

鄂尔多斯地块西部构造研究中几个 值得注意的问题

王 锋^{1,2} 赵红格¹

(1.西北大学地质系,陕西 西安 710069;2.长安大学地球科学与国土资源学院,陕西 西安 710054)

摘要:基于 20 世纪 70—80 年代对鄂尔多斯地块西部构造的研究,所得出的地块西部南北统一的東西挤压逆冲推覆构造模式,随着目前该区油气勘探实践发展及研究的逐渐深入,已经越来越难以解释地质实际问题。同时,地块西部统一的東西向运动及南北成带的构造模式值得认真推敲;该区不存在大规模的前陆盆地;关于横向构造带、南北分区以及南北运动模式等问题的相继提出,说明随着研究的不断深入,地块西部区域构造的复杂性和多样性值得重新审视。在分析总结该区构造特征及发育模式时需要不断地加强全面研究,并对原有的认识进行不断的补充、修订和完善。

关键词:鄂尔多斯地块;推覆模式;前陆盆地;横向构造带;南北运动

中图分类号:TE132.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2007)03-0392-08

鄂尔多斯地块地处中国东西部构造的结合部位,是一个多旋回的沉积盆地。其独特的大地构造位置和活跃的新构造运动,长期以来为地质学多个学科的专家所重视^[1]。各大构造地质学派从不同的大地构造观点出发,对本带区域地质构造特征和构造属性进行过多方面不同程度的研究探讨。

鄂尔多斯地块,在貌似稳定的外表下,中生代以来发生了强烈的改造,尤以地块西部最为强烈和典型^[2]。多年以来,众多的研究者从不同的角度对这些改造的特征进行过考察、分析和讨论,形成了地块西部東西向挤压逆冲推覆和南北向成带的框架性认识^[3-9]。尤其是在前陆盆地研究热潮的影响下,这种认识达到了极致^[3-9]。这对该区的深入研究和石油天然气勘探实践起到了一定的积极意义。但是在对地块西部构造研究的几个热点问题上,多数研究者基于局部地区及部分资料基础上所得出的模式,是否具有统一性和代表性等方面,还存在一定的分歧。基于这样的目的,笔者提出并综合分析和讨论了该区构造研究中值得注意的几个关键问题,期望起到抛砖引玉的作用。

1 東西向推覆模式与西部前陆盆地

1.1 地块西部统一的東西向推覆模式是否存在

对地块西部的构造研究,目前较为流行的认识是:中生

代晚期盆地西缘在東西向挤压的构造环境下,逆冲推覆构造普遍发育,其中以马家滩构造最为典型,并认为在盆地西缘具有代表性。这种结论主要反映了 20 世纪 70—80 年代对该区的研究成果。随着长庆油气勘探领域的逐渐扩大,对盆地西缘的研究引起大家广泛关注,其中地理位置邻近的马家滩构造和横山堡构造被广泛认识,并将马家滩逆冲推覆被模式化地广泛应用于整个地区,从而产生了東西逆冲、南北成带的认识,尤其是随着国内前陆盆地勘探模式的引入,这种认识更为普遍,却忽略了其是否具有广泛代表性。

以往对鄂尔多斯地块西部推覆构造的认识中,往往以马家滩的冲断推覆构造和横山堡的反向逆冲构造作为鄂尔多斯盆地西缘的代表,其为東西向挤压的单一模式。但是以往被作为该区统一的東西向推覆模式的这两个典型地区,尽管在位置上相距很近,但构造特征却存在明显的差异。北部横山堡一带地震剖面显示,其断裂形式以一系列由東向西逆冲的厚皮构造为主,逆冲块体切穿早二叠世山西组底面(T_0);而南部马家滩一带的构造特征则表现为一系列由西向东逆冲推覆体,各推覆体的主控断层向深部归并到一个统一的滑脱面上(T_0),类似于薄皮构造;并且两地的断裂倾向、倾角明显不同^[4]。也就是说相邻的马家滩和横山堡两地,具有并非完全一致的构造动力学环境。

收稿日期:2007-05-15;改回日期:2007-05-28

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973)项目(2003CB214601),教育部长江学者和创新团队发展计划资助项目(IR T0559)资助。

作者简介:王锋,男,1966年生,博士,副教授,主要从事石油地质及盆地构造方面的教学和研究工作;E-mail:wangfeng@chd.edu.cn。

造成空间上紧邻的马家滩和横山堡之间构造特征明显差异的原因,就是在两者之间存在东西向的 38° 构造带。

而处于地块西部北段的贺兰山构造带,则被青铜峡—固原断裂及正宜关断裂明显分段,各段所显示的构造特征及构造环境有明显差异。其中尤为明显的是贺兰山中段^[10-14],在中生代晚期它不仅不存在挤压构造环境,相反的却是近东西向的拉张背景下的裂谷环境,所以自然地也就不存在东西向逆冲推覆。

在鄂尔多斯地块西部,横向构造不仅仅是一个 38° 构造带(见后文),它们把地块西部从南至北分为多个区段,不同区段具有明显不同的构造动力学环境,而并非是简单的以马家滩模式为代表的东西向挤压推覆。

