

# 鄂尔多斯盆地西部晚三叠世构造属性探讨

赵红格<sup>1</sup> 刘池洋<sup>1</sup> 王建强<sup>1</sup> 王 锋<sup>2</sup> 银 燕<sup>3</sup>

(1. 大陆动力学国家重点实验室(西北大学), 陕西 西安 710069; 2. 长安大学地球科学系, 陕西 西安 710069;  
3. 胜利油田地质研究院, 山东 东营 257000)

**摘要:**有关鄂尔多斯盆地西部晚三叠世的构造属性问题,前人的观点大多认为该时期为(类)前陆盆地,笔者对此提出置疑,主要有 3 个方面的依据:首先,对西缘汝箕沟、石沟驿和崆峒山地区晚三叠世延长组的 3 套粗碎屑沉积进行了重新认识。汝箕沟延长组确实为边缘相沉积,但其附近层位板内玄武岩的出现,表明该区晚三叠世为拉张环境下的沉积。最新研究表明,石沟驿地区延长组沉积厚度并不大,不超过 1500 m。崆峒山砾岩沉积可能受西南部的秦祁造山带影响所致,不能作为盆地西部沉积的代表。其次,通过编制晚三叠世延长组地层等厚图及一系列东西向地层剖面对比,发现该时期以往认为的盆地西部从南至北的巨厚沉降带并不存在。最后,通过地震剖面、平衡剖面和裂变径迹测试数据分析,指出西部现今存在的横山堡后冲构造带和马家滩大型逆冲推覆构造带并未形成于晚三叠世,其最早形成于晚侏罗世。故鄂尔多斯盆地西部晚三叠世构造属性并非为前陆盆地,而是残延克拉通内叠合盆地的组成部分。该认识对盆地西部的油气勘探具有重要意义。

**关键词:**鄂尔多斯盆地西部;构造属性;晚三叠世;地层展布;地震剖面;裂变径迹;残延克拉通内叠合盆地  
**中图分类号:** P588.21<sup>+</sup>2.3; P588.21<sup>+</sup>2.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2007)03-0384-08

有关鄂尔多斯盆地西部晚三叠世的构造属性问题,众多学者进行了探讨,大多数观点认为晚三叠世西部为(类)前陆盆地<sup>[1-8]</sup>。其主要依据为盆地西部晚三叠世南北向巨厚沉积带和马家滩构造带及横山堡构造带。所谓的南北向巨厚沉积带是将盆地西部西北部的汝箕沟、中部石沟驿和西南缘的崆峒山 3 个地区分布的晚三叠世砾岩或含砾砂岩连接构成的,故认为这套地层具有厚度巨大、沉积物粒度粗的特点,是当时盆地的沉降中心,代表着前陆逆冲环境下的沉积特征,具有前陆盆地性质<sup>[1-8]</sup>。随着鄂尔多斯盆地西部勘探的进一步深入,资料也在不断丰富。这 3 套地层的厚度和沉积特征是否公认无误,其形成构造背景如何,三地是否可以简单地连为一带,确实值得进一步探讨。同时,对于西部马家滩构造带的大型逆冲推覆构造和横山堡构造带的后冲构造的形成时期,仍然存在许多疑问。笔者围绕鄂尔多斯盆地西部晚三叠世的构造属性这一争论较多的问题,从沉积地层和构造解析等方面展开了详细论述。

## 1 晚三叠世盆地西部的地层分布

### 1.1 西部巨厚沉积带讨论

#### 1.1.1 汝箕沟砾岩及含砾砂岩

汝箕沟地区晚三叠世地层自下而上可划分为 3 个岩性组,岩性分别为:灰绿色及紫红色块状砾岩、含砾粗砂岩、粗砂岩夹灰色薄层状粉砂岩;灰绿色厚层—块状、粗—中—细砂岩夹灰黑色泥岩、粉砂质泥岩;灰黑色页岩与灰绿色粉砂岩互层<sup>[9]</sup>。砾岩单层厚度为 1.5~3 m,分选好,无明显定向性分布;平均粒径向上减小,约从 8 cm 到 1 cm。据对汝箕沟晚三叠世砾岩成分观察,发现砾石呈深红色、红色,成分主要为石英岩、砂岩,反映物源为其下部的二叠系。且西部颗粒较粗,向东部变细。该套砾岩厚约 21 m,且出现于延长组第一岩组,与下部中三叠统纸坊组呈整合接触。晚三叠世汝箕沟延长组总厚度为 1987 m,为边缘相沉积。向西至内蒙古阿拉善左旗的哈拉乌沟—水磨沟一带,也有延长组的粗碎屑沉积,

收稿日期:2007-04-02;改回日期:2007-04-25

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973)项目(2003CB214607)、教育部长江学者和创新团队发展计划项目(IR T0559)资助。

作者简介:赵红格,女,1975年生,博士,讲师,主要从事盆地构造分析与油气地质综合研究工作;E-mail: zhaohg\_75@sina.com。

总厚度可达2949 m,具有近源沉积和相变较快的特点,反映该区距物源区相对较近。但这些粗碎屑沉积的形成环境还值得探讨,可能受地形高差影响较大。

在汝箕沟南西方向2 km的地区,出现了面积不到2 km<sup>2</sup>、厚度仅30多米的玄武岩,产出于延长组顶部。其化学成分属于板内玄武岩,不是造山期的岛弧拉斑玄武岩,而是代表拉张环境<sup>[1-14]</sup>。故可判定该时期汝箕沟砾岩为拉张断陷环境的沉积,并不是挤压环境的产物<sup>[15]</sup>。

