

济阳坳陷深层构造新认识

王树刚*, 于正军, 刘建伟, 王红, 魏文

中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司, 山东 东营

收稿日期: 2024年1月2日; 录用日期: 2024年4月19日; 发布日期: 2024年4月29日

摘要

随着勘探开发进程加快, 济阳坳陷深层已经逐步成为勘探开发的重要接替阵地, 针对深层存在的问题, 结合济阳坳陷地震资料条件, 重新拼接处理了14条济阳坳陷深层骨干剖面, 进一步梳理了济阳坳陷深层地层格架, 厘定了深层构造解释方案, 总结深层构造样式及其分布规律, 明确了济阳坳陷深层构造特征, 初步分析了个凹陷的构造差异, 明确了古近系深层相对独立的成藏体系。

关键词

济阳深层, 构造解释, 地层格架, 构造差异

New Understanding of Deep Structures in Jiyang Depression

Shugang Wang*, Zhengjun Yu, Jianwei Liu, Hong Wang, Wen Wei

Shengli Oil Field Branch of Sinopec, Dongying Shandong

Received: Jan. 2nd, 2024; accepted: Apr. 19th, 2024; published: Apr. 29th, 2024

Abstract

With the acceleration of exploration and development, the deep layers of Jiyang Depression have gradually become an important replacement position for exploration and development. In response to the problems existing in the deep layers, combined with the seismic data conditions of Jiyang Depression, 14 deep backbone profiles of Jiyang Depression have been re spliced and processed, further sorting out the deep stratigraphic framework of Jiyang Depression, determining the interpretation scheme of deep structures, summarizing the styles and distribution patterns of deep structures, We have clarified the deep structural characteristics of the Jiyang De-

*通讯作者。

pression, preliminarily analyzed the structural differences of each depression, and identified the relatively independent reservoir formation system in the deep layers of the Paleogene.

Keywords

Deep Layer of Jiyang, Structural Interpretation, Construction Style, Structural Differences

Copyright © 2024 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

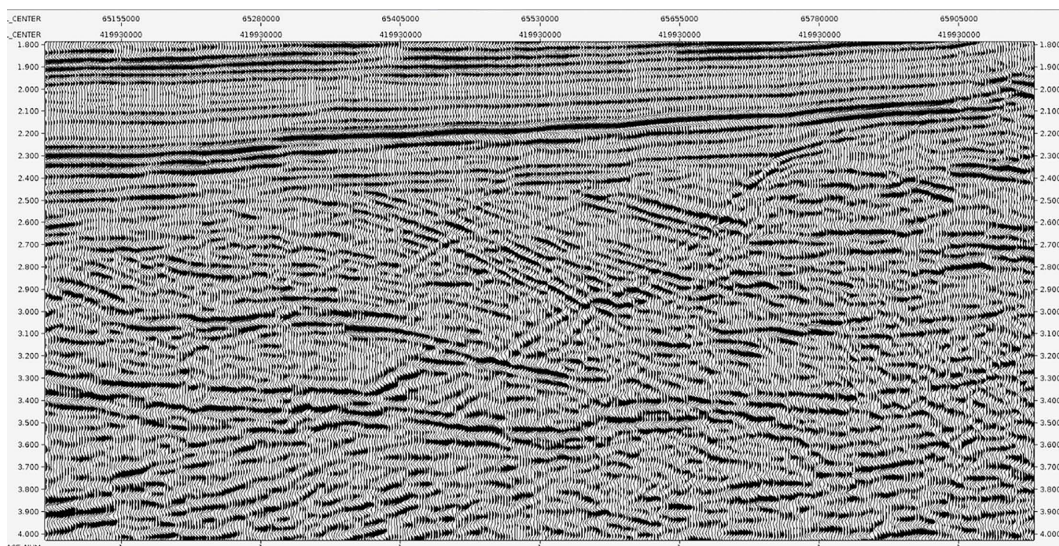
1. 概况

近几年,随着勘探开发进程加快,深层勘探所占的比重逐步增加,已经成为济阳拗陷勘探老区的重要潜力接替阵地,在沙四下-孔店红层、潜山等方面均取得了较好的效益。但深层勘探仍然存在较大的问题:深层地震资料差、构造落实难度大、宏观区域认识难度大。

