

# Study on the Tectonic Evolution Characteristics of Hanliu Fault Zone

Haimeng Yang

Oil Recovery Plant No.3, Zhongyuan Oilfield Branch of SINOPEC, Puyang Henan  
Email: yanghm88@qq.com

Received: Jul. 16<sup>th</sup>, 2018; accepted: Aug. 2<sup>nd</sup>, 2018; published: Aug. 9<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

Based on seismic data, geologic information and the previous research results, this article applies fault throw method, fault growth index and equilibrium profile method to research on the structural characteristics of Hanliu Fault Zone in Paleogene. The results show that the main faults are north east and the secondary faults are northwest. Fractures have different forms: parallel-aligned, skew-type and pinnate-type on the plane, ladder-like style, Y-type and multiple Y-type on the profile. Affected by right-lateral strike-slip and antithetic drag of the faults, compression anticline and rollover anticline were formed in the study area. Combined with the fault activity characteristics and the tectonic evolution profile characteristics, the structure evolution of Hanliu Fault Zone in Paleogene could be divided into the following four stages: E1f1-E1f3 a few faults formed and they act weakly; E1f4-E2d2 Hanliu Fault Zone basically formed and moved dextrally; E2s1-E2s2 faults acted intensely and rollover anticline formed; Ny-Qd was steady subsidence period. Through studying the tectonic evolution characteristics of Hanliu Fault Zone, some suggestions about exploring oil and gas would be expected.

## Keywords

Hanliu Fault Zone, Tectonic Evolution, Fault Geometric Features, Fault Activity Characteristics, Gaoyou Sag

---

# 汉留断裂带构造演化特征研究

杨海盟

中国石油化工集团公司中原油田分公司采油三厂, 河南 濮阳  
Email: yanghm88@qq.com

收稿日期: 2018年7月16日; 录用日期: 2018年8月2日; 发布日期: 2018年8月9日

## 摘要

在前人的研究成果的基础上,根据地震、地质等资料,运用断层落差法、断层生长指数法、平衡剖面技术对古近纪汉留断裂带构造特征进行了研究。结果表明:研究区发育主干断层走向北东向,次级断层走向北西,平面上断层组合样式有平行式、斜交式和羽状,剖面上断层组合样式有阶梯状、“Y”字形、复“Y”字形。古近纪受断层右旋走滑和逆牵引作用,研究区发育挤压背斜和滚动背斜构造。综合分析断层活动特征和构造演化剖面特征,将汉留断裂带古近纪构造演化分为四个阶段:阜一期-阜三期少量断层微弱活动阶段;阜四期-戴二期汉留断裂带基本形成与右旋活动阶段;三垛期汉留断裂带强烈活动与东部逆牵引发育阶段;盐城期-东台期稳定沉降阶段。通过对汉留断裂带构造演化特征的研究以期对油气勘探开发提供指导意见。

## 关键词

汉留断裂带, 构造演化, 断层几何学, 断层活动性, 高邮凹陷

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

高邮凹陷位于郯庐断裂带东侧苏北盆地南部东台坳陷中部,面积约为 2670 m<sup>2</sup>,油气资源丰富[1][2]。真武断裂是高邮凹陷的主干基底断裂[3][4],汉留断裂带发育在真武断裂上盘,控制深凹带的发育,受晚白垩世-古近纪强烈构造作用的影响,断块破碎,岩性变化快,油藏分布复杂[5]。随着油气开发的深入,对断层等构造特征的刻画日益成为研究重点。

## 2. 断裂带几何学

真武断裂带和汉留断裂带是发育在高邮凹陷内的规模较大的断裂带,真①断层控制高邮凹陷的发育,属于一级伸展断层,汉留断层控制深凹带发育,走向北东,与真①断层倾向相反,属于二级伸展断层(图 1)。汉留断层是发育于真①断层上盘的反向断层,受重力补偿作用形成[6]。汉留断裂带指汉留断层及其相关的羽状断层,平面上发育平行式、斜交式、羽状构造样式(图 2),剖面发育阶梯状、“Y”字形、复“Y”字形构造样式(图 3)。