### 1.1.2 石沟驿含砾砂岩

石沟驿地区延长组岩性为长石砂岩,含有砾石,偶夹粉砂岩或泥岩。砾石以薄层顺层产出或零星分布,砾石粒径多在1~2 cm,磨圆较好。纵向上有多个沉积旋回,厚度很小。砂岩单层厚度从几十厘米到4~5 m,其中以0.5~2 m最常见。砂岩中普遍发育大型交错层理,其中绝大部分为槽状交错层理,为河流相沉积,底部有细砾石滞留沉积。

最早公开的资料认为该区延长组厚度达3295 m<sup>[16]</sup>。此厚度数据后来被多数人引用,作为西部前陆盆地巨厚沉积的代表。但是,该地区地层总体产状平缓,倾角仅为15°左右,如果能形成如此大的厚度,至少得有3100多米的地势高差,但该区地表地势平缓,尚未发现有如此厚的地层露头剖面。而且,未见连续延伸数十千米的延长组沉积剖面。

宁夏地质矿产局划分石沟驿地区延长组>981 m,纸坊组>408 m<sup>[17]</sup>。张泓等<sup>[17]</sup>认为,该地区厚度并不很大,约900多米。石沟驿幅1:20万区域地质调查报告及宁夏区调研究院最新资料均认为,石沟驿剖面厚度为980.8 m,纸坊组>1408 m。宁夏区域地质志综合分析灵盐地区延长群(组)T<sub>3</sub>y<sup>1</sup>-T<sub>3</sub>y<sup>5</sup>各段露头 and 井下厚度资料,认为该区各段地层最大厚度累计总厚1270 m。地震资料显示,该地区延长组双程走时仅500~600 ms,为1000~1200 m<sup>[18]</sup>。

而在石沟驿剖面之东的大量钻井资料显示,延长组厚度均在1500 m之内(图1),苦深1井井下,长2—长10总厚度为1320 m,长1遭受剥蚀,推测剥蚀厚度仅在200 m之内。在如此短的距离范围,厚度变化如此之大,确实令人费解。该区岩性总体为一套三角洲和分流河道亚相沉积,并不能代表边缘相沉积。

故根据地质、地震等多方面资料显示,石沟驿地区晚三叠世延长组的巨大厚度值得怀疑,且向南北方向延伸并不大(图1),据其确定该区前陆盆地的存在,显然尚欠充分。

### 1.1.3 崆峒山砾岩

在盆地西南隅平凉崆峒山至大台子之间,分布一套典型的冲积扇沉积,平行不整合接触覆于石千峰组或超覆于更老地层之上,据仅有的孢粉资料确定其时代为晚三叠世。其分布很有限,在西南缘崆峒山、太统山一带最粗,由砾岩、砂岩

及砂岩组成,厚度最大可达2240 m;向东粒度急剧变细,厚度变薄。其上无侏罗系,直接与下白垩统以角度不整合接触。而其周围地区下白垩统覆盖的地层均为侏罗系,与周邻地质背景很不协调。

同时,在平凉之南约40 km的华亭马峡镇一带(阎家庄、策底坡、洮水河)也分布有晚三叠世的砾岩。砾石成分主要为断层上盘岩石,为典型的同沉积逆冲断层沉积。但是,该砾岩平面上展布范围极有限,且相变快,向东北很快与湖相细粒沉积物相接触,其间缺乏过渡相沉积物。其巨大的厚度,可能仅是局部地区在构造作用下形成较大高差,引起近源快速堆积的结果。从该砾岩之北24 km的地震剖面02xy01测线中可见<sup>①</sup>,盆地与逆冲带的边界断层下降盘附近,地层未发生明显的褶皱变形;中生界厚度向着断层方向没有明显的增厚现象,说明该时期断层下降盘并不是晚三叠世的巨厚沉降带。崆峒山等地区的晚三叠世砾岩,沉积较为局限,并未向北部延伸很远。不可能成为晚三叠世西部南北向沉降带的组成部分。

崆峒山位于盆地西南缘,所处位置恰为秦祁构造带的弧形弯转部分,其沉积和构造演化,应更多地受控于秦祁构造带的影响。晚三叠世秦岭—祁连海槽由东往西呈剪刀状发生闭合<sup>[19]</sup>,产生强烈的逆冲造山作用,由于崆峒山、华亭等地区处于该褶皱造山带发生反“S”形拐弯处,故形成强烈的逆冲构造,并在其前渊部位沉积巨厚的砾岩。秦祁褶皱带向东,在鄂尔多斯盆地的南缘,进而形成东西向展布的前渊拗陷,但其所在部位现今正好被渭河地堑所占据,其下是否有晚三叠世的粗粒沉积,受资料和研究程度所限,目前还不清楚。秦祁造山带转弯部分,即盆地西南缘残留的砾岩沉积,为盆地南缘前陆盆地存在提供了佐证。同时说明,平凉一带的砾岩应为盆地南部构造活动的产物,而不应该视为西部构造活动的响应。

