

东秦岭柞水—镇安地区泥盆纪 沉积环境和沉积盆地演化

刘宝珺 许效松 徐 强

(地质矿产部成都地质矿产所)

杨志华

(陕西地质矿产局综合队)

提要 东秦岭陕南柞水—镇安地区泥盆纪沉积盆地中主要发育有冲积扇、小型辫状河、河口湾、潮坪、潮下洼地、台地边缘生物滩、生物礁、开阔台地、斜坡和盆地沉积环境。台地沉积主要由陆源碎屑和碳酸盐混合类型岩石组成,斜坡—盆地为巨厚的陆源碎屑浊积岩充填。根据沉积作用特征和大地构造差异,在构造活动期和构造稳定期的沉积模式就反映了沉积盆地演化特征。

根据沉积作用,沉积环境的发展变化,结合区域构造特征、地层层序、岩浆活动和变质作用、地球物理和化学资料,论证了当时沉积盆地为南北向展布(与秦岭造山带总体方向垂直),具向东走滑的大陆边缘裂谷—断陷盆地。盆地的发展演化阶段为:(1)岩石圈裂前拱起—陆内裂谷早期阶段(Z_2-S);(2)大陆边缘裂谷—断陷盆地的中期阶段(D_1-D_3);(3)晚期回返—陆内俯冲阶段($C-T_2$)。盆地的关闭是由于强烈陆内俯冲,同时盆地被挤压进东西向展布的秦岭造山带。

主题词 大陆边缘裂谷—断陷盆地 盆地演化 沉积特征 扬子板块北部边缘

第一作者简介 刘宝珺 男 57岁 教授 沉积学

一、区域地质背景

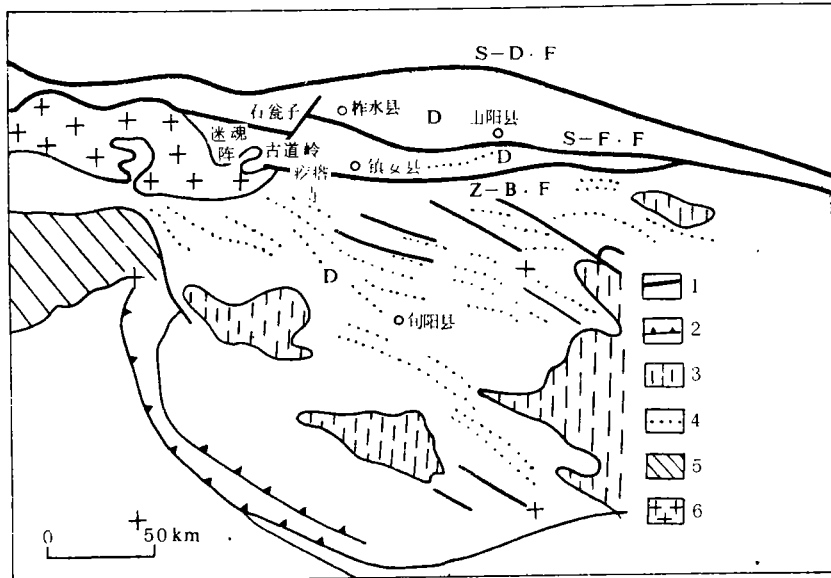
陕南柞水—镇安地区位于扬子板块北部边缘与华北板块作用的接合部位,其沉积环境和沉积盆地经历了特殊而复杂的演化历程。该区泥盆系沉积了从陆地冲积扇到深海碎屑岩。碳酸盐岩、陆源碎屑和碳酸盐混合类型岩石及巨厚的浊积岩,具有特殊的沉积组合关系,同时又为多金属成矿带。因此,研究该区的泥盆系沉积相,了解整个沉积盆地的演化有重要理论和实际意义。(图1)

区内商丹断裂(S-D.F),山阳—风镇断裂(S-F.F)和镇安—板岩镇断裂(Z-B.F)把泥盆系分为南带,中带和北带。南带以碳酸盐沉积为主,厚度5000—6000m,发育整个泥盆系。中带以碳酸盐和碎屑岩沉积为主,厚度8000m左右,发育中、上泥盆统。北带以碎屑岩为主,厚度上万米,发育中、上泥盆统,局部有碱性火山岩和火山碎屑岩。

二、沉积环境特征

“石瓮子灰岩”“古道岭灰岩”和“疙瘩寺板岩”属于中带,北带泥盆系,主要由中、上泥盆统组成。其沉积特征和标志虽经变质作用改造,但仍较明显和清晰可辨,通过野外观察、薄

