

文章编号: 1009-3850(2002)04-0044-06

镇安西口地区二叠纪—三叠纪地层格架与地层模型

白 斌¹, 周立发¹, 曹建科²

(1. 西北大学 地质系, 陕西 西安 710069; 2. 陕西省地质调查院 区调队, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 笔者运用现代沉积学和层序地层学理论, 对陕西镇安西口地区二叠系—三叠系的主要不整合面和地质体的岩相岩石组合特征及空间展布规律进行调查, 在此基础上并依据前人研究资料, 将区内二叠系—三叠系划分为 4 个层序单位, 进而对单位内的体系域系统进行了划分和研究, 建立了该地区地层格架与地层模型。通过研究认为, 4 次大幅度海平面变化及区域构造沉降作用是形成 4 个 II 型不整合面的根本原因。该地区自晚二叠世, 在不同阶段的盆地演化过程中, 皆继承了西浅东深的古地理格局。此项研究成果为在构造活动地带相对稳定地区进行地层格架与地层模型提供了范例。

关键词: 镇安西口; 二叠系—三叠系; 地层格架; 地层模型; 陕西

中图分类号: P534

文献标识码: A

1 前 言

西口地区位于陕西镇安东南高山地区, 处于秦岭褶皱系南秦岭褶皱带的风县—金鸡岭褶皱束东段。区内二叠系—三叠系属秦岭地槽古生代以来最上部的地槽构造层, 构成金鸡岭复向斜的核心。研究区为构造活动带内相对稳定的地区。

西口地区二叠系几乎全为碳酸盐岩沉积, 含有丰富的动物化石, 地层出露齐全。因其得天独厚的地质条件与所处的构造位置, 而备受地质工作者所关注, 许多科研、生产、教学单位先后做过大量工作。王国莲(1973)、丁培榛(1980—1985)对二叠系地层进行了大量的剖面研究工作, 系统研究了含笔石类、珊瑚、腕足类动物群的地层序列, 建立了不同类型古生物组合带。曹建科(1992)进行了二叠纪—三叠纪全盆地层序地层划分与岩相古地理研究。

2 区内地层与层序地层特征

2.1 上石炭统一下二叠统羊山组(C_3-P_{1js})

羊山组为一个穿时地层单位, 包括前人依据古生物化石划分出的下石炭统三里冲组与下二叠统埡子组、五里坡组^[1], 与马平阶之上至茅口阶下部层位相当^[2]。羊山组主要由灰色—灰白色中厚层块状浅滩相砂屑、生屑灰岩、泥晶灰岩及少量鲕粒灰岩组成, 横向稳定延伸, 顶部明显暴露不整合特征。该组构成区内地层格架的基底。

2.2 下二叠统水峡口组(P_{1s})

水峡口组构成区内二叠系下部第一个层序单位, 岩性为灰色、浅灰色—灰白色薄层—中厚层生屑砂屑及粉晶灰岩夹泥晶灰岩及钙质页岩。

该组下部为深灰色、灰色—灰白色薄层—中厚层砂屑、生屑亮晶灰岩和深灰色薄层泥晶灰岩钙质页岩, 构成由下而上粒度变细、层厚减薄、泥质及有机质含量明显增加的若干个地层结构序列。单个序列厚 0.2~1.2m 不等, 垂向上相互叠置, 向上厚度变小。下部代表海侵阶段岸线逐渐向陆迁移过程中一种退积堆积类型, 相当于海侵体系域(IST)。

中部为深灰色薄层灰岩夹钙质页岩, 向东泥质

增加,微细水平层理发育,产大量腕足类化石。中部代表海侵高潮期低速沉积,属垂向加积堆积类型,相当于层序中部的凝缩段(CS)。

上部则为灰色、浅灰色薄层—中厚层砂屑、生屑灰岩,以及薄层泥晶灰岩。与下部岩性截然相反,上部构成粒度上粗下细、岩层上厚下薄、泥质向上减少的若干个地层结构序列,序列厚度向上增大,可达5m左右。顶部灰岩中发育斜层理和垂直生物钻孔,代表海退期岸线向海迁移过程中进积型堆积类型,总体相当于高水位体系域(HST)。