对于崆峒山砾岩的时代,一些学者也根据岩性、地球化学等方面的证据提出了质疑<sup>[20]</sup>,认为其很可能与芬芳河剖面相似,主体由上部灰色砾岩层(早白垩世寺口子组)及其角度不整合于其下的杂色砾岩层(晚侏罗世芬芳河组)组成,即其时代可能为晚侏罗世<sup>②</sup>。如果该观点成立,则西部晚三叠世为前陆盆地的观点就更不能成立。

## 1.2 西部厚度及变化

### 1.2.1 平面分布

为了进一步探讨晚三叠世鄂尔多斯盆地的沉积面貌,笔者根据新的钻井资料重新绘制了盆地西部晚三叠世延长组地层等厚图(图1)。盆地整体呈现北部高、西南部和东南部低的特点。除了西南缘、西北缘之外,厚度均小于1300 m,与盆地内部差别不大。西北缘汝箕沟地区厚度最大可达1987 m;西南缘崆峒山—洮水河一带,厚度可达3000 m;中部石沟驿附近的苦深1井最大残存厚度仅为1320 m。盆地内厚度最大

①刘池洋,赵红格,王锋,等.鄂尔多斯地块西部前陆盆地形成演化与结构构造特征.长庆油田分公司科研报告,2003.

②周立发,陈洪德.国家重点基础发展计划项目课题1(盆地系统内外地质动力相互作用与多种能源矿产形成的耦合关系)2004—2005年度工作总结.

的地区在安塞—铜川一带,呈东西向展布,且向东厚度有增大的趋势。在环县以西至同心地区,存在一个南北向展布的低隆起区,其上沉积地层相对较薄,约500 m。分隔了石沟驿和崆峒山较厚地层沉积区,使西部较厚地层在南北方向上没有连接,即不存在一个南北向的沉积巨厚带。该隆起在窑山、炭山等地和盐11、环26井等多处被早—中侏罗世延安组地层直接覆盖,即其上较薄的地层厚度是原始沉积的结果,而不是后期剥蚀改造所致。该隆起仅为当时沉积的水下隆起,向西延伸不远,并未分隔西缘与其西邻——六盘山盆地的沉积。在该水下隆起之西的盘探3井和香山南麓地区普遍有晚三叠世的沉积。这说明,在晚三叠世,盆地西部至少与六盘山地区及其以西,其沉积是相连的,二者之间并没有明显的山脉存在。

### 1.2.2 剖面对比

如果说盆地西部晚三叠世曾经发生了强烈的逆冲推覆活动,致使西部该时期沉积厚度比盆地内部大的多,那么该时期各油层组沉积时,在其厚度上应有所反映,即盆地边缘的厚度应该比内部大的多。并且,此规律应该在盆地西部由南向北一系列东西向剖面上的各个地层柱状对比图中表现出来。因此,选择从南到北地层保存较好、深度较大的钻井,

来对比各个油层组(或岩性组)在空间上未被剥蚀的地层厚度变化规律。

通过驾探1—陕165、苦深1—陕45、发东1—陕80、环20—陕109等剖面上对ch1—ch10各个小层进行厚度对比,可见,从北往南各剖面除了苦深1—陕46剖面之外,均具有东、西部厚度差别不大(包括轻微的西厚东薄),或者东部厚度大于西部的特点。苦深1—陕45剖面ch10—ch3段西部厚度明显大于东部各井段,厚度相差约384 m,但从定探2往东则各小段厚度基本相同,至ch2段时,则东西部厚度很均一。正好处于东西向转换带内的苦深1—陕46剖面,其苦深1井的厚度变化特征在与其相邻的南北两剖面上表现并不明显,后者甚至呈东厚西薄的特点。苦深1井较大的地层厚度,与其周围剖面和钻井上均无共同点(图1)。在平面上,苦深1井较厚地层呈孤立很小的局部分布区。根据其所处的构造背景、地层厚度和上述该井之西石沟驿地区延长组的沉积特征推断,该区较厚地层的形成可能是局部浊流沉积的结果。整体而言,盆地西部延长组各油层组的原始沉积厚度并不大于东部,表明晚三叠世盆地西部并不存在一南北向的巨厚沉积带,故晚三叠世盆地西部不可能为前陆盆地。

## 2 西部沉积边界探讨

虽然盆地西部露头剖面中晚三叠世沉积较少,但向西至中卫小红山一带有零星出露,晚三叠世剖面沉积连续,发育齐全,厚度较大,同香山南麓一样,为河湖相沉积。故推断西部上三叠统当时分布可能较广泛。在巴彦浩特盆地是否存在上三叠统,尚有不同认识,有限的钻井资料,虽未发现三叠纪沉积,但距其很近的阿拉善左旗沉积巨厚,总厚度2949 m,从下往上逐渐由河流相过渡为湖泊相沉积<sup>[1]</sup>。在六盘山盆地之西南的定西盆地的中生界褶皱带地区,晚三叠世地层亦见分布,为一套河流、湖泊相沉积,未见冲积相存在,最厚可达900 m。与鄂尔多斯盆地的延长组可以完全进行对比,在沉积环境的分布上有密切的联系,推测晚三叠世的沉积边界应该还在该褶皱带的南部。

晚三叠世鄂尔多斯湖盆的西南界,远超出今盆地范围。在今六盘山盆地及周缘钻井下所发现的上三叠统则是以灰黑、灰及灰黄色砂泥互层和煤层为主,厚度达520~706 m,与延长组更为相似,故而划归延长组<sup>[2]</sup>。

