

永安镇地区断层特征及其与油气成藏的关系

薛雁¹, 吴智平¹, 李伟¹, 聂文龙², 周雨薇¹

(1. 中国石油大学(华东) 地球科学与技术学院, 山东 青岛 266580;

2. 中国石化胜利油田分公司 采油工艺研究院, 山东 东营 257000)

摘要:永安镇地区油藏丰富, 断层不仅控制着构造带的形成, 而且对油气的运聚成藏也起到非常关键的作用。在对大量地震及岩心资料研究的基础上, 对主干断层的发育特征进行了分析; 并结合断层活动速率及断层不同部位在不同地质时期封闭性的模糊综合评价, 对主干断层不同部位的油气输导能力进行分析, 明确研究区断层与油气成藏的关系。结果表明, 永3断层东段和永41断层东段的活动时期与生、排烃期相匹配, 但封闭性好, 不利于油气的侧向输导; 永3断层西段、永41断层西段及永67断层的活动持续时间长, 与生、排烃期具有良好的匹配关系, 且封闭性差, 可以为油气的侧向运移提供运移通道, 是研究区油气成藏的有利地区。主干断层的组合方式及其输导性和封闭性的差异使研究区油气藏的分布层位由南向北依次变浅, 形成了阶梯状的油气成藏模式。

关键词:断层特征 活动性 封闭性 模糊综合评价 成藏规律 永安镇地区

中图分类号: TE112.3

文献标识码: A

文章编号: 1009-9603(2013)03-0010-04

永安镇地区位于东营凹陷东北部, 其油藏丰富、断层发育、构造复杂。断层不仅是控制永安镇构造带形成和演化的主导因素, 而且在油气运聚成藏过程中也起到非常重要的作用。近年来, 不少学者对研究区构造特征及其油气富集规律进行了探讨^[1-15], 但由于断层的活动性对油气的控藏作用具有很大的时空差异性, 针对不同断层不同部位在不同地质时期对油气运聚所起作用的研究较少。为此, 笔者在对永安镇地区主干断层活动性进行研究的基础上, 通过分析断层性质、断面两盘岩性配置关系、泥岩涂抹和断面正应力等多种因素, 运用模糊综合评价法对断层不同部位在不同地质时期的封闭性进行研究, 明确了断层的油气输导能力, 总结出断层与油气成藏的关系, 以期对研究区的油气勘探提供理论指导。

1 断层发育特征

根据断层的规模及其对沉积、构造的控制作用, 可将断层划分为4个级别: 一级断层控制凹陷, 二级断层控制构造带, 三级断层控制断块, 四级断层规模较小。永安镇地区位于陈南断层南侧, 主要

发育一系列南北向、北西西向、近东西向以及北东东向的断层。地震资料显示, 研究区的主干断层主要有3条(图1), 均为二级断层, 自北向南依次为永67断层、永41断层和永3断层; 平面上均呈雁列式排列, 近北西向展布, 断面南倾; 剖面上多呈板式或轻微铲式, 倾角较陡。其中永3断层规模最大, 位于研究区最南部, 延伸距离为10 km, 且东、西两段走向不同; 永41断层位于永3断层北部, 延伸距离为7 km; 永67断层位于研究区最北部, 延伸距离为6 km。此外, 研究区发育的三级和四级断层的规模和断距均较小, 呈放射状分布, 走向和倾向较为复杂。