## 3. 断层活动特征

断陷盆地的形成、构造格局、沉积类型、断层控制的圈闭形成演化以及封闭性好坏都受断层控制。本文采用断层生长指数和断层落差定量描述断层活动强弱。

断层落差(Di)是指垂直于断层走向的纵剖面上下盘相当层之间的铅直距离[7],单位米。落差法具有地质含义明确、精准度高、可操作性强等优点[8]。

生长指数是(Gi)指断层上盘厚度与下盘厚度的比值[9]。

汉留断裂带断层位置如图 2 所示, f1、f2、f3、f4 断层是汉留断裂带主体断层,走向北东, f5、f6、f7、f8 断层是发育在汉留断裂带南部的断层,走向北西。由断层落差和断层生长指数折线图(图 4)得出,

阜二期 - 阜四期 f4、f5 断层活动强烈，戴南期 f4 断层持续强烈活动，f5 断层活动减弱，f6、f7、f8 断层开始活动。三垛期 f4、f6、f7 断层活动性减弱，f8 断层活动性增强，f5 断层停止活动。f1、f3 断层在阜

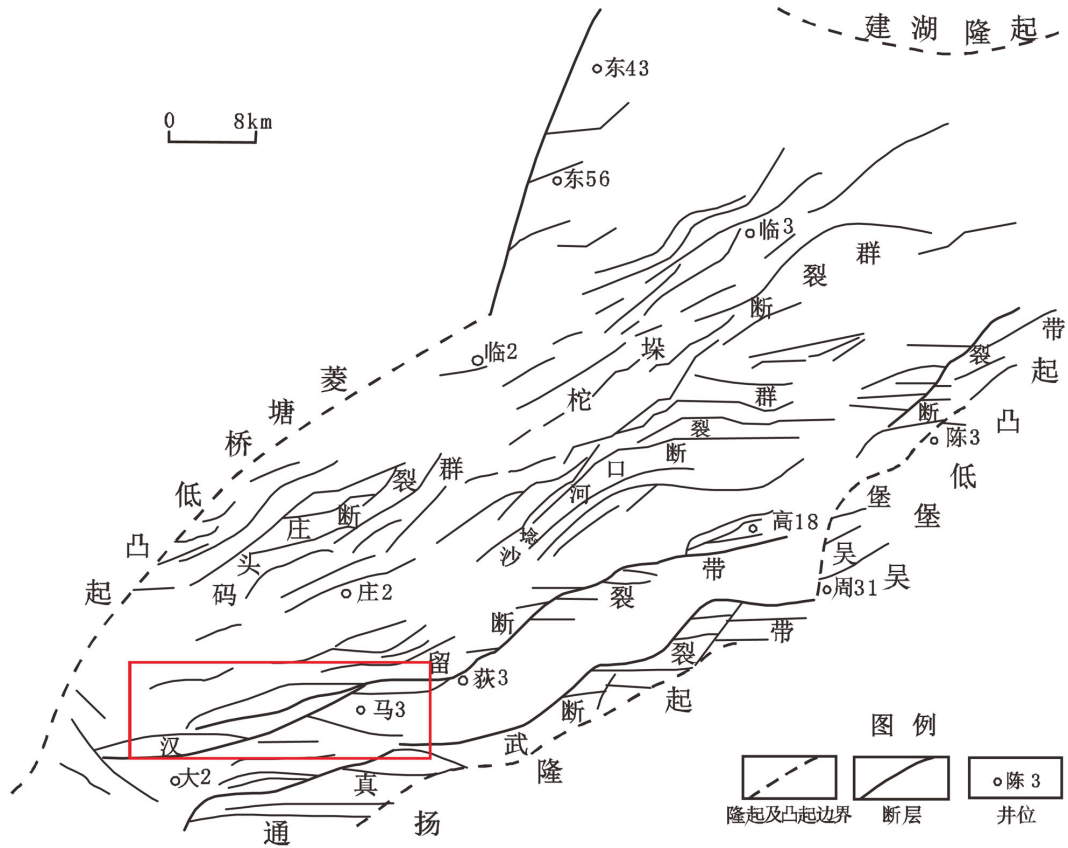


Figure 1. The position of Hanliu Fault Zone  
图 1. 研究区构造位置图

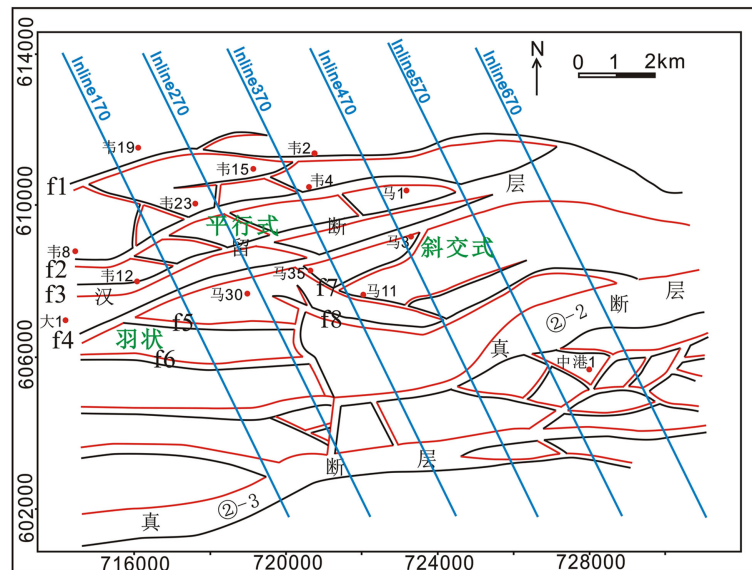


Figure 2. The pattern of the plane fault assemblage  
图 2. 断层平面组合样式

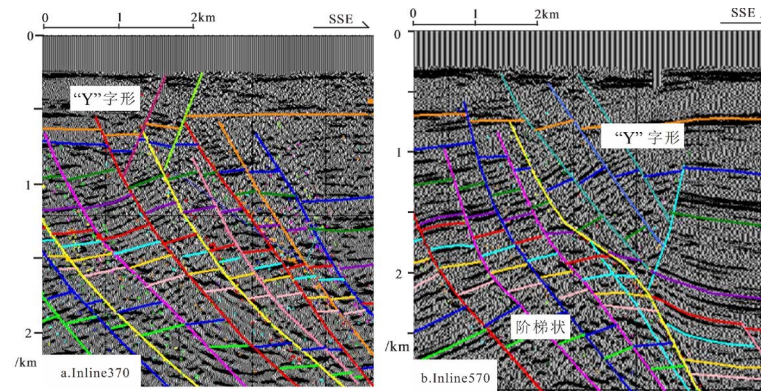
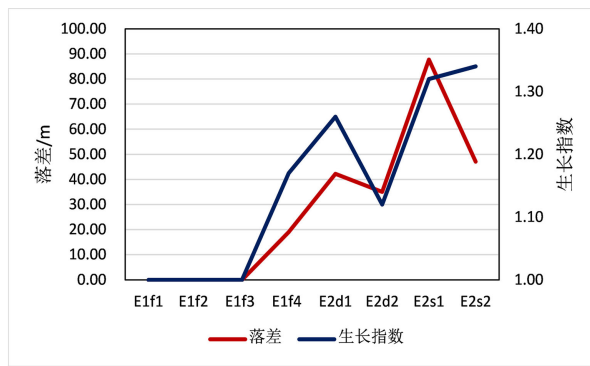
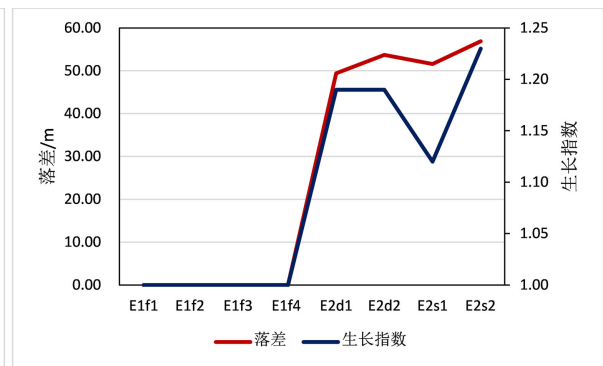