本组岩性除纵向变化外,横向也有变化。西部的西口地区以灰色—灰白色厚层状滩相亮晶颗粒灰岩为主夹少量薄层泥晶灰岩及少量泥岩,向东泥质逐渐增加,变为深灰色含碳泥岩夹薄层泥晶灰岩。碳酸盐岩在西口一带占90%,中部三里峡占60%,东部水峡口占30%(曹建科,1992)。本组灰岩中普遍含珊瑚化石,厚度为542.32m,与下伏羊山组呈平行不整合接触。在西部五里坡—交阳坡一带,底部见厚度小于0.5m的砾岩,向东尖灭,砾石形态呈不规则的姜状,具明显的地表水溶蚀特征。

2.3 上二叠统西口组(P_2^1x)

西口组构成第二个层序单位,主要为灰白色、褐黄色块状石英砂岩、长石石英砂岩夹页岩,灰色薄层—中厚层生屑灰岩。底部砂岩中发育斜层理。

该组下部由碎屑岩、灰岩与泥质岩石组成数个粒度向上变细且泥质、灰质增加的地层结构序列,单个序列一般厚3~5m,具典型的海侵过程中退积型堆积类型。总体构成海侵体系域(TST)。

中部为深灰色钙质泥岩、粉砂质泥岩夹薄层灰岩,主要分布于东部杨家河—熨斗滩一带,向西尖灭,泥岩中腕足类化石极为丰富,局部形成薄而稳定的生物层,相当于第二层序的凝缩段(CS)。

上部为灰色、浅灰色砂屑生屑灰岩,含较多的珊瑚类及腕足类化石,由地层的单层厚度与粒度规律性变化可将其划分为两个进积型地层结构序列,由下而上岩层厚度逐渐增大,泥质含量明显减少,显示出水体向上变浅的沉积特征,构成第二层序的高水位体系域(HST)。

该组厚度为449.06m,与下伏地层呈平行不整合接触。该不整合界面为暴露溶蚀面,在西部西口—杨家河一带可见由底部石英砂岩充填的古喀斯特溶洞、溶孔及洼槽。前者直径一般为10~30cm不等,深度大于1m;后者最大深度为1.3m。

2.4 上二叠统熨斗滩组(P_2^2yd)

熨斗滩组主要为赭红—浅紫红色生屑灰岩、介

壳灰岩、棘屑灰岩、鲕粒灰岩与紫红色泥晶微晶灰岩。该组在西部为含腕足、珊瑚、海绵化石的厚层、巨厚层块状产出;在中、东部地区则岩层厚度变薄,泥晶灰岩增多,含海绵、有孔虫化石,呈薄层—中厚层状产出。该组以上述岩性组成一系列垂向叠置的退积型地层结构序列。单序列厚度为0.5~3.3m不等。一般下部为厚层—巨厚层介壳灰岩、鲕粒灰岩与棘屑灰岩,上部为薄层—中厚层状砂屑灰岩、棘屑灰岩,部分序列顶部见泥晶灰岩,构成区内第三层序下部的陆棚边缘体系域(SMT)。

熨斗滩组厚705.2m,平行不整合于西口组之上。在龙洞川南聂家沟一带,沿不整合界面之下可见下伏灰岩顶面发育大小不等的溶洞与溶隙,并为本组底部生屑灰岩充填;在西口以西局部可见少量碎屑岩透镜体,沿层面分布。

2.5 上二叠统龙洞川组(P_2^3ld)

龙洞川组由一套浅灰—灰白色中厚层—巨厚层块状亮晶颗粒灰岩构成,其中主要为砂屑灰岩、生屑灰岩、藻屑灰岩、棘屑灰岩与鲕粒灰岩。

该组上部见白云岩化现象或细晶白云岩透镜体。在龙洞川一带灰岩中,生屑、藻屑含量大于70%,其中藻屑几乎全属浅水环境的绿藻,极少含泥质物,均呈厚层—巨厚层块状产出,地层结构序列不明显。

中下部与门里沟页岩呈指状相变关系。相变带位于三里峡西侧罗家院一带,可见龙洞川组含泥棘屑灰岩,呈楔状向东延伸100~500m,尖灭于泥岩页岩中。在三里峡剖面,自下而上为页岩→页岩夹薄层泥晶灰岩→泥晶灰岩与砂屑灰岩互层→亮晶颗粒灰岩,构成一个典型的在海平面下降过程中形成的浅滩化进积序列,相当于高水位体系域(HST)。

