

由秦巴泥盆纪岩相古地理 研究探讨古构造活动

张瑞林

(地矿部西安地质矿产研究所)

秦巴地区位于华北地块与扬子地块两个相对稳定地质单元之间,处于南、北方的过渡地带。泥盆纪是秦巴地区由活动转向相对稳定的关键时期。现通过地层古生物、沉积相古地理、古地磁、古构造演化及化探等学科的研究,诸多资料均说明这一过渡地带的存在。

一、对泥盆纪古地理环境的争议

当前对秦巴地区泥盆纪所处的古地理环境尚有争议,有无深海、半深海环境存在是问题的关键所在。鉴于志留纪末期,秦巴地区的隆起和海退,已被众多的沉积间断和秦巴广大地区缺少泥盆统底部地层所证实,因而早泥盆世的浅水环境争议不大,主要分歧是在中晚泥盆世,其空间部位则集中于北秦岭。武汉地院的周正国认为,秦岭山阳地区上泥盆统存在形成半深海或深海环境的等深积岩;王鸿祯先生认为,山阳、柞水一带的中泥盆世“柞水系”和晚泥盆世“刘岭群”分别为较深海沉积和较深水的海槽沉积,将它们划入半深海范围(王鸿祯, 1985);陕西省地矿局综合研究队的杨志华认为,山阳—柞水一带的中晚泥盆世存在陆源碎屑浊积岩;陕西省地矿局区调队的徐怀艾、杜丁汉则认为山阳—柞水一带中晚泥盆世,形成了滨海—浅海陆棚沉积(杜丁汉, 1987)。对于秦岭北部西段,王鸿祯先生认为中泥盆世西秦岭北部为半深海环境,晚泥盆世为浅海;武汉地院陈北岳等认为,北秦岭西段舒家坝群为海底扇沉积;甘肃省地矿局区调队的周德立等认为,中泥盆世成县以北江洛一带为深海沟,礼县以北马坞一带为深水平原,晚泥盆世徽县麻沿河一带为深水平原;甘肃省地矿局研究所的翟毓沛等认为该区中晚泥盆世为滨—浅海环境。

作者通过三年(1986—1988)来对秦岭北部中、上泥盆统由西至东十余条剖面(图1)的详细观察和对秦巴泥盆纪沉积相、古地理的研究,认为秦巴泥盆纪虽然有局部地区海水相对较深,但并未超出浅海陆棚环境,到目前为止还没发现半深海—深海的沉积物和相应的标志。下面将近等间距连续剖面由西向东简要说明:

1. 迭部当多沟剖面

前人曾认为这里的上泥盆统(擦阔合组、陡石山组)有深海浊流沉积。但通过作者对该段剖面的认真观察,发现有不对称波痕、大型交错层、潮汐层理,以及以海生迹为主的遗迹化石,地球化学指数——微量元素 Mo、Co、Pb、Ni、Cu、Ba 的含量也大大低于深水,认为擦阔合

组的古环境无疑为潮间—潮下浅水环境。由特征的口袋状构造、不定向的工具痕和杂乱的生物灰岩所组成的滞流沉积物,及其相应的快速堆积所特有的渗透沙、遮蔽构造等,说明擦阔合组具有两期风暴层,形成了近源风暴岩,从而否定了浊流沉积。