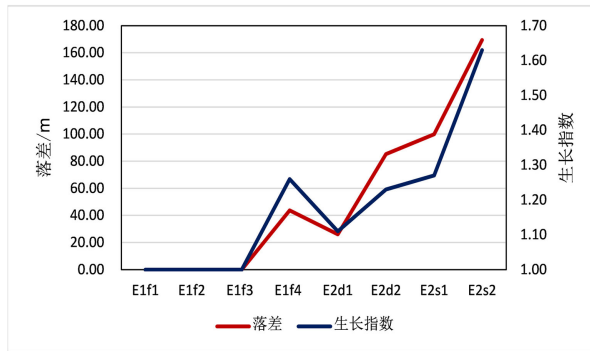
Figure 3. The pattern of the profile fault assemblage  
图3. 断层剖面组合样式



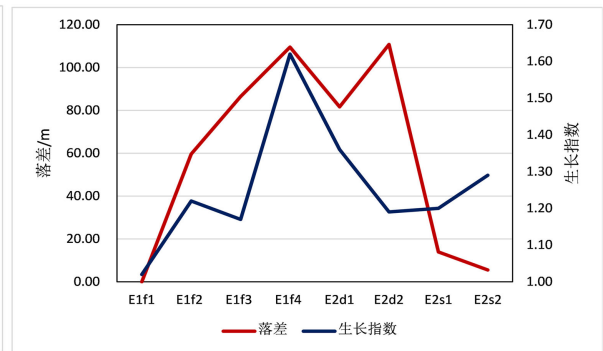
(a) (f1)断层



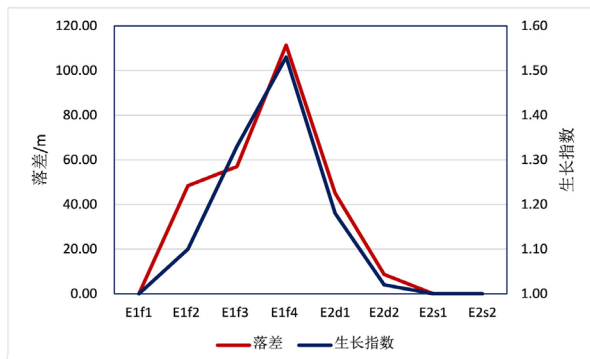
(b) (f2)断层



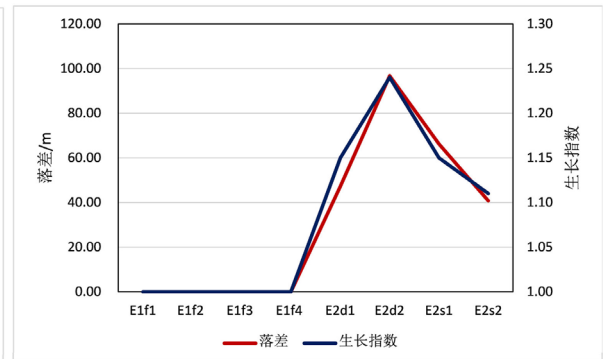
(c) (f3)断层



(d) (f4)断层



(e) (f5)断层



(f) (f6)断层

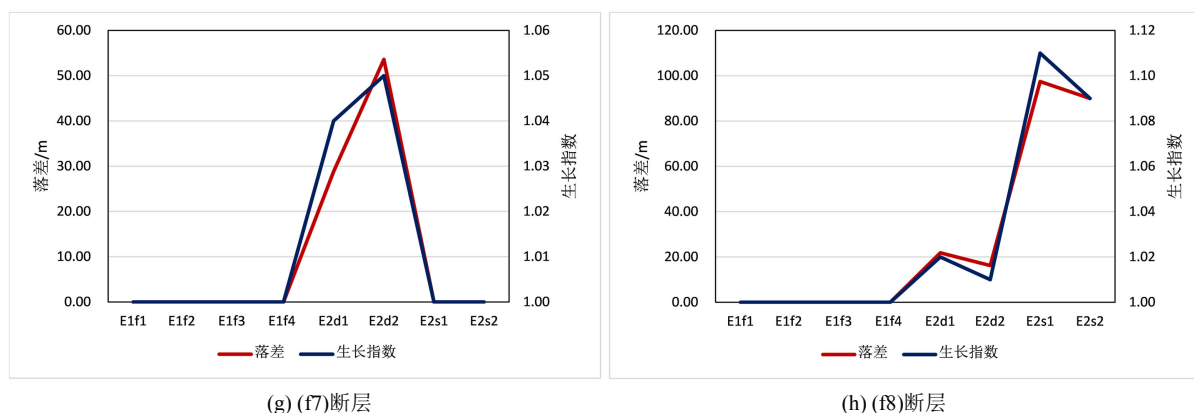


Figure 4. The line chart of fault throw and fault growth index of Hanliu Fault Zone

图 4. 汉留断裂带断层落差和断层生长指数折线图

四期开始活动，戴南期两条断层活动强烈，f2 断层开始活动，三垛期 f1、f2、f3 断层活动性持续增强。

从断层活动性特征来看，汉留断裂带断层活动可以分为三个阶段：阜宁期活动断层较少，断层活动性较弱，戴南期活动断层数量增多，断层活动性增强，少量断层活动性减弱，三垛期断层活动性最强，部分断层活动减弱。