龙洞川组在龙洞川剖面上厚度为386.27m,向东厚度明显变薄,并整合于下伏地层之上。该组灰岩富含珊瑚类、腕足类、藻类等古生物化石,厚度为386.27m,在西部整合于熨斗滩组之上。

2.6 上二叠统门里沟组(P_2^3ml)

门里沟组仅分布于三里峡谷—熨斗滩一带,与熨斗滩组及龙洞川组一起构成区内第三个层序单位。岩性主要由灰黑色纹层状钙质页岩、粉砂质页岩与隐晶质灰岩组成,局部夹深灰色薄层泥晶灰岩和灰泥质生屑灰岩(后者见于相变带)。

该组中部在三里峡一带含丰富的腕足类、头足类鹦鹉螺、枝状层孔虫等化石;东部熨斗滩一带含丰富的双壳类与菊石等化石,具明显的深水相沉积特

征,是第三层序内海平面上升幅度最大时期形成的一套深水盆地相低速沉积层,即凝缩段(CS)。向下出现灰岩夹层并与熨斗滩组顶部相变,总体形成海平面上升时期的退积型结构序列,相当于海侵体系域(TST)。向上灰岩夹层增多,逐渐垂向过渡为龙洞川组颗粒灰岩,反映出海平面下降过程中一种浅滩化和进积序列特点,相当于高水位体系域(HST)。

该组厚度为0~400m,在中东部,上与龙洞川组中下部、下与熨斗滩组的上部均呈横向相变关系。

2.7 下三叠统金鸡岭组(T_{1j})

金鸡岭组构成区内第四个层序单位,岩性以灰色—灰白色、浅棕色中厚—巨厚层状鲕粒灰岩、砂屑、生屑灰岩为主,并见有粉晶灰岩、泥晶灰岩与少量泥岩、砂岩夹层。东部地区泥岩夹层增多。

该组下部由浅棕色、灰白色中厚—厚层状鲕粒灰岩、砂屑生屑灰岩与少量薄层—中层状粉晶灰岩组成一系列规模为0.5~1.0m的退积型地层结构序列,序列间发育冲刷面,总体构成层序下部海侵体系域(TST)。

中部为粉晶灰岩、泥晶灰岩夹少量泥岩,普遍呈薄层状,向东在熨斗滩一带泥岩增多,并含大量双壳类、菊石类化石,显示出海平面上升最高阶段所形成的低速沉积特征,总体相当于层序中部的凝缩段。

上部由中厚—巨厚层鲕粒灰岩、砂屑灰岩、长石英砂岩及泥晶灰岩组成,厚度为0.3~1.5m,为进积型结构序列。砂岩中发育小型斜层理,灰岩中含陆源碎屑物,并见大型修饰波痕,总体构成层序内高水位体系域(HST)。

金鸡岭组横向厚度变化大,为113~663m,与下伏龙洞川组呈平行不整合接触。此不整合界面在西部地区暴露溶蚀特征明显,沿界面之下见有细晶白云岩透镜体;在程家川南见有砾径大小悬殊的岩溶角砾岩;在三里峡剖面上,沿界面之下可见龙洞口川组灰岩顶面呈丘状及枕状的表面溶蚀现象,其间为本组泥质粉砂岩或泥岩充填。

2.8 下三叠统岭沟组(T_{1l})

岭沟组为区内最上部的一个岩石地层单位(未见顶),同时也代表区内三叠系最上部一个不完整且特征不明显的层序。该组岩性单调,主要为灰色、灰绿色粉砂质板岩夹少量薄层泥质粉砂岩与泥晶灰岩。西部地区灰岩夹层增多,并见大量的鲕粒灰岩及少量灰质砾岩呈透镜或楔状体夹于泥质岩中。化石稀少,偶见双壳类化石。与下伏金鸡岭组呈平行不整合接触。

3 地层格架

通过对上述几个不整合界面的追索与研究(西部地区暴露溶蚀特征明显),认为均属II型暴露不整合面。依据这些不整合面,把研究区的二叠系—三叠系划分为5个由II型界面控制的4个典型的层序地层单位,同时根据层序单位内地层在海平面升降旋回不同阶段所形成的序列结构变化规律进行了体系域的划分。在对二叠纪地层、岩相、界面性质及地层序列时空有序排列的调查基础上,分别建立了本区二叠系岩石地层格架与年代地层格架。