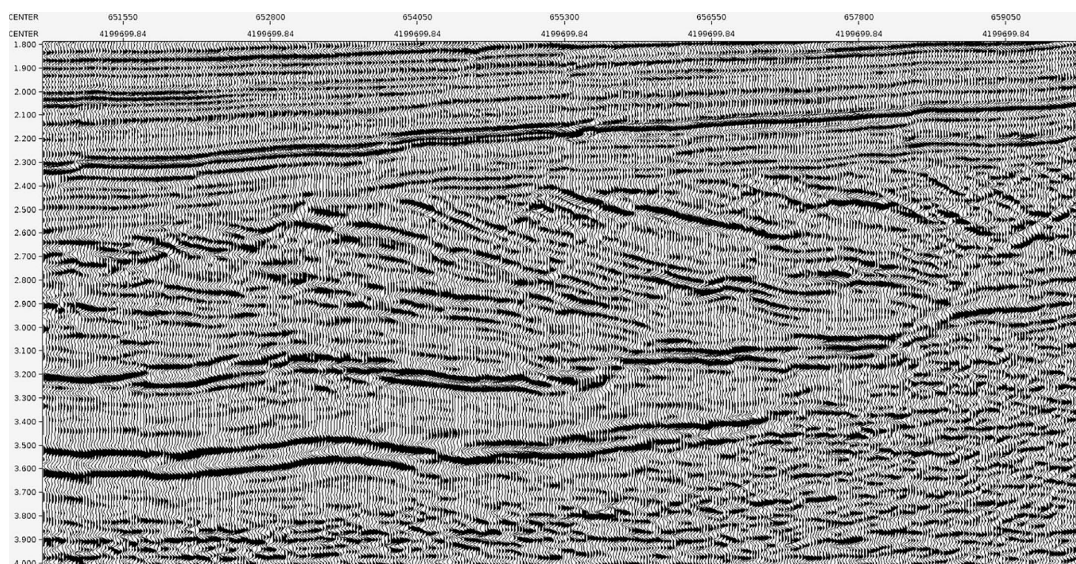
针对济阳拗陷深层勘探存在的问题,基于现有的资料基础,对济阳拗陷 14 条骨干剖面进行重新拼接、处理并进行地震精细解释,明确济阳拗陷深层构造格架,在此基础上,开展了济阳拗陷深层构造图件的编绘,进一步明确了深层的构造特征,为济阳拗陷深层勘探定注选区和勘探区带的选取提供基础。

2. 资料拼接与处理

截止目前,济阳拗陷共实施三维 267 块,其中包含了高精度、高密度等地震资料。基于新资料,优选地震资料品质好的三维进行拼接处理。14 条大剖面涉及了 257 个拼接点,在时差、波组特征、分辨率和振幅能量上存在很大差异。根据不同拼接点资料的特点,测试不同的处理技术或者技术组合,选取最优的处理方法,提高资料品质与处理效果,处理技术或者技术组合主要包括时差调整、匹配滤波、频率特征调整、网格、振幅能量调整、斜线拼接、径向滤波调整等[1]-[9]。拼接处理后地震资料得到明显提升,深层地震资料得到较大的改善,构造特征、地层接触关系清晰(图 1)。



(a) 160 线剖面局部(老)



(b) 160 线剖面局部(新)

Figure 1. L160 comparison before and after processing

图 1. 160 线处理前后对比

3. 构造解释新方案

3.1. 地震资料品质改善带来的解释方案改善

随着高精度、高密度等地震资料越来越丰富，深层地震资料品质得到了明显提升，使得深层构造解释精度得到较大提高。比如樊家鼻状构造带得到较好的落实、义和庄凸起周缘断裂刻画更加精细。

3.2. 地震认识带来的解释方案改变

经过近几年的勘探实践，深层地质认识有了新的改变，通过新拼接处理的剖面，进一步支撑了新的地质认识。随着张扭构造和逆冲挤压构造认识的逐步成熟，仁凤断裂带地震解释方案由平行断阶式的构造样式，改变为半花状的构造样式；在纯化构造带，石村断层的下降盘具有较复杂的花状构造，体现了较强的走滑特征。惠民南坡、车西断裂带、桩海等地区则保留了逆冲挤压的构造特征。