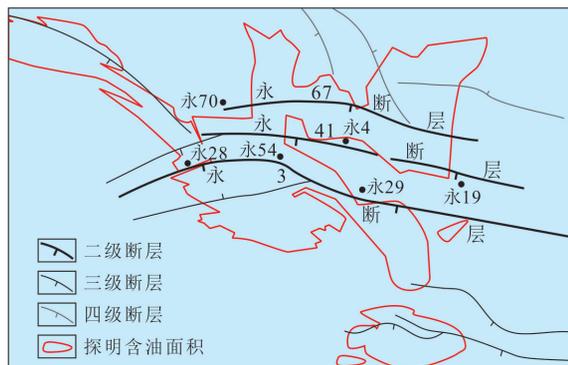


图1 永安镇地区主要断层及油藏平面分布

收稿日期: 2013-03-01。

作者简介: 薛雁, 女, 在读博士研究生, 从事构造地质学研究。联系电话: 18765269169, E-mail: yanxue0414@163.com。

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目“济阳拗陷古近纪早期盆地转型的时空差异特征分析”(11CX04005A), 国家科技重大专项“渤海湾盆地精细勘探关键技术”(2008ZX05006)。

受陈南断层及底部构造的影响,永安镇地区的构造样式相对复杂,整体表现为伸展和伸展—走滑复合构造样式;主要发育“Y”字型顺向翘倾断块(浅部)和反向翘倾断块(深部),并与主干断层相交形成滑动断阶等构造样式,靠近断层发育滚动背斜,且背斜顶部遭受轻度剥蚀。

2 断层活动性

断层不仅控制着构造带的形成,而且对油气的运聚成藏也起到非常关键的作用。目前用来定量表征断层活动性的方法主要有断层生长指数法、断层落差法以及断层活动速率法3种,笔者主要采用断层活动速率法对研究区的主干断层进行活动性分析。

通过对研究区过主干断层的多条地震测线进行详细剖析,并对各地质时期断层的活动速率进行统计,结果表明,研究区主干断层在沙四段沉积时期开始形成,在沙三段—沙二段沉积时期活动强烈,在东营组沉积时期之后活动强度明显减弱,现今基本停止活动;其活动时期主要有2期,分别为沙三段—沙二段下亚段沉积时期和沙二段上亚段—东营组沉积时期;断层东、西段的活动强度存在明显差异,西段的活动强度整体弱于东段,且西段开始活动的时间晚,停止的时间早。此外,研究区主干断层的活动强度也存在差异;在沙三段—沙二段下亚段沉积时期,永67断层的活动强度最大,永3断层的活动强度最小。

3 断层输导性和封闭性

断层既可作为油气运移的通道,又可成为油气聚集成藏的遮挡。输导性和封闭性是断层在不同阶段所表现出的不同特性,与断层的活动时期及强度密切相关;二者既对立又统一,共同作用和影响着油气的运移、聚集、散失及分布。

3.1 输导性

断层的输导性受断层的结构特征、断层与烃源岩的连通性以及断层活动时期与生、排烃期的匹配关系等多重因素影响。只有沟通烃源岩,且活动时期与生、排烃期相匹配的断层,才有可能成为油气运移的有利通道。

东营凹陷古近系烃源岩主要发生2期大规模的生、排烃过程,分别是东营组沉积末期和馆陶组—

明化镇组沉积时期。研究区主干断层的形成时间早,向下多断至沙三段烃源岩,向上可断至东营组、馆陶组,甚至明化镇组,成为连接烃源岩和储层的油源断层。分析断层活动时期与生、排烃期的匹配关系(图2)发现,研究区主干断层的活动时期主要集中于沙三段—东营组沉积时期;如永3断层西段、永41断层东段和永67断层的主要活动时期与生、排烃期均有较好的匹配关系,为后期烃源岩内烃类的排出提供了良好的运移通道,有利于油气成藏。