#### 4. 构造演化分析

1969 年 Dahlstrom 首次论述了平衡剖面的概念[10]。至今，该技术在伸展区域构造分析及盆地演化等方面应用广泛[11][12]。本文采用旋转法[13]，遵循剖面中层长守恒原则，将是相当点归位进行作图，可操作性强，除此之外，还应遵循地质上合理原则。

结合区域大地构造背景，编制构造演化剖面图(图 5)，并将研究区构造演化分为以下四个阶段：

##### 1) 少量断层微弱活动阶段(E<sub>1</sub>f<sub>1</sub>-E<sub>1</sub>f<sub>3</sub>)

郯庐断裂带发生右行走滑，在区域右旋走滑应力场的作用下，高邮凹陷进入了强拉张弱断陷、快速下沉阶段[14]。研究区受正北方向的拉张力作用，真①断层发育，断层倾角较小，研究区发育少量的正断层，倾角较大。

##### 2) 汉留断裂带基本形成与右旋活动阶段(E<sub>1</sub>f<sub>4</sub>-E<sub>2</sub>d<sub>2</sub>)

阜四期汉留断裂带断层大量发育，戴一期断裂带基本形成，剖面上呈阶梯状组合样式，戴一期和戴二期断裂带断层活动性增强。戴南期由于汉留断层右旋走滑，研究区西部形成挤压背斜，汉留断层东部落差和生长指数大，沉积了厚层戴南组，派生次级断层，形成“Y”字形、复“Y”字形断层组合样式。

