

冀中坳陷马西断裂带分段特征 及其与油气的关系*

孙冬胜^{1,2}, 刘池阳², 杨明慧^{1,2}, 杜金虎³, 张以明³, 张锐锋³

(1. 石油大学盆地与油藏研究中心, 北京 102249; 2. 西北大学地质系, 陕西西安 710069; 3. 华北油田分公司, 河北任丘 034260)

摘要: 马西断裂是饶阳凹陷马西洼槽的边界断层, 也是一条重要的控油断层。在大量地震剖面解释及构造变形特征分析的基础上, 结合对沉积的控制作用等, 将马西断裂划分为3段: 即北部显著走滑段、中部主升降段及南部帚状撒开段。马西断裂发育于前古近纪阜平变质核杂岩侧向伸展的大型拆离滑覆构造前缘的逆冲断裂带, 在古近纪区域右旋剪张应力作用下发生强烈的伸展裂陷, 并于古近纪末及新近纪末分别发生了左行及右行走滑活动, 北部显著走滑段是在古近纪末走滑活动中贯通并发生统一的运动。断层的多期走滑活动不仅有利于油气运移, 同时也形成一系列圈闭构造。但同一断层的不同部位在同期的构造活动中形成不同类型的圈闭构造, 并且后期的构造对前期构造具有明显的改造作用, 使其具有不同的油气地质意义。

关键词: 断裂分段性; 伴生构造; 油气; 古新近纪; 马西断裂; 饶阳凹陷

第一作者简介: 孙冬胜, 男, 39岁, 博士(现在石油大学博士后流动站工作), 含油气盆地构造地质

中图分类号: TE111

文献标识码: A

冀中坳陷位于渤海湾盆地西北隅, 东部以一系列左行雁行排列的边界断裂与沧县隆起的文安斜坡相邻, 自北而南分别是马西断裂、河间断裂、留路断裂及沧西断裂等, 每个断裂都控制一个古近纪的沉积洼槽, 显示了古近纪区域右旋剪张的应力场特征^[1]。其中马西断裂控制着油气最为富集的马西洼槽, 著名的任丘潜山就位于该洼槽内。长期以来对该断裂的延伸、分段性、伴生构造、演化史等存在认识上的分歧或不足, 以下重点对上述4方面进行探讨, 并进一步阐述断裂演化史及其与油气的关系。

1 平面展布

以前所说的马西断裂(也称南马庄断裂), 是指南起间13井, 呈NE向延至后留古寺, 经南马庄延至陵城, 又转为NE走向, 至文25井后消失, 平面展布呈“S”型。通过大量二维地震测线对比及三维测线追踪, 发现马西断裂经陵城后, 并不是转为NE向的陵城断裂, 而是继续向北延伸, 直至霸

县凹陷的高家庄一带(图1)。陵城以北, 断面陡倾近直立, 但断裂两侧古近纪地层厚度无明显差别, 说明该段在古近纪活动性不强, 主要为古近纪之后走滑活动的结果。而马西断裂东侧文安斜坡上NE走向且近平行排列的陵城断裂、梁召镇断裂及长丰镇断裂等则为马西断裂东侧的一系列雁行排列的次级断裂(图1)。

马西断裂自后留古寺向西南延至间13井一带, 断裂规模变小, 对沉积控制作用减弱, 且主要控制沙河街组一段及东营组的沉积。至北西向的八里庄-薛庄横向构造带^{**}, 主断裂被一系列帚状撒开的分支断裂置换。向南跨过横向构造带后, 马西断裂带消失, 被侧接的河间断裂替代。

2 分段性及各段构造特征

依据断裂性质、活动期次、构造样式及其对沉积的控制作用等, 将马西断裂带划分为3段: 即南部帚状撒开段、中部主升降段及北部显著走滑段。

2.1 南部帚状撒开段

展布在后留古寺以南, 河间以北, 总体呈NE走向, 延伸约12 km。断裂垂直断距向南逐渐变小, 至八里庄-薛庄横向构造带, 主断裂在平面上帚状撒开为一系列分支断裂, 断裂数目4~6条不