3.3. 构造精细落实

二维地震资料与三维地震资料相结合、井震结合，警醒济阳拗陷区域地质统层，进一步明确了各层地质含义，在此基础上，精确落实了各区带深层地层接触关系，核准地层展布范围。

4. 构造解释新认识

4.1. 济阳深层具有多个沉降中心

济阳拗陷盆地具有较强的分割性，拗陷内部义和庄凸起、陈家庄凸起、无棣凸起、滨县凸起、青坨子凸起、广饶凸起又将其分为车镇凹陷、惠民凹陷、沾化凹陷和东营凹陷四个凹陷带。平面上(图 2)古生界顶面构造主要发育北西、北东向断层。其中北西向断层多为早期印支期区域大断层，北东向、近东西向断层为后期燕山期区域大断层，早期断层(北西向)控带、后期断层(北东向)控注，两组断裂控制圈闭分布，断裂交汇处构造油藏勘探有利区带。自孔二段沉积以后，盆地展布从 NNW 向逐渐演变为近 EW 向，沉降中心发生迁移：东营凹陷从 NW-EW 迁移距离 17 km (孔二段 - 沙四下)。

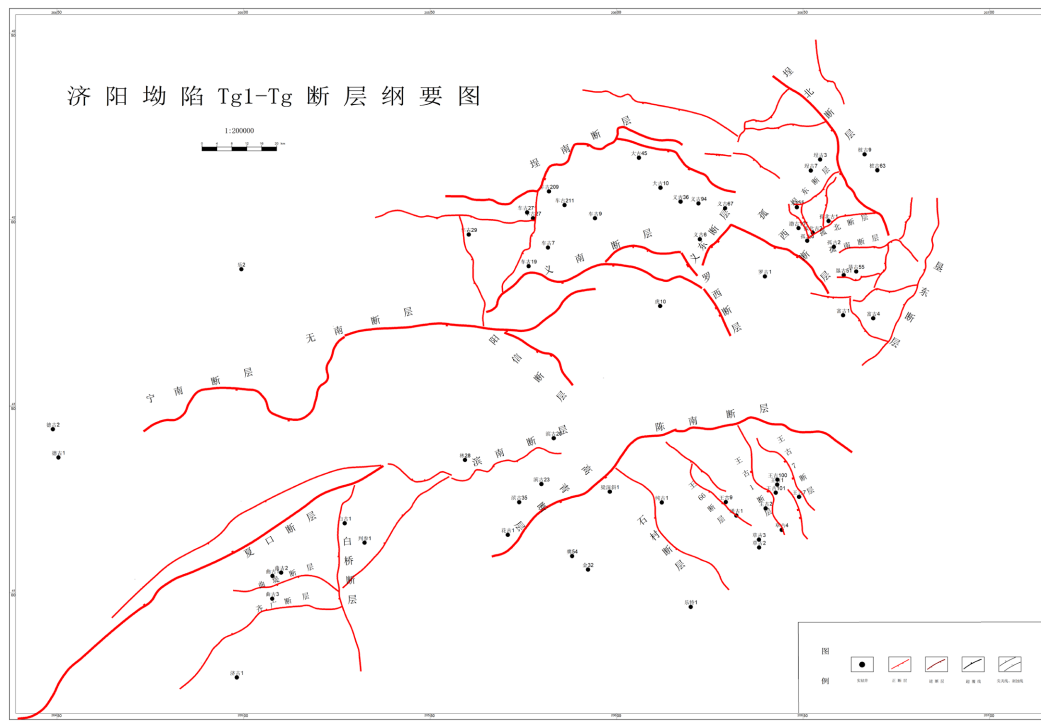


Figure 2. Main fault systems of the mesozoic in the Jiyang
图 2. 济阳拗陷中生界主要断裂体系图

4.2. 北西向断裂具有多期性

受早期印支运动的影响，济阳拗陷发育了 7 个北西向主干断裂控制形成七条北西向潜山带：陵县断裂、白桥断裂带、车西 - 滨西断裂带、套尔河 - 石村断裂带、罗西 - 王古 1 断裂带、埕南(东段) - 孤西 - 陈南(东段)断裂带、埕北 - 埕北 20 - 五号桩断裂带。这些北西向断裂，后期历经燕山运动和喜马拉雅运动，具有多期次叠加、多延伸方向、多种断层类型、多种组合方式等特征(图 3、图 4)。不同期次断层表现为不同的优势方位，北西向(340°)、北西西向(290°)、北东向(25~40°)、北北东向(60°)、东西向及南北向；早期北西向断层具有潜伏性特征，北西向断层发育较早，后经多期构造叠加，局部保留特征；受后期构造运动影响，早期断层或活化、或反转，体现了早期断层活动具有继承性。

