

苏北盆地金湖凹陷西斜坡构造特征及构造演化

张宏国¹, 戴俊生¹, 王霞田², 付大巍¹

(1. 中国石油大学 地球科学与技术学院, 山东 青岛 266555;

2. 中国石油天然气集团公司新疆油田分公司 勘探开发研究院, 新疆 克拉玛依 834000)

摘要: 基于苏北盆地金湖凹陷的地质及地球物理资料, 根据区域构造演化背景和剖面, 描述了该凹陷的构造特征, 讨论了该凹陷西斜坡构造演化阶段, 并探讨了其构造演化特征。结果表明: 金湖凹陷西斜坡地区断裂构造发育, 大部分断层弧形弯曲, 断层以小级别断层为主, 断层组合以拉张型为主, 断块圈闭发育; 西斜坡在新生代期间的构造演化可划分为斜坡发育阶段(古新世阜宁期)、差异抬升阶段(始新世戴南期—三垛期)、逆冲褶皱阶段(始新世三垛期末)、构造稳定阶段(新近纪和第四纪)等 4 个阶段; 新生代构造活动强弱交替, 断层活动差异性明显, 古新世阜宁期和始新世三垛期断层活动规模和活动强度较大, 新生代整体持续西抬东降, 有利于聚集来自斜坡东部深部凹陷的油气形成油气藏。

关键词: 构造特征; 构造演化; 演化阶段; 断层活动性; 新生代; 西斜坡; 金湖凹陷; 苏北盆地

中图分类号: TE121.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2011)04-0349-05

Structural Feature and Tectonic Evolution of Western Slope in Jinhu Sag, Subei Basin

ZHANG Hong-guo¹, DAI Jun-sheng¹, WANG Xia-tian², FU Da-wei¹

(1. School of Geosciences, China University of Petroleum, Qingdao 266555, Shandong, China;

2. Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Oilfield Company,
China National Petroleum Corporation, Karamay 834000, Xinjiang, China)

Abstract: Based on the interpretation of geological and geophysical data in Jinhu Sag, Subei Basin, according to the background and section of regional tectonic evolution, structural feature of Jinhu Sag was described, the stages of tectonic evolution of western slope in the sag were divided, and the characteristics of tectonic evolution were discussed. The results showed that the fault structure developed in western slope of Jinhu Sag; most of the faults were curving, and faults were mainly in small level; combination of fault was mainly extensional, and the trap of fault block developed; tectonic evolution of western slope during the Cenozoic could be divided into slope developing stage(Paleocene Funing Period), differential fluctuation stage(Eocene Dainan-Sanduo Period), overthrust folded stage(Late Eocene Sanduo Period) and structure stable stage(Neogene and Quaternary); Cenozoic tectonic activity was strong and weak in turn; difference of fault activity was significant, and intensity and scale of faulting during Paleocene Funing Period and Eocene Sanduo Period were comparatively strong; faults rose west and descended east during Cenozoic, and it was favorable to accumulate the oil and gas from the deep sag of eastern slope and to form oil/gas reservoir.

Key words: structural feature; tectonic evolution; evolutionary phase; fault activity; Cenozoic; western slope; Jinhu Sag; Subei Basin

0 引言

金湖凹陷西斜坡为苏北盆地金湖凹陷石港断层

带以西的斜坡带, 北东向延伸, 北西被建湖隆起所环绕, 西南邻张八岭隆起, 斜坡整体西抬东降(图 1)。西斜坡第三系的沉积基底是金湖凹陷西边边界建湖

收稿日期: 2011-01-14

基金项目: 国家科技重大专项研究项目(2011ZX05011-001)