因此晚三叠世盆地的沉积边界应该更偏西部,可能在六盘山盆地西部和(中)卫(中)宁西部<sup>[12,19,21]</sup>。该时期鄂尔多斯盆地西部为前陆盆地的观点从沉积角度分析并不成立。

## 3 盆地西部主要构造形成时期

鄂尔多斯盆地西部晚三叠世为前陆盆地的观点,其构造依据为西部地震剖面显示的横山堡构造带和马家滩构造带,这两大构造带是否形成于晚三叠世值得怀疑。

### 3.1 横山堡构造带

该构造带位于铁克苏庙与横山堡之间,以一系列高角度

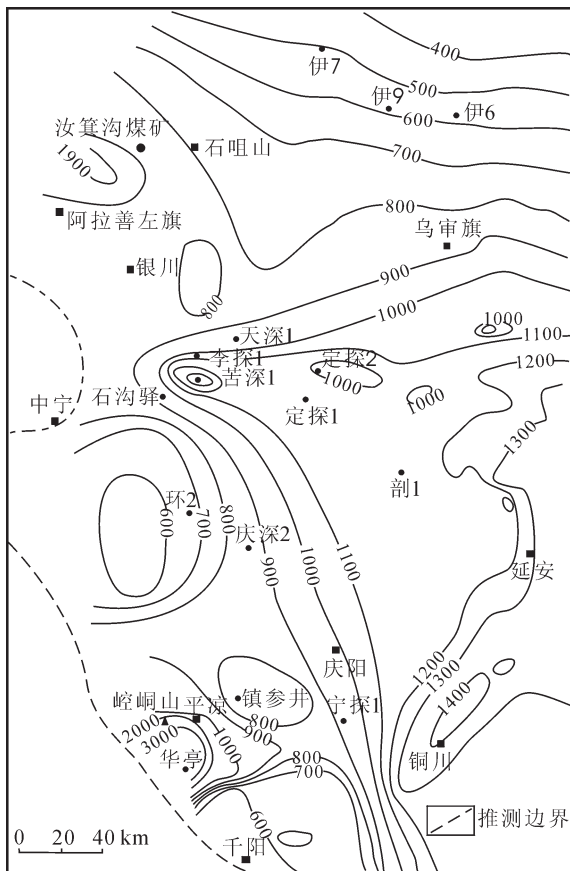


图1 鄂尔多斯盆地西部晚三叠世延长组等厚图  
Fig.1 Isopach map of the Late Triassic Yanchang Formation in the western Ordos basin