综合分析研究表明,鄂尔多斯地块西部地质特征具有明显的南北向的差异和不一致性,不存在南北一致的东西向挤压和推覆。同时马家滩构造模式只是其局部构造的反映,并不具全区代表性。在盆地西缘及邻区的地质研究中,也不宜简单地把一个局部构造模式化,并不加选择地应用到全区。

1.2 关于地块西部前陆盆地问题的分析

20世纪末,随着前陆盆地油气勘探的成功和国内外前陆盆地油气地质理论研究的不断深入,前陆盆地研究和油气勘探成为国内新的“热点”,具有前陆盆地结构和构造特点的鄂尔多斯盆地西部倍受关注。对其前陆盆地的性质也有不少的认识,其中晚三叠世—侏罗世鄂尔多斯盆地西缘为前陆盆地的观点,已经得到了较多的认可^[7-9,15]。但也有人对鄂尔多斯盆地的构造属性提出不同的认识,赵重远等^[16]认为在中生代属残延克拉通内盆地,张福礼^[17]认为其是一个典型的克拉通盆地,“晚三叠世—白垩纪的原型盆地为扭动型大型内陆拗陷盆地”等。

刘池洋等^①通过系统的分析和研究,指出鄂尔多斯盆地西缘具前陆盆地结构的特征,在晚侏罗世才开始部分显现,早白垩世得到进一步扩展,直到新生代中期现今的前陆盆地结构才逐渐定型。

持“鄂尔多斯盆地西缘从晚三叠世已进入前陆盆地发展阶段”观点的诸多论著,其主要依据有4点:由(1)汝箕沟、石沟驿和崆峒山三点一线相连的晚三叠世西部南北向展布的沉积巨厚粗粒相带,即西缘南北向拗陷带;(2)马家滩典型的大型逆冲推覆构造的存在;(3)在盆地西部由天环向斜和(4)位于天环向斜之东的西倾陕北单斜构成的东西向剖面上的前陆盆地结构。

刘池洋等^[18]研究指出:(1)鄂尔多斯盆地西缘之西邻区,中生代没有规模较大的稳定地块,不曾发生较大范围的长期区域隆升,尚未发现相邻板块近东西向聚敛碰撞及强烈区域挤压的行迹。所以,不具备形成纵贯南北的统一前陆盆地之区域动力学环境;(2)所谓的汝箕沟、石沟驿和崆峒山3套砾岩,其特征差异明显,也不能构成一个统一的晚三叠世西部

南北向展布的沉积厚度巨厚带;(3)马家滩构造在整个盆地西缘不具有统一代表性^[19];(4)同时天环凹陷和陕北大斜坡的形成,是在区域东北隆起逐步向西扩展迁移并同步遭受东强西弱不均匀剥蚀的大背景下,于晚侏罗世—早白垩世开始萌生发育,在新生代早期进一步发展、逐步定型的;(5)现今盆地西邻的六盘山和贺兰山及周邻地区^[11,18],于晚三叠世至中侏罗世不仅没有隆起成山,而且总体属于区域沉降、广泛接受较厚沉积的负向构造单元。即当时并无近南北向的统一收缩山系或区域隆起,自然不会产生同时代的前陆盆地。

最后结论是:晚侏罗世—早白垩世鄂尔多斯盆地进入内陆拗陷盆地发育阶段,盆地西缘(部)在晚侏罗世发生挤压变形,局部地区始显陆内前陆盆地结构。所以,也不存在大规模的统一南北向前陆盆地,这是目前为止,对该区盆地属性的最新的系统总结。

只有从研究区的具体实际和前陆盆地形成的构造环境、基本特征出发,重新审视和研究各类第一手资料和研究成果,从动态演化的角度剖析各种观点建立的依据,才可能对研究的构造属性得出客观的认识^[19]。

同时,苏春乾等^[20]对处于盆地西缘的贺兰山地区的盆地属性也从多个角度进行了研究。其结果表明,贺兰山地区三叠纪—侏罗纪的古流向玫瑰花图和砾石成分表明沉积物源不是来自于贺兰山本身(并非剥蚀区),而是来自于北部正义关断裂之北的老变质岩、古岩体和更西部的阿拉善地块;从西到东地层单元出露完整,没有前陆盆地边缘逆冲带上应具有的特征;山脉东侧断裂产状以东倾为特征,西侧以西倾为主,大都是逆断层。表明它与前陆盆地的特征和标志基本不符。其研究也明确了至少地块西部北段不具有前陆盆地属性。

综合分析认为,鄂尔多斯地块西部不存在统一的南北贯通的前陆盆地。即使有前陆盆地存在,那也仅仅是局部地区、局部地段在有限的时间段出现前陆盆地的结构。在该区的研究和生产实践中,不宜简单地把前陆盆地的概念和勘探模式照搬和不加分析地随意引用。

1.3 中生代盆地西部北段的构造属性

对玄武岩特征的分析和研究,在反演原始地幔物质成分、分析构造变形环境及岩石圈的深部动力学作用方面具有十分重要的意义。中生代在鄂尔多斯盆地西部北段贺兰山汝箕沟鼓鼓台发育了呈层状展布的一套玄武岩^[11]。通过 $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{TiO}_2) - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ 图解,进一步确定该岩体属于高铁拉斑玄武岩。其微量元素和稀土元素的分析显示,该玄武岩的稀土配分型式为总体右倾、轻稀土富集,微量元素呈不相容元素富集型,具Ba的正异常和Yb的负异常,体现了板内玄武岩的特征。在 $\text{TA}/\text{Yb} - \text{K}_2\text{O}/\text{Yb}$ 判别图上,该区玄武岩的样品落在了板内拉斑玄武岩区。把汝箕沟玄武岩3个测试样品数据投影于汪云亮等总结的玄武岩形成大地构造环境的

①刘池洋,赵红格,王锋.鄂尔多斯地块西部前陆盆地形成演化与结构构造特征,2003.

