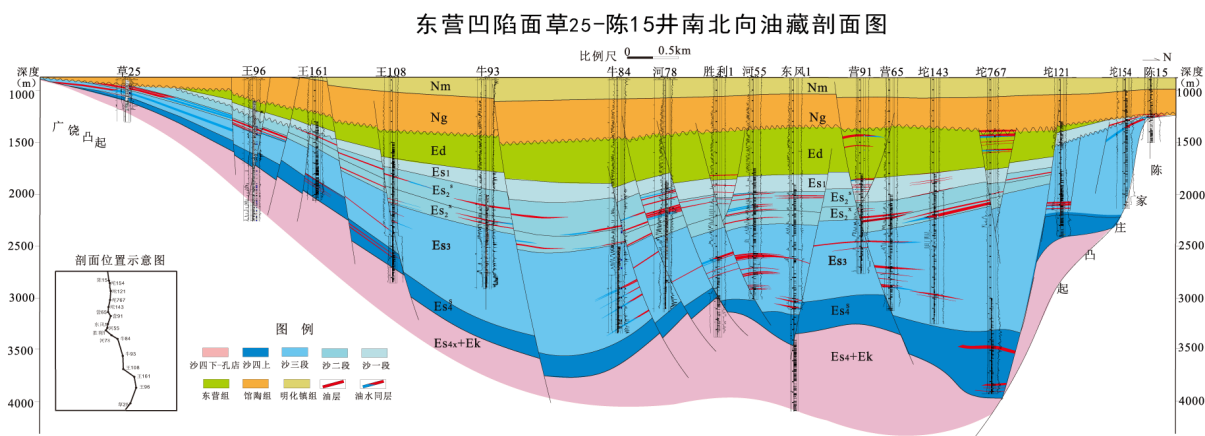


Figure 2. South-north reservoir profile of well Cao25-well Chen15 in Dongying depression
图 2. 东营凹陷草 25-陈 15 井南北向油藏剖面图

4.3. 断层、有利相带匹配控制了圈闭形成

断层、三角洲平原 - 前缘和滩坝砂体匹配控制了构造圈闭的形成。

东营凹陷沙二段构造油藏大都分布在二、三级油源断层附近。东营凹陷断裂系统发育，二、三级油源断层沟通了油源和沙二段构造圈闭，将沙三下、沙四上亚段烃源岩生成的油气运移到沙二段圈闭中形成构造油藏。

沉积相是沉积环境及在该环境下形成的沉积物或沉积岩特征的综合[16]。沉积相带控制了砂体分布，进而控制了油藏分布。通过大量的岩心观察以及测井、地震等相标志的详细研究，综合考虑东营凹陷构造背景、物源供给、气候等多种地质背景，根据地震相、岩心观察和测井相分析，确定东营凹陷沙二段主要发育辫状河三角洲、浅水辫状河三角洲、扇三角洲、滨浅湖 4 种沉积相类型(图 3、图 4)。东营凹陷沙二上亚段发育三角洲及辫状河三角洲，其中南坡东段发育浅水三角洲；沙二下亚段多发育辫状河三角洲。青城凸起、青坨子凸起、滨县凸起均发育扇三角洲。

根据油气显示和储量分布情况，东营凹陷沙二段构造油藏主要分布于扇三角洲前缘水下分流河道砂体、辫状河三角洲平原-前缘分流河道砂体、浅水三角洲平原-前缘分流河道砂体和滩坝砂体。受控于三角洲展布面积，沙二下亚段油层及含油层分布情况明显优于沙二上亚段。

对构造圈闭来说，断层的封堵能力是成藏的首要因素，断层的断距与地层中的砂地比的合理匹配是决定断层封堵性的条件。通过油层与断层断距的变化关系发现，油层厚度与断层断距具有正相关性。砂地比 30%~50%的区域有利于储存油气。