* 本文为中国石油天然气集团公司攻关项目“冀中坳陷构造演化研究及有利勘探区带选择”部分研究成果

** 刘池阳, 孙冬胜, 杨明慧, 等, 中国石油天然气集团公司攻关项目“冀中坳陷构造演化研究及有利勘探区带选择”, 2000

收稿日期: 2003-05-22

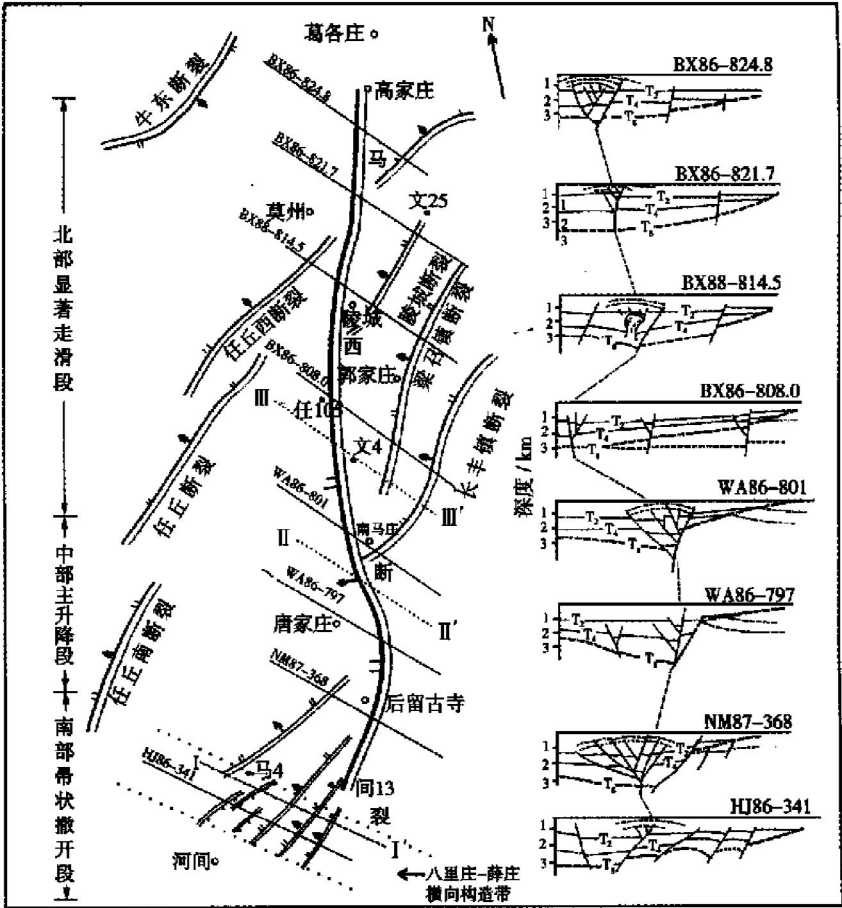


图 1 马西断裂平、剖面构造特征图
Fig.1 Plane view and cross section of Maxi fault

等, 断裂带宽达 4 km, 与主升降段组成典型的帚状构造体系。断裂规模不但变小, 产状也变缓, 但均切入基底, 最终都汇聚到一个近水平的基岩内 (AnE) 的拆离面上 (图 2), 这是走滑或张剪性断层

常见的一种尾端效应。
剖面上, 该段在后留古寺至间 13 井一带具有花状构造特点 (图 1 NM87- 368 测线), 古、新近系均被卷入, 外貌酷似负花状构造, 但其内部古、新