Th/Zr-Nb/Zr 双对数图解判别图上, 样品均落入大陆板内玄武岩区^[1], 显示出大陆裂谷玄武岩特征。

拉斑玄武岩形成于板内裂谷环境, 同时该区玄武岩的稀土及微量元素分析也显示了拉张的大地构造环境。所以说明晚三叠世末贺兰山地区处于拉张环境, 不存在挤压环境。汝箕沟地区应该是中生代贺兰山裂谷环境的最中心部位。

从中生代沉积上来看, 中上侏罗统在贺兰山地区分布层位较全, 延安组、直罗组和安定组均有分布。汝箕沟的含煤地层与鄂尔多斯盆地内部尽管有一定差异, 但具有完全可比性, 反映了两处沉积环境和构造发展演化的一致性。而且, 延安组含有多层煤层, 在汝箕沟一带地层总厚 190~522 m, 为汝

箕沟地区优质煤的主要开采层位^[12,20], 表明该地区的沉积范围较大, 是一大型沉积盆地的一部分。

野外和室内的研究表明, 汝箕沟地区白芨芨沟附近的侏罗纪地层中所含的砾石成分和砂级碎屑成分为现今沉积区边缘断裂以北的贺兰山群的片麻岩、变粒岩及古花岗岩; 三叠系底部含有许多断裂以北的二叠系石千峰组紫红色泥岩碎屑, 显示其主要沉积物来源于北侧的贺兰山群及石炭—二叠纪地层。侏罗系底部含有直径达 5 m 的贺兰山群片麻岩巨砾, 说明以近源为特点, 具有就地取材的性质。现今沉积的西部边缘沉积物碎屑成分与阿拉善地块上的古生代地层及前古生代地层的成分一致, 显示其碎屑物来自于西侧的阿拉善

表 1 贺兰山西麓小松山地区样品裂变径迹测试数据
Table 1 Fission-track analysis of samples from the Xiaosongshan area at the western foot of the Helan Mountains

样品编号	采样位置		高程/m	层位	裂变径迹年龄/Ma	
	经度	纬度			磷灰石	锆石
松 2-1	39° 06' 40.8"	106° 03' 07.5"	1840	J ₁	43.5±3.0	116.1±13.3
松 3	39° 06' 02.5"	106° 01' 11.1"	2130	J ₂	48.9±4.9	143.2±23.4
松 5-2	39° 05' 28.0"	106° 02' 39.2"	1900	J ₃	48.6±4.7	105.4±13.5
松 6-1	39° 05' 29.2"	106° 02' 29.5"	1970	J ₃		115.5±27.7
松 7-2	39° 05' 22.5"	106° 02' 22.1"	2010	J ₃		120.6±28.7
松 8	39° 04' 10.1"	105° 59' 17.3"	2180	J ₂	77.2±5.3	173.2±24.8
松 10	39° 03' 47.9"	105° 58' 47.6"	2060	J ₁		193.7±31.3
松 11	39° 03' 57.8"	105° 58' 40.7"	2140	J ₂	43.5±5.5	157.4±324.9
松 12-1	39° 02' 53.1"	105° 55' 48.9"	1790	T ₃	76.3±15.7	221.8±30.5
松 12-2	39° 02' 54.5"	105° 55' 47.6"	1820	T ₃		144.8±17.8
松 13-1	39° 02' 34.6"	105° 54' 25.6"	1720	T ₃	58.3±5.0	152.1±16.3