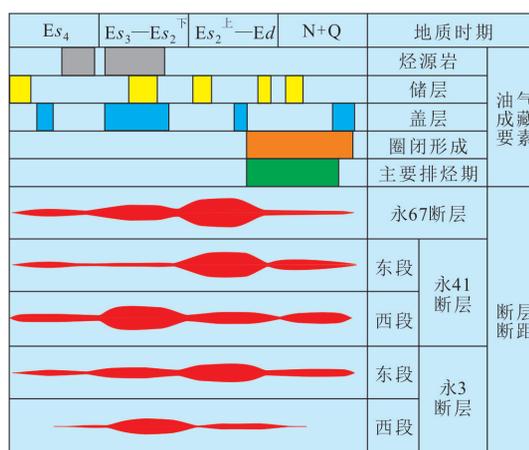


图2 永安镇地区主干断层活动时期与生、排烃期匹配关系

3.2 封闭性

断层封闭性是控制油气富集程度的主要因素,也是控制油气藏含油范围及油藏高度的重要因素;其受多种因素的影响和控制,如断层两盘岩性配置关系、岩层产状配置关系、断层活动时期与油气运移的匹配关系、断层产状和断距等。只有深入研究各种影响和控制因素,对断层封闭性进行定性和定量的分析、评价,才能明确断层的封闭机理,预测其封闭性,进而判断有利的油气成藏区。

中外学者已经提出了一些定性和定量评价断层封闭性的方法^[16-26],笔者主要从断面正应力、断层两盘岩性配置关系、泥岩涂抹、断层性质及岩层产状配置关系5个方面对研究区主干断层的封闭性进行评价。在综合考虑影响断层封闭性因素的基础上,首先通过专家调查法^[27-28]确定各因素的权重系数,断面正应力、断层两盘岩性配置关系、泥岩涂抹、断层性质和岩层产状配置关系的权重系数分别为0.30,0.25,0.25,0.15和0.05;其次,采用模糊综合评价法对断层的封闭性进行评价,建立单因素评价隶属度与单因素权重系数的矩阵,进而采用加权平均法计算出断层封闭性的模糊综合评价值^[26]。根据研究区已发现油藏的封闭性,建立断层封闭性的

评价标准。当模糊综合评价值小于0.6时,断层封闭性差;该值为0.6~0.7,0.7~0.8和0.8~0.9时,封闭性分别为较差、中等和较好;该值大于0.9时,封闭性好。

通过对研究区主干断层在不同地质时期封闭性的模糊综合评价值进行分析发现,各断层的封闭性在横向和纵向上均存在明显差异(图3)。纵向上,主干断层在沙二段上亚段—东营组沉积时期的封闭性为差或较差;在沙三段—沙二段下亚段沉积时期的封闭性明显好于沙二段上亚段—东营组沉积时期,封闭性为较好和中等。横向上,永3断层中段(永54井处)、永41断层西段(永4井)以及永67断层的封闭性较差。

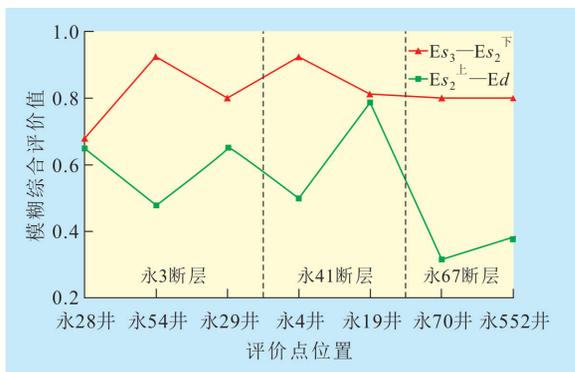


图3 永安镇地区主干断层封闭性模糊综合评价

4 断层与油气成藏的关系

4.1 油气运移方向

平面上,研究区永3断层西段以及永67断层在沙三段—沙二段和东营组沉积时期活动强烈,与生、排烃期具有较好的匹配关系,且在沙二段上亚段—东营组沉积时期的封闭性差,有利于油气的运移。永41断层东段虽然活动性强于西段,与生、排烃期的匹配良好,但在永19井处的封闭性较好,不利于油气的垂向和侧向运移。因此,永3断层西段及永67断层是研究区油气的优势运移通道,也是油气成藏的有力地区。