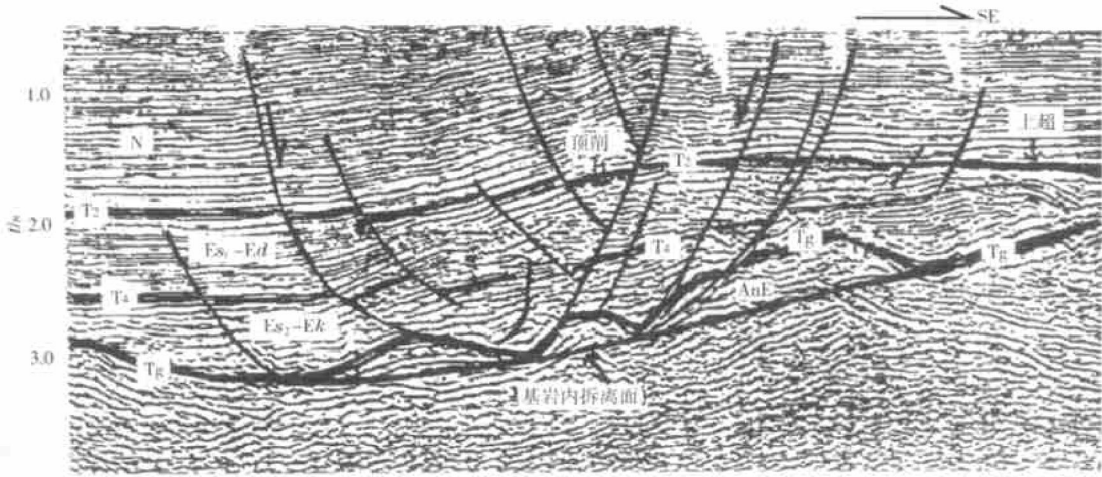


图 2 马西断裂南段地震剖面图 (NM294- 3D- 189 测线, 测线位置见图 1 I- I')
Fig. 2 Seismic profile in the southern segment of Maxi fault (NM294- 3D- 189 profile, location see Fig. 1 I- I')

近系变形不协调。八里庄-薛庄横向构造带上,花状构造核部的古近系变形复杂,总体似乎具有塌陷背斜的特点,但背斜顶部遭受了强烈的剥蚀,两翼剥蚀较弱,地震反射具有明显的顶削现象(图2),古近系背斜的宽度及幅度均明显比新近系大。这些现象反映古、新近纪之间有一次强烈的压剪应力作用,由于该段走向NE,恰好处于主断裂左行走滑受阻弯曲部位,故形成挤压背斜,并遭受剥蚀。这种现象符合古近纪末期渤海湾盆地左旋剪压应力场的特征^[1],背斜的东南翼见有新近系早期的上超反射,进一步说明古近系挤压背斜的存在。新近系整体变形特征相似,显示负花状构造特征,说明新近纪末期,在区域右旋剪张应力作用下,断裂发生右行走滑,NE走向的该段又受张剪应力作用,部分早期断裂再次活动并延入新近系,同时也有新断层形成,这些正断层规模小,断距一般小于15 m。由于这些张剪性断层的活动,使早期的压剪性背斜破坏,形成所谓的塌陷背斜。可见,塌陷背斜实质是两期构造叠加的结果。

2.2 中部主升降段

本段展布在后留古寺与南马庄之间。由南至北,断裂走向由近NS向转为NNW向,平面延伸约11 km。剖面上,断面平直且向西陡倾(图3),倾角在60°左右,局部断面甚至直立。此段在古近纪伸展期活动最为强烈,为马西洼槽东部的主边界断裂,控制洼槽内沉积。在唐家庄一带,断层垂向断距最大,两盘基岩断距达7 000 m,而向南北两侧基岩断距逐渐减小,东侧上升盘为基岩潜山及新生代披覆地层,披覆地层由中部向南北两侧逐渐变老,地层厚度增大,这些都是同沉积断层的共性^[2~5]。



图3 马西断裂中段地震剖面图(NMZ-MX-529测线,测线位置见图1 II-II')

Fig.3 Seismic profile in the middle segment of Maxi fault (NMZ-MX-529 profile, location see Fig. 1 II-II')

在南马庄至任105井之间,断层上、下盘古近系厚度存在一定的差异,并表现出由南向北厚度差异逐渐缩小的特点。在南马庄一带,上、下盘古近系厚度差为750 m,至任105井一带,上、下盘厚度基本一致(图1 BX86-808.0测线)。从对沉积的控制作用来看,马西断裂可一直延至任105井一带,但在断裂分段时,仍将其归入北部显著走滑段,主要考虑到:(1)南马庄以北,东侧的长丰镇断裂逐渐成为古近纪控制沉积的一个次级边界断裂,但其延伸长度、断距都较小(图4),活动时期相对晚且时间短,向北又被梁召镇断裂替代,这些斜裂断层是饶阳凹陷北部东侧边界断层的组成部分;(2)该段走滑现象十分明显,且北部局部断面反转,表现为逆冲断裂,与北部走滑断裂特征相似;(3)该段断裂向北逐渐延入马西洼陷深部,与马西断裂主升降段一侧为深洼槽,而另一侧为潜山的面貌截然不同,故将其归入北部走滑段。

