

金湖凹陷构造特征及圈闭类型

刘喜欢,杨芝文,杨立干

(中国石化江苏油田分公司勘探开发研究院,江苏扬州225009)

摘要:苏北盆地金湖凹陷是江苏油田增储上产的主力凹陷之一,勘探工作正逐步向勘探程度更低、资料更加复杂、成藏条件更苛刻的地区发展,因此,对断层剖面、平面组合特征及构造样式的系统研究要求更高。以复杂断裂带和复杂斜坡带为对象,加强隐性断层识别及断层组合方法研究,按照断层规模、活动期次等对断层进行分类后,将伸展、走滑构造样式按断层组合关系细化为八种剖面样式及四种平面组合样式;受构造样式控制,划分出两带六类构造圈闭群样式;结合油藏解剖分析,明确构造对成藏的四种控制作用。这些认识对寻找接替区带和扩大勘探场面具有重要意义。

关键词:构造样式 断层组合 圈闭类型 控藏因素 金湖凹陷

中图分类号:TE122

文献标志码:A

Structural characteristics and trap types of Jinhu Sag

LIU Xihuan, YANG Zhiwen, YANG Ligan

(Exploration and Development Research Institute of Jiangsu Oilfield Company, SINOPEC, Yangzhou 225009, China)

Abstract: Jinhu Sag in Subei Basin is one of the main production areas in Jiangsu Oilfield. Exploration in the area is gradually expanding to areas with low exploration degree, more complex seismic data and more complex hydrocarbon accumulation conditions. At present, it is not systematic the study on fault section and plane combination and structural style. Therefore, it is necessary to carry out the study on complex fault zone and complex slope zone, strengthening the study of subtle fault identification and fault combination method. According to the size, active period and combination relationship, the faults were classified. And then the extensional and strike-slip structural styles were classified into eight sections and four plane combinations. Two belts and six fault block trap group style were classified by the tectonic style. Combined with reservoir analysis, it was clearly defined four control actions of structure on reservoir formation. It is of great significance for the search for the replacement zone and the expansion of the exploration.

Key words: structural style, fault combination, trap type, control factors of hydrocarbon accumulation, Jinhu Sag

金湖凹陷位于苏北盆地东台拗陷西部,北起建湖隆起,南至天长凸起、菱塘桥低凸起,西与张八岭隆起相连,东邻柳堡低凸起,地跨江苏、安徽两省,面积5 000 km²。凹陷内沉积岩系发育,生油条件好,油气富集程度高,是苏北盆地勘探程度较高的含油气区之一。金湖凹陷是典型的走滑—裂陷凹陷,具有伸展构造和走滑构造并存的两个构造系统,它们在空间上互相利用、改造,形成复杂的构造叠加和复合关系。金湖凹陷自晚白垩世以来,经历了吴堡、真武、三垛等几次大的构造运动,由于断块体的差异升降而形成南深北浅、南陡北缓、南断北超的箕状凹陷,杨村断层为凹陷的边界大断层,石港及

铜城断层为次一级断层,根据主干断层对凹陷内构造格局的控制作用,可以将金湖凹陷划分为五个负向、八个正向构造单元(图1)。^[1-3]

构造是金湖凹陷控制油气成藏的最关键因素,本文在理顺不同构造层断裂展布特征的基础上,开展剖面及平面构造样式研究,指导构造的精细解释,

收稿日期:2018-01-05;改回日期:2018-04-13。

第一作者简介:刘喜欢(1977—),女,高工,主要从事油气地质勘探研究工作。E-mail:liuxihuan.jsyt@sinopec.net。

基金项目:中石化科技重大项目“苏北盆地油气聚集规律及精细评价关键技术”(ZDP17010);中石化江苏石油勘探局科技项目“金湖凹陷复杂构造区控藏关键因素研究”(JS11002)。

并分析在构造样式控制下形成的圈闭类型,同时结合不同地区油气运聚特点,分析了构造对油气成藏的控制。

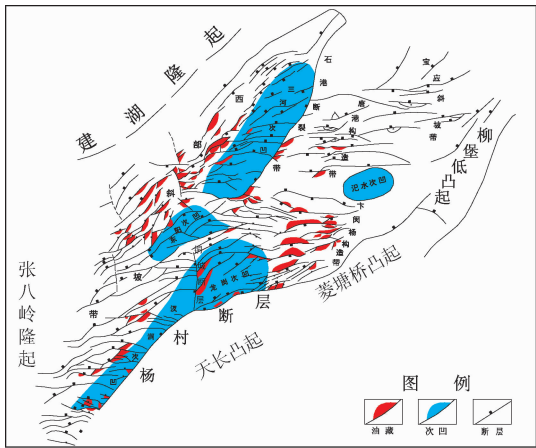


图 1 金湖凹陷构造区划

1 断层特征

1.1 断层分类

金湖凹陷断层主要表现为正断层位移特征,少量断层(如铜城断层)在局部具有逆断层位移;平面上,构成凹陷边界及凹陷内部的主干断层以 NE、NEE 走向为主,凹陷内部的次级断层表现为 NE、