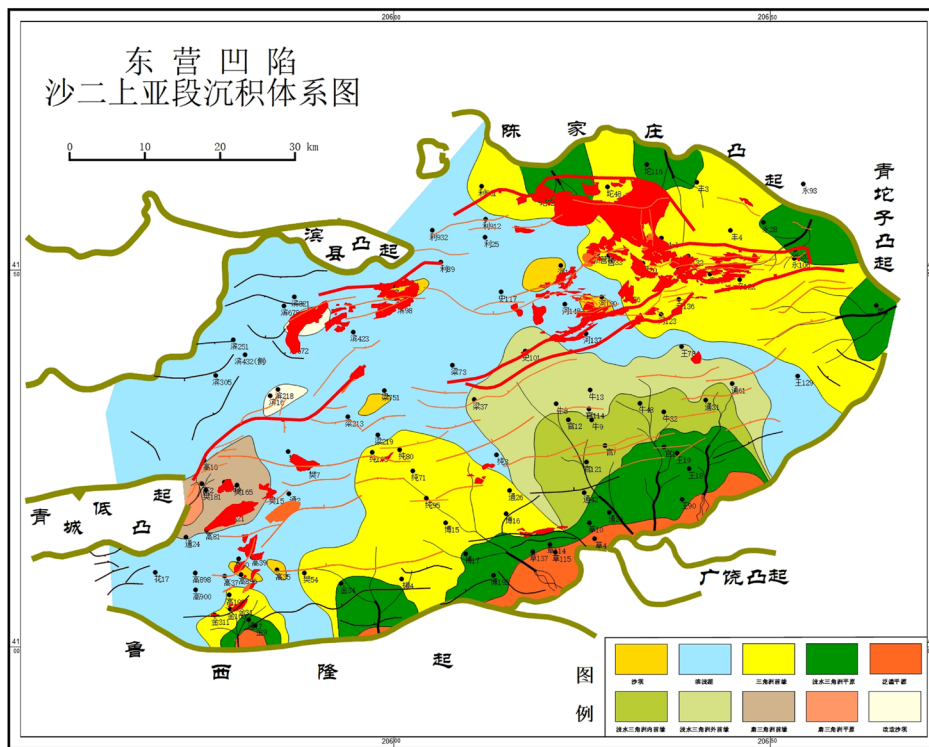


Figure 3. Sedimentary system of Es^{2U} in Dongying depression
图 3. 东营凹陷沙二上亚段沉积体系图

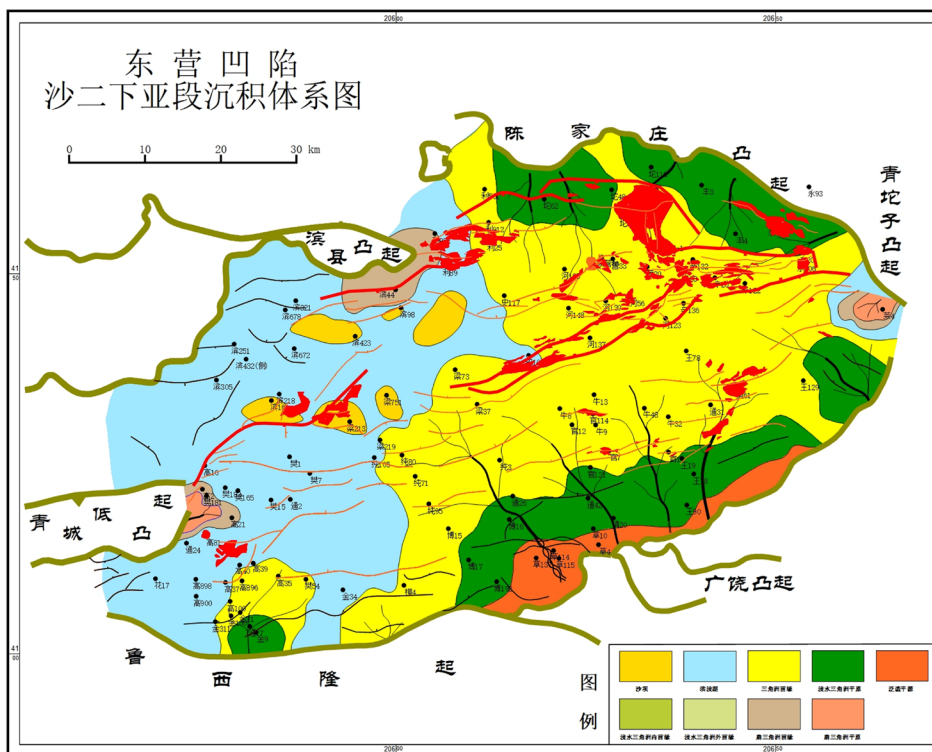


Figure 4. Sedimentary system of Es^{2L} in Dongying depression
图 4. 东营凹陷沙二下亚段沉积体系图