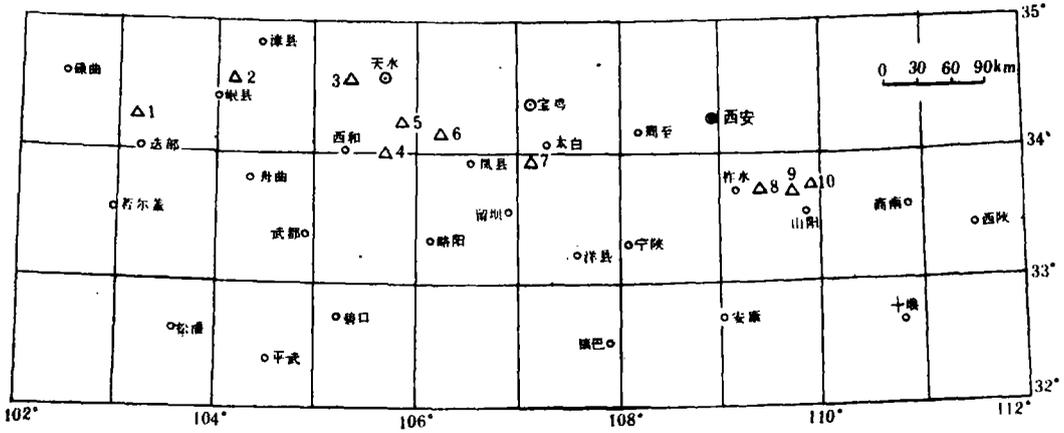


图1 秦岭北部中上泥盆统剖面分布图

Fig. 1 Distribution of the Middle and Upper Devonian sections in northern Qinling Mountains

2. 岷县耳阳沟剖面

剖面中的中泥盆统由砂、板岩组成。在层面上有削顶的修饰波痕及代表钻孔的乳形迹(图2)和海生迹(图3),并见有波状层理。

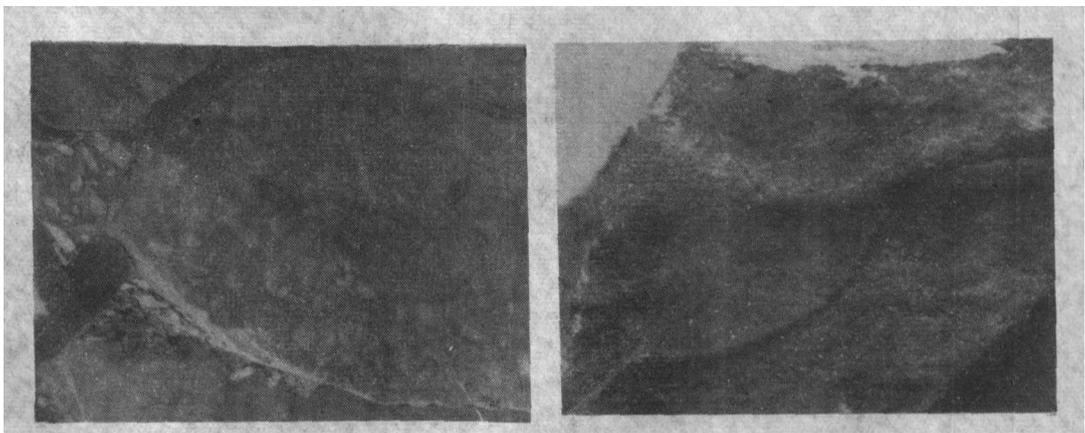


图2 遗迹化石乳形迹

Fig. 2 *Wammillichis*

Locality: Eryangou, Minxian, Gansu

图3 遗迹化石海生迹

Fig. 3 *Thalassinoides*

Locality: Eryangou, Minxian, Gansu

上泥盆统由富含生物化石的砂屑灰岩组成,局部形成介壳滩,其中的腕足化石呈定向排列,见有大量的厚壳、体大的腕足化石,向上腕足化石大小混杂,有变小的趋势。岩层中见有条带状、砾状、透镜状灰岩。

3. 礼县固城剖面

中、上泥盆统由较多的紫红色砂、砾岩和板岩组成,其中见有植物化石,层面波痕较发育,多为不对称状。层面还有海生迹和平管迹(图4)。层中常见波状、泥波状层理及带状构造。

4、成县王磨剖面

中、上泥盆统以灰岩为主,夹少量砂岩。底部砂岩含有交错层(图5)及透镜状灰岩。砂岩层之上的灰岩中,有较多由珊瑚、腕足、层孔虫组成的小礁体。腕足体大(5cm)、壳厚,珊瑚为斜卧的群体,层孔虫呈扁平砾状。小礁体厚以30—50cm为多,沿走向1—2m尖灭。它们成群出现,平行层面分布。灰岩中夹有砂泥质,与灰岩共同组成波状、泥波状层理。