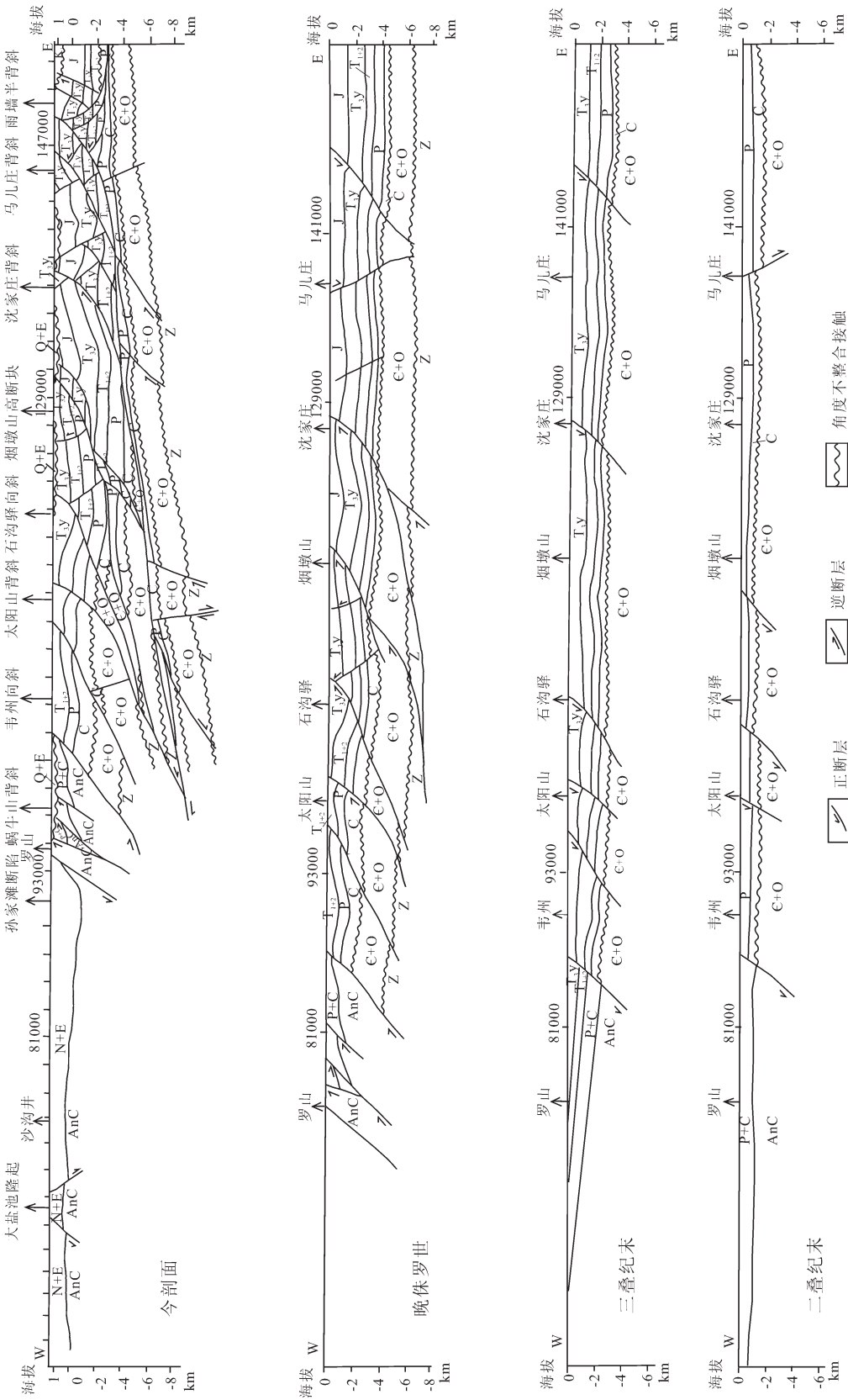


图 2 马家滩地区 85101 地震剖面平衡剖面恢复图

Q+E—第四系与古近系;N+E—新近系与古近系;K—白垩系;J—侏罗系;T<sub>1-2</sub>—晚三叠世延长组;T<sub>1-2</sub>—下中三叠统;P—二叠系;C—石炭系;Є+O—寒武系与奥陶系; Z—震旦系;AnC—前石炭系

Fig.2 Restoration of balanced cross-section along line 85101 in the Majiatan area

Q+E—Quaternary and Paleogene;N+E—Neogene and Paleogene;K—Cretaceous;J—Jurassic;T<sub>1-2</sub>—Late Triassic Yanchang Formation;T<sub>1-2</sub>—Lower to Middle Triassic;P—Permian; C—Carboniferous;Є+O—Cambrian and Ordovician;Z—Sinian;AnC—pre-Carboniferous

由东向西逆冲的断块为主要特征,南北长 150 km,东西宽约 35 km。根据东西向的横向调节断层的发育和分区作用,可将本区划分为北(铁克苏庙)、中(陶乐东)、南(色伦卡德庙南)3段,其间分别以东西向的永红断层、高仁镇断层为界<sup>②</sup>。北段构造线以近南北向为主,东西向构造次之。中段构造走向以铁克苏庙断层为代表的北北西—北北东—北东向凸出的弧形构造线为主,断层延伸长度较大。南段构造走向由北向南逐渐变成近南北向,断层主要是向西逆冲,断层数量增多,但规模变小,东西向断层增多,规模较小,多以右行错开南北向断裂作为其不同段的调节断层形式出现。

地震剖面显示(83855、JC84630),在铁克苏庙逆冲大断层下降盘可见晚侏罗世芬芳河组的巨厚粗碎屑沉积,厚度可达 3000~5000 m,呈楔状向盆地内部厚度逐渐减薄<sup>③</sup>。芬芳河组与下白垩统之间为明显的角度不整合,而下白垩统构造变形微弱,显示本区的逆冲构造形成于晚侏罗世末。在陶乐地区 01695 和 01731 地震剖面上,下白垩统以削截不整合覆于下伏东倾逆断层系统及更老地层之上,而不整合面之下最新的地层为晚侏罗世,表明该区逆冲构造主要形成于晚侏罗世。

通过对横山堡地区的 83503 剖面进行平衡剖面恢复,可见晚三叠世该地区构造作用并不强烈。被前人称为晚三叠世西部挤压活动代表区之一的横山堡地区,不仅没有大规模的逆冲断层出现,而且上三叠统一中侏罗统在该区广泛分布,地层厚度较为均一。直至晚侏罗世才发生了强烈的逆冲活动,使该套地层遭受了不同程度的剥蚀。对西缘 83855 和 01695 等剖面进行平衡剖面恢复,也认为晚三叠世横山堡构造带并未形成,挤压逆冲构造最早形成于侏罗纪<sup>④</sup>。

对鄂尔多斯盆地西部构造研究中通常将贺兰山构造、银川地堑和横山堡构造带作为一个有机相联的统一体进行综合分析,认为这三大构造带在形成上具有一定的联系和相互作用,它们是在一定时期共同的挤压构造背景下形成,后期构造发生分化<sup>⑤</sup>。即贺兰山构造和横山堡构造带的形成具有同时性。而贺兰山现今发育由西向东逆冲的断层;三叠纪—中侏罗世地层分布较广;其裂变径迹平均年龄为 133.9 Ma。一系列证据均表明贺兰山逆冲抬升时间应为晚侏罗世,故推测横山堡后冲构造带的形成时期也应该在晚侏罗世。

众多地质、地球物理和裂变径迹测试资料均表明晚三叠世横山堡逆冲构造带并未形成,此时盆地性质为前陆盆地的观点不成立。该构造形成的最早时期为晚侏罗世。

### 3.2 马家滩构造带

该段具有典型逆冲推覆的特征。自西向东发育着 4 条西倾的主要逆冲断层(韦州—安国、青龙山—平凉、惠安堡—沙井子、马儿庄逆冲断层)相应地形成了韦州、青龙山、石沟驿和烟墩山逆冲席(图 2)。各逆冲席共同组成了大型推覆体系。在其前缘,由于一系列反向断层的存在,构成了前缘三角带和后冲带,形成了马家滩地区特殊的逆冲推覆构造体系。