注: 样品由中国科学院高能物理研究所分析。

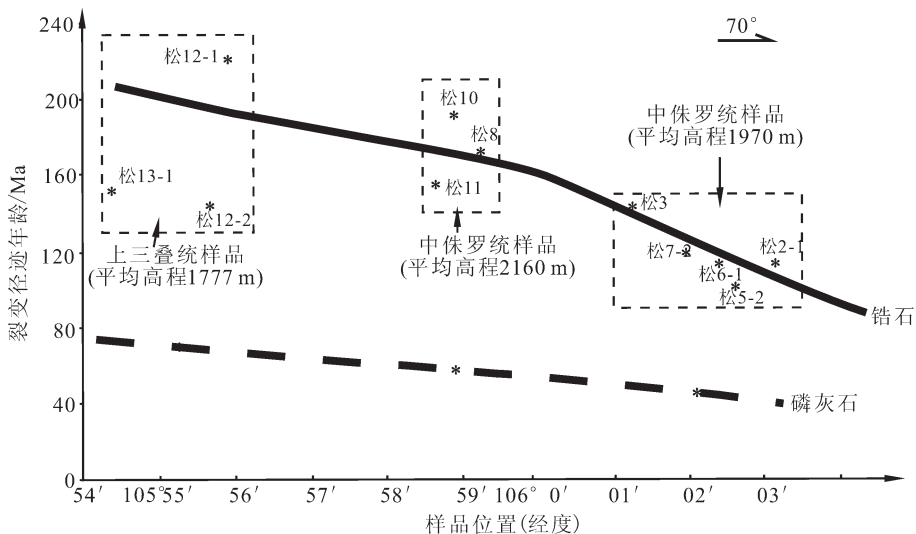


图 1 贺兰山西麓小松山地区裂变径迹年龄变化趋势

Fig. 1 Variation trend of fission-track ages in the Xiaosongshan area at the western foot of the Helan Mountains

古陆^[12,20]。而且碎屑的磨圆和成分成熟度较高,说明碎屑物经过了较长距离的搬运,反映阿拉善古陆与沉积盆地之间没有较大的高差。

通过对处于贺兰山西麓的小松山构造的深入分析,确定了中生代原本为滑覆的性质,目前剖面上的“推覆”是后期构造反转所造成的假像^[13]。同时,小松山地区断面之下沉积物样品的裂变径迹数据分析(表 1),也说明了该区从西至东构造抬升逐渐变晚的趋势(图 1)。样品的裂变径迹年龄平均值接近岩石的形成年龄,可以推测该区是在断面之下的最新地层沉积以后就开始迅速抬升,现今断面之下的地层时代早晚,反映了滑覆之前结束沉积的时间,而不是被后期剥蚀的结果。也进一步说明中生代晚期贺兰山地区是一由西向东地势平缓降低的构造格局。

据此,完全可以推断,贺兰山地区的中生代晚三叠—早中侏罗世沉积,是更大范围的鄂尔多斯盆地的一部分。它在中生代时期并不存在挤压环境,而是拉张背景下的裂谷构造环境。汝箕沟地区在当时更接近沉积盆地的边缘,并且其北以断层为界形成明显的地势高差,其西为一平缓升高的地理格局与阿拉善地块相接。

2 横向构造带与南北分区

2.1 横向构造带的存在

鄂尔多斯地块西部存在众多的东西向横向构造,它们把现今的盆地西缘划分为明显的几个区段,其中主要的横向构造带有:38°横向构造带(断裂)、正谊关断层、永红断层、高仁镇断层、青吴断裂、卫宁断裂、海原—环县断裂、固原—兰州断裂、隆德—平凉断裂等,尤其以 38°横向构造带对该区的构造分割作用明显。

杨俊杰^[4]也曾指出,横山堡与磁窑堡(马家滩北)之间有一条东西向的分界线(约在 38°线上),该界线南北构造面貌差别明显。其差别主要表现在:①构造线走向发生变化,②构造带宽度发生了变化,③银川地堑内基底埋深与沉积层厚度有明显差别④冲断带内断层分布有明显差异;而且构造带本身与两侧构造也有很大的差异,这正是横向构造带的复杂性所在。

刘池洋等^[14]对该带进行了系统的研究,并指出:从整体构造格局而言,大致以 38~37.5°为界,南北部构造差别明显。充分说明其间存在一定的构造(带),而且其形成发育具有一定的构造背景。

在地貌上,它构成鄂尔多斯盆地内一个明显的地形转折界限,也形成巨厚黄土堆积与沙漠相接的特殊地貌景观,同时也成为现代河流的分水岭,其南与北河流的数量和流向截然不同。黄河流经此构造带时,发生拐弯现象非常明显。方向由原来的东西向由西向东流动转变为南北向由南向北流,其拐弯的幅度之大、变化之截然值得关注。向盆地的东西两个方向延伸,也可见到类似的地貌差异。这说明在盆地西缘和

内部,在 38°附近存在一横向构造带,它的形成演化控制着地表地貌的展布与变化,影响着河流样式^[11,21]。

该 38°横向构造,在重力异常中表现为与主体异常展布方向不同的东西向异常带,其内部异常曲线方向变化较大,将布格重力异常上延不同的高度后,仍然是分离南北部异常的重要界限,说明此构造带具有一定的深度,其形成有特定的构造背景^[2]。

同时该带在航磁资料、遥感图像解译、莫霍面起伏、沉积响应、煤层分布等方面都有一定的反映。该带向西与中卫—中宁断裂相接,经甘肃鼓浪延至青海柴达木盆地;向东与山西阳曲—孟县区域东西向构造带相接,经石家庄后,与衡水断裂相接,向东与埕南断裂相连,最终可能延入渤海湾^[22,23]。

2.2 南北分段性

鄂尔多斯地块西部东西向横向构造带的发育,必然造成南北构造的明显分区。

赵红格等人通过构造特征等的研究认为,鄂尔多斯地块西部南北向具有明显的分段性特征,并非统一。大致以几个东西向断层为界,可以分为 3 个大的带和 9 个次级带(表 1),各带在构造特征方面具有明显的差异(图 2),南北相距很近的马家滩和横山堡之间构造的差异,就是其最好的说明^[2]。