南马庄至唐家庄一带,断层呈NNW向延伸,剖面上具有下凹上凸的结构特点,新近系表现出典型的正花状构造,而古近系则显示负花状构造(图3),两种构造样式截然不同,说明是分别受两期构造影响的结果。古近纪末的左行走滑活动,走向NNW的该段恰好处于断裂紧张部位,形成负花状构造。新近纪末期右行走滑时,该段又处于断裂弯曲受阻部位,新近系产生正花状构造,并改造或破坏下部的负花状构造,使其局部发生构造反转(图1 WA86-801测线Tg反射面)。新近系在背斜核部与两翼厚度一致,反映该背斜并非生长背斜,而是在新近纪末期一次强烈右行走滑活动中产生的。

唐家庄至南马庄一带古新近系的变形特征与南段八里庄-薛庄一带的变形特征恰好相反,南段新近系为负花状构造,而古近系残留有正花状构造的踪迹。同一断裂相同时期不同走向段的构造变形差异同存,并相互印证,反映了统一的动力学过程。

2.3 北部显著走滑段

本段展布在南马庄以北,经莫州潜山东侧延至霸县凹陷高家庄一带,走向近NS,延伸长约30 km。前已述及,自南马庄至任105井之间,断层两侧地层厚度由南向北逐渐缩小,任105井以北,断裂带两侧地层厚度基本一致,说明任105井以北,断层活动时期晚,并以走滑活动为主。剖面上断面

陡倾近直立,西倾为主,局部东倾(图4)。在基岩中,断面反射平直,仅表现为一条直线,断裂切割深

度大,破碎带狭窄;而在盖层中由下向上撒开,具花状构造特征,显然为后期的一条大型走滑断裂。

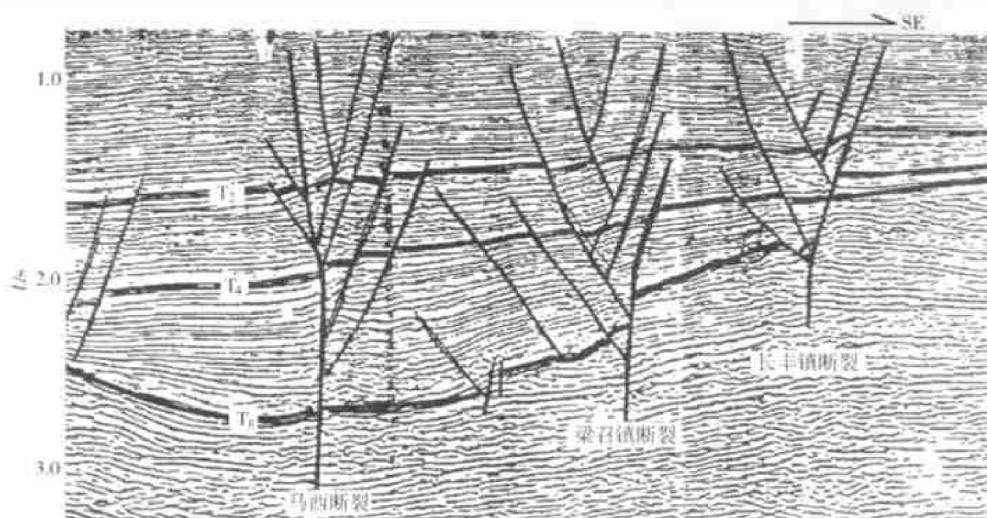


图4 马西断裂北段地震剖面图(WA96- 3D- 233 测线,测线位置见图1 III- III')

Fig.4 Seismic profile in the northern segment of Maxi fault(WA96- 3D- 233 profile, location see Fig.1 III- III')

在任105井北,陵城以南的局部地段,断面东倾并表现出逆断层性质(图1 BX86- 808.8 测线),对此有人认为是文安斜坡重力滑动构造的前缘逆冲带^[7]。通过对该构造带的整体剖析,认为逆冲现象为走滑断裂断面的局部倾向变化所致,并非重力滑动构造的前缘逆冲带。

