

# 西秦岭早三叠世沉积特征 及其构造控制作用<sup>①</sup>

何海清

(中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院, 北京 100083)

**提 要** 西秦岭早三叠世沉积由深水浊积岩、角砾岩、砾岩、滑塌堆积、深水灰岩和钙质泥岩六个岩相组成, 在垂向上表现为受构造控制而形成的四个沉积旋回。浊积岩及滑塌堆积的指向表明, 大陆边缘的斜坡倾向西南, 古水流方向 200—260°。说明沿碌曲—成县以北的北方板块边缘在早三叠世存在一引张构造背景, 这与扬子板块向北俯冲引起的拖拉滚动有关。

**关键词** 浊积岩 角砾岩 构造控制 早三叠世 西秦岭

**第一作者简介** 何海清 男 30 岁 工程师 沉积学及大地构造学

## 引 言

西秦岭地区的地质调查工作最早始于 1856 年, 但真正较详细的地质普查工作始于本世纪三、四十年代, 包括我国老一辈地质学家赵亚曾、黄汲清、叶连俊和关士聪对地层、构造等方面的研究工作。解放后, 在西秦岭地区开展了大量地质矿产调查工作, 填制了 1/20 万和 1/50 万的地质图。自 60 年代以来, 随着地质理论的发展, 李继亮等<sup>[1]</sup>在国内第一次将浊流理论应用于留风关群的研究, 姜春发<sup>[2]</sup>、冯益民<sup>[3]</sup>、周达<sup>[2]</sup>等对三叠系的沉积学、构造学等方面进行了较详细的研究, 这些工作对西秦岭三叠系研究开创了新局面。但由于西秦岭地区地理、交通等原因及西秦岭地质的复杂性, 使得其研究工作进展十分缓慢, 特别是岩石学、构造学等方面的研究尤为薄弱, 随着东秦岭地质研究的进展, 要想解剖整个秦岭造山带的演化, 西秦岭地区的研究显得越来越重要。

笔者曾于 1992 年赴西秦岭地区进行野外考察, 对西秦岭三叠系进行了较详细的沉积学和构造学工作, 本文主要对早三叠世沉积特征及其构造控制作用进行了初步讨论。

## 1 西秦岭早三叠世沉积的沉积特征

西秦岭早三叠世沉积主要沿碌曲—成县一线分布, 地层出露比较好且比较完整的当属岷县腊子口剖面, 该套地层被定名为隆务河组<sup>[4]</sup>, 研究地区见图 1。沉积物主要包括六种类

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目(4907017)

<sup>②</sup> 周达, 1987, 西秦岭三叠系深水沉积及其板块构造背景, 博士论文。

型: 钙质和硅质浊积岩、角砾岩、砾岩沉积、滑塌堆积、深海灰岩和钙质泥岩, 隆务河组自下而上表现为四个沉积旋回的叠置, 单旋回总体由混杂角砾岩、砾岩沉积、滑塌堆积、浊积岩、深海灰岩和钙质泥岩序列组成。

## 1.1 浊积岩

### 1.1.1 硅质碎屑浊积岩

以夹层出现于隆务河组地层中, 为中薄层状细粒硅质碎屑浊积岩, 单层厚不超过 50 cm, 自下而上逐渐增多增厚, 浊积岩中具 ABCDE 典型鲍马序列者不多见, 多为 AE、ACE、CDE 等序列, 其中 A 段为中细砂岩且具粒序层, C 段中沉积构造丰富, 有小型斜层理、爬升层理、包卷层理等, A 段及 C 段底面见有底模构造, 主要为槽模和沟模, 它们为古水流的判定提供了依据, D 段具平行层理, E 段为不显沉积构造的钙质泥页岩, 其中 DE 段呈片状, E 段有时含深水遗迹化石。

### 1.1.2 碳酸盐浊积岩

该类浊积岩主要分布在隆务河组中、下段, 地层中所占比例较大。沉积序列以 AE 为主, 其中 A 段具粒序层, 粒度一般为中、细砂级、底面有底模构造、厚多为 10—20 cm; E 段一般为 1 cm 左右; 其次有 ACE、CDE 等序列, 个别见到较完整的鲍马层序(图版 1-1)。由于露头出露不是很好, 浊积岩地层在横向上很难追索, 但仍可个别看到呈宽缓的透镜状分布。