NEE、近 EW 走向,亦有部分 NW 走向断层。

不同类别断层在油气成藏中的作用不同。根据断层规模与盆地的关系及对构造的控制作用,区内断层可划分为五级(表 1),由不同级别断层相互交织与切割,构成复杂的立体断裂体系,形成了研究区复杂的构造面貌(图 2)。

1.2 断裂展布特征

金湖凹陷主力产层古近系阜宁组(E_1f)、戴南组(E_2d)断层差异较为明显。 E_1f 期主要以多米诺式断层组、共轭正断层系为主; E_2d-E_2s 期斜坡区以主干断层强烈活动为特征,断层较 E_1f 分布稀疏,且以南倾断层为主,断裂带断层则较 E_1f 密集,南倾、北倾断层均有发育。

2 构造样式

断裂活动是金湖凹陷构造活动的主要特征,不同尺度、不同走向、不同性质的断层交织在一起形成了复杂的断裂系统。凹陷内发育 NE、NW 及近 EW 向断裂,边界断层的走向也存在差异,杨村断层东段及西段 NE 走向、中段 EW 走向,石港断层总体 NE 走向、而铜城断层则为近 SN 走向(图 1)。这种差异反应了断层在盆地的演化过程中扮演了不同的角色。^[4]

表 1 金湖凹陷断层分级标准

级别	断层与盆地的关系	断层规模	典型断层
一级	对盆地构造的演化起控制作用,对沉积有控制作用,并对油气的富集有明显的控制作用。	沿走向延伸数十至数百千米;断裂深,基本切割泰州组到盐城组的全部地层,落差达到上千米	杨村断层
二级	控制凹陷的构造格架、影响沉积发育,并对油气富集带有明显的控制作用。	延伸数十公里;断裂深,基本切割泰州组到盐城组的全部地层,落差一般几百米	石港断层、铜城断层
三级	控制构造带,影响构造带的油气富集,部分三级断层对沉积也有控制作用。	沿走向延伸数公里至十几公里;向深部延伸至不同深度,落差数百米	刘庄断层、崔庄南断层、秦营断层等
四级	控制局部构造,形成圈闭,影响含油小断块的油气富集程度。	沿走向延伸数百米至数公里,切割不同层位的地层,落差 100~200 m	桃 4 北、天 79 西断层等
五级	分隔含油断块、将构造和油水关系复杂化。	延伸数百米至数公里,落差小于 100 m	阳 7 西断层等

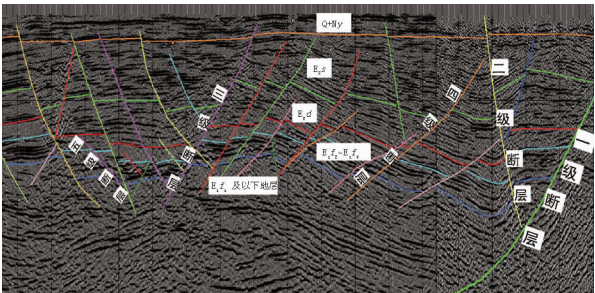


图 2 金湖凹陷断层级别划分

在对断层级别划分及断层特征分析的基础上,依据动力学分析、断层组合关系,将金湖凹陷构造样式划分为伸展、走滑、挤压和反转四种基本类型。

2.1 伸展构造样式

根据构造形态特征及其成因,区内伸展构造样式主要可以划分为翘倾断块、滑动断阶、双断式等剖面构造样式及平行式、雁列式、入字型等平面组合样式(图 3)。

类型	剖面特征	平面特征	发育地区
翘倾断块			西斜坡
			西斜坡
			唐港、闵东等
滑动断阶			杨村断裂带中东部
双断式			坝田-成庄、卞闵杨

图3 金湖凹陷伸展构造剖面及平面样式

2.1.1 翘倾断块

金湖凹陷古近系翘倾断块构造是分布最普遍的构造样式,主要分布在广大的斜坡带。根据断层与断块的组合关系又可进一步分为反向翘倾、顺向翘倾、垒堑相间三种样式,其中反向翘倾和顺向翘倾断块分布广泛。