可见,鄂尔多斯盆地西缘也并非几个完全受南北走向断裂所控制的南北向构造带。各分区之间的明显差异和复杂性,决定了不能简单地用某一地区的地质构造特征作为盆地西部全区或其他地区的代表。重视和专门研究西缘南北分段性的形成演化和各区的个性特征,是深入认识该区结构构造特征和科学评价油气远景的基础。

表 2 鄂尔多斯地块西部构造分区^[21]
Table 2 Structural divisions in the west part of the Ordos basin

贺 兰 山	银 川 地 堑	桌子山		正谊关断层
		横 山 堡	铁克苏庙	永红断层
			陶乐东	高仁镇断层
卫 宁 带	转换带			青吴断裂
	马家滩			卫宁断裂
六 盘 山 盆 地	沙井子北段			海原—环县断裂
	固 原 段	沙井子南段		
		彭阳段		固原—兰州断裂
华亭南段				隆德—平凉断裂

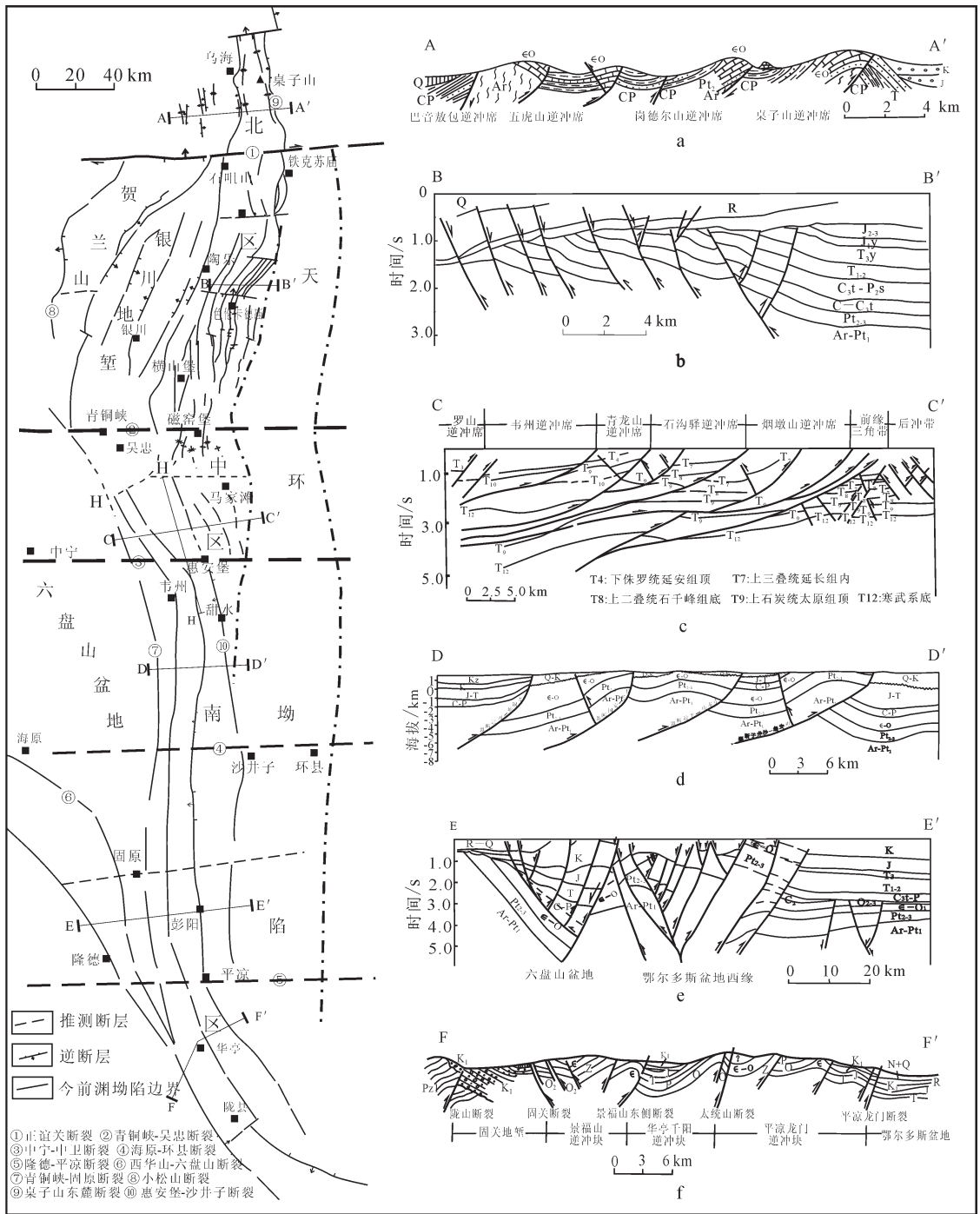


图2 鄂尔多斯盆地西缘构造分区及其特征(据参考文献[22]有修改)

Fig.2 Structural divisions and characteristics on the western margin of the Ordos basin