##### 3) 汉留断裂带强烈活动东部逆牵引发育阶段(E<sub>2</sub>s<sub>1</sub>-E<sub>2</sub>s<sub>2</sub>)

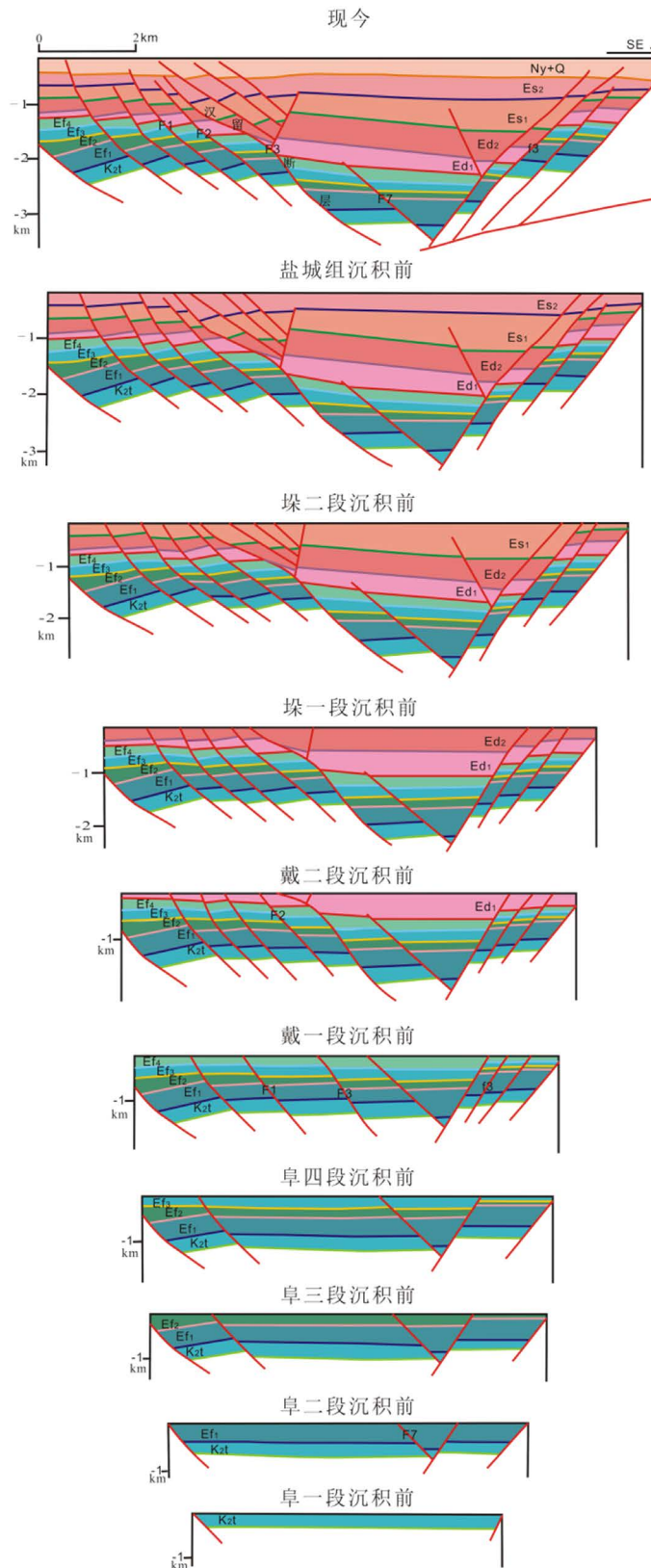
三垛组沉积期，汉留断裂带进入强活动阶段，东部断层活动性尤其强烈，东部发育滚动背斜，被次级断层复杂化，三垛组沉积厚度大。始新世末期，受太平洋板块的俯冲方向和速率的影响，苏北盆地区域沉降趋于停止[15]，三垛事件使垛二段上部受到剥蚀，断裂活动性显著减弱。

##### 4) 稳定沉降阶段(Ny-Qd)

研究区断裂活动基本停止，接受新近系盐城组和第四系东台组的水平厚层稳定沉积。

#### 5. 与油气成藏关系

高邮凹陷断裂发育，受断层控制的油气藏分布广泛[16][17]，通过分析构造特征，指导油气藏的勘探。断层既可作为油气运移的通道，也可封闭，同时不同的断层组合样式控制发育不同的砂体分散体系[18][19]，



**Figure 5.** The tectonic evolution profile of Hanliu Fault Zone (Inline 570)  
**图 5.** 汉留断裂带构造演化剖面(Inline 570)

影响油气藏的形成分布[20][21]。

研究区发育阜二段和阜四段两套烃源岩，阜一期和阜二期在研究区西部发育砂体储层，阜四期汉留断裂带基本形成，戴一期和戴二期在研究区东部沉积砂体储层，汉留断裂带断层活动较强，三垛期阜二段和阜四段达到生油门限大量生油[1]，汉留断裂带东部断层活动性强烈，断层作为油气运移的通道，形成了断裂带内部受断层控制的油气藏。

## 6. 结论

1) 汉留断裂带平面发育平行式、斜交式和羽状断层组合样式，剖面发育阶梯状、“Y”字形和复“Y”字形断层组合样式。由于右旋走滑产生挤压背斜，断层的强烈活动产生了滚动背斜。