片和阴极发光等的研究确认, 本区发育有: 冲积扇、小型辫状河流沉积, 河口湾、潮坪、台地边缘沙滩沉积, 生物滩-礁沉积、开阔台地、台地边缘斜坡和盆地沉积。在开阔台地中发育有风暴产物, 斜坡-盆地中充填浊流沉积。泥盆系沉积从陆到海洋以沉积发育完全, 沉积类型丰富多彩, 相变快而且十分复杂为其最重要特征。



1. 断裂 2. 逆冲断层 3. 早裂旦变质岩 4. 褶皱轴 5. 中生代花岗岩 6. 中-新生代花岗岩

图1 山柞甸地区构造略图(据陕西省1:50万地质图)

Fig.1 Simplified structural sketch of the studied area.

(一) 冲积沉积物特征

冲积扇发育于古道岭组底部和星红铺组底部, 其上往往有小型辫状河沉积。厚度十几米到几十米, 主要为一套中-细粒砾岩, 含砾泥岩、粗砂岩和含砾砂岩组成。其成分在古道岭组底部简单, 为白云质和燧石, 在陆相基础上发育起来; 星红铺组底部者较复杂, 有火山岩屑、沉积砾屑、变质砾屑等, 在鲕粒滩上发育起来, 反映出近物源、突发性、高强能量的特征。

在剖面层序上, 从下向上具有粗-细的粒度变化。表现为一个退积型的沉积旋回。

(二) 河口湾和潮坪沉积

河口湾主要发育在石瓮子的古道岭组上部, 其特征表现为:

1. 显示潮汐及河流水体共同作用的特征。薄层含砾钙质砂岩中含腕足化石碎片, 具冲刷-充填构造和中型板状斜层理, 反映单向水流和潮汐作用。
2. 位于海侵层序之中, 下部为冲积扇和小型辫状河沉积, 上部为潮坪和浅滩。
3. 沉积构造组合复杂。既有潮坪环境中常见的透镜状、脉状、波状层理, 槽状交错层理, 薄砂、泥互层, 又有受河流作用常见的单向大型板状斜层理和平行层理, 含砾砂岩到细砂岩到泥岩的半韵律构造及冲刷充填构造等。

4.古流向变化不大,主要显示涨、退潮和河流作用方向 115° 。

5.用暴露标志法测近似古潮差为2m左右,属中潮差区的河口湾区。

潮坪沉积岩性主要为碳酸盐岩,包括含腹足类、腕足类、砾屑等的生物碎屑灰岩、砂屑灰岩和泥灰岩的条带及泥晶灰岩构成。

沉积构造主要有脉状、透镜层理,羽状交错层理,多阶冲刷面,双粘土层(图版 I, 4)上叠砂纹层理、槽状交错层理。

潮道沉积中典型标志为双粘土构造发育,发育在潮坪基础上,其底部为冲刷面和下伏砂坪接触,向上发育中型板状,槽状交错层理,反映出潮道侧向迁移。由于潮汐和河流作用相互影响,特别是退潮时与河流作用叠加,产生多阶冲刷和大型槽状深潮道。

潮道中的双粘土层(图版 I, 4)束状砂由砂屑灰岩构成,粘土层由泥晶灰岩组成,厚度8—10cm,束状体从1.5—4.5cm往复地有规律变化,泥灰质粘土层向下延到底层面成为底积层,束状体大小有些随机变化。本区测量束状砂体数据表明:束状砂体一个周期从21—25个,平均23个,属半日潮区。

从剖面结构分析,河流作用在初期影响大,随着海进,水体变深,河流作用减弱,出现碳酸盐岩,潮汐砂坝。

(三) 浅海台缘滩

浅海台缘滩是台地边缘相带的一种高能环境,主要在古道岭地区发育,其特征是:

1.以鲕粒灰岩、核形石灰岩(图版 I, 1.5)砂质灰岩、砂屑灰岩和含砾砂屑灰岩为主。

2.发育大型楔形、槽状、板状斜层理(图版 I, 6),大型浪成波痕,小型波痕,上叠砂纹层理,泄水构造,冲刷面以及粒序性等。

3.含腕足类、珊瑚、海百合、腹足类化石碎片,及核形石,遗迹化石。

(四) 开阔台地中的风暴沉积

在开阔台地中,常出现风暴沉积。腕足层、核形石层、鲕粒层等表现为由下向上出现底冲刷面,粒序层理,腕足层中腕足杂乱,发育遮蔽孔隙,同时近夹有濯晶灰岩角砾,再向上发育上叠砂纹层理,局部还可见泄水构造,其剖面结构如下:

1.下部沉积单元 由风暴重力递变层序组成。底部为一冲刷侵蚀面,有钵模;核形石和腕足类化石,有递变层理。

2.中部沉积单元 为具纹理的含砂灰岩,发育小型浪成波痕和上叠砂纹层理,局部具泄水构造的风暴浪涡流沉积。

3.顶部沉积单元 属好天气披盖沉积,为泥晶灰岩,层面上有完整的海百合茎,并向泥质岩过渡。

(五) 斜坡沉积

根据剖面结构、沉积特征可划分出上斜坡和下斜坡沉积:

1.上斜坡沉积 包括有台地边缘转折部位和斜坡峡谷沉积。台地边缘转折部沉积了生物碎屑灰岩和薄层泥晶灰岩,表明从台地边缘向斜坡过渡。在过渡边缘部分发育风暴产物,由核形石粒序和冲刷侵蚀组成,其顶部层面上有完整海百合,表明是在基本不受波浪作用的深水中出现的风暴产物。在薄层泥晶灰岩中有滑塌构造和塑性变形的“褶皱”,表明水体相当深,在斜坡上开始形成重力变形构造。

斜坡峡谷 充填了一套厚层陆源白云质角砾和原地或准原地沉积粉砂层角砾相混合角砾岩,白云质角砾经镜下和阴极发光研究为来源于 —O 地层的白云岩。在区域上这套沉积为楔状,向物源区变薄变尖,表明为物源区近,能量高,分布区域窄的泥石流或颗粒流。

2.下斜坡沉积 由泥质岩和泥灰岩及含角砾泥岩构成,特别是泥岩中有巨大角砾,是上部生物滩—礁崩塌产物跌落到斜坡下部泥质岩和泥质岩中而成。

根据上下斜坡沉积特征,本区是退积型跌积边缘斜坡。

(六) 浊流沉积的斜坡—盆地沉积

中晚泥盆世时期,山柞甸地区分布了巨厚浊积岩,受三大断裂控制,浊流分布在时空上变化:中泥盆世时,浊积岩主要分布于南带和北带泥盆系,并从碳酸盐浊流变化到陆源碎屑浊流;晚泥盆世时,陆源碎屑浊积岩“疙瘩寺板岩”分布于中带和北带。

1.浊积岩主要特征 剖面中浊积岩明显地呈巨厚中—薄层砂泥韵律互层。按岩性组合不同,可分为:(1)砂泥互层;(2)钙质砂岩和泥灰岩互层;(3)钙质砂岩和泥灰岩及泥岩韵律互层。其中以(1)为主。

浊积岩层厚稳定,延伸远,具突变的底界和渐变顶界,常见遗迹化石。浊积岩成分和结构成熟度均低,杂基一般15—25%,显示明显的粒序性和底冲刷,发育重荷模,砂球、砂枕,拉长状槽模(图版1,3)等构造。

2.浊积岩剖面结构分析及模式 对浊积岩中各鲍玛段层厚、岩性特征、韵律互层接触关系及沉积构造等进行详细研究,并根据韵律层厚度和层数的数据,绘制出层数和层厚对应图。

从对应图上可看出:层序变化为向上变厚再变薄的复杂混合类型。可与典型的中扇、外扇、深海平原相对比。

对28个短剖面上400多个层厚、岩性及变化的资料进行马尔科夫链分析,证实具其平稳遍历性质,结合沉积特征分析判明本区浊积岩为远源浊积扇。

(七) 柞水—镇安泥盆系沉积模式

综合沉积环境特征、区域展布、沉积旋回,结合构造演化特征,笔者提出构造稳定期和活动期的沉积模式(图2)。

在构造活动期,盆地快速下沉,对盆地边缘产生巨大影响,断裂活动强烈,沉降和补偿不平衡,冲积扇直接冲入鲕粒滩上面,斜坡峡谷充填了陆源颗粒流沉积。最后台地被陆源碎屑浊流覆盖。