## 1.2 深海灰岩及钙质泥页岩

主要分布于早三叠世地层的下部和上部, 另外每个旋回的顶部不同程度都有分布, 由毫米级及厘米级厚的薄层泥晶灰岩构成, 在地层中可与极薄的泥页岩(1 cm 左右)一起构成相对较厚的层段(10 cm 左右), 其特征主要表现为: 暗灰或黑色泥晶灰岩与极薄层泥页岩呈互层, 其中以灰泥成分占绝对优势, 具毫米级平行纹理, 在剖面上该类岩层可追索很远, 说明其沉积稳定。

## 1.3 混杂角砾岩

该类沉积在腊子口剖面地层中发育有 2 层, 单层呈厚层-块状出现在下部两个沉积旋回的底部, 厚度在 3—7 m 之间, 下伏地层为浊积岩系及深水灰岩和钙质泥岩, 上覆地层为厚度不大(1—3 m)的砾岩沉积。其沉积特征表现为, 角砾成分主要为灰岩, 其次有砂岩、泥岩和石英岩, 灰岩角砾依据形态分块状和板片状, 依颜色分灰黑色和紫灰色灰岩角砾, 即可将灰岩角砾分为三种类型: 紫灰色含丰富蜓科化石的灰岩角砾, 属二叠纪或石炭纪台地相沉积; 灰黑色少含或不含蜓科化石的灰岩角砾, 可能属二叠纪或石炭纪台地或半深海沉积, 它们都是由于引张正断层使台地相沉积破碎、崩塌, 沿陡斜坡的重力滑动、滚动搬运而沉积在深水盆地中; 灰黑色板片状灰岩角砾, 与灰黑色少含或不含蜓科化石的灰岩角砾之区别在于前者呈块状而后者呈板片状。其中前两种角砾占角砾总量的 90%, 后者占 5%, 其

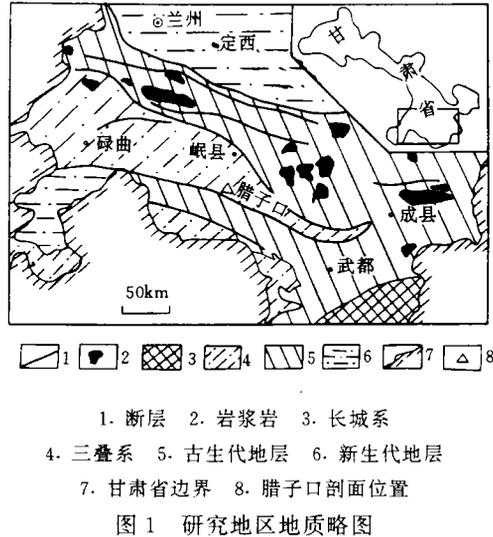


图 1 研究地区地质略图

Fig. 1 Sketch geological map of the study area

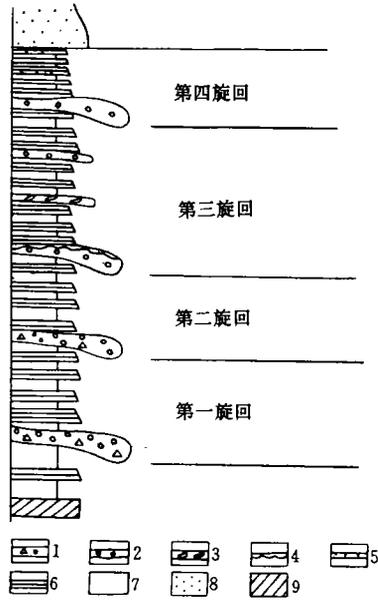
它5%，基质为泥质、灰质及砂泥质，含量较少，占岩石总量的5%，角砾大小混杂，排列杂乱，总体表现为混杂而无沉积构造，即角砾岩具含基质很少的颗粒支撑结构(图版 I-2,3)。依据混杂构造和沉积特征说明混杂角砾岩层是灾变事件所造成，其角砾类型、差的分选和磨圆，都与引张正断层使台地相沉积破碎、崩塌，沿陡斜坡的重力滑动、滚动搬运机理有关。作者认为是由于断层作用使台地相沉积发生岩崩、滑动，沿陡斜坡在重力作用下以岩崩的形式向下搬运而沉积在深水盆地中，而进一步向盆地方向过渡为具滑塌构造及富含基质的砾岩沉积，即该类沉积距断层崖相对较近。

