

松辽盆地徐家围子断陷断裂活动时期 及其与深层气成藏关系分析

胡明,付广,吕延防,付晓飞,庞磊

东北石油大学地球科学学院,黑龙江大庆,163318

内容提要:为了能够准确地判断松辽盆地徐家围子断陷断裂的主要活动时期及其与深层天然气成藏之间的关系,本文先后利用了同沉积断层活动速率、火山活动期次与断裂活动期次匹配关系、剖面伸展率及构造演化剖面等4种方法对其进行了研究。首先,由同沉积断层活动速率研究结果可知,断裂主要在下白垩统火石岭组、沙河子组、营城组、登楼库组二段、泉头组二段及上白垩统青山口组沉积时期活动。其次,根据火山活动期次与断裂活动时期匹配关系研究得到,断陷期(火石岭组、营城组一段和营城组三段沉积时期)和青山口组沉积时期为断裂主要的活动时期。再次,由剖面伸展率法研究得到,断裂强烈的活动时期为火石岭组、沙河子组、营一段、泉二、三、四段和青山口组沉积时期。最后,通过该断陷 LINE1208 测线的构造发育史剖面研究可知,断裂的主要活动时期为火石岭组、沙河子组、营一段、营三段、泉二段和青山口组沉积时期。将这4种方法综合起来判定认为,该断陷断裂的主要活动期次有3期,分别对应于火石岭组沉积时期—营三段沉积时期、泉头组沉积中期及青山口组沉积时期。并且将综合判定出的断裂主要活动时期与该断陷源岩的生气史、登二段和营城组火山岩顶部盖层封闭能力形成时期和气藏内天然气的充注时期进行匹配分析。综合研究认为登二段和营城组火山岩顶部2套重要盖层封闭能力形成时期早于该断陷源岩的大量生气期,故盖层并不是天然气成藏的主要制约因素。徐家围子断陷后2期的断裂主要活动时期与深层天然气的主要充注时期相吻合,是天然气向圈闭中运聚的重要时期,且自姚家组至现今断裂活动较弱,这可能是先期形成的气藏得以较完整保存的主要原因。

关键词:徐家围子断陷;断裂活动时期;断裂活动速率;火山活动;天然气成藏时期

徐家围子断陷位于松辽盆地北部,其深层天然气是勘探的重点地区。构造上由徐中走滑断裂将徐西断裂分为南北两支,且徐西主干边界断裂控制形成箕状断陷。徐家围子断陷是松辽盆地深层天然气勘探的重点地区,迄今为止,已经在徐家围子断陷发现以徐深1气藏、汪家屯气藏、安达气藏、徐深21气藏、丰乐气藏等为代表的气藏20余个,提交的探明天然气储量已经超过了 $20 \times 10^{10} \text{ m}^3$,充分展示了该断陷良好的勘探前景。关于松辽盆地以及徐家围子断陷断裂活动期次的研究不多(孙晓猛等,2007;林铁锋等,2008;雷茂盛等,2004),且一般没有提及具体的研究方法或只采用一种或两种方法对其进行研究,缺乏多种方法的综合判断。而且活动期的断裂对徐家围子深层天然气的聚集成藏起到重要作用(林铁锋等,2008;雷茂盛等,2004;张守仁等,2004;季建清等,2000;赵勇等,2003;衣学磊等,2003;王玲

等,2007;蒙启安等,2006;刘学锋,2003)。因此,利用多种方法综合判定徐家围子断陷断裂的主要活动期对徐家围子断陷深层天然气的勘探具有重大意义。

1 断裂发育特征

徐家围子断陷为典型的“下断上坳”的二元结构,因此徐家围子断陷断裂发育及分布均要受到这种二元结构的影响。在这种结构的作用下徐家围子断陷断裂在平面及垂向上呈现出了如下特征。

平面特征:①徐西断裂被徐中走滑断裂分为南北两支,分布在断陷的中部,这3条断裂构成了徐家围子断陷断裂的主体;②断裂分布不均匀,断裂在全区均有分布,但在该断陷的东南部断裂较密集,这可能与徐中走滑断裂及凹陷阶段的反转构造作用有关(任延广,2004);③断裂走向以北北西、北北东及

注:本文为国家大型油气田及煤层气开发科技重大专项“中国大型气田形成条件、富集规律及目标评价”项目(编号2008ZX05007)“大型气田成藏机制与分布规律课题”(编号2008ZX05007-03)的成果。

收稿日期:2009-10-23;改回日期:2010-07-18;责任编辑:章雨旭。

作者简介:胡明,男,1984年生。博士研究生。主要从事油气藏形成与保存条件研究。通讯地址:163318,黑龙江省大庆市东北石油大学地球科学学院;Email:suphuming@yahoo.com.cn。

南北向为主(图 1a)。

垂向特征:① 徐家围子断陷发育 2 套断层系:即断陷期断层系和拗陷期断层系,这是由该地区断陷和拗陷二分结构所决定。② 下、上 2 套断层系性

质存在明显的差异,下部断层系除了控陷主干边界断层表现为“铲式”形态外,多数断层倾角较大,呈明显的“花状”组合;上部断层系为典型的堑—垒相间的组合模式;③ 贯通上下两个构造层的断裂相对较