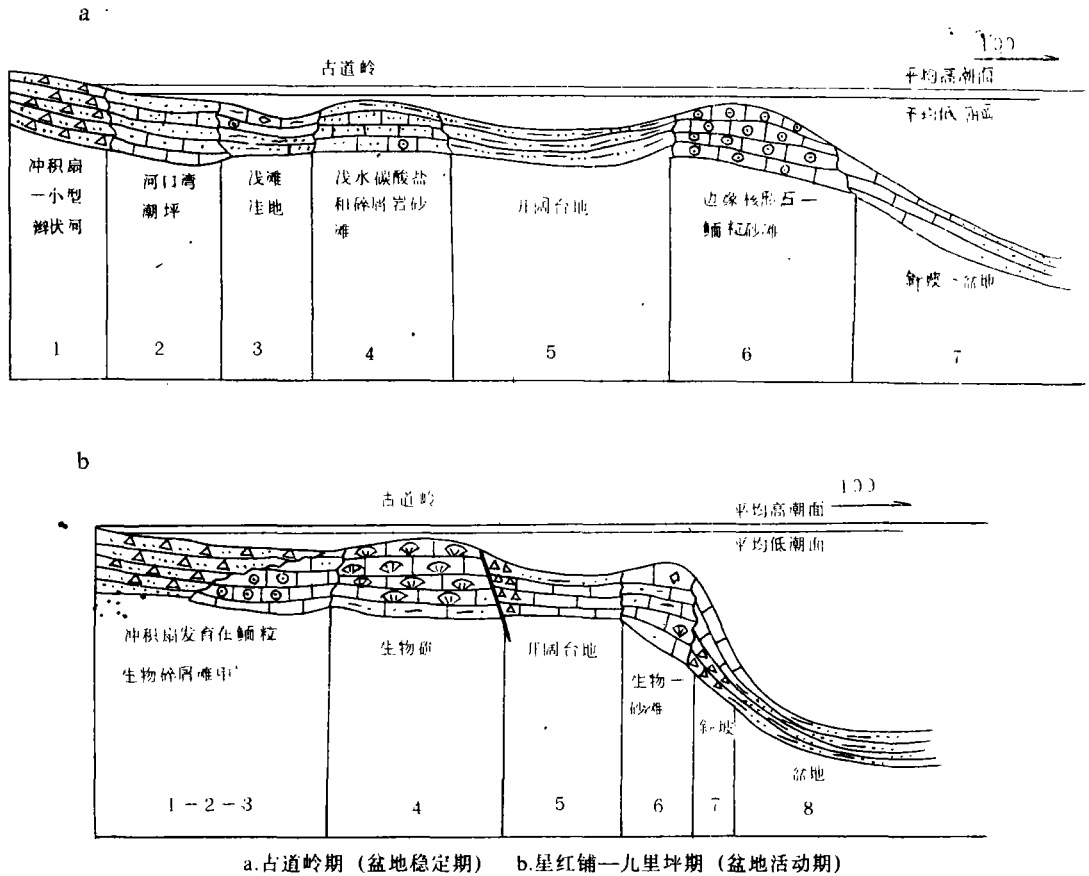
三、沉积盆地性质及其演化

(一) 沉积盆地性质

通过对本区沉积特征及展布、岩石成分特征、大地构造性质、岩浆活动、地球物理和化学资料研究,山柞甸泥盆纪沉积盆地为一南北向展布,具向东走滑的大陆边缘裂谷—断陷盆地。

1.岩石成分特征

对浊积岩矿物成分进行统计并投入由孟祥化(1984)修改维洛尼和梅纳德(QFL)图解从投点分布来看主要都落入被动边缘区和裂谷及断陷盆地区。



a. 古道岭期 (盆地稳定期) b. 星红铺—九里坪期 (盆地活动期)

图 2 柞水—镇安泥盆纪沉积模式

Fig.2 Sedimentary patterns in basin stable and active periods of Middle Devonian in Zheshui-Zhenan area.