3 南北向构造运动的存在

在鄂尔多斯西缘地震反射资料观察时,笔者发现在地块西部存在另一种特征明显不同的拆离构造,它是重力作用下由南向北的拆离滑覆形成的,以韦州—石沟驿拆离滑覆构造

最具代表性。这种构造以石沟驿拆离滑覆构造最为特征(图3)。在地震剖面上,拆离滑覆体的底部断层在剖面的上段截切下盘各反射层,断层面以上各层的反射连续性较好,彼此平行且与断层面近于平行,其地层没有产生明显的挤压变形现象,与东邻地区冲断推覆引起的强烈变形明显不

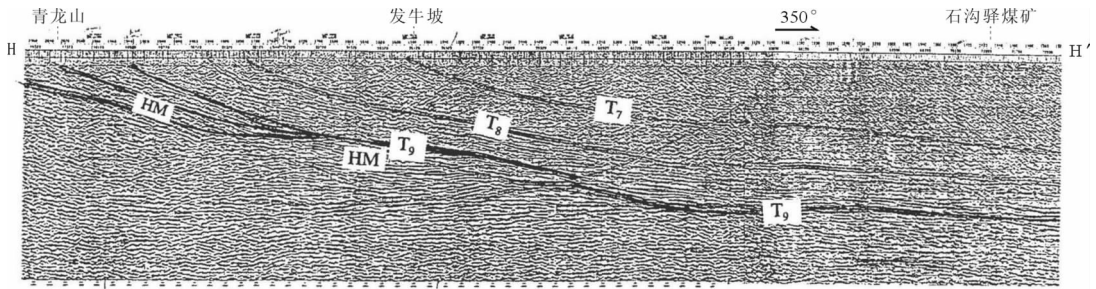


图 3 马家滩—韦州地区 85—86364 地震剖面地质解释图

HM—拆离滑脱面;T₇—T₉—地震反射界面。剖面位置见图 2

Fig.3 Geological interpretation of seismic profile 85-86364 in the Majiatan-Weizhou area.

HM—detachment surface; T₇—T₉—seismic reflection interface. See Fig. 2 for the position of the seismic profile

同^[24];在平面及剖面上与其周邻的地层分布和构造特征具有明显的不协调性,是一外来岩席,总体表现为一被断层所圈定的不协调岩体。

鄂尔多斯盆地西部在晚侏罗世发生强烈的东西向逆冲推覆,造成了西部强烈的内部地形差异,同时由于受南部的秦岭褶皱山系的影响,南部的逆冲推覆构造格局更加复杂、隆起也更加明显,造成了总体上南高北低的斜坡地势。韦州—石沟驿地区南部地震反射 T₉,以上地层在上覆层重力作用下,沿着地震反射 T₉ 界面附近的煤系地层发生了从南至北的拆离滑覆。

这种南北向的拆离滑覆也形成了鄂尔多斯盆地西部韦州—石沟驿地区现今地质图上与周邻地区无论在地层层序、构造变形特征、构造方向等方面的明显差异和不协调性^[24]。

韦州—石沟驿拆离滑覆体的形成发生在该区大规模的东向西逆冲推覆构造作用之后,应为晚侏罗世末到早白垩世初期^[24]。

该现象的存在至少可以说明,在该时期地块西部即使存在南北向的挤压逆冲带,其内部的差异也是十分明显的,地块西部的南北构造带具有明显的分异性,并非一个统一的构造应力环境。

4 结论

鄂尔多斯地块西部的东西向挤压逆冲造成的南北向构造是存在的,但是各段的特征具有明显的差异,并非马家滩等几个模式所能完全代表;也存在许多明显的东西向构造带,它将地块西部在南北上分为几个段,各段构造特征、构造环境、构造演化等方面具有显著差异性和复杂性;地块西部前陆盆地发育规模和时间也很有限;同时还存在南北向的构造运动。充分说明了盆地西缘构造带的不统一性和复杂性,这些问题值得引起对该区构造研究中的高度重视,人为的简化就可能导致对该区构造发育特征的片面认识。另外,防止只重视局部的东西向逆冲模式,而忽略了其南北差异的存在,

谨防以点带面^[25]。这样才能使该区的构造研究在全面系统和客观正确认识的基础上不断深入,使该区的油气勘探不断取得新的突破。

参考文献 (References):

- [1] 刘池洋, 赵红格, 王锋, 等. 鄂尔多斯盆地西缘(部)中生代构造属性[J]. 地质学报, 2005, 79(6):737-747.
Liu Chiyang, Zhao Hongge, Wang Feng, et al. Attributes of the Mesozoic structure on the west margin of the Ordos Basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2005, 79 (6): 737-747 (in Chinese with English abstract).
- [2] 刘池洋. 后期改造强烈——中国沉积盆地的重要特点之一 [J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(4):255-261.
Liu Chiyang. Late stage intense reformation—One of important fractures of Chinese sedimentary basins [J]. Oil & Gas Geology, 1996,17(4):255-261(in Chinese with English abstract).
- [3] 张泓, 白清昭, 张笑薇, 等. 鄂尔多斯聚煤盆地形成与演化[M]. 西安:陕西科学技术出版社, 1995:1-165.
Zhang Hong, Bai Qingzhao, Zhang Xiaowei, et al. Formation and Evolution of the Ordos Coal-forming Basin [M]. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Press, 1995:1-165 (in Chinese with English abstract).
- [4] 汤锡元, 郭忠铭, 陈荷立. 陕甘宁盆地西部逆冲推覆构造及油气勘探[M]. 西安:西北大学出版社, 1992:1-97.
Tang Xiyuan, Guo Zhongming, Chen Heli. The Study and Petroleum Prospect of Thrust Nappe in the West Margin of Shannxi-Gansu-Ningxia Basin [M]. Xi'an: Northwest University Press, 1992:1-97(in Chinese with English abstract).
- [5] 郭忠铭, 张军, 于忠平. 鄂尔多斯地块油区构造演化特征[J]. 石油勘探与开发, 1994, 21(2):22-29.
Guo Zhong Ming, Zhang Jun, Yu Zhongping. The characteristic of structural evolution in Ordos oil field[J]. Petroleum Exploration and Development, 1994, 21(2):22-29(in Chinese with English abstract).
- [6] 汪泽成, 王玉新. 鄂尔多斯西缘马家滩滑脱型冲断构造 [J]. 石油