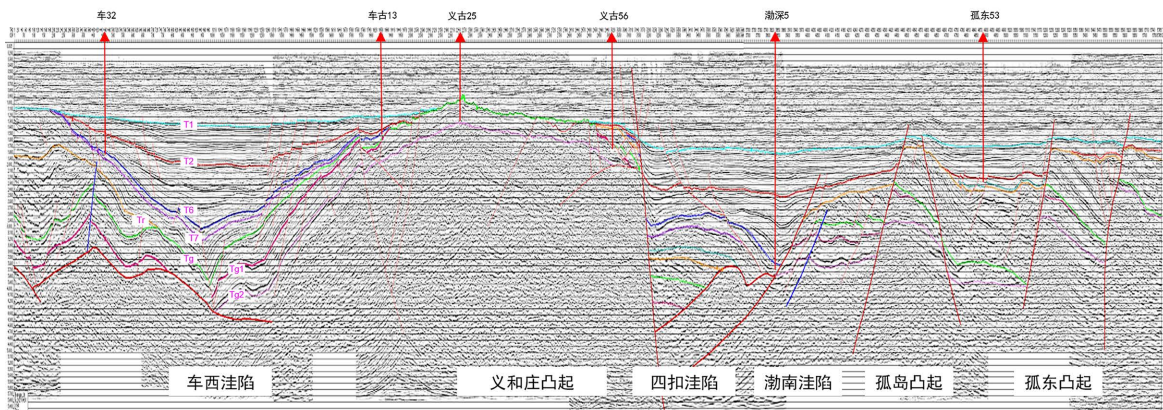


Figure 3. XL160 section of Jiyang
图 3. 济阳拗陷东西向 160 剖面

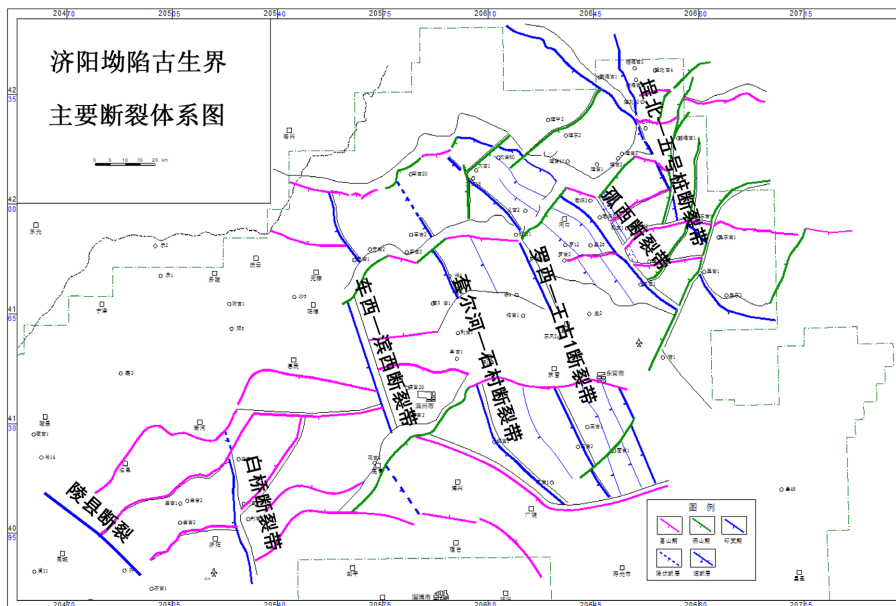


Figure 4. Main fault systems of the mesozoic in the Jiyang
图 4. 济阳坳陷中生界主要断裂体系图

4.3. 初步明确了深层构造样式差异性

经过济阳坳陷为一典型的“北断南超”箕状断陷盆地，主要发育伸展、走滑、挤压、反转等构造样式[10]-[16] (图 5)，从构造变形体制来看，在剖面形态上，主要表现为伸展构造和走滑构造的构造变形。在构造解释的基础上，对不同地区的剖面和平面构造样式进行了分析，初步明确了不同地区的构造样式差异。