2. 泥盆系沉积作用特征

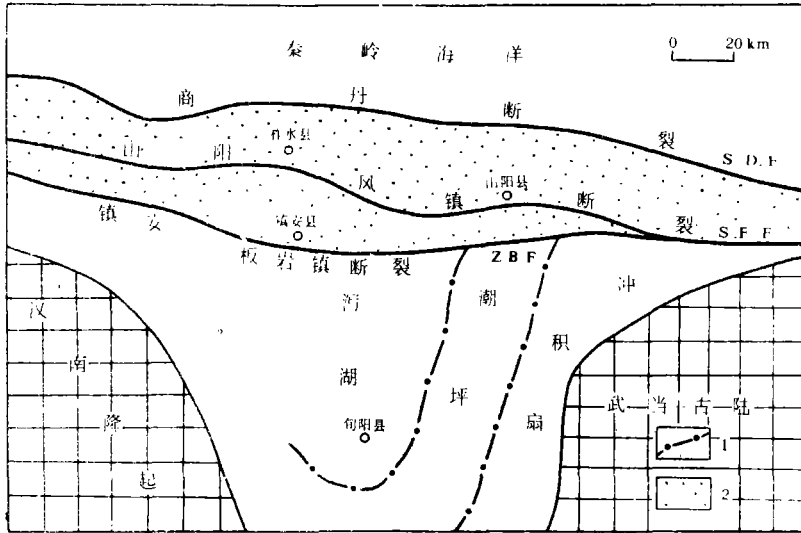
(1) 区域沉积环境展布从图 3、4、5 可以看出, 沉积环境在东西方向上变化, 东边为浅水的滨海—浅海沉积, 而在西边则为深水的斜坡—盆地浊流沉积, 所以, 山柞甸泥盆纪沉积盆地为南北向展布, 并被东西向的断裂复杂化。

南带泥盆系, 在早泥盆世时从东向西由冲积扇到潮坪再到泻湖。中泥盆世时, 旬阳以东为浅海—生物滩礁, 以西从碳酸盐风暴流向斜坡薄层泥晶灰岩及巨厚的钙屑浊积岩发展, 进一步成为陆源碎屑浊积岩, 此时, 海槽为南北向。

中带泥盆系, 在早泥盆世无大面积沉积, 中泥盆世时, 东边主要为浅海, 镇安附近主要发育一套巨厚 (未见底) 的陆源碎屑浊积岩, 在迷魂阵东边的古道岭发育一套浅水台地型陆源碎屑和碳酸盐岩混合沉积; 晚泥盆世, 陆源碎屑浊积岩范围缩小, 海槽向东走滑变形弯曲。

北带泥盆纪接受沉积比中带早, 厚度也大。东边仍以浅海—滨海为主; 西边为一套碎屑浊积岩, 海槽主要为南北向并向东走滑变形。

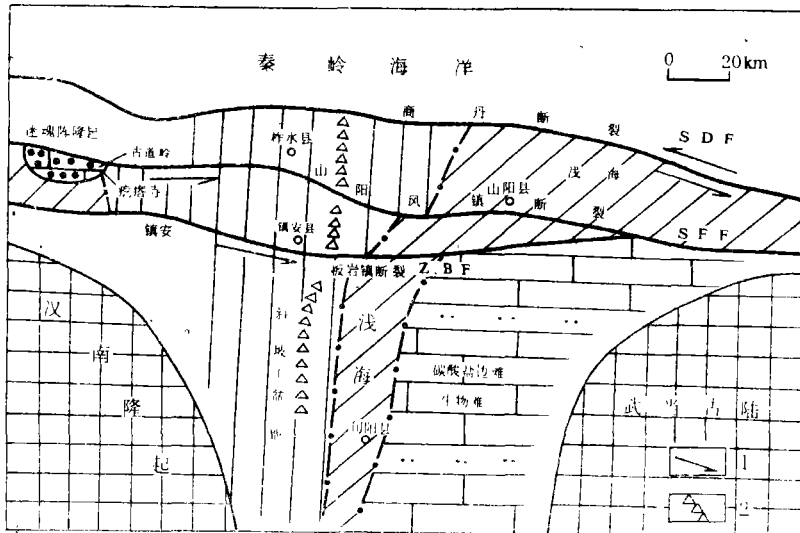
总之，山柞旬盆地中大断裂两侧存在沉积环境差异和突变；在南北向的盆地中三大沉积区的不同沉积特征；特殊的海槽变化和弯曲，浊积岩发育史，表明沉积盆地向东走滑几十公里。