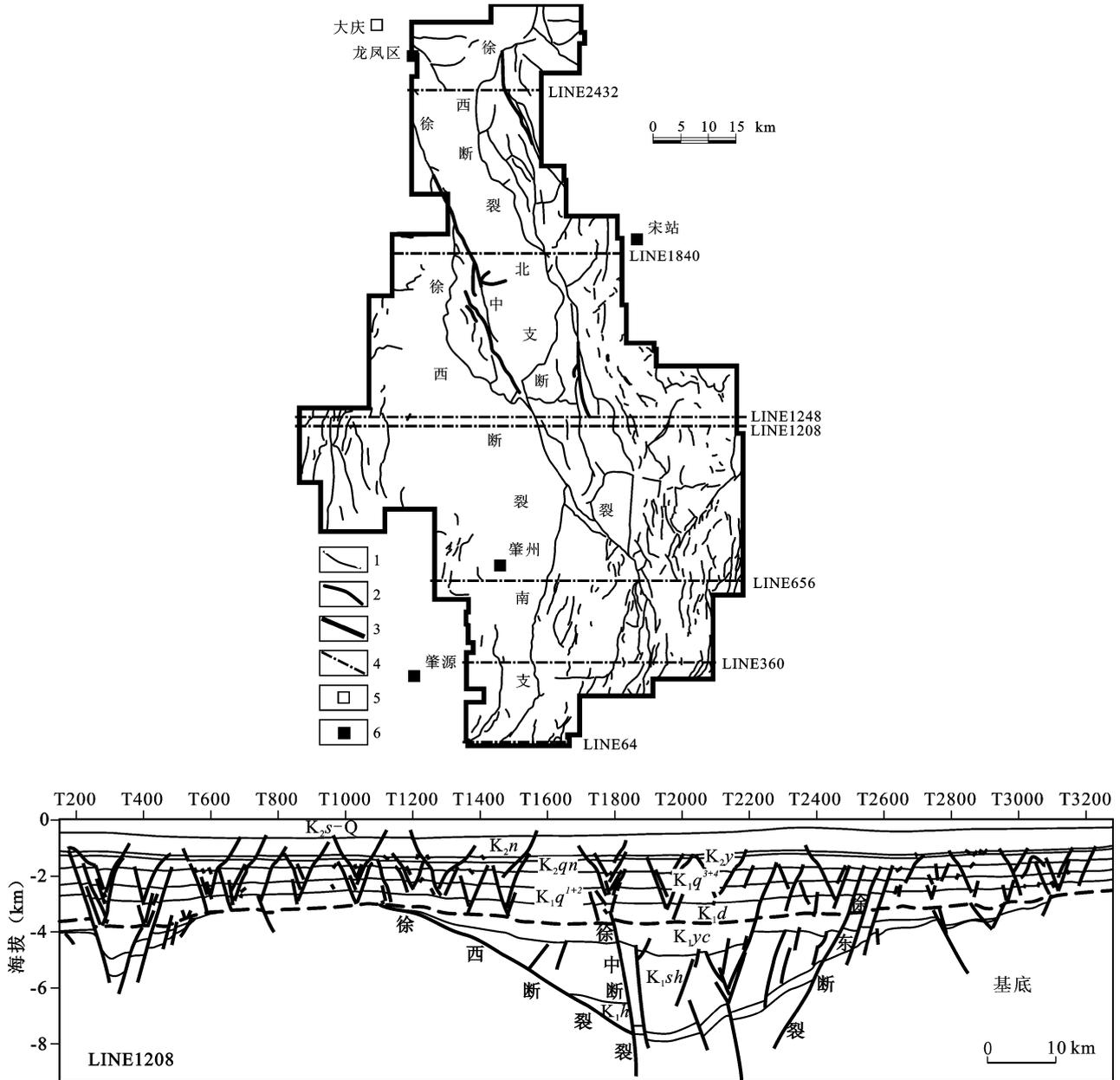


图 1 松辽盆地徐家围子断陷断裂发育特征;(a)T₅反射层断裂;(b)LINE1208 测线剖面
Fig. 1 Characteristics for faults development in the Xujiaweizi Depression, Songliao Basin:

(a) T₅ reflective layer fracture; (b) LINE1208 line profile

1—正断层;2—走滑断层;3—边界;4—剖面线;5—地级市;6—县级市;K_{2s}-Q—上白垩统四方台组—第四系;上白垩统: K_{2n}—嫩江组, K_{2y}—姚家组, K_{2qn}—青山口组;下白垩统: K_{1q}³⁺⁴—泉头组三、四段, K_{1q}¹⁺²—泉头组一、二段, K_{1d}—登娄库组, K_{1yc}—营城组, K_{1sh}—沙河子组; K_{1h}—火石岭组

1—normal fault; 2—strike-slip fault; 3—boundary; 4—profile line; 5—prefecture-level city; 6—county-level city; K_{2s}-Q— Upper Cretaceous Sifangtai Fm.—Quaternary; Upper Cretaceous: K_{2n}—Nenjiang Fm., K_{2y}—Yaojia Fm., K_{2qn}—Qingshankou Fm.; Lower Cretaceous: K_{1q}³⁺⁴—the 3rd and 4th Members of Quantou Fm., K_{1q}¹⁺²—the 1st and 2nd Members of Quantou Fm., K_{1d}—Denglouku Fm., K_{1yc}—Yingcheng Fm., K_{1sh}—Shahezi Fm., K_{1h}—Huoshiling Fm.

少,断裂演化阶段性比较明显;④ 下部断层系明显控制上部密集断层带的形成,总体呈现上下不衔接的“似花状”组合模式(图 1b)。

2 断裂活动时期的判定方法及结果

研究断裂活动时期的方法很多,如剖面的伸展率变化、生长指数、断层活动速率、断层与火山岩体关系、古断距的恢复等(张守仁等,2004;季建清等,2000;赵勇等,2003;衣学磊等 2003;李春光,2003;赵密福等,2000),尽管每种方法均能反映断裂形成和活动时期,但均存在一定的片面性,因此需要联合使用这些方法才能准确标定断裂形成和活动时期。因此本文综合了以下 4 种方法对徐家围子断陷断裂活动时期进行了研究,具体研究方法及综合判定结果如下。

2.1 同沉积断层活动速率

断层活动速率可以用断层活动强度(数值上等于某时期内断层落差与相应时间的比值)来表征(赵密福等,2000)。由于徐家围子断陷绝大多数为正断层,故本文利用同沉积正断层的活动速率来研究徐家围子断陷断层活动时期。正断层垂直活动速率是指某一地层单元在一定时期内,因断裂活动形成的落差与相应沉积时间的比值,即:

$$V_f = \Delta H / t = (H_h - H_f) / t \quad (1)$$

式中: V_f —断层活动速率, m/Ma; t —沉积时间(整套地层的沉积时间取平均值或用生物化石划分沉积时

间), Ma; H_h —断层上盘地层厚度, m; H_f —断层下盘地层厚度, m。

该参数既保留了断层落差的优点,又弥补了由于缺少时间概念所带来的不足,能够更好地反映断层的活动特点(赵勇等,2003)。依据断层活动对两盘地层所造成的沉积、剥蚀作用的差异性,针对断层