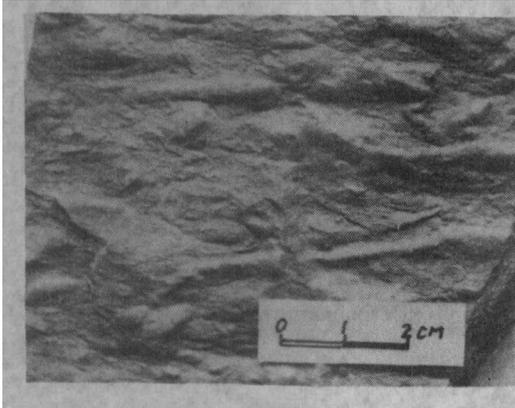


图4 遗迹化石平管迹

Fig. 4 *Planolites*

Locality: Gucheng, Lixian, Gansu



图5 交错层,甘肃成县王磨

Fig. 5 Cross beddings in the Wangmo section, Chengxian, Gansu

5、天水娘娘坝—徽县麻沿河剖面

中、上泥盆统以砂岩、板岩为主,夹少量灰岩。在下部中泥盆统的灰岩中,见有层纹石、藻类(表附藻、葛石藻等)及藻团,并见有鸟眼。上部的上泥盆统砂、板岩中,见有波状及透镜状层理以及不对称波痕及交错层,层面上有较多虫迹,为平管迹、海生迹(图6)、蕨状迹(图7)等。

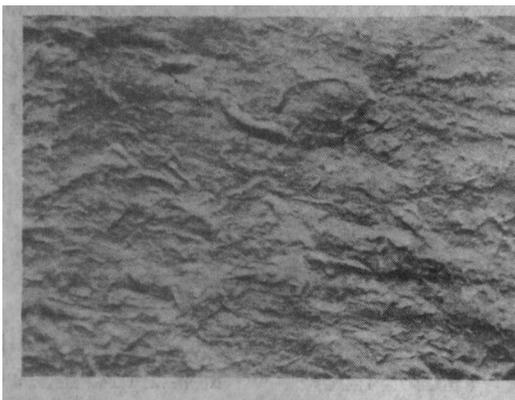


图6 遗迹化石海生迹

Fig. 6 *Thalassinoides*

Locality: Mayanhe, Huixian, Gansu

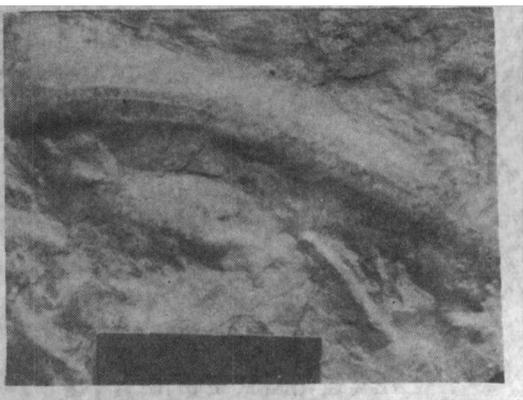


图7 遗迹化石蕨状迹

Fig. 7 *Pteridichnites*

Locality: Mayanhe, Huixian, Gansu

上述上泥盆统中,有上、下两套浊积岩,厚10—20m,前者有三个韵律,后者有四个韵律。每个韵律底部有印模(图8),其上有中—粗砂岩组成的递变层,向上渐细,在细砂岩层面上见有小沙纹(图9)。细—粉砂岩层面上具有线形迹(图10)。上述证据说明确有浊流存在,但据大量浅水证据及这套岩层厚度小,紧邻的层位含有植物化石等特点,说明该浊流系浅水环境中断陷所形成。

6、两当太阳寺剖面

这里的中、上泥盆统由砂岩、粉砂岩及灰岩组成。在砂岩中见有人字形交错层及板状交错层。砂岩中夹有条带状、透镜状灰岩。灰岩中具有鸟眼构造,以含砂砂屑灰岩为主,并见有少量珊瑚点礁。小点礁的特征类似成县王磨剖面所见,但数量较少。

7、太白王家楞剖面

中、上泥盆统由砂岩、灰岩及少量板岩组成。砂岩层面上有不对称波痕及微波状层理。灰岩多为砂屑灰岩,含珊瑚、腹足、瓣腮、海百合茎及腕足化石,具泥波状层理。灰岩中见有珊瑚礁。灰岩与粉砂岩互层的部位多见砾状层理。