1.相界线 2.早泥盆世无沉积区

图3 山柞旬盆地早泥盆世沉积环境图

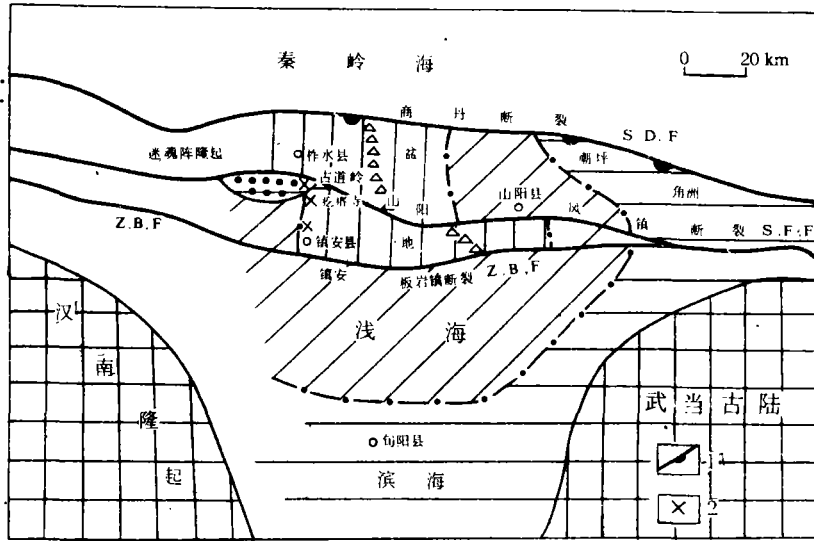
Fig.3 Sedimentary environments of Early Devonian in Shanzhexun Basin.



1.走滑断裂 2.海槽

图4 山柞旬沉积盆地中泥盆沉积相图

Fig.4 Sedimentary environments of Middle Devonian in Shanzhexun Basin.



1.局部与中石炭统砂、砾岩不整合 2 主干剖面

图 5 山柞旬盆地晚泥盆世沉积相图

· Fig.5 Sedimentary environments of Late Devonian in Shanzhexun Basin.

(2) 相变快而沉积作用复杂特殊的次稳定沉积类型 从纵向沉积演化看，泥盆系为一个大的海侵旋回，内部又有许多小旋回，在三条断裂控制下地壳活动性变化较大，愈向北活动性愈大，沉积环境不稳定，相变快而复杂。这类特征在裂谷—断陷盆地中常见。

莫霍面和布格重力异常为南北方向展布。

古地磁说明从二叠到三叠扬子板块一直向华北板块运动。

(二) 沉积盆地发展演化

根据古生代以来的盆地沉积组合，沉积环境变化及沉积旋回、层序、结合岩浆活动、大地构造演化、区域构造特征及配合地球物理和化学资料，将山柞旬沉积盆地发展演化分为：

(1) 岩石圈裂前拱起—陆内裂谷阶段 (Z₂—S)；(2) 大陆边缘裂谷—断陷盆地阶段 (D₁—D₃)；(3) 晚期回返—陆内俯冲阶段 (C—T₂) (图 6)。

盆地关闭是扬子板块向华北板块陆内俯冲，而使沉积盆地被压扁贴到秦岭造山带之中。

收稿日期 1988 年 7 月 26 日

参 考 文 献

(1) 刘宝娣，曾允孚，1985，岩相古地理基础和工作方法，地质出版社。
 (2) 杜定汉，1987，陕西秦巴地区泥盆系研究，西安交通大学出版社。
 (3) 许志玲，1986，地质学报，3 期，10—16 页。
 (4) Joulu lin, M.Fuller et al., 1985, Vol.313, Nature, No.6002, pp.444—449.