东营凹陷断裂在剖面上的组合有花状、阶梯状、堑垒式、“Y”字形、反向多级“Y”字形等 5 种组合样式，中央断裂背斜带东部发育典型底辟构造；平面组合特征(图 6)主要表现为平行式、雁列式、马尾式、斜交式等多种类型。惠民凹陷内断层的北部陡坡带上主要发育“Y”字形、断阶式，中央隆起带主要发育“Y”字形、类花状，洼陷带中主要发育“Y”字形，南部缓坡带上主要发育地垒地堑；平面组合样式多变，平行式、斜交式、雁列式、弧形、帚状等平面断层组合样式交替出现。剖面上，沾化凹陷深层识别出多米诺式组合、滑动断阶、Y 字形组合、潜山披覆、堑垒组合、重力背形等多种类型的伸展构造样式和负反转构造；平面上主要表现出平行式，斜交式，网格状和雁列式等多种平面组合样式。

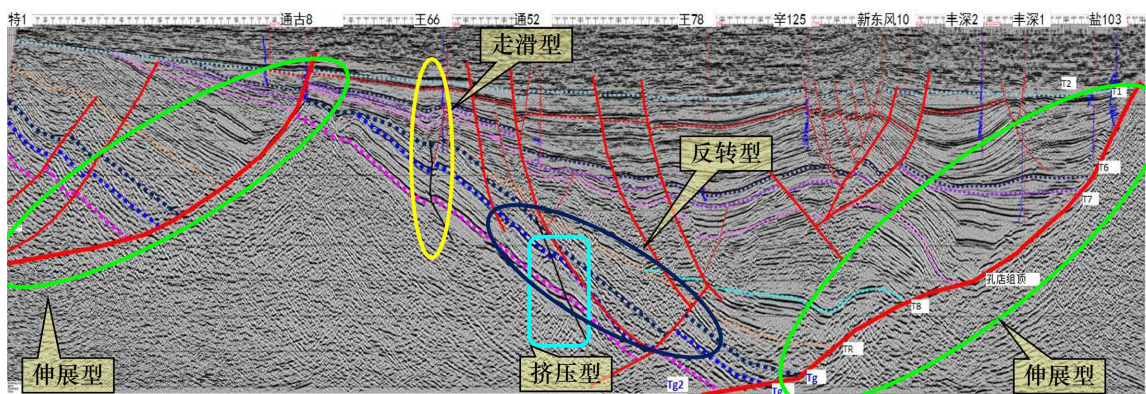


Figure 5. Structural style map of main fault sections in Jiyang
图 5. 济阳坳陷主要断裂剖面构造样式图