作者简介: 张宏国(1986-), 男, 山东寿光人, 理学硕士研究生, 从事油区构造解析研究。E-mail: chinaresource@126.com

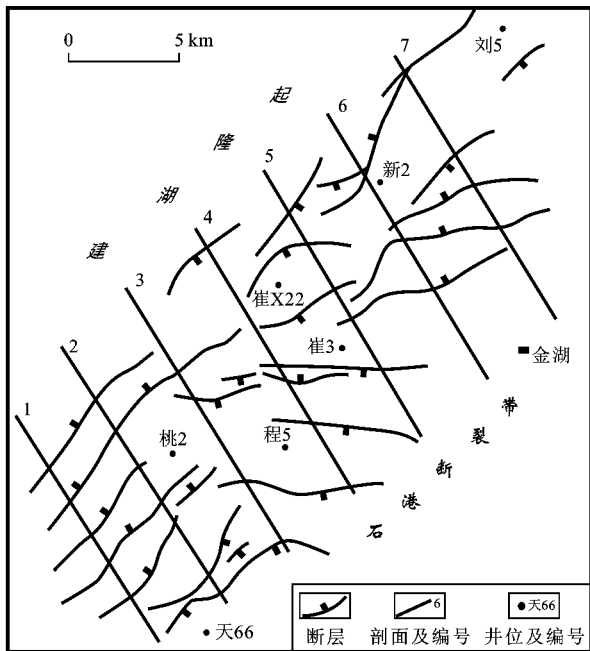


图 1 金湖凹陷西斜坡构造位置

Fig. 1 Structural Location of Western Slope in Jinhu Sag

隆起向东部的延伸,是继承性斜坡。

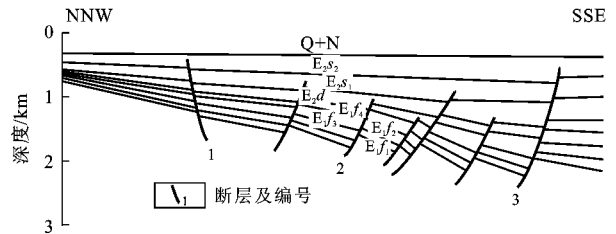
按照构造运动、地震反射特征、深浅层构造关系和地层特征,西斜坡的盖层构造层可分为 3 个次级构造层,即上白垩统泰州组与古近系古新统阜宁组(下部拗陷期构造层)、古近系始新统戴南组和三垛组(中部断陷期构造层)、新近系盐城组和第四系东台组(上部拗陷期构造层)。西斜坡由北到南依次发育刘庄—高集、崔庄—程庄、南湖—范庄—安乐等构造带。西斜坡石油聚集量占整个凹陷的 70% 以上^[1],但是该区受多期构造运动影响,导致断裂构造发育^[2],因此有必要对其构造特征及构造演化阶段的划分进行深入研究,对西斜坡的油气勘探与开发提供参考。

1 构造特征

1.1 基本断裂构造

金湖凹陷西斜坡第三系地层沉积过程中,受到 3 次构造运动(吴堡运动、真武运动和三垛运动)的改造和控制,导致斜坡上断层发育,断层以生长断层为主。平面上,断层走向以北东、北北东向展布为主,近东西向展布断裂为辅,北东、北北东走向断层主要分布在斜坡南部和北部,中部以近东西向的断层为主,多数断层呈弧形弯曲,走向多变。剖面上,西斜坡地区断层倾角较大,多为高角度正断层,断层形态以铲式为主,板式次之。阜宁组和三垛组断层

数量较多,说明阜宁期和三垛期是断层的强烈活动时期,而且一部分阜宁组断层没有切穿戴南组及其上地层(图 2),说明西斜坡地区新生代断层活动的继承性较差。



注: E_1f —古新统阜宁组; E_2d —始新统戴南组; E_2s —始新统三垛组。

图 2 金湖凹陷西斜坡典型地震解释剖面

Fig. 2 Interpretation of Typical Seismic Section of Western Slope in Jinhu Sag

1.2 断层组合

分析断层组合可为研究区古应力判断及精细开发提供依据,对于复杂断块油气田有重要意义^[3-6]。断层组合样式包括平面上的和剖面上的,西斜坡断层在剖面上断层组合样式主要有阶梯状断层、“Y”字形断层、复式“Y”字形断层、反“Y”字形断层、地堑式等类型(图 2),在平面上主要有网格式、斜交式、雁列式、帚状等断层组合样式(图 1)。从断层组合样式等构造特征可以判断研究区受力状况^[4],可见西斜坡地区受力整体以拉张为主,并受到剪切力的作用。