3.1 岩石地层格架

为了综合表述西口地区二叠纪盆地演化特征,以及几个主要层序单位的划分与内部不同体域的纵横向变化规律,更为客观地反映出本区在二叠纪—三叠纪地史间隔内岩石地层序列的结构和空间排列型式、几何形态及其相互关系等特征,笔者建立了本地区的岩石地层格架(图1A)。

从图1A可以看出,西口地区在二叠纪地史时期,相对海平面的变化在岩石地层单位的形成和盆地演化过程中均起着极为重要的控制作用。4次大幅度的海平面下降与地质构造抬升作用的综合效应,形成层序单位间的5个II型暴露不整合面,成为层序地层单位划分的主要界面。

自早二叠世末水峡口期(层序I)沉积开始,不同阶段内盆地的形成与发展基本上继承了西浅东深的古构造格局,并控制了沉积作用与沉积速率的变化。三里峡以西向陆一侧始终处于浅水域位置,成为大量古生物生存繁衍的有利场所,为高速率的碳酸盐岩沉积提供了极为有利的环境条件。西部地区的岩石地层在垂向上以贫灰泥、富颗粒的厚层—巨厚层颗粒灰岩为主,各单位内的沉积厚度明显大于东部地区。浅水域的西部对几次较大的相对海平面下降的反映最为敏感,所有层序界面的不整合特征尤为突出。自西向东,随着与岸线距离的增大,不整合界面的清晰度依次降低。在东部盆地内的深水区,海平面上升的海泛期,由于沉积物空间迅速增大,主要形成纹层状泥质岩与薄层状泥岩灰岩等低速沉积物(凝缩段CS),其中含有大量的有机质生物化石增多。西部西口一带基本上不发育低速沉积物,并导致个别层序内上部高水位体系域与下部海侵体系域界线不清。