1.4 砾岩

砾岩沉积(图版 I-4)在腊子口剖面中与混杂角砾岩相伴生或单独出现在上部两个沉积旋回的底部，上覆地层为浊积岩系，厚度为1—4 m，砾屑成分复杂，包括紫灰色含蜓科化石灰岩砾屑、灰黑色不含或少含蜓科化石灰岩砾屑、灰黑色板片状浊积灰岩砾屑、泥岩和砂岩砾屑，砾屑分选和磨圆极差，杂乱排列，粒径最大可达10 cm，一般为0.3—5 cm之间，基质为砂泥质，含量在20%—50%范围间。个别砾岩具粒序，在垂向上表现为向上变细的序列，下部为粗砾屑，逐渐向上变为中、细砾级碎屑，砾岩在顶部转化为浊积岩，个别层位的砾岩沉积发生过滑动、滑塌变形作用(图版 I-5)，该类砾岩属于高速碎屑流搬运、沉积的产物。

1.5 滑塌堆积

一种为几乎全部由板片状角砾组成的角砾岩，层厚1.5 m，夹于浊积岩系地层中，角砾为碳酸盐浊积岩和深水钙质泥岩成因，表现为大小混杂，排列杂乱，圆度极差，粒径多在10—30 cm范围之间，小者可达毫米级，基质为泥灰质，具滑动、滑塌构造(图版 I-6)，可能是前期形成的浊积岩和深水钙质泥岩沿陡斜坡滑动、滑塌解体而成。另一种具滑动、滑塌构造的砾岩表现为，砾石大小混杂，成分复杂，圆度极差，排列杂乱，包括少量紫灰色含蜓科化石灰岩砾石及灰黑色不含或少含蜓科化石灰岩砾石(粒径30 cm左右)，砾石主体以相对较小的(<20 cm)灰黑色板片状灰砾石、浊积岩砾石、泥砾、石英岩砾石等为特征，其中基质为砂泥质，含量高达50%，具滑动滑塌构造(图版 I-5)属于碎屑流沉积沿陡斜坡滑动、滑塌而成，下伏地层为上述的混杂角砾岩，上覆地层为浊积岩，其中后者无滑动构造，说明该类砾岩是碎屑流沉积滑动、滑塌就位之后，其上沉积了浊积岩。



1. 角砾岩 2. 砾岩 3. 板片状角砾岩  
4. 滑塌堆积 5. 硅质碎屑浊积岩  
6. 碳酸盐浊积岩 7. 深海灰岩和  
钙质泥页岩 8. 中三叠统 9. 二叠系

图2 西秦岭腊子口柱状剖面示意图  
Fig. 2 Sketch map of the Lashikou  
columnar section in western Qingling