马家滩构造带卷入的地层为三叠系—白垩系,表明其形成时间可能比较晚。在马家滩地区 83187 和 85101 剖面上,惠安堡断层、马家滩等断层明显切割了白垩系,推测其形成时期应该为早白垩世末期。

通过对马家滩构造带具典型推覆构造的 85101 地震剖面进行平衡剖面恢复,显示晚三叠世无明显的挤压构造,而以伸展构造—张性断层的活动为主,东西向上地层厚度变化不大,罗山以西的晚三叠世在沉积后已经剥蚀殆尽。故晚三叠世鄂尔多斯盆地西部马家滩构造带仍处于张性环境(图 2)。该区较厚的晚三叠世地层和裂变径迹年龄均表明,该时期马家滩构造带并未发生明显的构造隆升和逆冲活动,而是在晚侏罗世以来,才开始发生大规模隆升和强烈的逆冲活动,断层发生明显滑脱。由西向东逆冲活动逐步发展,加之盆地东部强烈的隆升,晚侏罗世盆地边界进一步西移,逐渐形成了自西向东依次分布的逆冲带、拗陷和斜坡的构造格局,(类)前陆盆地结构逐渐显现。

## 4 讨论与结论

晚三叠世时,鄂尔多斯盆地沉积格局同早中三叠世差别不大,为华北克拉通的一部分,盆地沉积范围远远超出现今边界<sup>⑥</sup>。沉积环境稳定,构造活动较弱,地层厚度变化不大。受南北向物源的影响,沉积地层等厚线在西部南北展布的方向性并不明显。盆地沉降中心位于南部的安塞—铜川一线,呈近东西向展布,是受秦岭洋关闭所产生的挤压作用影响所致。西部物源贡献甚小,除了西南缘崆峒山一带存在厚度较大的砾岩可能反映有较大的地貌高差外,在盆地西部及西邻,既无区域较大地貌高差存在的证据,也无具挤压性质的较大造山带存在的迹象。贺兰山地区出现了代表拉张裂陷环境的玄武岩。这均表明,西部尚无明显强烈挤压的直接证据。

由三叠纪—中侏罗世沉积环境可见,鄂尔多斯盆地是在一个统一的大华北克拉通盆地背景之上形成的。同时,在盆地发育时限、沉积环境变迁,盆地展布范围、沉积建造类型、构造变动特征等方面具有明显的渐变过渡性,具有“残延”特点<sup>⑦</sup>。相对于古生代的克拉通盆地,鄂尔多斯盆地具有明显的新生性,主要表现在周缘活动强烈,沉降中心和沉积中心不尽一致,沉积相和沉积厚度变化较大,不同部位构造活动具有的明显差异等方面,这是对前期克拉通盆地的叠加和改造。故该时期鄂尔多斯盆地性质应为残延克拉通内叠合盆地,即晚三叠世盆地西部的构造属性为残延克拉通内叠合盆地的组成部分,而不是前陆盆地。

这种认识,有别于前人认为的晚三叠世为(类)前陆盆地的观点,在油气勘探方面具有重要的意义。其一,晚三叠世盆地西部不是前陆盆地,而是对前期克拉通盆地的继承与发展,前陆盆地结构出现较晚(晚侏罗世以来),指示西部逆冲推覆构造之下的古生代克拉通盆地的沉积有可能得到较好

①陶家庆,刘弢,等.鄂尔多斯西部前陆盆地综合物探及地震大剖面解译.中油集团东方地球物理勘探有限责任公司研究院,2003.

的保存,即烃源岩可能较大范围存在;烃源岩沉积后长期较稳定的深埋,有利于向其油气的转化。故西部深层(尤其是马家滩构造带)可能具有一定的油气勘探前景。其二,鄂尔多斯盆地西部晚三叠世的构造属性指示了西部的湖盆沉积范围向西延伸较远,与六盘山盆地和宁卫西部地区可能均为统一的湖盆沉积,只是后期的构造运动使其分隔<sup>[7]</sup>。而鄂尔多斯盆地西部已经在晚三叠世延长组发现了许多规模较大的油气田,故推测六盘山盆地和卫宁地区可能存在晚三叠世类似的烃源岩,也应具有一定的勘探前景。目前,在宁卫地区已有钻井发现了晚三叠世的油流,这是对上述盆地构造属性认识的有力证据。因此,晚三叠世盆地西部构造属性的正确认识,从时空两方面进一步开阔了油气勘探的思路和范围,对油气勘探部署具有重要的指导意义。