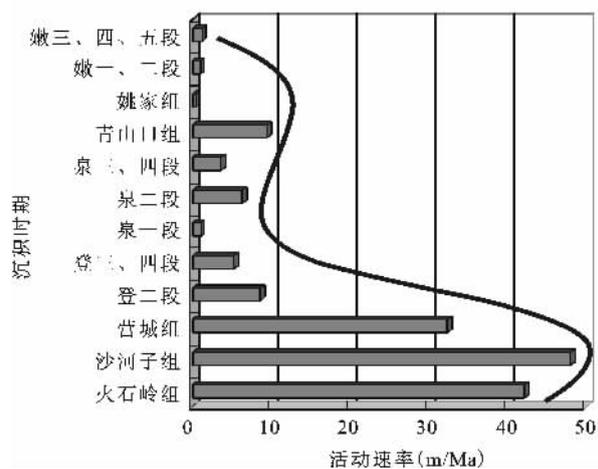
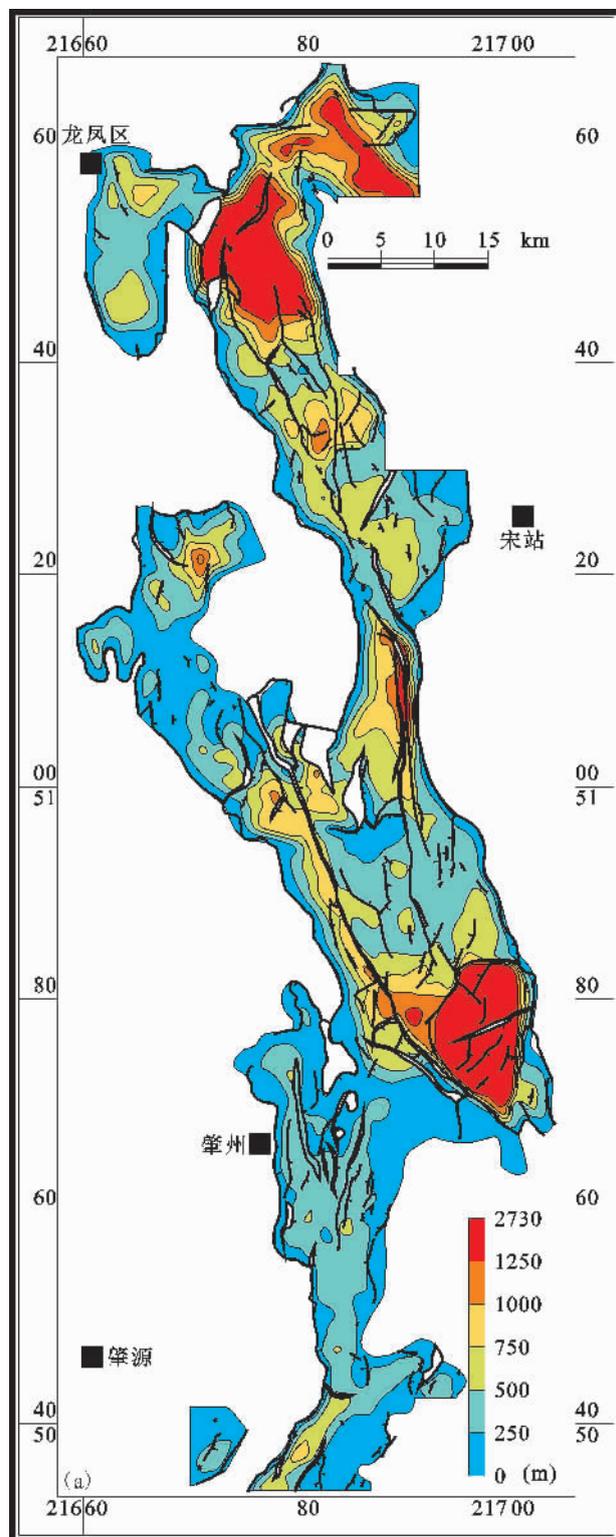


图 2 松辽盆地徐家围子断陷部分同沉积断层不同时期平均活动速率分布图

Fig. 2 The average activity rate distribution of the part syndepositional faults during different periods in the Xujiaweizi Depression, Songliao Basin