三河斜坡带的高集—刘庄及北部吕良地区在 E_1f 发育一系列反向翘倾断块为主,断层北倾。随着沉积厚度的增大和重力作用的增强,在 E_2d 顺向断块成为重要的构造样式。顺向同生断层对沉积砂体有一定的控制作用,断层下降盘是寻找断层+岩性圈闭的有利地区。断层平面样式则以 NE 向断层雁列式排列为主。^[5]

唐港构造带 E_2d 、 E_1f 在剖面上均表现为垒堑相间的构造样式。平面上由一系列 NEE、近 EW 走向断层呈雁列式排列。

2.1.2 滑动断阶

根据次级断层与地层的产状关系,可分为反向和顺向两种滑动断阶类型。该构造样式在金湖凹陷很少发育,仅在杨村断层中东部下降盘存在^[6],并以浅层顺向断阶为主,可形成断鼻、断块圈闭。

2.1.3 双断式

双断式构造样式与基底隆升有关,主要在坝田—成庄地区及闵桥等地区发育,表现为下部是古隆起、上部为双断式地堑块,地堑块两侧发育一系列相向而倾的反向掀斜断块。

2.2 走滑构造样式

金湖凹陷 E_1f — E_2s 期除受到区域拉张作用,也明显受到走滑作用的影响,形成剖面上呈阶梯式、负

花状,平面上呈雁列式或入字型的构造样式(图4)。雁列式分布于石港断裂带 E_2d 及 E_2s 中,入字型构造样式分布于杨村断裂带西段和石港断裂带 E_1f 。在铜城断裂带则呈梳状样式。

类型	剖面特征	平面特征	成因机制	发育地区
走滑构造样式				石港断裂带、杨村断裂带西段、铜城断裂带

图4 金湖凹陷走滑构造样式分类

石港断层剖面上由南向北表现为:多级 Y 字型、典型负花状、简单 Y 字型(或阶梯状)构造样式,平面上表现为帚状、入字型、雁列式构造样式^[7-8]。

杨村断层西段走向 NE,倾向 NW,属于右行走滑断层,与走向一致的石港断层力学性质相似,断阶带不发育。剖面上主断层呈铲状,下降盘发育一组平行排列、近 EW 走向的北掉断层,与主断层呈锐角相交,角度 $50^\circ \sim 60^\circ$,锐角指向断层的走滑方向,在剖面上与主断层构成阶梯式断裂组合,在平面上则形成入字型断裂组合;而在上升盘发育一些与杨村断层呈钝角相交,角度为 $90^\circ \sim 145^\circ$ 的北倾断层,剖面上也是呈阶梯状的组合样式,由南往北,断层倾角依次变小,由接近 45° 降至 30° 再降至 15° 。

2.3 挤压构造样式

该类构造样式主要发育在铜城断裂带及泥沛、韩竹园、崔庄等构造带,以铜城断裂带最为典型。

铜城断裂是一条压扭性断层^[9],处于杨村转化端与石港断层末端交接处,属于杨村与石港断层间的调节断层,起着调节杨村断裂和石港断裂应力变化的作用,在平面和剖面上具有独特的展布特征。

从平面上看,主断层呈 SN 走向,两侧发育一系列次级正断层,与主断层在平面上构成入字型断裂体系和梳状断裂体系。西侧近 EW 向正断层与主断层大角度相交构成梳状断裂体系。近 EW 向正断层断距一般不超过 200 m,断面也较陡,东侧分支正断层断距较大,NE 走向,延伸较远,往东逐渐转为 EW 走向,在中部形成弧形断层,靠近铜城断层一侧,与主断层钝角相交构成入字型断裂体系,发育断鼻、断块构造。远离铜城断层处由 EW 向正断层与南倾地层形成一系列的反向断鼻、断块构造。

剖面上,铜城断层南段、中段、北段表现出不同

的构造特征^[10-12]。南段表现为高角度的逆断层,断面倾角约 70°。中段断层近直立,断层下部直穿入基底,向上断层撒开,呈负花状构造。北段则表现为高角度正断层特征,断面西倾,右侧表现出挤压的特征。整个铜城断层在空间上则表现出丝带效应的特征,剖面上断层具有下逆上正的特点^[13]。