- 与天然气地质, 1996, 17(3):221-224.
- Wang Zecheng, Wang Yuxin. Detachment-type thrust structures in Majiatanwest margin of Ordos [J]. Oil & Gas Geology, 1996,17(3): 221-224(in Chinese with English abstract).
- [7] 贾承造, 魏国齐, 李本亮, 等. 中国中西部两期前陆盆地的形成及其控气作用[J]. 石油学报, 2003, 24(2):13-17.
- Jia Chengzao, Wei Guoqi, Li Benliang, et al. Tectonic evolution of two -epoch foreland basins and its control for natural accumulation in China's mid-western areas [J]. Acta Petrolei Sinica, 2003, 24(2):13-17(in Chinese with English abstract).
- [8] 刘少锋, 柯爱蓉, 吴丽云, 等. 鄂尔多斯西南缘前陆盆地沉积物物源分析及其构造意义[J]. 沉积学报, 1997, 15(1):157-160.
- Liu Shaofeng, Ke Airong, Wu Liyun, et al. Sediment provenance analysis and its tectonic significance in the foreland basin of the Ordos southwestern margin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1997, 15(1):157-160(in Chinese with English abstract).
- [9] 靳久强. 中国西部前陆盆地的油气勘探[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(5):11-14.
- Jin Jiuqiang. Petroleum exploration in foreland basin of western China [J]. Petroleum Exploration and Development, 1997, 24(5): 11-14(in Chinese with English abstract).
- [10] 张岳桥, 廖昌珍. 晚中生代-新生代构造体制转换与鄂尔多斯盆地改造[J]. 中国地质, 2006, 33(1):28-40.
- Zhang Yueqiao, Liao Changzhen. Transition of the Late Mesozoic -Cenozoic tectonic regimes and modification of the Ordos basin[J].Geology in China, 2006, 33(1):28-40(in Chinese with English abstract).
- [11] 王锋, 刘池洋, 杨兴科, 等. 贺兰山汝箕沟玄武岩地质地球化学特征及其构造环境意义[J]. 大庆石油地质与开发, 2005, 24(4):25-27.
- Wang Feng, Liu Chiyang, Yang Xingke, et al. Geological and geochemical character of Rujigou basalt in Helan Mountain and its indication to tectonic settings [J].Petroleum Exploration and Development in Daqing, 2005, 24 (4):25-27 (in Chinese with English abstract).
- [12] 王锋, 刘池洋, 赵红格, 等. 贺兰山盆地与鄂尔多斯盆地地关系[J]. 石油学报, 2006, 27(4):15-17.
- Wang Feng, Liu Chiyang, Zhao Hongge, et al. Analysis on the relationship between Helanshan basin and Ordos basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2006, 27(4):15-17(in Chinese with English abstract).
- [13] 王锋, 刘池洋, 杨兴科, 等. 贺兰山西麓中生代构造反转及意义[J]. 石油实验地质, 2006, 28(3):206-209.
- Wang Feng, Liu Chiyang, Yang Xingke, et al. Tectonic reversion of Mesozoic at the western foot of Helan mountain and its meaning [J]. Experimental Petroleum Geology, 2006, 28(3):206-209(in Chinese with English abstract).
- [14] 刘池洋, 赵红格, 桂小军, 等. 鄂尔多斯盆地演化-改造的时空坐标及其成藏(矿)响应[J]. 地质学报, 2006, 80(5):617-638.
- Liu Chiyang, Zhao Hongge, Gui Xiaojun, et al. Space-time coordinates of the evolution and reformation and mineralization response in Ordos basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80(5): 617-638(in Chinese with English abstract).
- [15] 张光亚, 薛良清. 中国中西部前陆盆地油气分布与勘探方向[J]. 石油勘探与开发, 2002. 29(1):1-8.
- Zhang Guangya, Xue Liangqing. Hydrocarbon occurrences and exploration suggestion in the foreland basins of central western China [J]. Petroleum Exploration and Development, 2002, 29(1): 1-8 (in Chinese with English abstract).
- [16] 赵重远, 刘池洋. 残延克拉通内盆地及其含油性-以鄂尔多斯盆地和四川盆地为例[C]//中国地质学会编. “七五”地质科技重要成果学术交流会议论文集选集. 北京: 科学技术出版社, 1992: 610-613.
- Zhao Zhongyuan, Liu Chiyang. Basins in the residual craton and their petroleum prospect-example with Ordos Basin and Sichuan Basin[C]//Geological Society of China(ed.). Dissertation Anthology the Academic Erchanges Conference in Selected Papers Presented to Technology Importan Fruits. Beijing:Science and Technology Publishing Company, 1992:610-613(in Chinese with English abstract).
- [17] 张福礼. 鄂尔多斯盆地早古生代复合的古构造体系与天然气[J]. 地质力学学报, 2002, 8(3):193-200.
- Zhang Fuli. Compound ancient tectonic system and natural gas of early Paleozoic in Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2002, 8(3):193-200(in Chinese with English abstract).
- [18] 施炜, 张岳桥, 马寅生, 等. 六盘山盆地形成和改造历史及构造应力场演化[J]. 中国地质, 2006, 33(5):1066-1074.
- Shi Wei, Zhang Yueqiao, Ma Yinsheng, et al. Formation and modification history of the Liupanshan basin on the southwestern margin of the Ordos block and tectonic stress field evolution [J]. Geology in China, 2006, 33 (5):1066 -1074 (in Chinese with English abstract).
- [19] 刘池洋, 赵红格, 杨兴科, 等. 前陆盆地及其确定和研究[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(4):307-313.
- Liu Chiyang, Zhao Hongge, Yang Xingke, et al. Foreland basin and its definition and research [J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23 (4):307-313(in Chinese with English abstract).
- [20] 苏春乾, 杨兴科, 刘继庆, 等. 从贺兰山区的三叠-侏罗系论国内前陆盆地的研究[J]. 岩石矿物学杂志. 2004, 23(4):318-326.
- Su Chunqian, Yang Xingke, Liu Jiqing, et al. Query of foreland basins from Triassic-Jurassic Period stratum in Helanshan Mountain [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2004, 23 (4):318 -326 (in Chinese with English abstract).
- [21] 杨俊杰, 张伯荣. 鄂尔多斯盆地西缘掩冲构造带的基本特征[C]//杨俊杰, 赵重远, 刘和甫, 等. 鄂尔多斯盆地西缘掩冲构造带构造与油气. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1990:91-105.
- Yang Junjie, Zhang Borong. Characteristics of thrusting structural belt in the western margin of Ordos basin [C]// Yang Junjie, Zhao Zhongyuan, Liu Hepu, et al (eds.). Thrusting Structure and Oil in the Western Margin of Ordos Basin. Lanzhou: Gansu Science and Technology Press, 1990:91-105(in Chinese with English abstract).
- [22] 赵红格, 刘池洋, 王锋, 等. 鄂尔多斯盆地西缘构造分区及其特征[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(2):173-179.