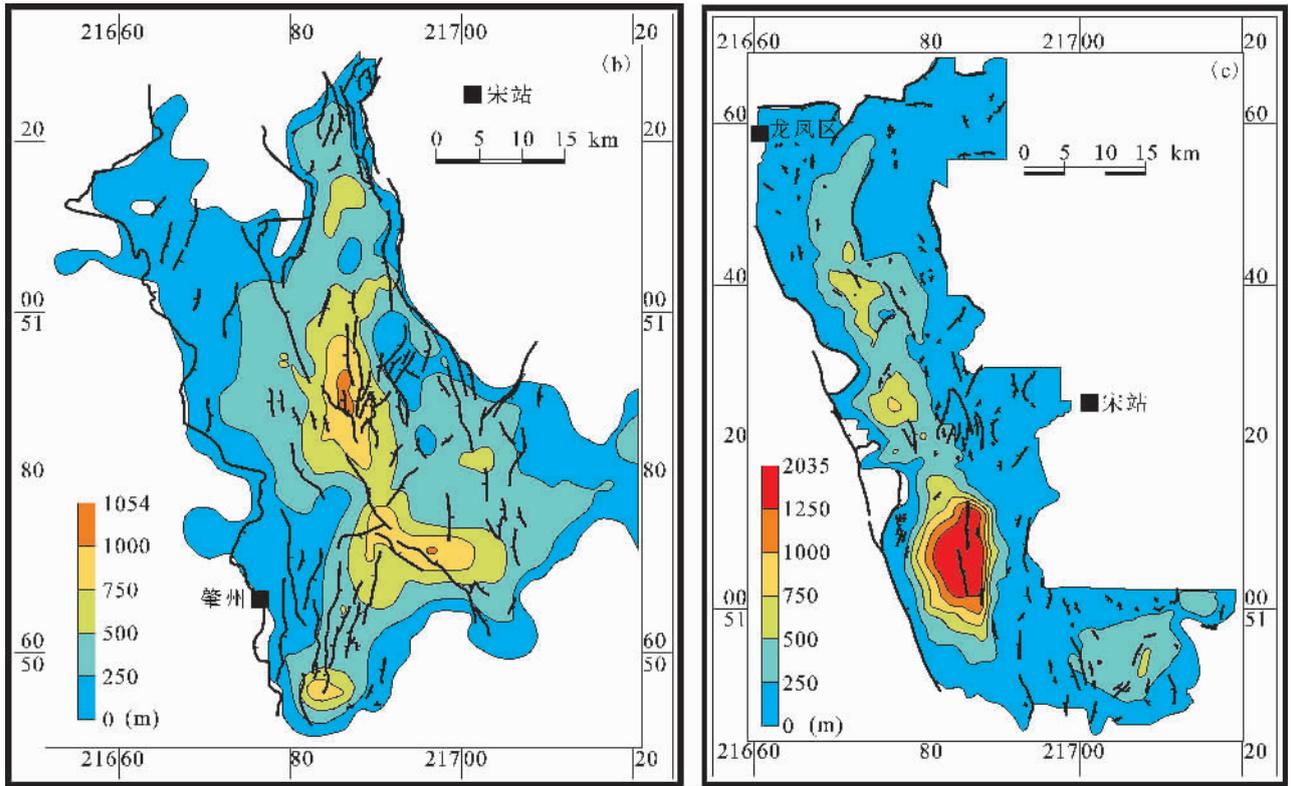


图 3 松辽盆地徐家围子断陷断裂与火山岩分布叠合图

Fig. 3 The congruency of faults and volcanic rocks distribution in the Xujiaweizi Depression, Songliao Basin

(a) 下白垩统火石岭组; (b) 下白垩统营城组一段; (c) 下白垩统营城组三段

(a) Lower Cretaceous Huoshiling Formation; (b) the First Member of Yingcheng Formation, Lower Cretaceous;

(c) the Third Member of Yingcheng Formation, Lower Cretaceous

所处位置不同,确定了不同的计算方法:断陷内同沉积正断层垂直活动速率=(上盘沉积厚度-下盘沉积厚度)/地层沉积时间;断陷边界同沉积正断层垂直活动速率=(上盘沉积厚度+上盘剥蚀厚度-下盘沉积厚度)/地层沉积时间。

进行用上述公式对徐家围子断陷全区 28 条规模较大的断层活动速率进行了计算,且计算了它们在每个层位活动速率的平均值(图 2)。火石岭组为裂陷初期,断层活动速率较大,为 42 m/Ma 左右;沙河子组断层活动速率最大,为 48 m/Ma;营城组断层活动速率减小,但也大于 30 m/Ma。进入登娄库组之后逐渐衰减,至泉头组沉积时期初期几乎降至 0m/Ma;在泉头组沉积的中后期断层活动速率又有所增加。青山口组沉积时期为另一活动高峰,约达到 10 m/Ma,之后逐渐衰减。

由断裂活动速率研究得出,徐家围子断陷断裂活动期次为火石岭组、

沙河子组、营城组、登二段、泉二段及青山口组沉积时期。

2.2 火山活动期次判断断裂活动期次

强烈的断裂活动时期一般伴随着火山活动(衣学磊等,2003,王玲等,2007)。反之则可以利用火山岩的分布及发育特征便可以来判断断裂的主要活动时期。松辽盆地存在 7 期火山喷发(表 1)(葛文春等,2005,单玄龙等,2007)。将前 3 期火山活动时喷出地表火山岩体与所在层位的断裂叠合,如图 4 所

表 1 松辽盆地火山岩旋回及期次划分

Table 1 Volcanic cycle and the period division in the Songliao Basin

旋回	期次	年龄(层位)(Ma)	主要岩性	成因	分布地区
新生代	7	第四纪	玄武岩	幔源	松辽盆地周边
	6	9-15(N)	碧玄岩	幔源	松辽盆地周边
	5	35(N)	碱性橄榄玄武岩	幔源	松辽盆地周边
中生代	4	92(K ₂ qn)	拉斑玄武岩	幔源	大屯、英 8 井
	3	120~113(K ₁ yc ³)	酸、中、基性火山岩	壳源	断陷构造层
	2	130~126(K ₁ yc ¹)	流纹质岩石	壳源	断陷构造层
	1	158~146(K ₁ h)	安山质岩石	壳源	断陷构造层

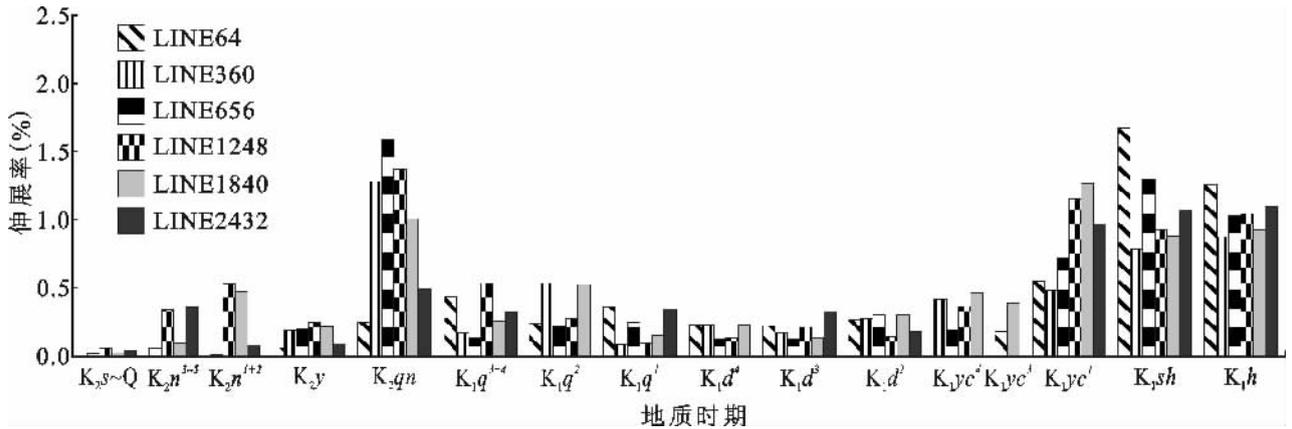


图4 松辽盆地徐家围子断陷断裂不同剖面伸展率变化规律(剖面线如图1所示)