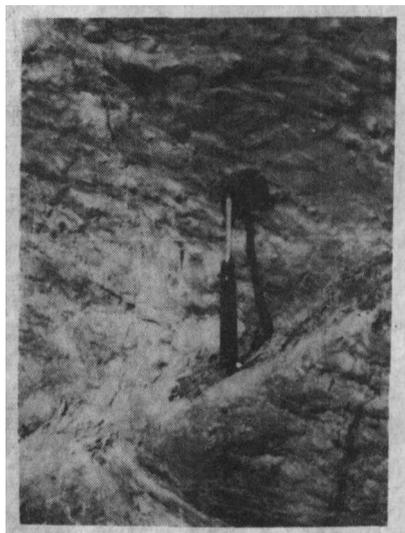


图8 底部印模,甘肃徽县麻沿河

Fig. 8 Sole marks in the Mayanhe section, Huixian, Gansu

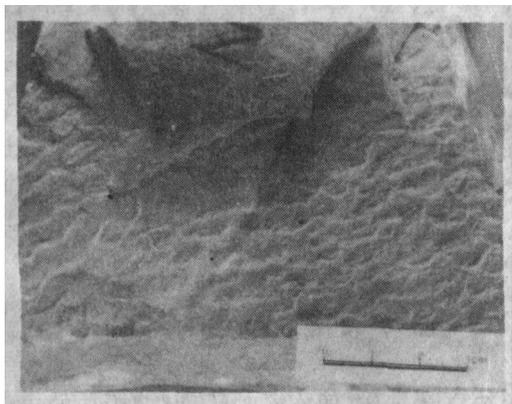


图9 砂纹,甘肃徽县麻沿河

Fig. 9 Ripple marks in the Mayanhe section, Huixian, Gansu

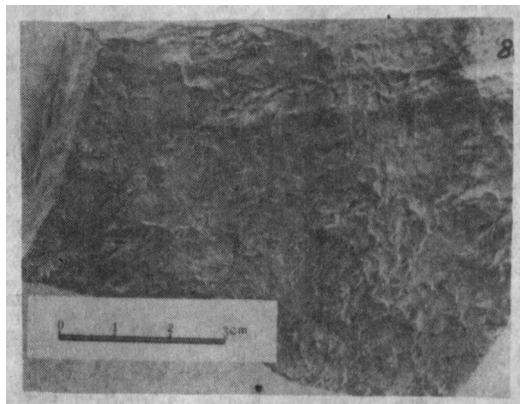


图10 遗迹化石线形迹

Fig. 10 *Gordia*. Locality, Mayanhe, Huixian, Gansu

8、柞水大西沟剖面

中、上泥盆统主要由变质陆源碎屑岩组成(前人曾认为是深海浊流沉积)。据有关(陕西省地矿局区调队,1988)资料可知,在这套地层中采到植物化石。微量元素分析,一般深海 $Cu > 90$ (ppm)、 $Ni > 150$ 、 $Co > 40$ 、 $Ba > 1000$, (中国地质大学,张本仁,1987),而柞水—山阳一带(包括大西沟) $Cu < 30$,多数 $Ni < 30$ 、 $Co < 15$ 、 $Ba < 500$, Zn 、 V 、 Cr 、 Mn 、 Rb 含量也远低于深海。又据大部分 $Fe^{+2}/Fe^{+3} < 7$,一般在1—3,也并非深海还原环境。因此,大西沟剖面可能与天水娘娘坝剖面相似,为浅水环境,也有可能存在浅水环境中断陷形成的浊流。

9、山阳二峪河剖面

中、上泥盆统以砂岩为主,夹板岩。砂岩层面波痕发育(图 11),以不对称为主,波长 3—5cm,波高 0.5cm,砂岩中有灰岩透镜体及波状、透镜状、脉状层理和条带状构造。在粒度较细部分的岩层面上,常见有线形迹、海生迹、平管迹等化石。这套岩层中曾采到斜方剥皮木(陕西省地矿局区调队,1987)。