2.4 反转构造样式

反转构造可分为正反转和负反转两种构造。

区内正反转构造主要在铜城断层南部发育,在 E₂s 沉积前,断层东侧地层厚度大于西侧,后期 E₂s 及以上地层厚度西侧大于东侧,反映出铜城断层早期为正断层,后期发生了反转,变为逆断层,为一正反转断层。另外,韩竹园构造带也表现出正反转构造样式。

负反转构造指受早期挤压构造活动形成一活动褶皱和逆冲断层,后期又受到伸展活动,形成正断层和半地堑、地堑体系。这种先挤压、后伸展的叠加或复合构造称作负反转构造。区内程庄、崔庄北等逆断层具有负反转断层的特征,如程庄断层 E₂d 及以下地层发生了挤压变形,E₂s 地层发生正断裂,表现为下逆上正的组合,为一负反转断层。

3 圈闭类型及特征

从圈闭类型来看,金湖凹陷主要受伸展构造样式和走滑构造样式控制,以断鼻、断块构造为主,但由于构造十分破碎,单个圈闭很难反映油气富集规律,因此在断块类型划分的基础上,按照控制油气田或油气富集区的三级构造对金湖凹陷斜坡带、断裂带的圈闭(群)平面形态进行了划分,在实际应用中也具有广泛的意义(表 2)。

复杂斜坡带断块圈闭样式可分为断鼻圈闭群、断背斜圈闭群、断块圈闭群。断鼻圈闭群是斜坡带最为广泛的类型,在西斜坡断鼻圈闭群主要呈 NW—SE 走向展布,被一系列 NE 或 NEE 走向断层切割为多个断鼻、断块,控制圈闭的断层以北倾为主。如高集—刘庄、程庄—崔庄、桃园—骆王庄、王龙庄圈闭群;在东部斜坡发育有塔集—墩塘、唐港及宝应三个断鼻圈闭群,呈 NE—SW 走向,南部塔集—墩塘为北倾南抬圈闭群,主控断层南掉,而北部唐港、宝应地区为南倾北抬圈闭群,主控断层北掉,断层以近 EW 走向为主。断背斜圈闭群在区内发育较少,主要分布于闵桥、秦营、坝田—东阳地区,受基底古隆起的影响,在 E₁f 形成了被断层复杂化的背斜。如闵桥及坝田地区整体为顶部塌陷的背斜构

造,内部被一系列倾向相对的断层复杂化的堑式断背斜。而秦营地区则属于被断层复杂化的垒式断背斜。断块圈闭群在区内发育也较为普遍,在汉涧内坡^[14]及安乐—东阳最为典型。汉涧斜坡为一系列近 EW 向长期断层与 NE 向早期断层所形成的钝角断块圈闭群,圈闭群走向呈 NE—SW 走向;安乐—东阳圈闭群为一系列 NE 向长期断层与近 SN 向早期断层所形成的断块圈闭群,呈 NW—SE 走向。在龙岗斜坡也发育近 EW 向弧形断层与 NE 向断层所形成的断块圈闭群。

表 2 金湖凹陷构造圈闭类型划分

区带	圈闭类型	代表地区
斜坡带	断鼻圈闭群	高集、塔集、唐港等
	断背斜圈闭群	闵桥、秦营等
	断块圈闭群	汉涧内坡、安乐、龙岗等
断裂带	锐角断块圈闭群	杨村、石港等
	钝角断块圈闭群	石港、铜城等
	鼻状圈闭群	小关

复杂断裂带以发育锐角断块圈闭群和钝角断块圈闭群为主,锐角断块圈闭群主要分布于杨村、石港、铜城断裂带的下降盘,为主断层与派生断层形成的尖角块,石港断裂带戴南组表现为雁列式断块群;钝角断块圈内群主要分布于石港、铜城断裂带的上升盘,由主断层与 NE 或 NNE 向断层夹持形成断鼻、断块圈内群。另外在小关地区还发育被断层复杂化的鼻状圈闭群。

除构造型圈闭以外,区内还发育砂岩上倾尖灭圈闭及断层+岩性型、地层超覆+断层型等隐蔽型圈闭^[15](图 5),主要分布于墩塘—小关及三河斜坡带,其中砂岩上倾尖灭油藏已由 G29A、D2-2 等井证实。