Fig. 4 Fracture extension rate variation in different sections in the Xujiaweizi Depression, Songliao Basin (Section lines shown in Fig. 1)

K_2s-Q —上白垩统四方台组—第四系;上白垩统: K_2n^{3-5} —嫩江组三段至五段, K_2n^{1-2} —嫩江组一段至二段, K_2y —姚家组, K_2qn —青山口组;下白垩统泉头组: K_1q^{3-4} —三、四段, K_1q^2 —二段, K_1q^1 —一段;下白垩统登娄库组: K_1d^4 —四段, K_1d^3 —三段, K_1d^2 —二段;下白垩统营城组: K_1yc^3 —三段, K_1yc^2 —二段, K_1yc^1 —一段; K_1sh —下白垩统沙河子组; K_1h —下白垩统火石岭组
 K_2s-Q —Upper Cretaceous Sifangtai Fm.—Quaternary; Upper Cretaceous: K_2n^{3-5} —3rd—5th Member, Nenjiang Fm., K_2n^{1-2} —1st—2nd Member, Nenjiang Fm., K_2y —Yaojia Fm., K_2qn —Qingshankou Fm.; Lower Cretaceous Quantou Fm.: K_1q^{3-4} —3rd—4th Member, K_1q^2 —2nd Member, K_1q^1 —1st Member; Lower Cretaceous Denglouku Fm.: K_1d^4 —4th Member, K_1d^3 —3rd Member, K_1d^2 —2nd Member; Lower Cretaceous Yingcheng Fm.: K_1yc^3 —3rd Member, K_1yc^2 —2nd Member, K_1yc^1 —1st Member; K_1sh —Lower Cretaceous Shahezi Fm.; K_1h —Lower Cretaceous Huoshiling Fm.

示。由图4可以看出,无论是火石岭组、营一段和营三段,断裂不仅控制着火山岩的分布范围,而且在火山岩分布的主体部位均有较密集的断裂分布。因此可以推断在这3期火山活动时期均有存在断裂的大范围活动。青山口组沉积时期则与前3期明显不同,其火山成因为幔源成因,且其在松辽盆地内的英8井和大屯地区上涌至地表,因此该次火山活动以及伴随的构造运动也对徐家围子断陷断裂活动有很大影响。而后的3期火山活动也均为幔源成因,由于其火山活动的位置距离均在松辽盆地之外的周边地区,因此对徐家围子断陷断裂活动影响不大。

综上,由火山活动期次来看,火石岭组、营一段和营三段沉积时期及青山口组沉积时期为断裂主要的活动时期。

2.3 剖面伸展率

对于一个地质体来说,在其遭受到外界应力的作用下会发生一定的形变,一般遭受的外界应力越强则其形变量越大,也越容易产生断裂或使原有断裂复活。在徐家围子断陷内由南向北选取了6个剖面,并对这6个剖面进行剖面伸展率进行了计算和整理,结果如图4所示。由图4可以看出,徐家围子断陷剖面伸展率呈现2个峰值:即火石岭组—营城组一段和青山口组—姚家组沉积时期。火石岭~营

城组伸展量较大,伸展率约为1%~1.5%;营三、四段时期明显变小,伸展率小于0.5%;登娄库组剖面伸展率最低,为0.25%左右;泉头组初期开始增大至0.3%左右,泉二、三和四段沉积时期剖面伸展率增至0.5%左右;青山口组—姚家组伸展率为另一高峰期,增大至1.25%左右;之后在嫩江组沉积时期逐渐衰减。

由剖面伸展率统计结果可以看出,断裂强烈的活动时期为断陷期(火石岭组、沙河子组、营一段)、泉头组沉积中后期及青山口组。

2.4 构造发育史剖面

从徐家围子断陷典型的构造演化史剖面(图5)可以看出,在火石岭组沉积时期虽然断裂较少,但由地层厚度发育情况可知,断裂在该时期强烈活动;在沙河子组沉积时期断裂数量增多,而且地层厚度在徐西铲状断裂内急剧增加,故断裂在该沉积时期内剧烈活动;营一、三段沉积时期虽然断裂数量没有增多,但由图可以看出徐中断裂、徐西断裂在营一、三段沉积时期持续迅速发育,因此断裂在该时期内剧烈活动;泉二段和青山口组沉积时期是徐家围子断陷断裂活动的主要时期,这可以由泉二段和青山口组沉积时期断裂数量大量增多得出。因此,由构造发育史剖面可以看出,徐家围子断陷断裂主要活动