3.2 年代地层格架

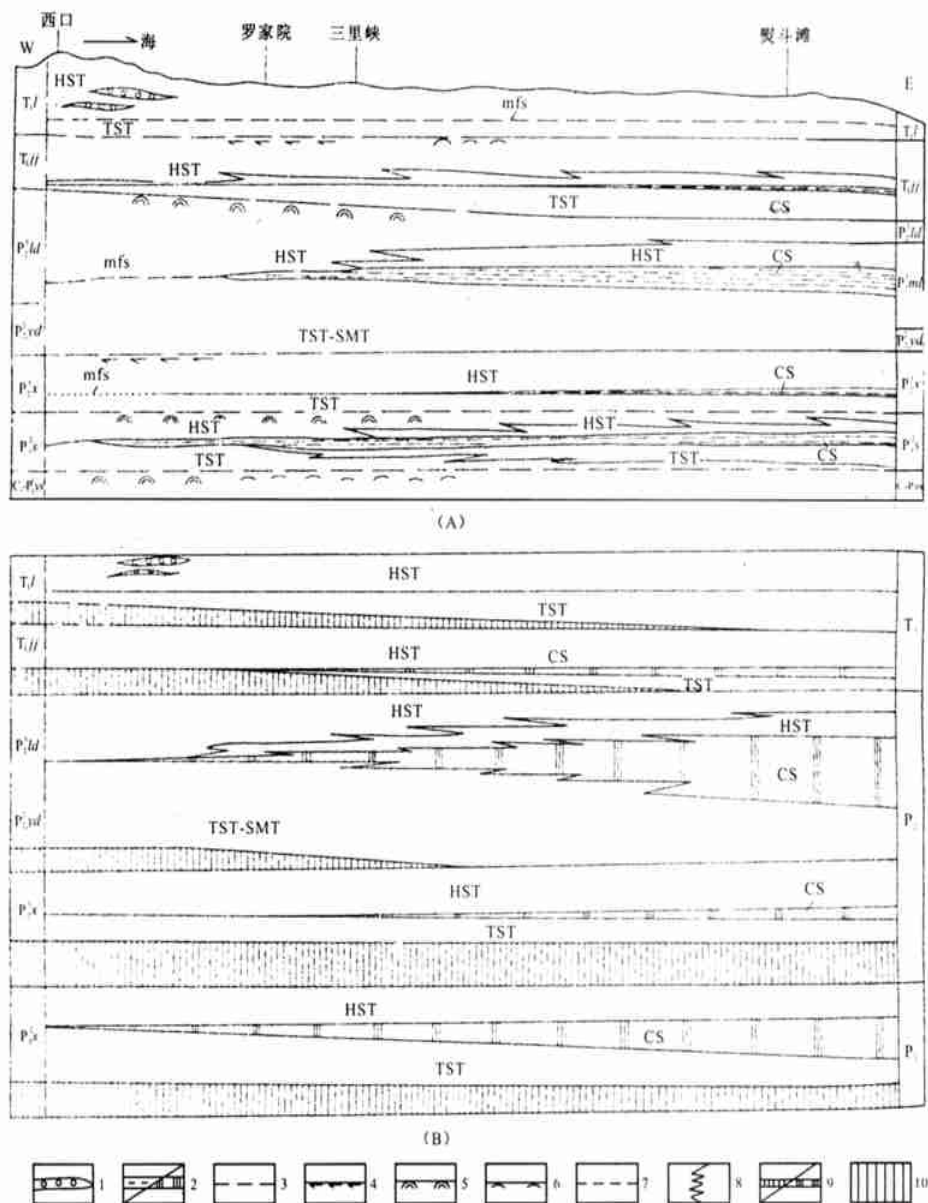


图1 镇安西口地区二叠纪—三叠纪岩石地层格架(A)及年代地层格架(B)

1 灰岩角砾岩; 2 纹层状钙质页岩; 3 不整合界线; 4 侵蚀或不整合; 5 古岩溶不整合; 6 暴露溶蚀或干缩; 7 推测界线; 8 相变界线; 9 不整合界面及低速沉积期时间间隔; 10 地层缺失。C₃—P₁ys 羊山组; P₁s 水峡口组; P₂x 西口组; P₂yd 熨斗滩组; P₂ld 龙洞川组; P₂ml 门里沟组; T₁j 金鸡岭组; T₁l 岭沟组。HST 高水位体系域; TST 海侵体系域; SMT 陆架边缘体系域; CS 凝缩段; mfs 最大海泛面

Fig. 1 The lithostratigraphic framework (A) and chronostratigraphic framework (B) of the Permian-Triassic strata in the Xikou region, Zhen'an, Shaanxi

1= limestone breccias; 2= laminated calcareous shale; 3= unconformity boundary; 4= erosion or unconformity; 5= paleokarst unconformity; 6= exposure, corrosion or desiccation; 7= inferred boundary; 8= facies boundary; 9= unconformity boundary and timespans during the low-rate deposition; 10= stratigraphic hiatus. C₃—P₁ys= Yangshan Formation; P₁s= Shuixiakou Formation; P₂x= Xikou Formation; P₂yd= Yundoutan Formation; P₂ld= Longdongchuan Formation; P₂m= Mengligou Formation; T₁j= Jinjiling Formation; T₁l= Linggou Formation. HST= highstand systems tract; TST= transgressive systems tract; SMT= shelf-margin systems tract; CS= condensed section; mfs= maximum marine-flooding surface

对于能整分岩石地层柱的岩石地层格架而言, 很难整分时间地层柱, 因为它们完全掩盖了各种由沉积、侵蚀不整合面, 或沉积间断面所代表的相应较长的时间间隔。为更清楚地说明岩石地层格架内不同地层单位, 以及各层序单位内不同体系域在三维空间内的相互关系, 笔者建立了本区年代地层格架(图 1B)。层序单位间由不整合面所代表的时间间隔, 根据不整合面的性质及其在不同古构造位置上的具体特征及生物带进行示意性表示。

从图 1B 可看出, 除下部两个层序界面具有全区性较大的沉积间断外, 上部几个层序界面的间断主要位于西部浅水域向陆一侧。这与区内二叠纪—三叠纪时间间隔内相对海平面变化速率与下降幅度及所处的古地理位置等密切相关。说明早期两次海平面的相对下降幅度大, 波及全区, 而晚期 3 次海平面下降所造成的地表暴露、沉积间断仅涉及西部盆