### 参考文献 (References):

- [1] 孙肇才, 谢秋元. 叠合盆地的发生及其含油性 [J]. 石油实验地质, 1980, (1):1-6.  
Sun Zhaocai, Xie Qiuyuan. Oil occurrence and potential in superimposed basins [J]. Petroleum Geology & Experiment, 1980, (1):1-6(in Chinese with English abstract).
- [2] 孙肇才. 中国中西部中—新生代前陆类盆地及其含油性 [C]// 中国石油学会石油地质专业委员会编. 油气盆地研究新进展. 北京:石油工业出版社, 2002:73-95.  
Sun Zhaocai. Analogous foreland basins and their petroleum prospect in the middle-west of China in Meso-Cenozoic [C]// Petroleum Speciality Committee of China Petroleum Geology Academy (ed.). New Development in the Research in Oil and Gas Basins. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002:73-95(in Chinese).
- [3] 孙家振. 前陆盆地逆冲断层类型与形成机制——以鄂尔多斯地块西缘和塔里木西缘为例 [J]. 石油与天然气地质, 1991, 12(4):406-415.  
Sun Jiazhen. Type of thrust and forming mechanism in western Ordos: example as the west margins of Ordos block and Tarim Block [J]. Oil & Gas Geology, 1991, 12 (4):406-415 (in Chinese with English abstract).
- [4] 王玉新. 鄂尔多斯西缘中生代前陆盆地的形成与演化 [C]//张功成主编. 中国含油气盆地构造. 北京:石油工业出版社, 1999.  
Wang Yuxin. Development and evolution of the foreland basin in west margin of Ordos basin [C]//Zhang Gongcheng(ed.). Structure of Chinese Petroleum Basin. Beijing: Petroleum Industry Press, 1999 (in Chinese).
- [5] 陈刚. 中生代鄂尔多斯盆地陆源碎屑成分及其构造属性 [J]. 沉积学报, 1999, 17(3):409-413.  
Chen Gang. Terrigenous clastic composition and its tectonic feature in the Mesozoic of the Ordos basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17(3):409-413(in Chinese with English abstract).
- [6] 汪泽成, 刘和甫, 熊宝贤, 等. 从前陆盆地充填地层分析盆山耦合关系 [J]. 地球科学—中国地质大学学报, 2001, 26(1):33-39.  
Wang Zecheng, Liu Hefou, Xiong Baoxian, et al. Basin-mountain coupling analysis from filling stratigraphy of foreland basin [J]. Earth Science—journal of China University of Geosciences, 2001, 26(1):33-39(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演化及其控气作用 [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 gas accumulation in China's mid-western areas [J]. Acta Petrolei Sinica, 2003, 24(2):13-17 (in Chinese with English abstract).
- [8] 贾承造, 宋岩, 魏国齐, 等. 中国中西部前陆盆地的地质特征及油气聚集 [J]. 地学前缘, 2005, 12(3):3-13.  
Jia Chengzao, Song Yan, Wei Guoqi, et al. Geological features and petroleum accumulation in the foreland basins in central and western China [J]. Earth Science Frontiers, 2005, 12 (3):3-13 (in Chinese with English abstract).
- [9] 付金华, 郭正权, 邓秀芹. 鄂尔多斯盆地西南地区上三叠统延长组沉积相及石油地质意义 [J]. 古地理学报, 2005, 7(1):34-44.  
Fu Jinhua, Guo Zhengquan, Deng Xiuqin. Sedimentary facies of the Yanchang Formation of Upper Triassic and petroleum geological implication in southwestern Ordos Basin [J]. Journal of Palaeogeography, 2005, 7(1):34-44(in Chinese with English abstract).
- [10] 魏红红, 李文厚, 邵磊, 等. 汝箕沟盆地上三叠统延长组沉积环境 [J]. 西北大学学报, 2001, 31(2):171-174.  
Wei Honghong, Li Wenhou, Shao Lei, et al. Sedimentary environment of Yanchang formation of the Upper Triassic in Ruqigou basin [J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2001, 31(2):171-174(in Chinese with English abstract).
- [11] 宁夏地质矿产局. 宁夏回族自治区区域地质志 [M]. 北京:地质出版社, 1989:145-158.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Ningxia Hui Autonomous Region. Regional Geology of Ningxia Hui Autonomous Region [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989: 145-158(in Chinese).
- [12] 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).
- [13] 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, 85(5):617-637.  
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, 85(5):617-637(in Chinese with English abstract).
- [14] 王锋, 刘池阳, 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. Geologic geochemical features of basalt in Ruqi Clough of Helan Mountain and its structural environmental significance [J]. Petroleum Geology