1.3 断层分级

断层分级有利于寻找油气圈闭的断层,结合断层分级标准^[7],可探讨断层级别与油气聚集的联系。金湖凹陷西斜坡各个构造带中主要断层应该划分为三级断层(图 2 中 1、3 号断层等),其余应划为四级断层(图 2 中 2 号断层等),四级断层的派生小断层为五级断层。由此可见,西斜坡小级别断层相当发育,导致断块复杂化,给地震剖面的精细解释带来一定难度。

2 构造演化阶段

平衡剖面法可以对断裂构造进行定量化研究,对深刻认识构造演化史有重要意义^[8]。笔者采用平衡剖面法在西斜坡地区选取了可反映主要构造特征的三维地震剖面(图 2),编制了构造演化剖面(图 3)。金湖凹陷西斜坡构造演化是隶属于金湖凹陷演化的一部分,其构造演化与金湖凹陷的构造演化具有一致性。根据区域构造演化背景、构造演化剖面图,结合断层活动性(图 4),金湖凹陷西斜坡构造演化划分为 4 个阶段。

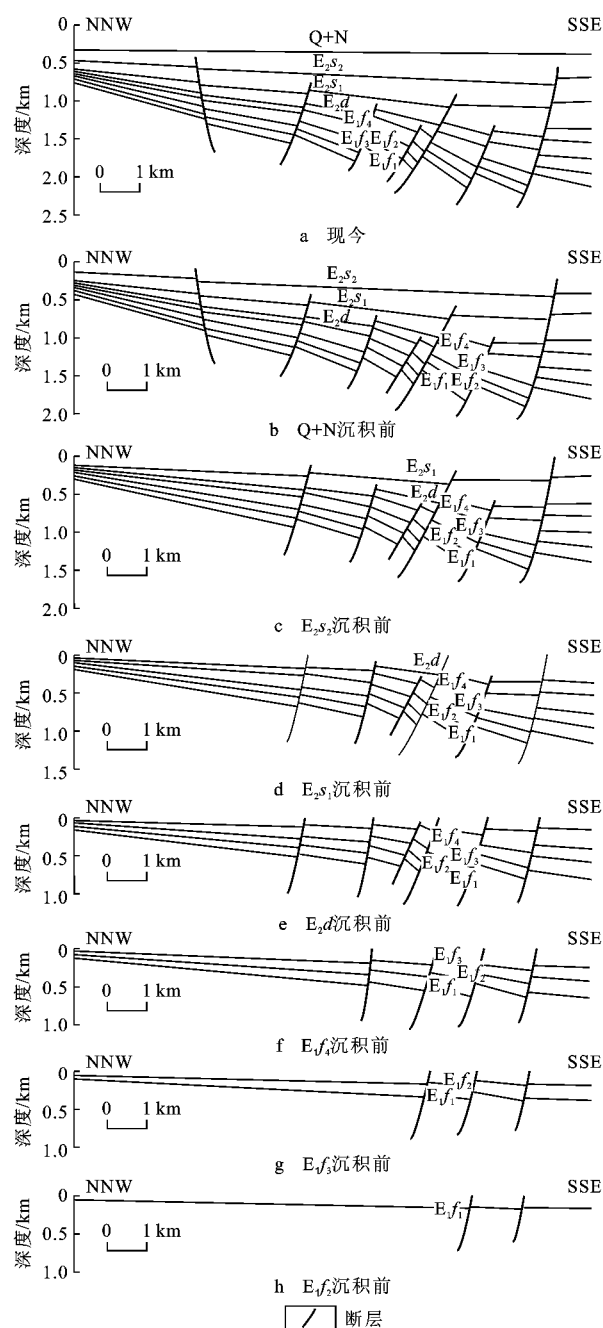


图3 金湖凹陷西斜坡构造演化剖面

Fig. 3 Tectonic Evolutionary Section of Western Slope in Jinhu Sag

2.1 斜坡发育阶段:古新世阜宁期

古新世阜宁期是苏北盆地的强烈伸展裂陷期^[9-10]。阜宁期发育的断层多数为北北西倾向的生长断层,继承性发育特征明显。西斜坡为一继承性斜坡,北北西倾向的断层在阜宁期持续发育,西斜坡西抬东降的格局到阜宁期末形成。在断层落差图上表现为活动断层的增加和断层落差的增大。