缘。它们均代表相对海平面下降(最大海退)期, 以地层不整合形式所显示的时间间隔。而东部盆地内则相反, 在地层格架上部, 3 个层序界面以相应的整合形式出现, 造成其时间间断相应较大的沉积间断, 则以发育于层序内部, 即以盆底沉积的、包含大量小型无沉积界面(水下硬底)与相对较薄的低速沉积层(凝缩段)为特征。在最大海浸期, 盆地内处于物源极度贫乏的饥饿状态下, 因此形成了这些厚度不大的低速层, 往往代表着较长的时间间隔。由此可见, 相对海平面周期性升降变化和古地理环境变迁, 是控制该地区二叠纪—三叠纪年代地层格架内无沉积空间的主要因素。

4 地层模型(图 2)

西口地区二叠纪—三叠系地层模型中包括了岩石地层格架的基本内容, 补充和增加了大量受海平

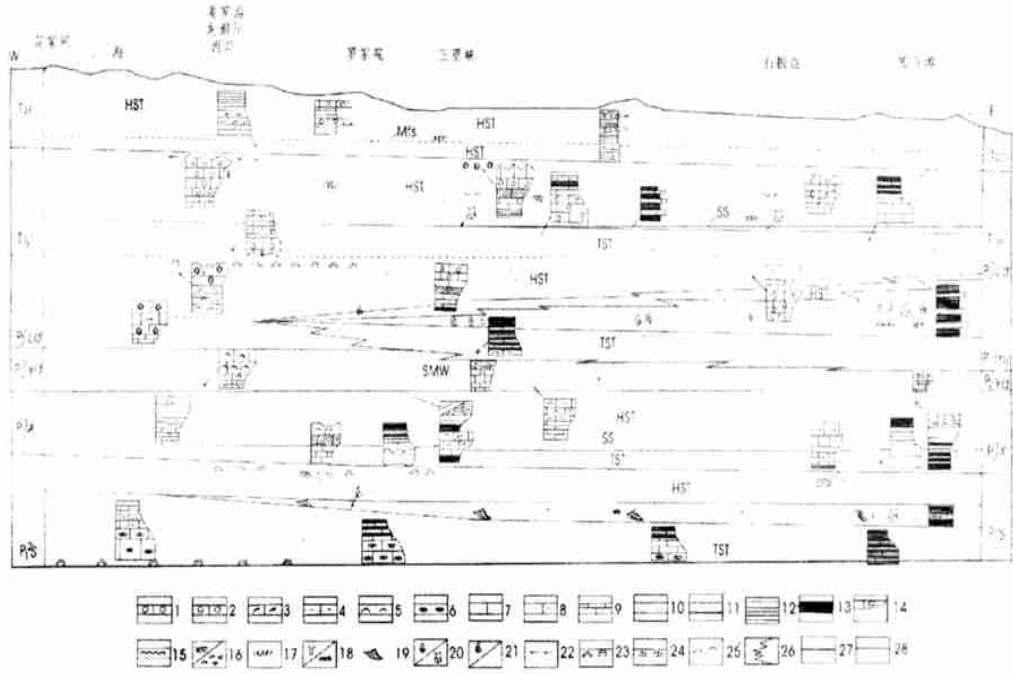


图 2 镇安西口地区二叠纪—三叠纪地层模型

1 鲕粒灰岩; 2 棘屑灰岩; 3 介壳灰岩; 4 颗粒灰岩; 5. 生屑灰岩; 6 瓣刺灰岩; 7. 砂屑灰岩; 8. 粉晶灰岩; 9. 泥晶灰岩; 10. 石英细砂岩; 11. 长石英砂岩; 12 粉砂(钙)质板岩; 13. 纹层状页岩或钙泥质岩; 14. 灰岩角砾岩; 15 介壳灰岩; 16 交错层与沙纹层; 17 波痕; 18. 垂直/水平生物钻孔; 19. 遗迹化石; 20 腕足与双壳类化石; 21. 菊石与腹足类化石; 22 侵蚀面; 23 喀斯特界面; 24 瘤状界面; 25. 暴露溶蚀界面; 26 相变界线; 27. 推测界面; 28 进积层理

Fig. 3 Stratigraphic model for the Permian-Triassic strata in the Xikou region, Zhen'an, Shaanxi