- & Oilfield Development in Daqing, 2005, 24(4):25-27(in Chinese with English abstract).
- [15] 刘少峰, 杨士恭. 鄂尔多斯盆地西缘南北差异及其形成机制[J]. 地质科学, 1997, 32(3):397-408.  
Liu Shaofeng, Yang Shigong. The differences between the southwestern and the northwestern Ordos basin and their forming mechanism[J]. Scientia Geologica Sinica, 1997, 32(3):397-408(in Chinese with English abstract).
- [16] 张文昭. 鄂尔多斯地台西缘中段地质发展简史及上三叠系延长统的沉积环境[J]. 地质论评, 1959, 19(1):37-40.  
Zhang Wenzhao. Geological history of the middle western border of the Ordos Platform and sedimentary environment of upper Yanchang Formation of Triassic [J]. Geological Review, 1959, 19(1):37-40(in Chinese with English abstract).
- [17] 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).
- [18] 赵文智, 王新民, 郭彦如, 等. 鄂尔多斯盆地西部晚三叠世原型盆地及其改造演化[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(1):6-13.  
Zhao Wenzhi, Wang Xinmin, Guo Yanru, et al. Restoration and tectonic reworking of the Late Triassic basin in western Ordos Basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 2006, 33(1):6-13.
- [19] 李永军, 赵仁夫, 刘志武, 等. 西秦岭三叠纪沉积盆地演化[J]. 中国地质, 2003, 30(3):268-373.  
Li Yongjun, Zhao Renfu, Liu Zhiwu, et al. Triassic sedimentation and basin evolution in the western Qinling [J]. Geology in China, 2003, 30(3):268-373(in Chinese with English abstract).
- [20] 邓胜徽, 厉大亮. 宁夏六盘山三叠系新知及其意义[J]. 科学通报, 1998, 43(4):425-431.  
Deng Shenghui, Li Daliang. New finding in Triassic strata and its significance in Liupanshan of Ningxia Province[J]. Chinese Science Bulletin, 1998, 43(4):425-431(in Chinese).
- [21] 刘化清, 廖建波, 房乃珍, 等. 鄂尔多斯盆地环县地区长 6 沉积体系展布特征[J]. 沉积学报, 2005, 17(2):1-7.  
Liu Huaqing, Liao Jianbo, Fang Naizhen, et al. Distribution characteristics of the chang 6 sedimentary system (Triassic) in Huanxian Area, Ordos Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2005, 17(2):1-7(in Chinese with English abstract).
- [22] 赵红格, 刘池洋, 王锋, 等. 鄂尔多斯盆地西部构造分区性探讨[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] 何自新. 鄂尔多斯盆地演化与油气[M]. 北京:石油工业出版社, 2003:10  
He Zixin. Evolution and petroleum of Ordos basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003:10(in Chinese).
- [24] 汤锡元, 郭忠铭, 陈荷立. 陕甘宁盆地西缘逆冲推覆构造及油气勘探[M]. 西安:西北大学出版社, 1992:101-114.  
Tang Xiyuan, Guo Zhongming, Chen Heli, et al. The Study and Petroleum Prospect of Thrust Nappe in the West Margin of Shaanxi-Gansu-Ningxia Basin [M]. Xi'an:Northwest University Press, 1992:101-114(in Chinese).
- [25] 刘绍龙. 华北地区大型三叠纪原始沉积盆地的存在 [J]. 地质学报, 1986, 60(2):128-138.  
Liu Shaolong. The existence of a large-scale Triassic sedimentary basin in north China[J]. Acta Geologica Sinica, 1986, 60(2):128-138(in Chinese with English abstract).
- [26] 赵重远, 刘池洋. 残延克拉通内盆地及其含油气性—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选集, 北京:科学技术出版社, 1992:610-613.  
Zhao Chongyuan, Liu Chiyang. Basins in the residual Craton and their petroleum prospect—example with Ordos Basin and Sichuan Basin[C]//China Geology Academy (ed.) Selected Papers Presented to the academic Exchanges Conference in “Seven-Five”Geology Technological Important Fruits, Beijing:Science and Technology Publishing Company, 1992, 610-613(in Chinese).
- [27] 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 region and modification of the Ordos basin[J]. Geology in China, 2006, 33(1):28-40 (in Chinese with English abstract).

## Tectonic attribute of the western Ordos basin during the Late Triassic

ZHAO Hong-ge<sup>1</sup>, LIU Chi-yang<sup>1</sup>, WANG Jian-qiang<sup>1</sup>, WANG Feng<sup>2</sup>, YIN Yan<sup>3</sup>

(1.State Key Laboratory of Continental Dynamics(Northwest University), Xi'an 710069, Shaanxi, China;

2.Department of Earth Sciences, Chang'an University, Xi'an 710069, Shaanxi, China;

3.Geological Institute of the Shengli Oilfield, Dongying 257000, Shandong, China)

**Abstract:** Most predecessors held the view that the western Ordos basin was tectonically a foreland basin during the Late Triassic. This paper questions the validity of this view mainly based on the following three lines of evidence. First, three sequences of coarse clastic sediments in the Late Triassic Yanchang Formation in the Rujigou, Shigouyi and Kongdongshan areas on the western margin of the basin were revisited. The Yanchang Formation in the Rujigou area is of marginal facies indeed, but the appearance of intraplate basalt in the horizon nearby suggests that the Yanchang Formation in the area was deposited in an extensional environment during the Late Triassic. Recent study indicates that the Yanchang Formation in the Shigouyi is not very thick, less than 1500 m in thickness. The conglomerate in Kongdongshan is not typical of the sediments in the western part of the basin because it was probably influenced by the Qinling-Qilian orogen to the southwest of the Ordos basin. Secondly, through the compilation of the isopach map of the Late Triassic Yanchang Formation and several E-W-trending stratigraphic correlation sections it is found that a N-S-trending, very thick subsidence belt, as thought previously to be present in the western part of the basin during this period, does not exist. Finally, through the analysis of the seismic profile, balanced cross section and fission track data, the authors think that the present Hengshanbu back-thrust belt and large-scale Majiatan thrust nappe belt did not form in the Late Triassic but in the Late Jurassic. Therefore, tectonically the western Ordos basin was not a foreland basin during the Late Triassic but a component part of a superposed basin in a residual and extended craton.

**Key words:** western Ordos basin; tectonic attribute; Late Triassic; stratigraphic distribution; seismic profile; superposed basin in a residual and extended craton

---

**About the first author:** ZHAO Hong-ge, female, born in 1975, doctor and lecturer, mainly engages in the structural analysis of the basin and integrated study of petroleum geology; E-mail: zhaohg\_75@sina.com.