2.2 差异抬升阶段:始新世戴南期—三垛期

始新世戴南期—三垛期,由于受到吴堡运动的

影响,断块掀斜明显。在剖面构造演化图上出现了明显的沉降中心,并且戴南组、三垛组南倾断层断距较大,差异沉降明显,在垛一段及垛二段中产生了小型非生长断层,断层落差值较大。

2.3 逆冲褶断阶段:始新世三垛期末

三垛期末郯庐断裂活动性质发生变化,由右旋走滑—伸展活动转化为右旋走滑运动,区域应力也由拉张转化为挤压,一部分断层由正断层变为逆冲断层,断层上盘地层发生明显弯曲,形成断层相关褶皱。崔2断层的产生由此而来。

2.4 构造稳定阶段:新近纪和第四纪

从区域上看,新近纪和第四纪是苏北盆地裂陷期后的拗陷阶段。虽然三垛运动使垛二段顶部受到剥蚀,但是断裂活动基本停止,地壳发生均衡调节,表现为整体下陷。在剖面构造演化图上,表现为断层止于新近系,地层稳定沉积。

3 构造演化特征

3.1 新生代构造活动强弱交替

生长断层具有幕式活动的特点,一般来说初期活动比较微弱,中期活动强烈,后期活动变弱^[11]。古新统阜宁组的活动断层最多,其次是始新统三垛组,而始新统戴南组和新近系的活动断层最少,说明新生代阜宁期和三垛期是2个断裂活动强烈时期,戴南期断裂活动较弱,新近纪和第四纪断裂活动基本停止,断裂活动强度由早到晚的顺序为:强—弱—强—弱,说明西斜坡新生代断层活动继承性较差。

3.2 断层活动差异性

相对于生长指数法断层落差研究生长断层的活动性具有含义明确、精度高、应用范围广和可操作性强等优点^[12],笔者编制了金湖西斜坡地区阜宁期、戴南期和三垛期断层落差图来研究断层活动性(图4)。

3.2.1 断层活动性差异

不同地质时期、不同地理位置及不同倾向的断层在活动强度上存在明显的差异性,具体表现为:同一条断层在不同地段的活动程度不同,但是在阜宁期末及三垛期末断层活动强度均较大;同一位置不同断层活动性不同,阜一期至阜三期南部断层活动性较强、北部较弱,阜四期北部断层活动性较强、中部较弱,戴南期和三垛期中部断层活动性较强、北部较弱;不同倾向的断层活动性不同,结合构造演化剖面,北西倾向断层活动性在阜宁期较强,南东倾向断层活动性在三垛期较强。断层活动表现出的差异性

较好地符合了构造演化阶段的特征。

断层活动时间也有所不同,按照活动时期,西斜坡活动断层分为3类:①早期活动断层,活动时期为阜宁期,阜宁末期或戴南初期停止活动,主要分布在西斜坡北部,南部次之;②晚期活动断层,活动时期为三垛期,主要分布在西斜坡中部,南部次之;③长期活动断层,从阜宁期开始活动,到三垛期停止活动,主要分布在西斜坡中部,北部次之。

3.2.2 断层活动差异性对油气生成及运移的影响

应力、应变的作用过程表现为能量的聚集、释放、再聚集、再释放,导致断裂和变形的幕式活动,使得油气幕式发生运移。断层幕式活动期对油气的输导能力强,而断层幕式活动间歇期对油气的输导能力相对较弱^[13]。

西斜坡地区断层以生长断层为主。根据断层活动性分析,阜宁末期和三垛末期断层活动性最强。构造事件对油气运移的作用,首先要查明事件发生时间和生烃时间的吻合程度^[14]。结合油气成藏的关键时刻^[15-18],可以得出三垛期末是油气垂向运移的主要时期。三级断层的垂向输导作用有利于在戴南组及三垛组形成油气藏。

3.3 新生代整体西抬东降

阜宁期金湖凹陷西斜坡在区域性北西—南东向拉张应力背景下,北西倾向的断层相对发育,地层厚度东部大于西部,形成斜坡雏形。戴南期—三垛期构造活动剧烈,戴南组和三垛组东西部地层厚度差极其明显,总体呈楔状沉积,说明东部相对下降幅度大于西部。新生代这种相对东降西升的格局有利于斜坡东部深凹生成的油气主要以侧向移动的方式向斜坡方向运移,对油气运移成藏有重要影响^[19]。