1= oolitic limestone; 2= echinoderm limestone; 3= shell limestone; 4= grainstone; 5= bioclastic limestone; 6= fusulinid limestone; 7= sandy limestone; 8= silty limestone; 9= micritic limestone; 10= fine-grained quartz sandstone; 11= arkosite; 12= silty (calcareous) slate; 13= laminated shale or calcareous-muddy rocks; 14= limestone breccias; 15= shell limestone; 16= cross bedding/ripple mark; 17= wave mark; 18= vertical/horizontal boreholes; 19= trace fossils; 20= brachiopods and bivalves; 21= ammonites and gastropods; 22= erosional surface; 23= karst surface; 24= nodular surface; 25= exposure-corrosion surface; 26= facies boundary; 27= inferred boundary; 28= progradational stratification

面升降控制的不同体系域内剖面结构内容——基本层序(副层序)特征、岩性、岩相的纵横向变化规律,层序界面特征等,综合性展示出不同层序单位或岩石地层单位在三维空间内的变化与属性。

西口地区自早二叠世末水峡口期沉积开始,广布的碳酸盐岩浅滩-盆地在海平面升降与区域性构造沉降双重效应的控制下发生明显分异,并使盆地明显具有由西向东逐渐加深的岩相分带现象。整个晚二叠世不同阶段的海侵旋回中基本上继承了这一特征,使其沉积地层的岩性、岩相和地层结构序列的表现形式在纵、横向上发生规律性变化。西部浅水高能环境大多以富颗粒的高速率碳酸盐岩沉积为主,而东部中—深水低能环境往往以地层结构更为清晰的富灰泥沉积为主。在古生物面貌方面,西部多以浅海相底栖生物为主,东部则以较深水环境的底栖生物与浮游生物混合出现为特征。至早三叠世初海侵期,全区再次演变为广布的浅碳酸盐岩沉积环境,随后又为中三叠世海侵时期的泥质沉积物所覆,使区内类型繁多的碳酸盐岩沉积与古生物组合处于极度贫乏阶段。

从图2中可看出单个层序单位内,地层结构序列的表现型式,基本上以加积型的凝缩段或最大海

泛面(mfs)为界;其下为海侵时期形成的地层结构,以退积型为主;其上则多以海退时期形成的进积型为主。这种规律性特征代表了在相对海平面变化周期内,环境演化或沉积速率变化及沉积物容纳空间变化之间的函数关系。

5 结 语

研究区二叠系—三叠系地层格架与地层模型是在秦岭褶皱带内相对稳定地区建立的,是一种地区性地层格架与地质模型,基本上客观地反映了研究区岩石地质单位的总横向变化规律和二叠纪古地理格局及盆地演化特征。

参考文献:

- [1] 王国莲. 秦岭石炭—二叠纪有孔虫及其地质意义[J]. 地质学报, 1971年, (2): 131—171
- [2] 丁培榛, 金同安, 孙秀芳. 东秦岭陕西镇安西口地区二叠纪及动物群[A]. 西安地质矿产研究所刊(25)[C]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1989.
- [3] 陕西省地质矿产局. 陕西省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1998

Stratigraphic framework and model for the Permian—Triassic strata in the Xikou region, Shaanxi

BAI Bin¹, ZHOU Li-fa¹, CAO Jian-ke²

(1. Department of Geology, Northwest China University, Xi'an 710069, Shaanxi, China; 2. Regional Geological Survey Party, Shaanxi Institute of Geological Survey, Xianyang 712000, Shaanxi, China)

Abstract: The stratigraphic and sequence stratigraphic characteristics are examined for the Permian—Triassic strata in the Xikou region, Shaanxi in terms of modern sedimentological and sequence stratigraphic theories. The Permian—Triassic strata in the study area may be arranged into four sequence units. The systems tracts are divided on the basis of sequential architectures formed during sea-level rises and falls, and the stratigraphic framework and model are constructed for the Permian—Triassic strata in this area. The four phases of eustatic fluctuations and regional tectonic subsidence are responsible for the formation of four type-2 unconformities. From the latest Early Permian onwards, the development of the basin during its formation and evolution displayed the palaeogeographic framework of being shallower in the western part and deeper in the eastern part of the basin. The results of research in this study may give a good example for the construction of the stratigraphic framework and model for the tectonically stable areas.

Key words: Xikou in Zhen'an; Permian—Triassic strata; stratigraphic framework; stratigraphic model; Shaanxi