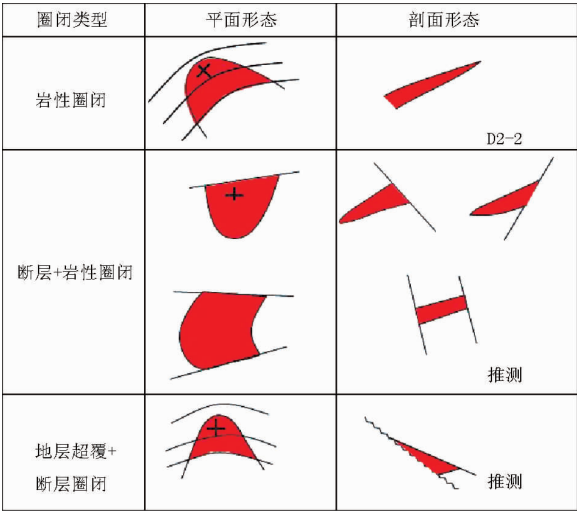


图 5 金湖凹陷隐蔽圈闭分类

4 构造对油气成藏的控制

构造控藏表现为构造背景控制着油气指向,构造带控制着油藏分布,控圈断层的规模和性质控制着油藏规模,圈闭定型期与油气大量排烃期是否匹配,决定能否成藏。

4.1 构造背景控制油气指向

金湖西斜坡、卞闵杨等二级构造具有长期继承性演化特征,发育了具有一定构造背景的斜坡或隆起,形成了单斜箕状结构或隆起背景,而流体总是从深凹的高势区向斜坡或隆起低势区流动,二级构造单元的斜坡或隆起控制着油气从高势区向低势区运移^[16-18],因此,无论是三河次凹还是龙岗—汉涧次凹,二级构造背景控制着油气运移大趋势。汉涧斜坡带、三河斜坡带、卞闵杨构造带、杨村断裂带、石港断裂带和铜城断裂带等区带是油气运移的总体指向区。

4.2 构造带控制油藏分布

斜坡二级构造单元上发育了成排成带出现的三级构造高带,不仅是流体势指向区,有利于油气向其汇聚,而且面向次凹烃源灶,形成了一批有利油气储集的断鼻或断块。金湖凹陷三级构造或断块群长期继承性发育,面向或临近生油中心,呈现 NE 向或 SN 向展布,成为油气富集最有利聚集区。

断裂带油气纵向上沿控凹断裂串珠状分布,平面上主要在具有隆起构造背景的地区富集。区内杨村断层整体上呈平面“东西分段”、剖面“凹隆相间”的构造格局(图6)。^[19]具有构造背景的隆起带具有深注多向或对向供油的有利优势,杨村断层及伴生断层是油气垂向运移的有利通道,同时也是有效的封挡面,有效弥补了锐角断块地层较陡、成藏不利的缺陷。目前在杨村断裂带发现的 G5、G1、T95、Q5A 块油藏、石港断裂带发现的 Q12、Q5、Q6、Q7、S5 块等油藏均分布于具隆起背景的地区,且含油层系多、油柱高度较大。

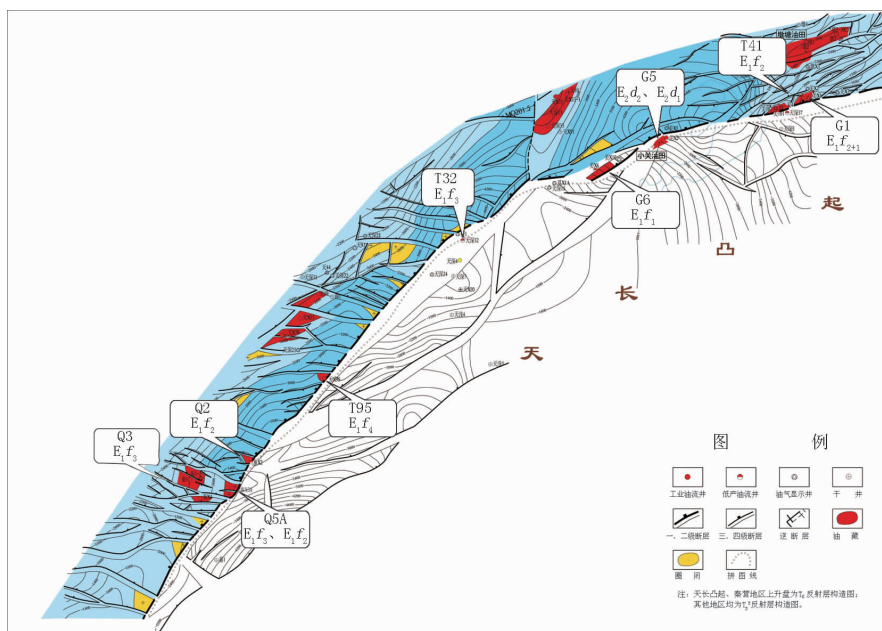


图6 杨村断裂带油藏分布

4.3 控圈断层的规模和性质控制油藏规模

断层的规模、性质对油气的成藏有一定的控制作用^[20-21]。

杨村、石港和铜城断裂带是控凹的一、二级大断层,断裂的主断层往往下切烃源岩,且长期活动,是非常优越的油源断层。^[22]杨村断层和石港断层是金湖凹陷典型的走滑伸展断层,在长期活动过程中,断层下降盘形成了一系列滚动背斜、断鼻和断块构造背景。如夏家营滚动背斜、小关滚动背斜及桥河口