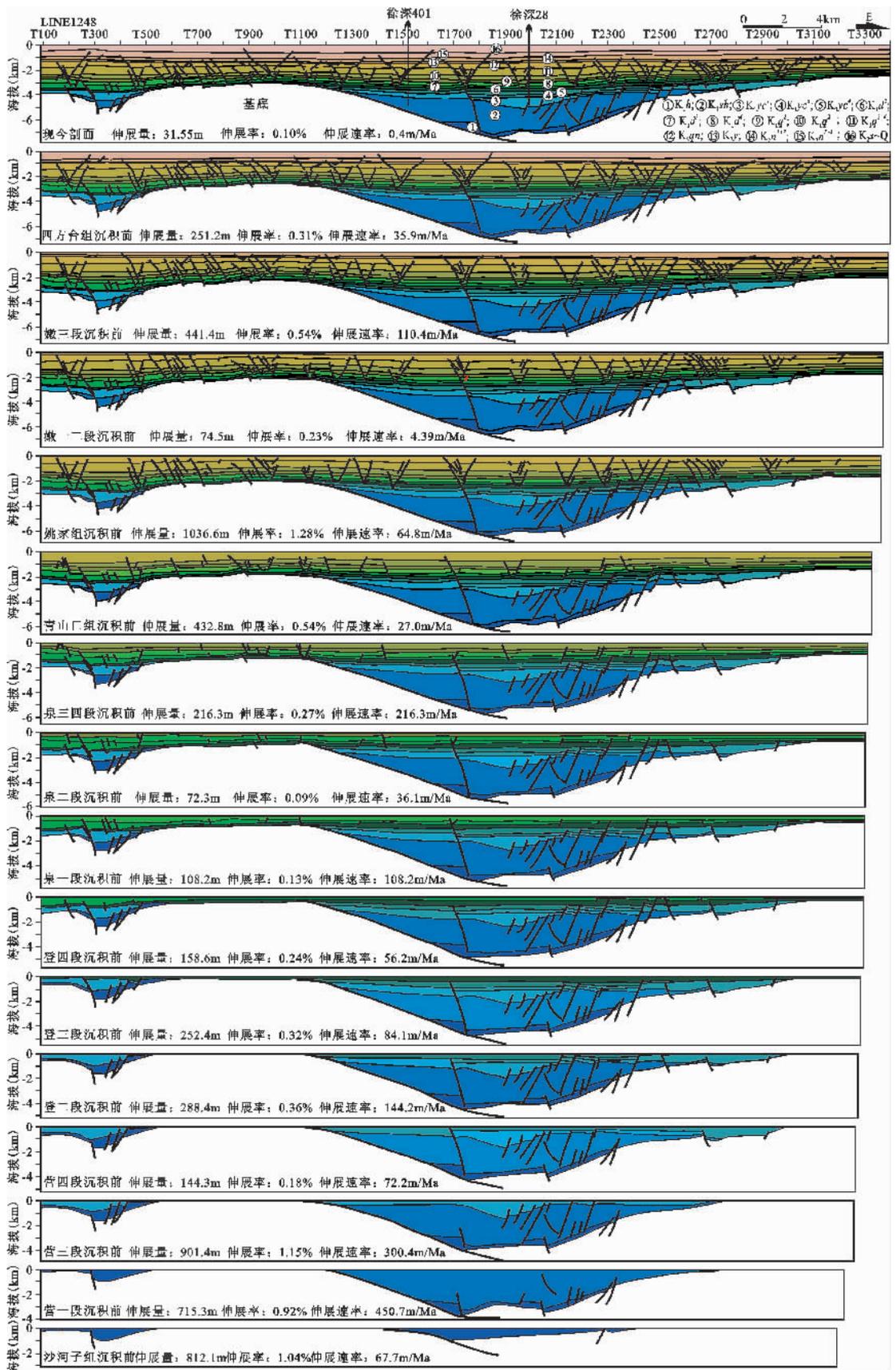


图 5 松辽盆地徐家围子断陷 LINE1248 测线构造发育史剖面

Fig. 5 The tectonic evolution history on the LINE1248 in the Xujiaweizi Depression, Songliao Basin

表2 松辽盆地徐家围子断陷断裂主要活动时期综合判定表

Table 2 The comprehensive determination of faults main activities periods in the Xujiaweizi Depression, Songliao Basin

活动时期 判断方法	火石岭组	沙河子组	营一段	营三段	营四段	登娄库组	泉一段	泉二段	泉三、四段	青山口组	姚家组	嫩江组	四方台组— —现今
同沉积断层活动速率	■	■	■	■	■			■		■			
火山岩活动期次 判断断裂活动期次	■		■	■						■			
剖面伸展率	■	■	■					■	■	■			
构造发育史剖面	■	■	■	■				■		■			
综合判定	■	■	■	■				■		■			

时期为火石岭组、沙河子组、营一段、营三段、泉二段和青山口组沉积时期。

2.5 断裂主要活动时期综合判定

将上述各指标反映主要断裂活动期次综合为表2。由表2可看出,应用不同的方法判定的断裂活动期次会有所不同,但在主要的断裂活动期次上是大体相当的。将以上4种方法判定的断裂活动时期叠加综合得出,徐家围子地区断裂的主要活动期次有3期,分别对应于火石岭组至营三段沉积时期、泉头组沉积中期及青山口组沉积时期。

3 断裂活动期次与深层天然气成藏关系

徐家围子断陷气源岩有4套,从上到下分别为下白垩统登娄库组、营城组、沙河子组和上侏罗统火石岭组,主要是以煤系地层为主的泥岩和煤。不同的时期烃源岩的生气量是不同的,自沙河子组沉积时期开始生气,至泉头组沉积初期开始进入大量排气期,在青山口组沉积时期达到最大排烃期,排气速率达 $0.76 \times 10^{12} \text{ m}^3/\text{Ma}$,在嫩江组沉积时期源岩排气速率达到第二个高峰,此后源岩排气速率逐渐降低,如图6所示(李景坤等,2006;付广等,2008;徐立恒等,2008)。

徐家围子断陷发育3套天然气盖层,由下至上分别为泉一、二段盖层、登二段盖层、营城组火山岩顶部盖层,其中前2套为区域性盖层,最后一套为局部

性盖层,但徐家围子断陷深层天然气主要分布在登二段和营城组火山岩顶部2套盖层之下。这2套盖层封闭能力形成时期分别为登娄库组沉积早期和登娄库组沉积末期,如图6所示(付广等,2004;王雅春等,2009;于丹等,2009)。

徐家围子断陷深层天然气充注的时期主要为泉头组至嫩江组沉积时期,具体可分为4个期次,分别为泉头组沉积早期、泉头组沉积中期、泉头组沉积晚期—青山口组沉积中期和姚家组—嫩江组沉积时期,而且天然气充注以第2、3期为主,如图6所示(李景坤等,2006;邵奎政等,2002;冯子辉等,2003)。