3 伴生构造

由于马西断裂在古近纪区域右旋剪张应力场作用下的正断活动、古近纪末的左行剪压以及新近纪末的右行走滑活动,在断裂旁侧产生了多种伴生构造式样。

3.1 次级雁列断层

马西断裂带北部显著走滑段东侧的文安斜坡上,展布有4条NNE走向的雁列状次级断层,其性质相似,走向平行。自北而南分别为家24井东断裂、陵城断裂、梁召镇断裂及长丰镇断裂(图1)。断层断面直立,深切基岩内部,导致断层两侧基岩地层无法对应(图4)。

这些NNE走向的断裂,在古近纪断陷期已有所活动,具正断兼走滑性质,断面倾向NW,组成文安斜坡上向西北倾斜的台阶状断阶带。从断层两侧的地层及厚度分析,断层活动有自南向北依次发育的特点。断层垂直断距一般较小,南侧的长丰镇断层相对较大,且具边界断层性质。由于近

物源区,下降盘发育有良好的储集砂体,本身又处于文安斜坡上部油气运移指向区,断裂沟通深部油源,为油气运移通道,故其下降盘砂体是油气富集的有力区带。此外,马西洼槽内的任丘西断裂、任丘断裂及任丘南断裂也具有左行雁行排列的特点(图1)。

3.2 底辟构造

断裂的走滑活动还可引起深部膏泥岩的底辟现象。如莫州构造带东部及高家堡一带,沙河街组二段、四段膏泥岩发育,由于断裂走滑引起典型的膏泥岩底辟刺穿构造(图5)。在地震剖面上,底辟构造轮廓似蘑菇状,膏泥岩侵入至沙河街组一段-东营组内,底辟物质呈杂乱蠕虫状反射,与周围地层的层状反射迥然不同,且二者接触处见有塑性物质向上流动时形成的牵引现象。在底辟构造的正上方,发育有花状构造,断裂切穿 T_2 (N/E界面)反射层并延入新近系内部。

底辟构造常形成各种类型圈闭构造,一直是石油勘探工作者特别关注的构造及圈闭类型。该底辟刺穿构造在饶阳凹陷尚属首次发现,从其所处的构造部位分析,具有重要的油气地质意义,应引起重视。

3.3 帚状构造

前已述及,断裂南段帚状撒开段与主断裂在平面上组成典型的帚状构造(图1)。

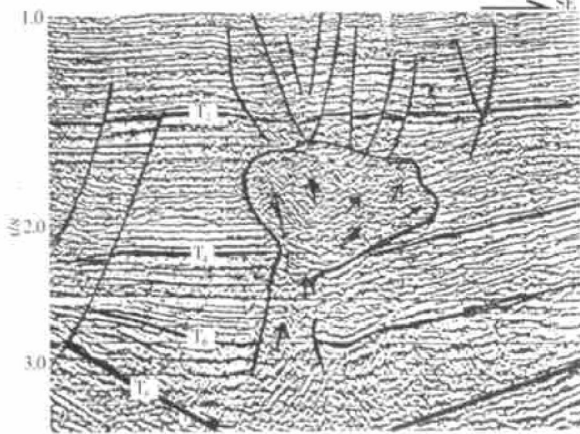


图5 马西断裂北部显著走滑段的膏泥岩底壁刺穿构造 (BX88-814 测线, 剖面位置同图 1BX88-814.5 测线)

Fig. 5 Seismic profile showing diapiric structures in the northern part of Maxi fault (BX88-814 profile, location see Fig. 1)

3.4 花状构造

由于断裂走向的局部变化及多次走滑活动, 沿断裂带的花状构造非常普遍。在横切断裂的各剖面上, 都有不同程度的发育(图 2~5), 但典型的花状构造主要发育在北部显著走滑段(图 4)。

3.5 挤压背斜与拉分沉降

由于主断裂走向的局部变化, 在走滑过程常常形成局部受阻弯曲段及相对的应力释放区^[8]。在不同应力集中部位, 形成不同式样的构造, 如古近纪末期的左行走滑活动过程, 在南段帚状撒开