构造等。这些构造背景紧贴大断层,控凹大断层的长期活动为油气的纵向运移提供了良好的通道^[23],同时又具有很强的封闭性,因此由走滑主断裂及伴生次级断层形成的一系列断块、断鼻圈闭形成的油藏相对富集,如杨村断裂带下降盘 Q4、Q5A 和 T95 块油藏。

三、四级断层是斜坡带不同断块间油气富集程度差异的主要控制因素。从单断层来看,延伸越长、断距越大(但未错开区域盖层),弧形弯曲的断层往

往控制了主要的含油断块,较易形成富集油藏。具走滑性质的断层易形成破碎带,断层具有较好的封闭性,所控制的含油断块较为富集。

同时,金湖凹陷烃源灶受隆起的影响,同一含油气系统一般被分隔为多个独立的子系统,并有双向或多向的供烃模式,这些地区油源更为有利。如铜城断裂带分割了龙岗和汭涧次凹,成为了两个次凹之间的隆起,能够接收龙岗和汭涧烃源岩生成的油气,成藏条件相对有利。同样,卞闵杨断鼻构造带也是金湖凹陷最有潜力的区带之一。

金湖凹陷的三级构造带中一些被分割为四级或五级局部构造,组成了断块群,油气富集于单个独立圈闭,油藏含油面积、油柱高度主要取决于局部构造类型和断层封闭性。通常情况下,断块或断鼻构造规模越大,能形成的圈闭面积大,汇聚面宽,汇聚油气能力更强,就能形成大的油气藏。如 G6 断块,是一个典型的高油柱、高丰度、断鼻型油藏(图 7)。相反,断块小只能形成小型油气藏。从这点看,断鼻比断块优越。