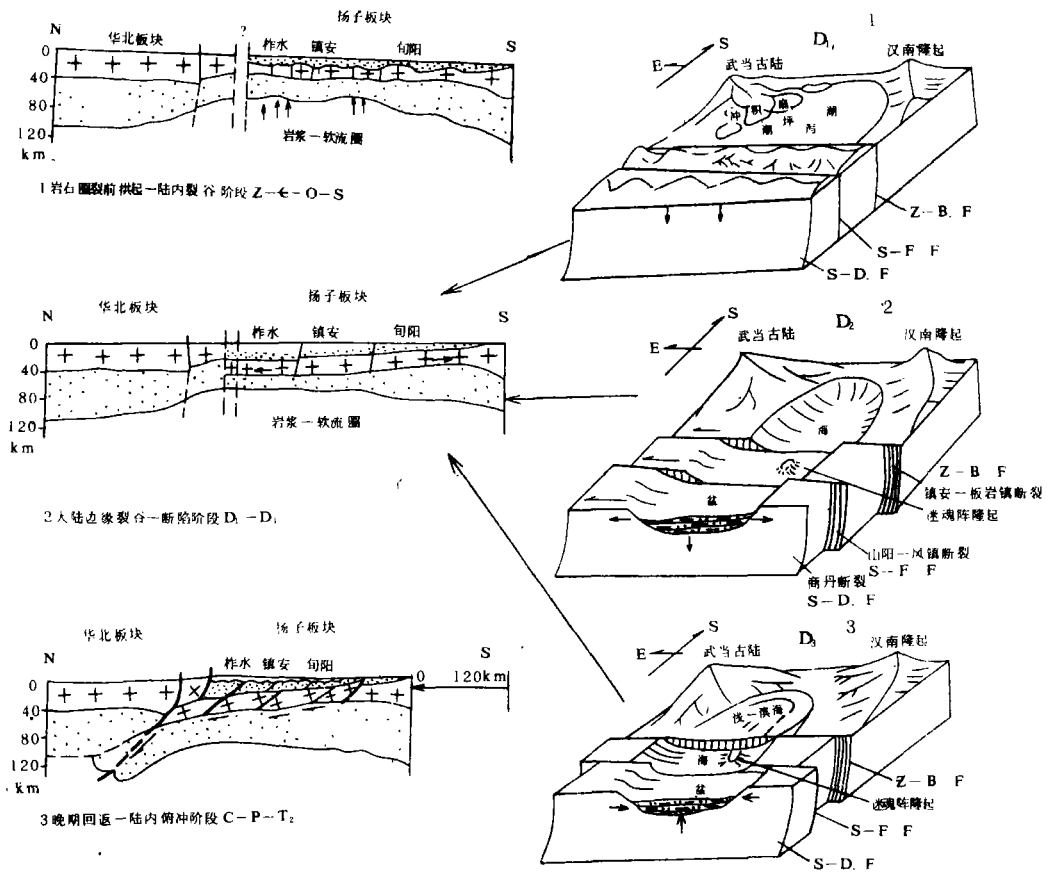


图6 陕南山柞旬地区大陆边缘裂谷-断陷盆地发展模式

Fig.6 Continental margin rift-faulted depression basin evolution model in Sanzhexun district, Eastern Qinling

DEVONIAN SEDIMENTARY ENVIRONMENTS AND BASIN EVOLUTION IN ZHASHUI-ZHENAN DISTRICT, EASTERN QINLING CHINA

LIU Daofu Xu Xiaosong Xu Qiang
(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The Devonian sedimentary basin of the Zhashui-Zhanhan district in southern Shaanxi Province shows well developed alluvial fan, braided stream, estuarine, tidal flat, platform margin sands, point reef, slope and basin facies. A mixed terrigenous clastic-carbonate succession mainly comprises an intercalation of carbonate platform facies with slope-basin and basinal turbidites of very great thickness.

The basin shows the following features:

(1) Turbidite mineral compositions fall into the passive margin and rift basin field of Valoni & Maynard's QLF figure.

(2) The sedimentary succession shows rapid and complex facies variation.

(3) From east to west, facies vary from shallow to deep marine indicating that the main trend of the basin is N-S.

(4) There are major abrupt facies changes between three large faults in the basin. These show right lateral slip and indicate eastward basin migration.

(5) The sedimentary association of the basin shows the characteristics of continental margin rift basins.

(6) Volcanic rocks are of the sub-alkaline and alkaline series.

(7) The structure of the basin comprises a series of south trending thrust or reverse faults, with the intervening blocks showing complex east-west trending tight folds. Overall, the sedimentary basin is a continental margin rift depression showing elongate N-S orientation, and right lateral strike slip faulting. The basin developed on the northern margin of the Yangtze plate, which underwent extensional crustal thinning.

The stages of basin evolution are as follows:

(1) Primary stage (Z_2 -S) —pre-rift arch to intracontinental rift.