段形成挤压背斜, 在唐家庄-南马庄一带拉分沉降。而新近纪末期右行走滑过程, 上述两个构造部位的构造样式恰好相反, 并且后期构造对早期构造具有明显的改造作用。

3.6 “S”型构造

马西断裂带北部东侧雁行状次级断裂与主升降段及南部的帚状断裂, 在平面上组成的巨大“S”型构造(图 1), 反映了古近纪区域上总体处于右旋剪张的应力场环境^[1,9]。

4 活动期次及演化过程

燕山中晚期(J_3-K_1), 华北地块东部的渤海湾地区处于核杂岩体发育的深层次伸展阶段^[10-12]。太行地区强烈而广泛的岩浆侵入作用使阜平核杂岩体急剧隆升^[11,12], 并在重力占主导作用的地壳浅层发生大型的拆离滑覆构造*。现今的保定凹陷一带处于拆离滑覆构造的后缘伸展区, 接受晚侏罗世及早白垩世沉积, 而饶阳凹陷的东缘及仓县隆起西缘恰好是拆离滑覆构造前缘的挤压逆冲端, 发育一系列西倾东冲的叠瓦状断层(图 6), 马西断裂上升盘残留的逆冲叠瓦构造在地震剖面上十分清晰, 马 8、马 10 井钻探的结果也证实元古界逆冲于下古生界之上, 而下古生界又逆冲于上古生界之上。后缘伸展区与前缘挤压区之间的高阳-博野低凸起为拆离滑覆构造的过渡带。

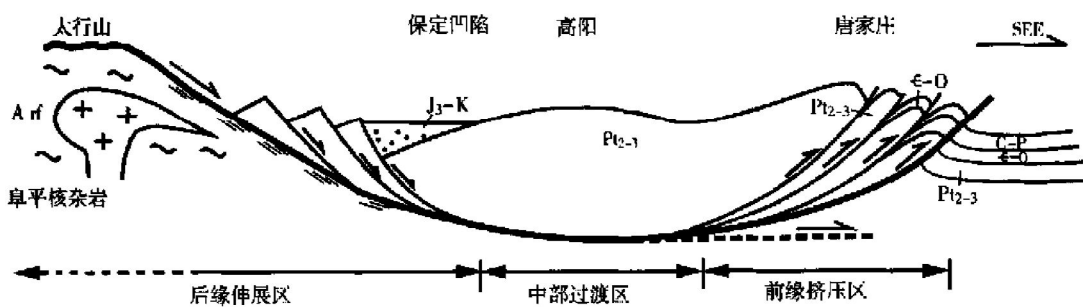


图6 阜平核杂岩体隆升过程在其东侧冀中拗陷中区形成大型拆离滑覆构造

Fig. 6 A large detached structure has been formed in the middle area of Jizhong depression, due to the uplifting of Fuping metamorphic complex

古近纪, 渤海湾盆地处于区域伸展构造背景^[13,14], 发生陆内裂陷作用^[15,16], 是新生代渤海湾盆地发育期。饶阳凹陷东缘在前期构造薄弱带

的基础上形成新的西倾正断层或利用早期的逆冲断面发生构造反转, 进入强烈的伸展断陷期。通过下降盘的沉积地层分析, 认为马西断裂带的主升降段发育时间相对较早(孔店中晚期)、活动强烈且持续时间长。

古近纪末期、新近纪之前, 渤海湾盆地发生了

* 孙冬胜, 刘池洋, 杜金虎, 等. 冀中拗陷中区中新代复合伸展构造. 地质通报, 2003, 待刊

一次强烈的左旋剪压作用,造成盆地内古、新近系之间区域性的角度不整合。马西断裂古近纪末期强烈的左行走滑活动就是这次构造运动的结果,北部走滑段任105井以北就是在这期运动中贯通,并发生统一的构造运动。

新近纪为渤海湾盆地区域坳陷阶段,断裂活动不发育。但在新近纪末,马西断裂发生了一次较强的右行走滑运动,在断层不同走向段形成不同类型的花状构造并改造或破坏早期的构造样式。