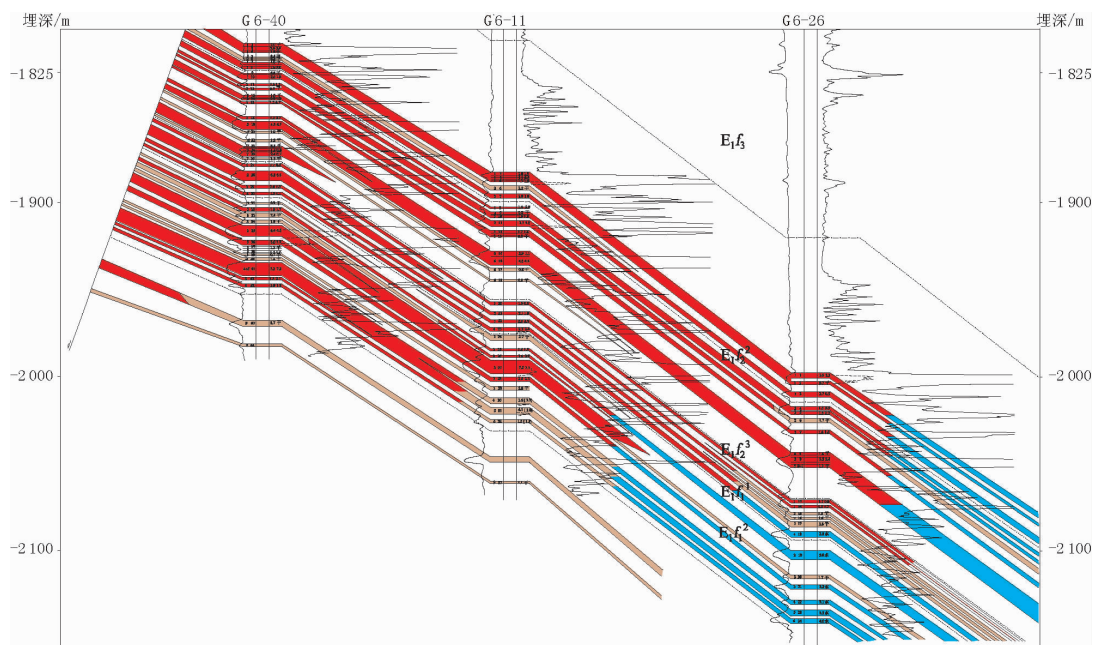


图 7 金湖凹陷西斜坡高集油田 G6 块油藏剖面

5 结论

(1) 通过深化构造特征研究,将伸展、走滑构造样式按断层组合关系细化为八种构造剖面样式及四种平面组合样式。

(2) 受构造样式控制,区内主要在斜坡带、断裂带发育两带六类构造圈闭类型。

(3) 构造控藏表现为:构造背景控制着油气指

4.4 圈闭定型期与油气排烃期的关系控制成藏

金湖凹陷 E_1f_4 、 E_1f_2 烃源岩大量生排烃期是在三垛期,三垛末期是成藏的关键时刻。圈闭定型于三垛末之前,即早于大量生排烃前,圈闭就可以汇聚来自于深凹生成的油气;之后则圈闭无效。

目前看来,大部分构造带上的圈闭或形成于吴堡期,或产生于右行剪切应力场、断陷沉积与改造时期,即从 E_1f 沉积末至 E_2d 、 E_2s 期形成^[24],圈闭早于大量生排烃期,成藏时间匹配良好。但也有局部地区由于后期构造活动相对较晚,晚期强烈运动对原有油藏起到一定的破坏作用,如成庄地区。

成庄地区位于铜城以北,该区由于受基底上隆的影响,位于基底隆起最高部位,构造最为活跃, E_2d 沉积期最为强烈,到 N_2y 沉积期仍然活动,只是强度有所减弱,圈闭基本定型于 N_2y 期,晚于或同步于大量生排烃期。从该区已钻井来看, E_1f 和 E_2d 油气显示活跃,但没有发现油层,即使处于圈闭之内的井发现油层,试油也为水层或含水层,从一侧面反映了油藏受到破坏,成藏条件不是十分有利。

向;构造带控制着油藏分布;控圈断层的规模和性质控制着油藏规模;圈闭定型期与油气大量排烃期是否匹配决定能否最终成藏。

参考文献:

- [1] 李亚军,李儒峰,陈莉琼,等. 苏北盆地金湖凹陷热史与成藏期判识[J]. 沉积学报,2011,29(2):395-401.

(下转至第 51 页)

- [3] 屈亚光,安桂荣,周文胜,等. 层状砂岩油藏水平井与定向井适应性探讨[J]. 断块油气田,2013,20(2):216-220.
- [4] JOSHI S D. Augmentation of well production using slant and horizontal wells[R]. SPE 15375,1986.
- [5] JOSHI S D. A review of horizontal well and drainhole technology[R]. SPE 16868,1987.
- [6] JOSHI S D. Horizontal well technology[M]. Pennwell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma,1991:73-94.
- [7] 汪子昊,李治平,赵志花. 水平井产能影响因素综合分析[J]. 断块油气田,2009,16(3):58-61.
- [8] 罗远儒,陈勉,金衍,等. 水平井不同产能计算方法探讨[J]. 断块油气田,2012,19(1):95-98.
- [9] 郭大立,郭玉龙,陈祥,等. 封闭边界水平井压后产量预测模型[J]. 石油天然气学报,2014,36(7):122-125.
- [10] 赵春森,翟芳芳,曹乐陶,等. 水平井五点法矩形井网的产能计算及其优化[J]. 大庆石油学院学报,2000,24(3):23-25.
- [11] 李春兰,程林松,张丽华,等. 水平井九点井网产能研究[J]. 西南石油学院学报,1998,20(1):56-58.
- [12] 周洪亮,尹洪军,李美芳,等. 各向异性油藏水平井井网渗流场分析[J]. 特种油气藏,2010,17(1):81-84.
- [13] 王春红,刘月田,马翠玉,等. 薄浅层稠油油藏热采水平井合理井网形式研究[J]. 特种油气藏,2013,20(4):88-91.
- [14] 武兵厂,姚军,张继宏,等. 水平井与直井联合井网见水时间的确定方法[J]. 石油学报,2005,26(4):111-114.
- [15] 屈继峰,党少敏. 低渗透油藏水平井与直井混合井网形式优选[J]. 辽宁化工,2013,42(2):129-130.
- [16] 葛家理,宁正福,刘月田,等. 现代油藏渗流力学原理[M]. 北京:石油工业出版社,2001:73-84.
- [17] 孔祥言. 高等渗流力学[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1999:75-81.
- [18] 刘振宇,李功,王胡振,等. 七点法井网任意方位水平井产能研究[J]. 水动力学研究与进展, A 辑,2010,25(4):500-505.
- [19] 聂仁仕,贾永禄,沈楠,等. 油藏天然能量指标在注水动态分析中的应用[J]. 新疆石油地质,2010,31(2):174-177.
- [20] 王涛,赵进义. 底水油藏水平井含水变化影响因素分析[J]. 岩性油气藏,2012,24(3):103-107.
- [21] 王友启. 胜利油田高含水期油藏水驱精细调整技术方向[J]. 石油钻探技术,2011,39(1):101-104.