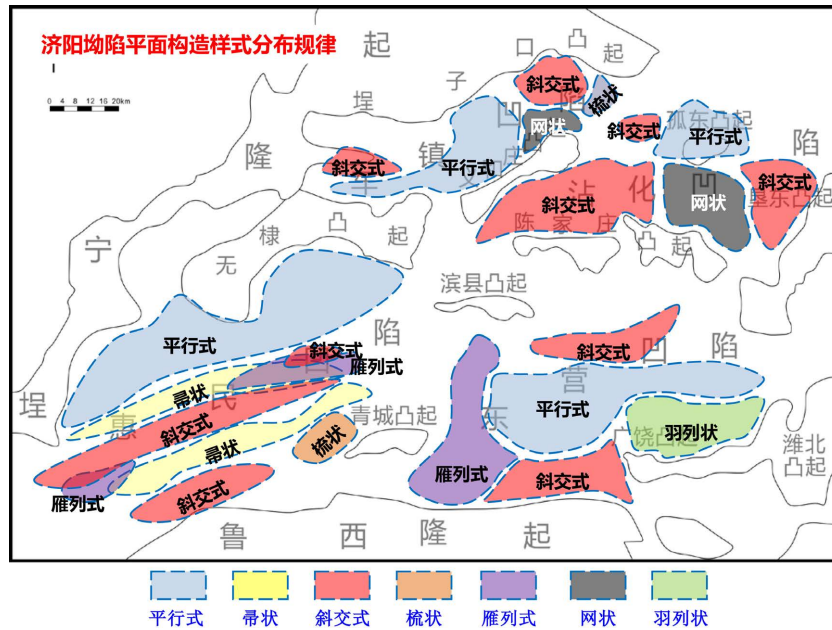


Figure 6. Distribution map of planar structural styles in Jiyang
 图 6. 济阳坳陷平面构造样式分布图

4.4. 古近系深层具有独立的成藏体系

受多期构造运动的影响，剖面上(图 7)，济阳坳陷呈现四层楼式的断裂体系，与上下层系不同，古近系深层(图 7 剖面中的中层)发育了一系列的反向(南倾)断层，具有独立的断裂体系[17]-[22]，控制了古近系深层的圈闭发育，这些反向断层停止活动时间早，其上膏盐层发育，提供了讲好的区域盖层，使得古近系深层具有较好的保存条件，成为相对独立的成藏系统，对古近系深层油气成藏十分有利。下层断层多为北西向断层，发育较早，后经多期构造叠加，局部保留特征，具有较强的潜伏性。

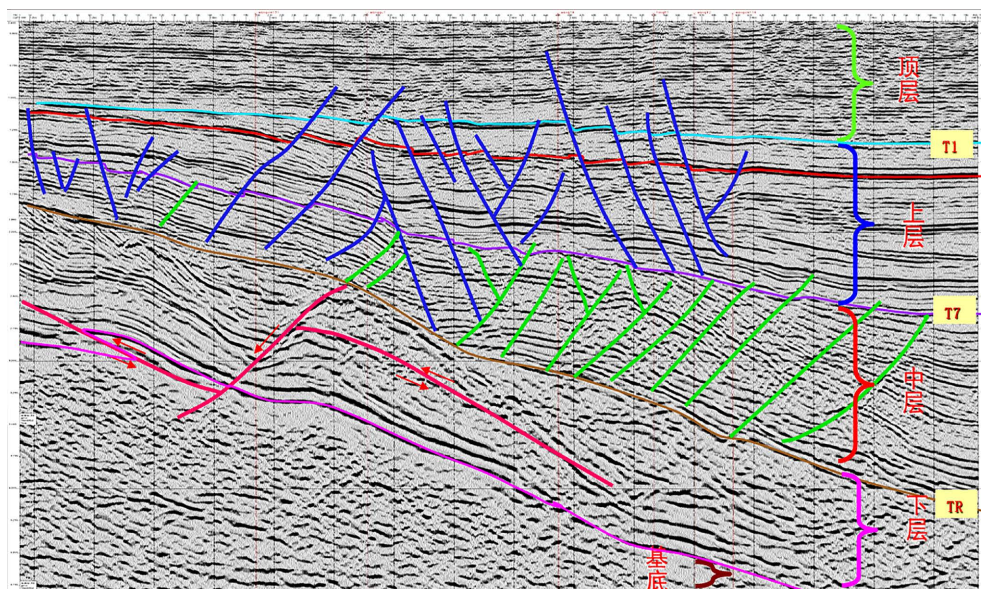


Figure 7. L639 Partial section
 图 7. 639 线局部剖面

4. 结论

基于 14 条大剖面的地震资料重新拼接处理, 为济阳拗陷深层宏观研究奠定了基础。经过构造解释, 取得了阶段性新认识。

1) 基于新处理资料, 使得走滑断层、逆断层等新地震解释方案更合理, 更能反映当前的地质认识;