5 与油气的关系

马西洼槽古近系的沉降曲线反映了马西断裂在古近纪活动时间长且持续沉降^[6],马西断裂高陡的倾角以及下降盘较高的构造沉降速率,奠定了马西洼槽内丰富的烃源岩,使其成为饶阳凹陷资源最为丰富的洼槽。古、新近系的沉积环境经历了河流-湖泊-河流相的演变过程,孔店组-沙河街组四段沉积时期为湖盆发育初期的填平补齐阶段,以河流相沉积为主;沙河街组三段至一段早期是湖盆发育的鼎盛阶段,构造沉降速率大,盆地处于饥饿状态,沉积环境以半深湖至深湖相沉积为主,是凹陷内烃源岩的主要发育期;沙河街组一段沉积晚期至东营期为湖盆的衰亡阶段,其沉积环境为河流相,发育了良好的砂岩储集层,新近系为河流相沉积。

马西断裂不但控制烃源岩的发育,更重要的是控制着油气的分布。

首先,古近纪强烈的伸展断陷以及古近纪末、新近纪末的显著走滑活动,沿断裂带造成一系列的圈闭构造,如前所述的挤压背斜、花状构造、膏泥岩底辟构造以及斜列断层的断阶带等,都是油气聚集的有利构造。

其次,断裂的多期活动使其成为油气运移的有利通道。油气可能有以下几种运移方式:(1)油气沿断裂垂向运移并富集在断裂附近的圈闭中,南马庄至唐家庄一带断裂下降盘挤压背斜规模大、幅度高,紧邻油源,且东西两侧均有供油断层,有望实现勘探突破。(2)油气沿断层垂向运移,然后沿上升盘的不整合面或储集砂体侧向运移并在适当的圈闭聚集成藏,由于上升盘南北两侧地层向上(中部)逐渐超覆,所以地层超覆型油气藏是马西断裂上升盘发育的主要油气藏类型,其次是潜山油气藏及新近系不整合面附近的油藏。(3)

油气沿断裂或储层侧向运移,八里庄-薛庄横向构造带的潜山油气藏是油气侧向运移的结果。

第三,断裂控制储集砂体的发育,沿断裂带的下降盘往往发育近岸砂体或河道砂,这些砂体具有优越的近源及供油条件,可以形成岩性油藏。沿马西断裂带及长丰镇断裂的下降盘已经发现一系列岩性油藏,如马35井区及马95井区等。同样,梁召镇断裂及陵城断裂的下降盘也应存在此类油藏,应引起注意。

新近系油藏以其埋藏浅、物性好、成本低、效益高等引起人们的重视。结合马西断裂的构造分析,认为马西断裂南段帚状撒开段及东侧雁行斜列的长丰镇、梁召镇断裂一带是上第三系勘探的有利区,沿这些断裂往往有新近纪继承性河道发育,具有良好的储集条件,新近纪末期右行走滑活动不仅形成圈闭,更关键的是这些断层具有张剪性,成为油气向上运移的优势通道。

参 考 文 献

- 1 赵重远,刘池阳.华北克拉通沉积盆地形成与演化及其油气赋存[M].西安:西北大学出版社,1990.1~51
- 2 艾伦 P A,艾伦 J R.盆地分析[M].陈全茂,译.北京:石油工业出版社,1995.60~89
- 3 Wernicke B, Burchfiel B C. Modes of extensional tectonics[J]. J Struct Geol, 1982, 4: 105~115
- 4 Morley C K. Patterns of displacement analog large normal faults: implications for basin evolution and fault propagation, based on examples from East Africa[J]. AAPG Bull, 1999, 83(4): 613~634
- 5 Dawers N H, Anders M H, Scholz C H. Growth of normal faults; displacement-length scaling[J]. Geology, 1993, 21: 1107~1110
- 6 唐智,吴华元.中国石油地质志(5)[M].北京:石油工业出版社,1988.20~85
- 7 杨克绳,袁秉衡.反转构造与重力滑动构造及油气[J].石油勘探与开发,1993,20(1):1~8
- 8 Shaw J H, Hook S C, Sitohang E P. Extensional fault-bend folding and synrift depression: an example from the Central Sumatra basin, Indonesia[J]. AAPG Bull, 1997, 81(3): 367~378
- 9 张以明,张玉体,李维华,等.冀中坳陷东部张性右行走滑运动[J].勘探家,1999,4(3):36~39
- 10 任建业,胡祥云,张俊霞.中国东部晚中生代构造活化及其演化过程[J].大地构造与成矿学,1998,22(2):89~96
- 11 牛树银,董国润,许传诗.论太行山构造岩浆带的岩浆来源及成因[J].地质论评,1995,41(4):301~310
- 12 牛树银,陈路,许传诗,等.太行山区地壳演化及成矿[M].北京:地震出版社,1994.43~61
- 13 赵重远.渤海湾盆地的构造格局及其演化[J].石油学报,1984,5(1):1~8