## 2 早三叠世沉积旋回

西秦岭早三叠世沉积依其沉积特征和沉积序列,主体基本上可划分为四大沉积旋回(图2),地层底部与二叠系地层呈断层接触,而其顶部以出现大量硅质碎屑浊积岩为与中三叠世沉积的界线。地层最下部主要为具平行层理的深海灰岩和钙质泥页岩,其中夹有薄层碳酸盐浊积岩,第一旋回为厚7 m的混杂角砾岩、3 m厚的砾岩沉积,然后过渡为碳酸盐浊积岩系,其中由于褶皱和断层作用,厚度较难确定,浊积岩系之上为深海灰岩和钙质泥页岩,该旋回以角砾大、厚度大的角砾岩为特征,浊积岩以AE、ACE、CDE序列为特征。第二旋回,下部为厚4 m的混杂角砾岩,然后逐渐过渡为厚2 m的砾岩沉积,其上为具AE、ACE、个别ABCDE序列的浊积岩系,其中DE段中含有丰富的遗迹化石,浊积岩之上为深水灰岩和钙质泥页岩。第三旋回沉积特征表现为下部为厚3 m的砾岩,其上为具滑动、滑塌构造的砾岩沉积及浊积岩系,其中该类浊积岩系以板片状外形为特征(图版1-7),单层厚10 cm,厚者达15 cm,以浊积岩的ACE、CDE序列为特征,其中该旋回中的碳酸盐浊积岩中夹有一层以板片状灰岩角砾为主的角砾岩层及一层不到1 m厚的砾岩层,旋回顶部为深海灰岩和钙质泥页岩。第四旋回砾岩以厚度大、粒径粗为特点,厚达7 m,其上为厚层浊积岩系,其中浊积岩系特征与前几个旋回不同,浊积岩中硅质碎屑浊积岩自下而上由极薄的夹层演变为较多较厚的夹层,而碳酸盐浊积岩逐渐减少减薄,至顶部转化为硅质碎屑浊积岩。

依据隆务河组沉积旋回特征,说明其在空间上具有一定的演化关系。陆棚浅海的碳酸盐沉积,在重力和断裂构造的诱发下崩塌,然后沿斜坡向下滑动、滚动形成混杂角砾岩,最后以片状碎屑流的形式搬运而形成砾岩沉积,之后形成了浊积岩系,在构造活动的平稳期形成了深海灰岩和钙质泥页岩,由于另一次断裂构造的活动形成了另一沉积旋回,因而西秦岭早三叠世沉积旋回特征是构造控制作用的表现。

## 3 构造对沉积的控制作用

西秦岭地区研究程度低,特别是构造学研究非常薄弱,做为秦岭的西延部分,其大地构造特征还很模糊,板块碰撞造山的缝合带在何处?这是一个十分关键的问题,另外构造变形特征和变形样式如何?这涉及到构造带的划分及大地构造相的确立等,这些问题都尚待解决。本文主要以一个小区做为出发点,从沉积相和沉积序列的发育特征来反演当时的古构造背景。

西秦岭早三叠世沉积以向南逆冲的冲断层和空间上的叠复为特征,变形特征属浅层次的脆性变形,其中可观察到一系列紧闭褶皱(图版1-8)、尖棱褶皱和部分平卧褶皱,使得部分地层倒转且造成部分地层的重复,构造变形作用比较强烈,但在腊子口剖面中,地层的沉积序列和旋回性还是明显的。前已述及,西秦岭早三叠世沉积主要有六种类型:角砾岩、砾岩沉积、浊积岩、深海灰岩和钙质泥页岩,其在垂向上表现为四个大的沉积旋回,单个沉积旋回的沉积序列为:混杂角砾岩、砾岩沉积、滑塌堆积、浊积岩、深海灰岩和钙质泥页岩,其中第3旋回中的浊积岩和砾岩沉积曾经历了明显的滑动、滑塌变形作用,其中滑塌褶皱