纵向上,永安镇地区的烃源岩主要为沙四段上亚段和沙三段下亚段深湖相暗色泥岩;储层主要为沙四段近岸水下扇、沙三段三角洲和近岸水下扇以及沙二段下亚段扇三角洲砂体;盖层主要为沙四段上亚段、沙三段湖相和三角洲平原相泥岩、沙一段浅湖相暗色泥岩夹薄层灰岩和白云岩以及明化镇组上部浅棕色或灰色泥岩、粉砂质泥岩。烃源岩生成的油气主要通过断层垂向运移至上覆储层,进而

被盖层封盖成藏,形成“下生上储上盖”型生储盖组合,研究区大部分油气藏均属于该类组合关系。

4.2 油气成藏模式

永安镇地区发育大量的构造、岩性及地层油气藏,从已发现油气藏的分布范围(图1)来看,其主要环绕分布在永3断层西段、永41断层西段和永67断层周围。油气藏的分布特征不仅与研究区西临民丰生油洼陷有关,也与主干断层的活动性和输导性密切相关。永3断层西段、永41断层西段以及永67断层的输导性好且活动时期与生、排烃期相匹配,因此,主干断层与生、排烃期匹配且输导性好的构造部位应是有利成藏区。

从断层组合特征来看,永安镇地区的断层自北向南呈阶梯状排列,将该区由北至南切割成3个依次南掉的台阶,为油气从低部位向高部位的运移提供了可能。在断层输导性相对较好的地区,油气经过断层向上覆地层运移,与合适的圈闭匹配即可聚集成藏;在断层封闭性相对较好的地区,由于断层的侧向封堵致使油气在各断阶聚集成藏。主干断层的组合方式及其输导性和封闭性的差异使研究区主要形成了阶梯状的油气成藏模式,也使油气藏的分布层位由南向北依次变浅(图4)。

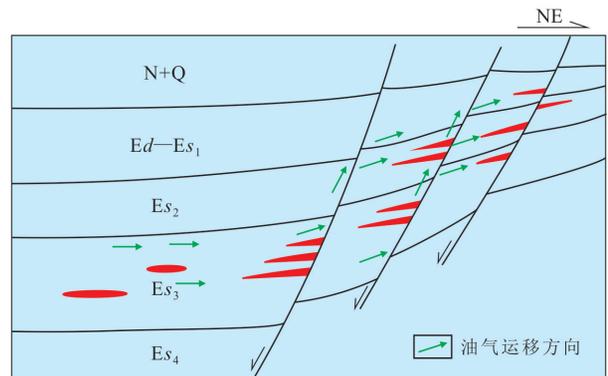


图4 永安镇地区油气成藏模式

5 结论

永安镇地区各主干断层的活动性和封闭性具有明显差异,导致其油气藏分布也存在差异。永3和永41断层的东段开始活动的时期早于西段,活动强度也大于西段,但封闭性较好,不利于油气的输导;而西段的封闭性较差,有利于油气的垂向和侧向运移。永67断层活动强度大,持续时间长,与生、排烃期的匹配关系好,且封闭性差,有利于油气的输导。永3断层西段、永41断层西段以及永67断层的活动时期与生、排烃期匹配且输导性好,断层附

近有利于形成构造油气藏;此外,3条主干断层自南向北依次排列,油气自永3断层西段开始向北运移,形成了阶梯状的油气成藏模式,今后可依据油气藏分布层位由南向北逐渐变浅的特征进行勘探部署。

参考文献:

- [1] 陈清华,吴孔友,王绍兰.永安镇油田构造特征[J].石油大学学报:自然科学版,1998,22(5):23-25.
- [2] 邱桂强,王勇,熊伟,等.济阳拗陷新生代盆地结构差异性研究[J].油气地质与采收率,2011,18(6):1-5.
- [3] 杨显成,刘利.东营凹陷坨-胜-永断裂带天然气成藏条件及富集规律[J].中国海上油气:地质,2003,17(2):84-88.
- [4] 卢浩,蒋有录,薄冬梅,等.东营凹陷永安镇-盐家地区油源特征分析[J].油气地质与采收率,2008,15(6):39-42.
- [5] 韩连滨,蒋有录.东营凹陷永安镇地区断裂特征与油气运移[J].断块油气田,2010,17(1):38-41.
- [6] 贾容.东营凹陷永安镇地区输导体系构成与控藏作用[J].天然气地球科学,2007,18(3):399-402.
- [7] 尹丽娟.济阳拗陷古近系—新近系泥质岩盖层及其与油气的关系[J].油气地质与采收率,2012,19(2):12-15.
- [8] 刘利.东营凹陷永安镇断裂带气藏成藏规律研究[J].特种油气藏,2006,13(2):29-32.
- [9] 杨勇.东营凹陷永安镇油田永3断块沙二段进积三角洲沉积体系[J].油气地质与采收率,2009,16(2):27-29.
- [10] 陈清华,王绍兰.永安镇油田构造沉积特征与油气关系[J].岩相古地理,1998,18(3):14-20.
- [11] 王端平,杨勇,牛栓文,等.东辛复杂断块油藏层块分类评价方法与调整对策[J].油气地质与采收率,2012,19(5):84-87.
- [12] 袁静,袁炳存.永安镇地区永1砾岩体储层微观特征[J].石油大学学报:自然科学版,1999,23(1):13-16.
- [13] 蒋有录,刘振,史文东,等.永安镇油气田成藏地质条件与油气富集规律[J].石油大学学报:自然科学版,1995,19(6):16-20.
- [14] 张立强,杨晚,侯冠群.东营凹陷永82井沙四段紫红色泥岩特征及其在层序划分中的应用[J].油气地质与采收率,2012,19(5):43-46,53.
- [15] 王真,孙强.永安气藏开发规律及剩余气分布研究[J].断块油气田,2005,12(2):44-45.
- [16] 付晓飞,方德庆,吕延防,等.从断裂带内部结构出发评价断层垂向封闭性的方法[J].地球科学——中国地质大学学报,2005,30(3):328-336.
- [17] 吕延防,沙子萱,付晓飞,等.断层垂向封闭性定量评价方法及其应用[J].石油学报,2007,28(5):34-38.
- [18] 张娟.西湖凹陷平湖油气田断层封闭性评价[J].油气地质与采收率,2012,19(4):18-20.
- [19] 王来斌,徐怀民.断层封闭性的研究进展[J].新疆石油学院学报,2003,15(1):11-14.
- [20] 赵密福,信荃麟,李亚辉,等.断层封闭性的研究进展[J].新疆石油地质,2001,22(3):258-261.
- [21] 吕延防,王帅.断层封闭性定量评价[J].大庆石油学院学报,2010,34(5):35-41.
- [22] 汪新伟,沃玉进,周雁,等.构造作用对油气保存影响的研究进展——以上扬子地区为例[J].石油实验地质,2011,33(1):34-42.
- [23] 吕延防,马福建.断层封闭性影响因素及类型划分[J].吉林大学学报:地球科学版,2003,33(2):163-166.
- [24] 罗群.断裂带的输导与封闭性及其控藏特征[J].石油实验地质,2011,33(5):474-479.
- [25] 陆友明,牛瑞卿.封闭性断层形成机理及研究方法[J].天然气地球科学,1999,10(5):12-16.
- [26] 陈伟,吴智平,侯峰.临南洼陷临商断裂带与油气成藏的关系[J].油气地质与采收率,2010,17(2):25-28.
- [27] 付广,刘洪霞,段海风.断层不同输导通道封闭机理及其研究方法[J].石油实验地质,2005,27(4):404-407.
- [28] 杨勇,邱怡博,查明.用模糊综合评判方法研究断层封闭性——以高邮凹陷陈堡地区为例[J].新疆石油地质,2005,26(1):102-104.

编辑 邹激滢

欢迎广大科技人员踊跃投稿