10. 山阳—商县(安伍河)剖面

与二峪河剖面相似,中、上泥盆统也由砂、板岩组成。砂岩层面上的波痕十分发育,为不对称干扰波痕,岩层中的波状层理、透镜状层理(图 12)、脉状层理比较发育。

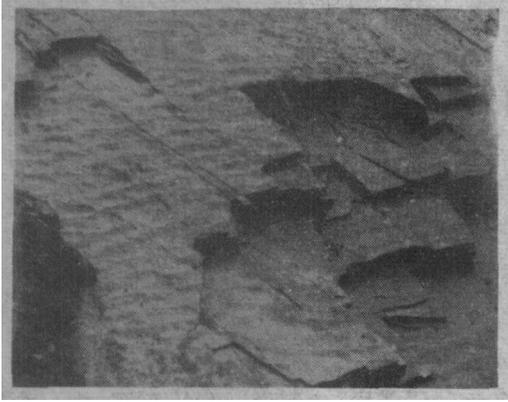


图 11 波痕,陕西山阳二峪河

Fig. 11 Ripple marks in the Eryuhe section, Shanyang, Shanxi

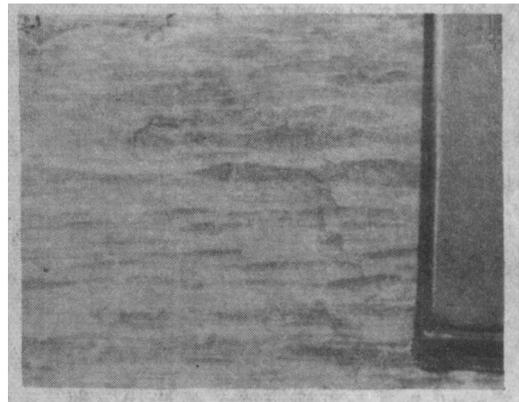


图 12 透镜状层理,陕西山阳安伍河

Fig. 12 Lenticular beddings in the anwuhe section, Shanyang, Shanxi

上述诸剖面的沉积相标志,证明北秦岭中、上泥盆统为滩坪—陆棚浅水沉积环境,海水最大深度 100m 左右,局部地区可能存在形成浅水浊流的条件和环境,即断陷所形成的地形高差和足够的坡度,以及充足的陆源碎屑堆积物。上述环境就是秦巴地区整个泥盆纪的基本轮廓。

二、泥盆纪古环境的变迁

早古生代中、晚期,由于华北板块与扬子板块逐渐靠拢,使本区处于南、北板块的拼合部位。洋壳慢慢缩小、消失,而陆壳面积逐渐扩大。受南、北陆块影响的秦巴地区,志留纪时是由活动到稳定的转折阶段,火山活动、岩浆侵入由强到弱,海浸范围逐渐缩小,尤其是代表洋壳的深海范围大减。直至志留纪末期,秦巴地区出现全区性的隆起,海水仅残留于呈封闭性的甘肃碌曲—迭部一带及甘肃舟曲等地,在这里志留系与泥盆系为连续沉积,而其它地区志留系与泥盆系间均出现了时间长短不一的沉积间断。碌曲—迭部一带的残留海,分布在碌曲的擦洞合、迭部的下吾那、益哇沟,四川若尔盖的普通沟、占洼沟一带。舟曲一带的残留海,位于舟曲南石门沟及其以西地区。早泥盆世早期,虽然上述地区与志留系呈连续沉积,但其沉积环境与志留纪相比,已有明显的改观,由于受抬升的影响,已由原来的半深海—深海环境变为浅海环境。如四川若尔盖占洼羊路沟剖面,代表中、上志留统的白龙江群由典型的深海沉积物和遗迹化石组成,在白龙江群向代表上志留统的羊路沟组转换部位明显看出羊路沟组海水由深海变为浅海,并向潮间环境演变,与其上的下泥盆统连续沉积。

适于海生生物繁衍,腕足、珊瑚、瓣腮、腹足、苔藓、介形虫、层孔虫、竹节石、海百合等极为发育。尤其是珊瑚进入了鼎盛时期,不仅有稍深水的小单体状,也有浅水大单体的,同时还有群体的,有时可以密集成礁,与层孔虫及藻类组成群礁。这一时期是生物繁衍的全盛阶段。中泥盆世的沉积物中,陆屑主要来源于北部的华北古陆。