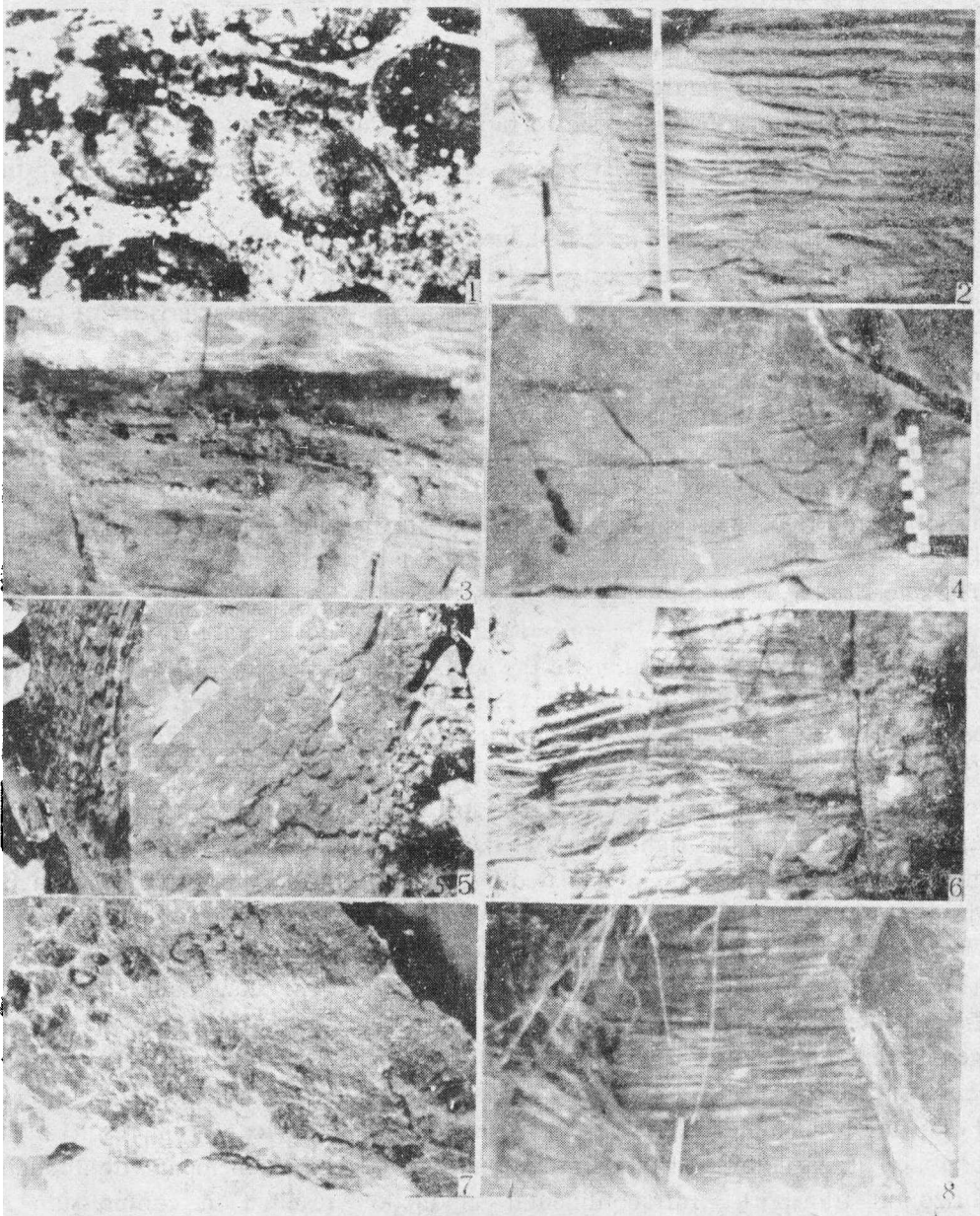
Mantle upwelling caused thinning of the Yangtze plate margin crust. Alkaline volcanism occurred along major faults. In the early Palaeozoic, there was great lateral variation in sedimentation, with areas of differential uplift and subsidence.

(2) Intensive spreading middle stage (D_1 - D_3) —continental rifting to faulted basin development. In the early part of this stage, spreading led to large scale block subsidence, aulacogen formation, and right lateral strike slipping. The basin was filled with a great thickness of flysch, with some intercalated pyroclastics. In the later part of the stage, the Yangtze and North China plates began to move together, with continental collision taking place locally in the middle Devonian.

(3) The inversion stage (C- T_2) —intracontinental subduction and uplift.

In this late stage, from Carboniferous to middle Triassic, the basin showed little change in sedimentary pattern, with a suite of shallow marine limestones, mudstones and sandy mudstone facies being developed.

Following the middle Triassic, basin closure occurred as a result of purely intracontinental, shallow coastal deformation along a large decollement with about 120km of horizontal transport. Intracontinental subduction resulted in compression of the sedimentary basin into the east-west trending Qinling belt.



1. 鲕粒内为放射纹, 外为同心纹鲕壳, 具强烈硅化, $\times 14 (+)$ 。 2. 中型板状交错层理、石瓮子
 3. 小型辫状河滞留沉积, 古道岭 4. 双粘土层、石瓮子 5. 核形石灰岩, 古道岭 6. 大型楔形交错
 层理, 古道岭 7. 核形石粒序层、底部为冲刷面, 古道岭 8. 拉长状槽模, 表功铺