的轴向倾向西南,且通过对大量浊积岩 A、C 段底面的槽模古水流数据的测定,表明古水流方向在 220—260°之间,反映了当时大陆边缘的古斜坡倾向西南。因而作者认为早三叠世沉积物来源于北方陆块,其沉积物特征、沉积序列及其旋回性受构造作用控制。由于扬子板块向北的俯冲对北方陆块产生拖拉滚动效应,从而在早三叠世时期,北方陆块边缘形成一引张构造背景,形成了部分正断层,而且随着扬子板块的俯冲,正断层的强烈活动时期具有突发性和周期性,据沉积特征,推测应有 4 次强烈活动时期,即每次强烈活动时期,正断层面上盘下降造成沉积空间的扩大和水体的变深,早期形成的泥盆系、石炭系及二叠系浅水、台地和半深海沉积发生破碎、滑塌,沿陡斜坡在重力作用下滑动、滑塌及重力流搬运而沉积在深水盆地中,形成混杂角砾岩,之后发育了砾岩沉积及浊积岩系,构造活动平稳时期,沉积了深水灰岩及钙质泥岩序列,当上一次强烈活动之后,应力松弛,但随着扬子板块的逐渐俯冲拖拉,使得应力积累,面临着另一次强烈活动和类似沉积物的出现。而在早三叠世晚期,即第四旋回角砾岩和砾岩沉积期后,沉积物中出现了大量硅质碎屑浊积岩,自此以后,沉积中已无角砾岩和砾岩沉积,在中三叠世只沉积了单一的硅质碎屑浊积岩,其中已含有陆源植物碎屑,推测构造背景已有所改变,即可能随着两大板块的接近和碰撞,拖拉效应已不明显或不存在,而逐渐以挤压作用为特征,随着沉积物的充填和构造挤压作用,至晚三叠世时期,沉积物已逐渐转化为磨拉石沉积,说明两大板块的碰撞对接应在中三叠世晚期-晚三叠世时期。

## 4 讨 论

本文主要以沉积相、沉积序列、古流方向、区域地质调查等依据,从一个具有代表性的区域为出发点,对西秦岭早三叠世沉积及其构造的控制作用进行了初步讨论。但同时也提出了有待解决的一些问题:(1)西秦岭造山带碰撞缝合带的确定,即混杂带在何处?构造变形作用和变形样式的研究,这是建立西秦岭碰撞造山模式的关键所在;(2)地层对比。包括生物地层对比和岩相对比,前者可以建立起古生物地理和生态分区格架,对于沉积物源、古地理和古构造背景分析具有重要意义,后者的研究可以从沉积环境和沉积相角度出发为大的构造背景的建立提供依据,如对泥盆纪西汉水群浅水沉积和天水一带的舒家坝组深水沉积的研究,对于泥盆纪古地理和沉积背景的研究十分重要。以上这些问题的研究将大大的推动西秦岭地区的地质研究,同时也是今后面临的课题。

本文写作过程中,得到了晋慧娟教授、李继亮教授、李育慈教授的帮助和指导,在此深表谢意。

收稿日期:1994-7-2

## 参 考 文 献

- [1] 李继亮等,我国几个地区浊积岩的特征,地质科学,1978,(1):26—44。
- [2] 姜春发等,留风关群复理石,地质学报,1979,53(3):203—218。
- [3] 冯益民等,西秦岭“混杂堆积”及其构造发展史,地质学报,1980,54(1):24—43。
- [4] 甘肃省地质矿产局,甘肃省区域地质志,北京:地质出版社,1989。