- Zhao Hongge, Liu Chiyang, Wang Feng, et al. Structural division and characteristics in western edge of Ordos basin [J]. *Oil & Gas Geology*, 2006,27(2):173-179(in Chinese with English abstract).
- [23] 王双明. 中国煤田地质总局. 鄂尔多斯盆地聚煤规律及煤炭资源评价[M]. 北京:煤炭工业出版社, 1996:1-437.
- Wang Shuangming. Coal Accumulation and Coal Resource Evaluation of Ordos Basin [M]. Beijing:China Coal Industry Publishing House, 1996:1-437(in Chinese with English abstract).
- [24] 王锋, 刘池洋, 赵红格. 韦州-石沟驿拆离滑覆构造的确定及其地质意义[J]. *石油地球物理勘探*, 2003, 38(6):671-674.
- Wang Feng, Liu Chiyang, Zhao Hongge. Determination of Weizhou -Shigouyi detachment structure and its geological meaning[J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2003, 38(6):671-674(in Chinese with English abstract).
- [25] 刘池洋. 盆地构造动力学研究的弱点、难点及重点[J]. *地学前缘*. 2005, 12(3):113-124.
- Liu Chiyang. The weakness, difficulty and key point on study of basin tectonic dynamics [J]. *Earth Science Frontiers*, 2005, 12(3):113-124(in Chinese with English abstract).

Some important problems on the structural study of the western Ordos block

WANG Feng^{1,2}, ZHAO Hong-ge¹

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China;

2. School of Earth Sciences and Land Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: A uniform E-W compressional thrust nappe model was constructed for the north and south of the western Ordos block on the basis of a study of the structure of the western Ordos block conducted in the 1970s-1980s. However, this model has become more and more difficult to explain real geological problems as petroleum exploration and research in the area go on. In addition, the structural model of the uniform E-W-trending movement and N-S zoning in the western Ordos block is questioned, no large-scale foreland basin exists in the area and such problems as the transverse structural belt, N-S zoning and N-S-trending movement are presented—all these indicate that the complexity and diversity of the regional structures in the western Ordos block should be reconsidered. In analyzing and summarizing the structural characteristics and development model in the area, we should strengthen a comprehensive study and continuously supplement, revise and improve our original knowledge.

Key words: Ordos block; thrusting model; foreland basin; transverse structural belt; north-south movement

About the first author: WANG Feng, male, born in 1966, doctor and associate professor, mainly engages in the teaching and study of petroleum geology and basin structural geology; E-mail: wangfeng@chd.edu.cn.