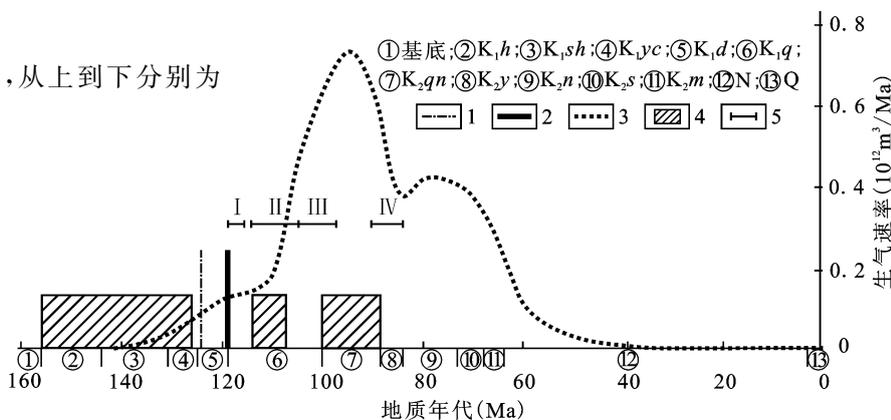


图6 松辽盆地徐家围子断陷断裂主要活动时期与气源岩排气史关系图

Fig. 6 The relationship between faults main activities period and the history of the exhaust gas source rocks in the Xujiaweizi Depression, Songliao Basin

下白垩统:K₁h—火石岭组, K₁sh—沙河子组, K₁yc—营城组, K₁d—登娄库组, K₁q—泉头组;上白垩统:K₂qn—青山口组, K₂y—姚家组, K₂n—嫩江组, K₂s—四方台组, K₂m—明水组; N—新近系; Q—第四系; 1—营一段顶部盖层封闭能力形成时期; 2—登二段盖层封闭能力形成时期; 3—源岩生气速率; 4—断裂活动时期; 5—天然气充注时期

Lower Cretaceous: K₁h—Huoshiling Fm., K₁sh—Shahezi Fm., K₁yc—Yingcheng Fm., K₁d—Denglouku Fm., K₁q—Quantou Fm.; Upper Cretaceous: K₂qn—Qingshankou Fm., K₂y—Yaojia Fm., K₂n—Nenjiang Fm., K₂s—Sifangtai Fm., K₂m—Mingshui Fm.; N—Neogene; Q—Quaternary; 1—sealing ability forming time of the caprock, top of the 1st Member of Yingcheng Fm., Lower Cretaceous; 2—sealing ability forming time of the caprock, the 2nd Member of Denglouku Fm., Lower Cretaceous; 3—gas-generation rate of source rocks; 4—fault active period; 5—gas-filling period

由图 6 综合分析可以得出,徐家围子断陷登二段和营城组火山岩顶部 2 套盖层封闭能力形成时期均在源岩大量排烃期之前,且均早于天然气的 4 个充注期。因此,该断陷内盖层并不是该区天然气成藏的制约性因素。对比断裂的 3 个主要活动时期和源岩生气速率可知,在第一期断裂主要活动期时,源岩刚刚进入排烃期;在第二个断裂主要活动时期时,源岩向大量排烃期转化;在第三个断裂主要活动时期,正处于源岩大量排烃期。且后 2 个主要的断裂活动时期与深层天然气的主要充注期恰好为同一时期,因此,断裂的这 2 个重要活动时期也是天然气大量运移时期,在天然气向圈闭中运移和聚集起到重要的通道作用。而且由图 6 中还可以看出,在天然气主要充注期之后(姚家组至现今)断裂活动较弱,这可能是先期形成的气藏得以较完整保存的主要原因。

4 结论

(1)分别利用同沉积断层活动速率、火山活动期次与断裂活动时期匹配、剖面伸展率及构造发育史剖面等 4 种方法对徐家围子断陷断裂主要活动时期进行了研究。首先,由断裂活动速率研究结果可知,徐家围子断陷断裂主要在火石岭组、沙河子组、营城组、登二段、泉二段及青山口组沉积时期活动。其次,根据火山活动期次与断裂活动时期匹配关系研究得到,断陷期(火石岭组、营一段和营三段沉积时期)和青山口组沉积时期为断裂主要的活动时期。再次,由剖面伸展率法研究得到,徐家围子断陷断裂强烈的活动时期为火石岭组、沙河子组、营一段、泉二、三、四段和青山口组沉积时期。最后,通过徐家围子断陷 LINE1208 测线的构造发育史剖面研究可知,断裂的主要活动时期为火石岭组、沙河子组、营一段、营三段、泉二段和青山口组沉积时期。

(2)综合断裂活动速率、火山活动期次与断裂活动时期匹配、剖面伸展率及构造发育史剖面等 4 种方法判定徐家围子地区断裂的主要活动期次有 3 期,分别对应于火石岭组—营三段沉积时期、泉头组沉积中期及青山口组沉积时期。

(3)徐家围子断陷登二段和营城组火山岩顶部 2 套重要盖层封闭能力形成时期早于该断陷源岩的大量生气期,因此盖层并不是天然气成藏的主要制约因素。徐家围子断陷后 2 期的断裂主要活动时期与深层天然气的主要充注时期相吻合,是天然气向圈闭中运聚的重要时期,且自姚家组至现今断裂活