2) 通过计算断层生长指数和落差分析得出汉留断裂带主断层基本形成于阜四期，戴一期次级断层发育，戴南期断层活动性较强，三垛期断层持续强烈活动，东部断层活动性尤其强烈，少量断层活动停止。

3) 结合区域构造背景，通过编制构造演化剖面将汉留断裂带构造演化分为四个阶段：阜一期 - 阜三期少量断层微弱活动阶段；阜四期 - 戴二期汉留断裂带基本形成与右旋活动阶段；三垛期汉留断裂带强烈活动与东部逆牵引发育阶段；盐城期 - 东台期稳定沉降阶段。

## 参考文献

- [1] 贺向阳. 苏北盆地高邮凹陷含油气系统与油气勘探[J]. 勘探家, 2000, 5(3): 98-103.
- [2] 娄国泉. 高邮凹陷断裂对始新统油气成藏的控制作用[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2011, 33(1): 1-5.
- [3] 吴林, 陈清华. 苏北盆地高邮凹陷基底断裂构造特征及成因演化[J]. 天然气地球科学, 2015, 26(4): 689-600.
- [4] 束宁凯, 吴林, 汪新文, 等. 苏北盆地高邮凹陷基底先存断裂成因及其对新生断裂的控制[J]. 石油实验地质, 2017, 39(1): 8-14.
- [5] 陈洪才, 李爱民, 杨东平, 等. 苏北盆地高邮凹陷马家嘴地区戴南组油气成藏主控因素[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2014, 36(12): 28-32.
- [6] 李宝刚. 高邮凹陷断裂调节带发育特征及其石油地质意义[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2008, 32(1): 19-22.
- [7] 赵勇, 戴俊生. 应用落差法分析研究生长断层[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(3): 13-15.
- [8] 李春光. 中国东部盆地油气藏同生断层的定量研究[J]. 油气地质与油气采收率, 2003, 10(4): 1-4.
- [9] 肖英玉, 郝雪峰. 断层生长指数在层序地层单元中应用的局限性[J]. 油气地质与采收率, 2003, 10(增刊): 1-5.
- [10] Dahlstrom, C.D. (1969) A Balanced cross Section. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 6, 743-757. <https://doi.org/10.1139/e69-069>
- [11] 刘栋梁, 方小敏, 王亚东, 等. 平衡剖面方法恢复柴达木盆地新生代地层缩短及其意义[J]. 地质科学, 2008, 43(4): 637-647.
- [12] 方石, 孙求实, 谢荣祥, 等. 平衡剖面技术原理及其研究进展[J]. 科技导报, 2012, 30(8): 73-79.
- [13] 戴俊生, 李理. 油区构造分析[M]. 东营: 中国石油大学出版社, 2002.
- [14] 舒良树, 王博, 王良书, 等. 苏北盆地晚白垩世 - 新近纪原型盆地分析[J]. 高校地质学报, 2005, 11(4): 534-543.
- [15] 钱基. 苏北盆地油气田形成与分布——与渤海湾盆地比较研究[J]. 石油学报, 2001, 22(3): 12-16.
- [16] 刘玉瑞, 王建. 苏北盆地复杂断块油气藏勘探及技术[J]. 江苏地质, 2003, 27(4): 193-198.
- [17] 花志兰. 苏北盆地油气资源潜力与勘探方向[J]. 江苏地质, 2005, 29(3): 139-192.
- [18] 董桂玉, 邱旭明, 刘玉瑞, 等. 陆相复杂断陷盆地隐蔽油气藏砂体预测——以苏北盆地高邮凹陷为例[M]. 北京: 石油工业出版社, 2013, 133-147.
- [19] 冯有良. 断陷湖盆沟谷及构造坡折带对砂体的控制作用[J]. 石油学报, 2006, 27(1): 13-16.
- [20] 孙和风, 张蕾, 黄传超, 等. 渤海南部断裂系统特征及其对油气成藏的控制[J]. 中国石油勘探, 2012, 17(4): 29-35.
- [21] 杨海长, 梁建设, 胡望水. 乌石凹陷构造特征及其对油气成藏的影响[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2011, 33(3): 41-46.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2163-3967，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[ag@hanspub.org](mailto:ag@hanspub.org)