## Early Triassic Sediments and Their Tectonic Controlling Factors, Western Qinling

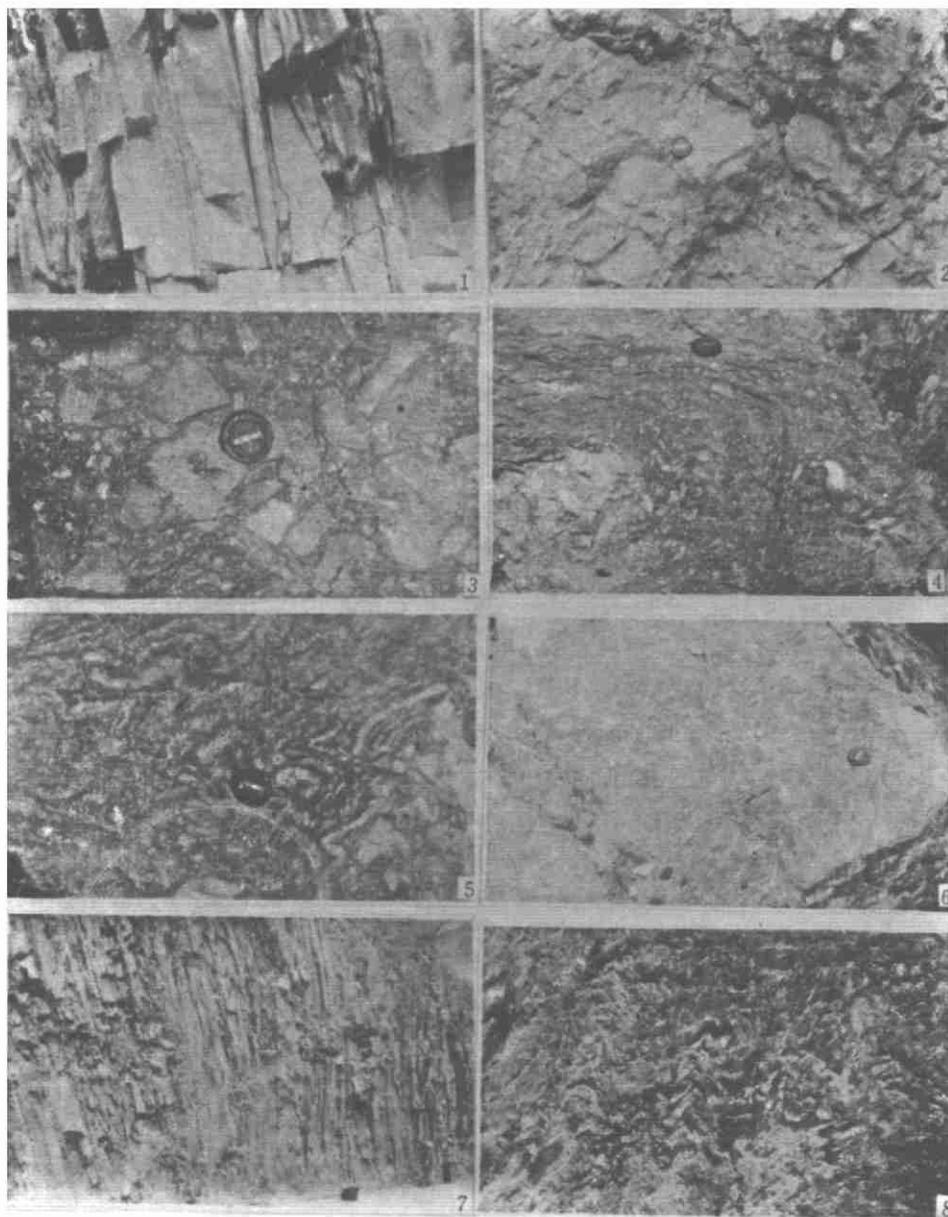
*He Haiqing*

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CPNC, Beijing 100083)

### Abstract

The early Triassic deposits consist of chaotic megabreccias, conglomerates, slump deposits, turbidites, deep-water limestones and calcareous mudstones. From bottom to top, sediments show four sedimentary cycles controlled by tectonic process. A single sedimentary cycle is composed of chaotic megabreccias, conglomerates, turbidite, slump deposits, deep-water limestone and calcareous mudstones upward. Based on the directional structures of turbidite and slump deposits, continental margin slope dipping to the west-south, the palaeocurrent direction ranges from  $220^{\circ}$  to  $260^{\circ}$ . This indicates that on the north plate margin existed an extensional tectonic setting along Luqu-Chenxian in Early Triassic, which is related to the roll-back caused by the subduction of the Yangtze plate towards the north. The subduction causing the roll-back process made the north plate margin form a series of normal faults. This also made the early formed shallow water platform facies break, collapse and slide along the steep slope, at last they deposited in the deep water basin and formed the chaotic megabreccias, conglomerates deposits which slid and slumped at the later, and the turbidite, at the relatively stable period, formed the deep water limestone and calcareous mudstone. In another tectonic active period, the similar sediments deposited in the deep water basin. So, the early Triassic deposits were obviously controlled by the tectonic process.

**Key Words:** turbidite megabreccias tectonic controlling factor Early Triassic Western Qinling



图版说明 1. 碳酸盐浊积岩鲍马序列 2. 混杂角砾岩 3. 混杂角砾岩 4. 砾岩  
5. 滑塌堆积 6. 板片状角砾岩 7. 板片状碳酸盐浊积岩外观 8. 褶皱