4 结语

金湖凹陷西斜坡第三系断裂特征复杂,分区性明显,断层组合样式以拉张型为主,三级断层较少,以局部伸展产生的四、五级断层为主;西斜坡地区新生代构造演化可分为古新世阜宁期斜坡发育阶段、始新世戴南期—三垛期差异抬升阶段、始新世三垛期末逆冲褶断阶段、新近纪和第四纪构造稳定阶段;西斜坡新生代断层活动继承性差,表现为古新世阜宁期断层活动性逐渐变强,始新世戴南期断层活动性减弱,始新世三垛期断层活动性又增强;始新世三垛期断层活动性体现在三级断层的强烈活动上,并

确定三垛期三级断层为油气垂向运移的主要通道;新生代砂体的楔状沉积为油气侧向运移创造了有利条件。

参考文献:

- [1] 金强,任怀强,杨少春.金湖凹陷箕状湖盆缓坡未熟油断块油藏的形成[J].石油大学学报:自然科学版,1997,21(2):21-24.
- [2] 章冉,刘红正.金湖凹陷西斜坡地区地震解释方法应用研究[J].石油天然气学报,2009,31(2):283-285.
- [3] 戴俊生.构造地质学及大地构造[M].北京:石油工业出版社,2006.
- [4] 孙和风,周心怀,彭文绪,等.莱州湾凹陷东部走滑带盐相关构造特征[J].地球科学与环境学报,2008,30(4):380-384.
- [5] 郭涛,张卫海,袁巍.临南油田街2断块沙三上亚段V砂岩组沉积微相研究[J].地球科学与环境学报,2010,32(4):363-367.
- [6] 渠芳,陈清华.对孤岛油田西南缘断层活动性的新认识[J].地球科学与环境学报,2009,31(4):394-399.
- [7] 王平.为什么二、三级断层对油气聚集起控制作用[J].断块油气田,1994,1(5):1-5.
- [8] 王运所,刘亚洲,张孝义,等.平衡剖面的制作流程及其地质意义[J].长安大学学报:地球科学版,2003,25(1):28-32.
- [9] 戴俊生,冀国胜,马欣本,等.闵桥油田阜宁组的构造特征及构造演化[J].大地构造与成矿学,2002,26(2):126-130.
- [10] 王霞田,戴俊生,解俊昱.高邮凹陷沙埕断块区的构造特征和构造演化[J].西安石油大学学报:自然科学版,2009,24(2):43-46.
- [11] 马晓鸣,戴俊生.应用落差分析研究高邮凹陷南断阶主控断层[J].西安石油大学学报:自然科学版,2007,22(4):31-34.
- [12] 陈刚,戴俊生,叶兴树,等.生长指数与断层落差的对比研究[J].西南石油大学学报,2007,29(3):20-23.
- [13] 于翠玲,曾渊辉.断层幕式活动期和间歇期流体运移与油气成藏特征[J].石油实验地质,2005,27(2):129-133.
- [14] 万丛礼,付金华,张军.鄂尔多斯西缘前陆盆地构造-热事件与油气运移[J].地球科学与环境学报,2005,27(2):43-47.
- [15] 鲁雪松,马淑芳,杨贵丽.苏北盆地金湖凹陷三垛组剥蚀厚度恢复及意义[J].西南石油大学学报:自然科学版,2009,31(4):13-17.
- [16] 徐春强,蒋有录,程奇,等.东濮凹陷濮洼洼陷油气成藏期分析[J].地球科学与环境学报,2010,31(3):257-262.
- [17] 孙和风,周心怀,彭文绪.莱州湾凹陷油气成藏动力学特征[J].西安石油大学学报:自然科学版,2009,24(4):27-31.
- [18] 段云歌,常象春.临南洼陷岩性油藏成藏动力与含油性分析[J].地球科学与环境学报,2009,31(3):272-276.
- [19] 刘军,刘喜玲,田骏.苏北盆地金湖凹陷油气运移与聚集规律[J].石油天然气学报,2005,27(6):693-694.