5. 结论

与前人研究相比,通过对东营凹陷沙二段构造油藏成藏条件进行统计和典型油藏解剖,明确了东营凹陷沙二段构造油藏的分布和成藏规律。主要结论如下:

- 1) 东营凹陷沙二段构造油藏主要分布在北部陡坡带和中央背斜带。
- 2) 东营凹陷沙二段构造油藏成藏规律:
 - ① 单一或多源混合成藏。
 - ② 三种输导油气方式:油源断层垂向输导,断层砂体侧向输导,断层砂体阶梯性输导。
 - ③ 断层、有利相带匹配控制了圈闭形成。

基金项目

本文为胜利油田分公司课题“东营凹陷沙二段油气成藏再认识及目标区优选”(Ykk1910)的核心内容。

参考文献

- [1] 刘震,陈艳鹏,赵阳,等.陆相断陷盆地油气藏形成控制因素及分布规律概述[J].岩性油气藏,2007,19(2):121-127.
- [2] 王永诗,郝雪峰,胡阳.富油凹陷油气分布有序性与富集差异性:以渤海湾盆地济阳坳陷东营凹陷为例[J].石油勘探与开发,2018,45(5):785-794.
- [3] 任志远,孙亚君,解立春,等.鄂尔多斯盆地A油藏成藏规律研究[J].地球科学前沿,2020,10(4):302-311.
<https://doi.org/10.12677/AG.2020.104028>
- [4] 邬金华,张哲,王柏轩.内陆凹陷层序地层的关键界面及其有关问题——以东营凹陷沙二段和沙三上亚段为例[J].地层学杂志,2000,24(1):78-83.
- [5] 马国刚.东营凹陷辛50断块沙一段、沙二段沉积相研究[J].石油天然气学报(江汉石油学院学报),2009,31(5):166-170.
- [6] 王静.东营凹陷梁11断块沙二段储层精细描述[M]:[硕士学位论文].北京:中国石油大学,2009.
- [7] 崔廷芳.济阳坳陷东营凹陷河60断块区构造及油气富集规律研究[D]:[硕士学位论文].长沙:中南大学,2006.
- [8] 曾溅辉,孙占强,郭凯,等.东营凹陷胜北断裂带沙二段油气运移特征和运移模式[J].现代地质,2011,25(6):1131-1136.
- [9] 杨怀宇.东营凹陷南坡断块类型及其油气封闭性研究[J].西南石油大学学报(自然科学版),2020,42(1):1-9.
- [10] 蒋有录,谭丽娟,荣启宏,等.东营凹陷博兴地区油气成藏动力学与成藏模式[J].地质科学,2003,38(3):323-331.
- [11] 吴靖.东营凹陷古近系沙四上亚段细粒岩沉积特征与层序地层研究[D]:[博士学位论文].北京:中国地质大学,2015.
- [12] 邱贻博,王永诗,高永进,等.基于动阻力分析的不同压力环境下圈闭含油性预测方法:以东营凹陷为例[J].西安石油大学学报(自然科学版),2020,35(5):24-29.
- [13] 王圣柱,金强,田义民.东营凹陷胜坨地区油源及其成藏特征研究[J].特种油气藏,2005,12(4):24-27.
- [14] 于轶星,庞雄奇,陈冬霞,等.东营凹陷沙河街组断块油气藏成藏主控因素分析[J].断块油气田,2010,17(4):389-392.
- [15] 吕慧,张林晔,刘庆,等.胜坨油田多源多期成藏混源油的定量判析[J].石油学报,2009,30(1):68-74.
- [16] 姜再兴.沉积学[M].北京:石油工业出版社,2010.