2) 平面上, 济阳拗陷分割性比较强, 具有多个凹陷中心, 北西向和北东向老断层共同控制了凹陷中心的分布, 不同凹陷具有不同的构造样式;

剖面上, 断裂体系整体表现为四层楼的结构, 中生界潜山和孔店 - 沙四下均为相对独立的断裂体系, 断层活动性和成藏特征, 使得其为相对独立的成藏体系。

参考文献

- [1] 胡英, 张研, 等. 速度建模的影响因素与技术对策[J]. 石油物探, 2006, 45(5): 503-508.
- [2] 张敏, 李振春. 偏移速度分析与建模方法综述[J]. 勘探地球物理进展, 2007, 30(6): 421-428.
- [3] 井西利, 杨长春, 等. 建立速度模型的层析成像方法研究[J]. 石油物探, 2002, 41(1): 72-75.
- [4] 陈辉, 李录明, 等. 基于共成像点道集评价的偏移速度建模[J]. 石油地球物理勘探, 2010, 45(4): 485-490.
- [5] 辛可锋, 王华忠, 等. 共聚焦点层析速度建模方法[J]. 石油物探, 2005, 44(4): 329-333.
- [6] 毕丽飞, 秦宁, 李钟晓, 梁鸿贤, 李振春, 窦婧琪. 应用逆散射线波场预测和 2D 卷积盲分离压制层间多次波[J]. 石油地球物理勘探, 2020, 55(3): 521-529.
- [7] 黄明忠. 叠前时间偏移和共反射面叠加技术应用[J]. 勘探地球物理进展, 2007, 30(4): 275-279.
- [8] 覃天, 沈水荣, 彭文绪. 叠前三维共反射面叠加在实际地震资料处理中的应用[J]. 地球物理学进展, 2014, 29(3): 1257-1261.
- [9] 娄兵, 郑鸿明, 郭宏宪, 范旭, 张静. 基于输出道成像方式共反射面元叠加方法的应用[J]. 新疆石油地质, 2011, 32(1): 83-84.
- [10] 董大伟, 李继岩, 王晓蕾. 渤海湾盆地东营凹陷东部孔店组红层储层特征及控制因素[J]. 中国石油大学学报: 自然科学版, 2017, 41(5): 20-29.
- [11] 宋国奇, 李继岩, 贾光华. 东营凹陷王家岗构造带孔店组构造特征及其控藏作用[J]. 石油与天然气地质, 2013, 34(2): 207-214.
- [12] 吴笑荷. 济阳拗陷走滑场域构造特征及其石油地质意义[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2018.
- [13] 吴孔友, 李德瑶, 谭明友, 刘化清. 渤海湾盆地义和庄凸起东地区构造特征及形成与演化[J]. 地学前缘, 2019, 26(2): 194-202.
- [14] 肖静. 济阳拗陷古近纪古湖泊特征分析[D]: [硕士学位论文]. 焦作: 河南理工大学, 2017.
- [15] 李润芳. 渤海湾盆地沾化凹陷构造特征研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2018.
- [16] 杜小亮. 惠民凹陷西部断裂构造样式及主干断层封闭性研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 山东科技大学, 2011.
- [17] 丁桔红. 济阳拗陷不同区带构造样式发育与油气富集差异性分析[J]. 华南地质与矿产, 2013, 29(1): 79-83.
- [18] 王世虎. 济阳拗陷构造特征及形成机制讨论[J]. 大地构造与成矿学, 2004, 28(4): 428-434.
- [19] 陈海云, 等. 济阳拗陷构造样式及其与油气关系[J]. 高校地质学报, 2005, 11(4): 622-632.
- [20] 杨品荣, 等. 济阳拗陷构造转型期及其石油地质意义[J]. 油气地质与采收率, 2001, 8(3): 5-7.
- [21] 张宇. 济阳拗陷缓坡带构造特征及分类[J]. 断块油气田, 2005, 12(3): 22-24.
- [22] 杨林龙, 唐宏宇, 刘惠民. 斜向伸展变形构造样式及成因机制分析——以济阳拗陷沾化凹陷为例[J]. 地质评论, 2021, 67(增刊): 129-130.