- 14 刘池洋. 渤海湾盆地的构造演化及其特点[A]. 见: 西北大学地质系. 西北大学地质系成立 45 周年学术报告会论文集[C]. 西安: 陕西科学出版社, 1987. 447~ 458
- 15 张旗, 钱青, 王二七, 等. 燕山中晚期中国东部高原: 埃达克岩的启示[J]. 地质科学, 2001, 36(2): 248~ 255
- 16 刘和甫, 梁慧社, 李晓清, 等. 中国东部中新代裂陷盆地与伸展山岭耦合机制[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 477~ 486

SEGMENTARY CHARACTERISTICS OF MAXI FAULT AND THEIR RELATIONSHIPS WITH OIL AND GAS IN JIZHONG DEPRESSION

Sun Dongsheng^{1,2} Liu Chiyang² Yang Minghui^{1,2}
Du Jinhu³ Zhang Yiming³ Zhang Ruifeng³

(1. *Research Center of Basin & Reservoir, University of Petroleum, Beijing;*

2. *Dep. of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi; 3. Huabei Oilfield, CNPC, Renqiu, Hebei)*

Abstract: Maxi fault is the eastern boundary fault of Maxi trough, and is also an important oil-controlling fault. Based on the interpretation of a series of seismic profiles and the analysis of deformation characteristics along the fault, as well as the influence on the deposition, the fault can be divided into three parts or segments, i. e. the strike-slip part in the north, the major uplifting and subsiding part in the middle, and the splays in the south. The middle segment is located between Houliugusi and Nanmazhuang with an extension of about 11 km, the strike of the fault turns from nearly NS in the south to NNW in the north. It can be seen from the section that the fault plane is flat and straight, and steeply dipping to the west with an angle of about 60°. The fault movement has been strongest in the Paleogene and formed the Maxi trough in the footwall. The southern segment of the fault is located to the south of Liugusi and to the north of Hejian with an extension of about 12 km. A series of subsidiary faults that are dispersing to the south and the middle segment of the major fault formed a typical brush structural system. The throw and the dip angle of those faults decrease with depth, and finally flock together to a nearly horizontal detachment surface in the basement rock. It is kind of end effect commonly seen in the strike-slip and tensor-shear faults. The strike-slip fault segment in the north is located to the north of Nanmazhuang, and extends through the eastern side of Mozhou buried hill to Gaojiazhuang area in Baxian sag, with an extension of about 30 km. The fault became a strike-slip fault to the north of Ren 105 well. The plane is steeply dipping to the west and nearly erecting, and reflect as a straight line in seismic profile, and is characterized by narrow crushed zone in the basement and dispersing upward in the overlying rocks as flower-like structure, which is apparently the result of the strike-slip fault in later period. Maxi fault is actually a thrust fault zone developed in front of a large detached structure in the pre-Paleogene Fuping metamorphic complex. In Paleogene, a strong extensional rift formed under the effect of regional dextral shear and extensional stresses with Maxi trough to be in the thrown wall. Maxi fault underwent sinistral and dextral strike-slip movements at the end of both Paleogene and Neogene, which formed many associated structures, such as an echelon faults, diapiric structures, brush structures, flower-like structures, compressional anticlines, and pull-apart depression. The steeply dipping of Maxi fault and quickly subsiding of the footwall result in the Maxi trough to be rich in hydrocarbon source rocks, as well as to have the richest resources in Raoyang sag. Maxi fault also controlled the distribution of petroleum. Firstly, many traps have been formed along the fault through the multiple activities; secondly, faults become ideal pathways for oil and gas migration; thirdly, sandstones develop along the fault. Therefore, Maxi fault has not only controlled the source rocks but also controlled the distribution of oil and gas.

Key words: fault segment; associated structure; oil and gas; Paleogene; Maxi fault; Raoyang sag