(编辑 谢 葵)

(上接第 11 页)

- [2] 舒良树,王博,王良书,等. 苏北盆地晚白垩世一新近纪原型盆地分析[J]. 高校地质学报,2005,11(4):534-543.
- [3] 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(江汉石油学院学报),2005,27(6):693-694.
- [4] 能源,漆家福,张春峰,等. 金湖凹陷断裂特征及其石油地质意义[J]. 大地构造与成矿学,2012,36(2):16-23.
- [5] 丁玉盛,蒋弋平,周巨标,等. 金湖凹陷大程庄地区构造特征研究[J]. 复杂油气藏,2011,4(3):25-27.
- [6] 葛金虎,罗红霞,阳芬,等. 金湖凹陷杨村断裂及控藏作用研究[J]. 复杂油气藏,2015,8(2):19-24.
- [7] 张宏国,戴俊生,王霞田,等. 苏北盆地金湖凹陷西斜坡构造特征及构造演化[J]. 地球科学与环境学报,2011,33(4):349-353.
- [8] 能源,漆家福,张春峰,等. 金湖凹陷石港断层构造演化及油气聚集特征[J]. 石油学报,2009,30(5):667-671.
- [9] 邱旭明. 扭动作用在苏北盆地构造体系中的表现及其意义[J]. 江汉石油学院学报,2002,24(2):5-7.
- [10] 叶绍东. 金湖凹陷铜城断层构造特征与油气成藏[J]. 地质力学学报,2012,18(2):187-193.
- [11] 张祥成,戴俊生,邹娟,等. 金湖凹陷铜城断裂带断层活动特征[J]. 地质力学学报,2014,20(4):424-432.
- [12] 张卫海,王韬,何畅,等. 金湖凹陷铜城断层构造特征与成因分析[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2015,39(5):18-25.
- [13] 马洪坤,王新新,商琳,等. 苏北盆地金湖凹陷铜城断裂带的构造演化特征[J]. 地质论评,2015,61(4):767-775.
- [14] 张云峰. 金湖凹陷汉涧地区油气富集规律分析[J]. 内蒙古石油化工,2010,5:140-141.
- [15] 邓丽娟,徐春贵,刘红正. 苏北盆地高邮、金湖凹陷勘探潜力分析[J]. 科技创新导报,2008,36:67-68.
- [16] 张照录,王华,杨红. 含油气盆地的输导体系研究[J]. 石油与天然气地质,2000,21(2):133-135.
- [17] 张卫海,查明,曲江秀. 油气输导体系的类型及配置关系[J]. 新疆石油地质,2003,24(2):118-120.
- [18] 杨淑宏. 断裂输导通道类型及输导油气特征[J]. 大庆石油学院学报,2005,29(2):43-66.
- [19] 葛金虎,罗红霞,阳芬,等. 金湖凹陷杨村断裂及控藏作用研究[J]. 复杂油气藏,2015,8(2):19-24.
- [20] 张凡芹,王伟锋,张晶,等. 沾化凹陷断层对沉积的控制作用[J]. 石油大学学报(自然科学版),2005,29(5):1-6.
- [21] 张建林,林畅松,郑和荣. 断陷湖盆断裂、古地貌及物源对沉积体系的控制作用[J]. 油气地质与采收率,2002,9(4):24-27.
- [22] 纪亚琴,刘喜欢,刘义梅,等. 金湖凹陷油气初次运移及输导作用研究[J]. 复杂油气藏,2013,6(3):6-9.
- [23] 商琳,戴俊生,王霞田,等. 金湖凹陷西斜坡阜宁期构造-沉积演化与油气聚集[J]. 沉积与特提斯地质,2013,33(4):33-38.
- [24] 鲁东升,薛建华. 苏北金湖凹陷生油岩热演化研究[J]. 石油实验地质,1999,21(2):180-183.

(编辑 杨芝文)