动较弱,这可能是先期形成的气藏得以较完整保存的主要原因。

参 考 文 献 / References

- 冯子辉,任延广,王成,李景坤,王雪,关秋华. 2003. 松辽盆地深层火山岩储层包裹体及天然气成藏期研究. 天然气地球科学, 14(6): 436~442.
- 付广,孙建军,徐淑艳. 2004. 从源盖时空匹配关系预测徐家围子断陷的天然气远景. 天然气地球科学, 15(6): 580~583.
- 付广,王有功. 2008. 火山岩天然气成藏要素时空匹配及对成藏的控制作用:以徐家围子地区深层为例. 地球科学, 33(3): 342~348.
- 葛文春,吴福元,周长勇, Rahman A A A. 2005. 大兴安岭北部塔花岗岩体的时代及对额尔古纳地块构造归属的制约. 科学通报, 50(12): 1239~1247.
- 季建清,钟大贵,张连生. 2000. 滇西南新生代走滑断裂运动学、年代学、及对青藏高原东南部块体运动的意义. 地质科学, 35(3): 336~349.
- 李春光. 2003. 中国东部盆地油气藏同生断层的定量研究. 油气地质与采收率, 10(4): 1~4.
- 李纯泉,陈红汉. 2007. 徐家围子断陷火山岩储层流体包裹体研究. 天然气工业, 27(8): 20~22.
- 李景坤,冯子辉,刘伟,宋兰斌,舒萍. 2006. 松辽盆地徐家围子断陷深层天然气成藏期研究. 石油学报, 27(S1): 42~46.
- 李景坤,刘伟,宋兰斌. 2006. 徐家围子断陷深层烃源岩生烃条件研究. 天然气工业, 26(6): 21~24.
- 雷茂盛,林静薇. 2004. 岩层离距图法研究沉积岩断裂发育史——以松辽盆地放古拉断裂为例. 海相油气地质, 9(1~2): 105~110.
- 林铁锋,施立志,王卓卓,马永义. 2008. 松辽盆地北部宋站—尚家地区断裂发育特征及其对油气成藏的控制作用. 大地构造与成矿学, 32(2): 165~170.
- 刘学锋,王正允,孟令奎. 2003. 徐家围子断陷深层构造演化与天然气聚集. 江汉石油学院学报, 25(4): 9~11.
- 蒙启安,杨永斌,金明玉. 2006. 断裂对松辽盆地庆深大气田的控制作用. 石油学报, 27(S1): 14~17.
- 任延广. 2004. 松辽盆地徐家围子断陷地质特征与天然气聚集规律. 吉林大学, 38~39.
- 单玄龙,刘青帝,任利军,赵玉婷. 2007. 松辽盆地三台地区下白垩统营城组珍珠岩地质特征与成因. 吉林大学学报(地球科学版), 37(6): 1146~1151.
- 邵奎政,梁晓东. 2002. 徐家围子地区天然气成藏期次及其模式. 大庆石油地质与开发, 21(6): 4~5.
- 孙晓猛,朱德丰,郑常青,单玄龙,程日辉,孙庆春. 2007. 松辽盆地东缘中生代断裂构造特征、形成期次及其储层意义. 吉林大学学报(地球科学版), 37(6): 1055~1063.
- 王玲,孙夕平,张研,马晓宇. 2007. 松辽盆地深层断裂体系对火山岩成因和火山岩相带的控制:以徐深地区为例. 天然气地球科学, 18(3): 389~393.
- 王雅春,李刚,杨宏松,张群. 2009. 徐家围子断陷储盖组合及对天然气富集的控制作用. 大庆石油学院学报, 33(4): 5~8.
- 徐立恒,卢双筋,陈践发,李吉君,马广宇,李玲. 2008. 徐家围子断陷深层烃源岩生气评价. 石油学报, 29(6): 846~852.
- 衣学磊,侯贵廷. 2007. 济阳拗陷中、新生代断裂活动强度研究. 北京大学学报(自然科学版), 38(4): 504~509.
- 于丹,付晓飞,吕延防,付广,胡明. 2009. 徐家围子断陷深层天然气盖层特征及封盖性评价. 吉林大学学报(地球科学版), 39(5):

773~780.

与开发, 31(2):46~49.

赵密福, 刘泽容, 信荃麟, 李亚辉. 2000. 惠民凹陷临南地区断层活动特征及控油作用. 石油勘探与开发, 27(6):9~11.

赵勇, 戴俊生. 2003. 应用落差分析研究生长断层. 石油勘探与开发, 30(3):13~15.

张守仁, 万天丰. 2004. 柴西北地区断裂活动及构造演化. 石油勘探

The Fault Activity Period and Its Relationship to Deep Gas Accumulation in the Xujiaweizi Depression, Songliao Basin

HU Ming, FU Guang, LÜ Yanfang, FU Xiaofei, PANG Lei

College of Earth Sciences, Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang, 163318

Abstract: Abstract: To be able to accurately determine the main period of fault activity and its relation to the deep gas accumulation in the Xujiaweizi Depression, Songliao Basin, in this paper, four methods of syndepositional fault activity rate, volcanic activity period to determine fault activity period, stretch rate of cross section profile and tectonic evolution section are used to judge them successively. First, the research about the rates of syndepositional fault activity rate shows that the faults had been active during Lower Cretaceous Huoshiling Formation (Fm.), Shahezi Fm., Yingcheng Fm., the Second Member of Dengloulou Fm., the Second Member of Quantou Fm. and Upper Cretaceous Qingshankou Fm.. Secondly, based on the matching relation between the volcanic activity period and fault activity, fault depression period (Lower Cretaceous Huoshiling Fm., the First Member of Yingcheng Fm. and the Third Member of Yingcheng Fm.) and the deposition of Upper Cretaceous Qingshankou Fm. are the main periods of activity for the faults. Again, from the section stretch, the periods of faults activities were Lower Cretaceous Huoshiling Fm., Shahezi Fm., the First Member of Yingcheng Fm., the Second Member of Quantou Fm., the Third Member of Quantou Fm., the Forth Member of Quantou Fm. and Upper Cretaceous Qingshankou Fm.. Finally, through the tectonic evolution history of the LINE1208, the major activity period of faults are Lower Cretaceous Huoshiling Fm., Shahezi Fm., the First Member of Yingcheng Fm., the Third Member of Yingcheng Fm., the Second Member of Quantou Fm. and Upper Cretaceous Qingshankou Fm.. Fault activity rates integrated judge concluded that there are 3 main periods of fault activity in the Xujiaweizi Depression and they are: Lower Cretaceous Huoshiling Fm.—the Third Member of Yingcheng Fm., Lower Cretaceous; the interim of Lower Cretaceous Quantou Fm. and Upper Cretaceous Qingshankou Fm.. They are analyzed the matching relationship of the fault activity main periods, the exhaust periods of gas source rocks, the formation of cap rock sealing ability and gas charging period in the Xujiaweizi Depression. Comprehensive study accounts that the sealing ability formed periods of 2 sets of important cap rocks, are earlier than source rocks gas generation period numerously, so cap rocks are not the factor constraining of gas accumulation, but the fault activity main period and gas charging main period is exactly the same period, and it is an important period of gas migration, and is also an important period deep of gas reservoir formation in the Xujiaweizi Depression. And after the formation of gas reservoir (K₂y to the present) fault activity is weak, which is the main reason of gas reservoirs unspoiled and still relatively intact.

Key words: Xujiaweizi Depression, Songliao Basin; syndepositional fault activity period; fault activity rates; volcanic activity; gas accumulation period