中泥盆世晚期,海水继续向北、向东侵进,使山阳东部的天竺山一带及镇安北、柞水以南地区被水淹没。

晚泥盆世早期,本区北部继续下沉,南部趋于稳定。海水进一步侵入,使河南浙川一带及陕西西乡一带,没入海水之下,这时海水可能已向东伸向信阳一带(高联达,1987)。晚泥盆世中期,西部临潭、漳县一带也逐渐被海水吞蚀。晚泥盆世主要沉降区在北部,与沉积中心大致相近,成近东—西带状沿岷县—天水—柞水一线分布,这里也是当时本区陆棚相带的主要分布区。当时全区大部分地区,均进入稳定阶段,碳酸盐台地广泛发育,在西和—留坝及其以南地区和山阳以东地区分布。台地分布区面积约占海域的70%,主要特点是厚度及岩性横向变化不大。除沿陆地边缘分布有滩坪相带外,仅在漳县一带局部有三角洲发育。这时是秦巴地区海浸范围最大时期,向东可达河南信阳一带,北部到漳县、天水、太白、周至、商县以南,南部东段到略阳以南—西乡—镇巴—旬阳,西段的若尔盖古陆北缘较稳定,其东缘向西收缩。碧口一带仍是露出水面的隆起区,但三面被水包围、伸向四川境内(图15)。

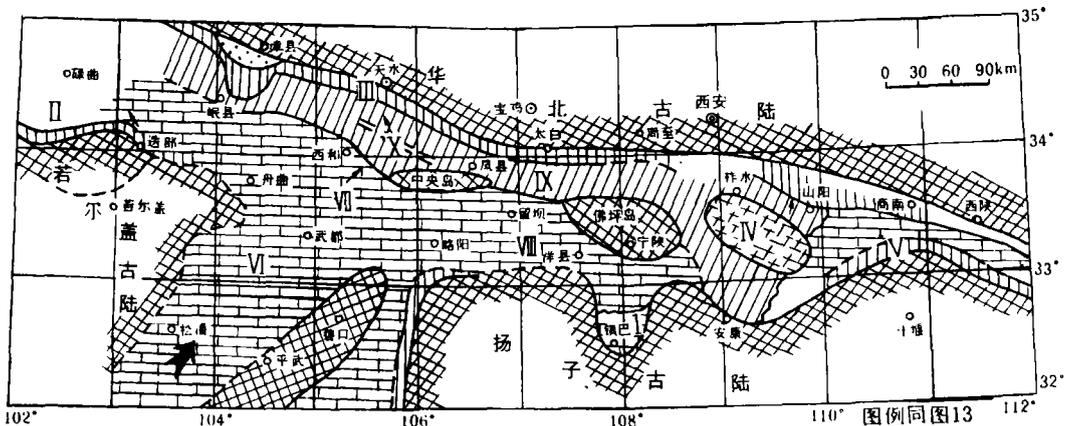


图15 秦巴晚泥盆世岩相古地理图

Fig. 15 Late Devonian sedimentary facies and palaeogeography in the Qinling-Bashan area

晚泥盆世秦巴地区的西部,纬度发生了较大的变化,迭部—徽县以北地区,古纬度由中泥盆世的7—9°变为17—19°,而迭部、徽县以南及宝成铁路以东地区,古纬度变化不大。这种纬度变化,在早泥盆世至中泥盆世并不明显。但整个秦巴地区仍处在纬度20°以内,气候温暖、湿润,动、植物都很发育。除海生生物外,在海陆交互部位,粗大的陆生植物已不鲜见。广大碳酸盐台地分布区地势平坦。区内的扬子古陆、若尔盖古陆地形高差不大,造成陆屑物供给极少,而区内主要陆屑供给区,仍是北部的华北古陆。秦巴北带的下沉,造成与华北古陆相对高差加大,大量的陆源碎屑物经剥蚀、搬运、填入北部沿岸的海域之中。已成为主要沉降区的北部上陆棚相带,下沉幅度一般均在1500m以上,平均在4000m左右,最大可达10000m左右。在镇巴一带,由于海湾地形及台地的阻隔,使得海水闭塞,出现短时期的淡化泻湖。

晚泥盆世不但沉降区北移,而且火山活动带也向北移,如在太白鲁家崖及山阳安伍河—闫村剖面中,均见有火山岩及凝灰岩,不仅有中基性、也出现了酸性火山活动。

泥盆纪末期—石炭纪初期,个别地区如碌曲嘎尔且括合,临潭羊沙、成县飞龙峡、猫尔川、河南西峡西坪等,因抬升而出现沉积间断,多数地区仍连续沉积,进入石炭纪海相发育阶段。

三、古地理环境演化规律和几点认识

上述早泥盆世—晚泥盆世秦巴地区的地质发展过程(图 16),可以看出有如下规律性的变化。

1. 泥盆纪早期到晚期,海浸范围逐渐扩大,空间上,海浸规律性地由南向北逐步进行,同时也向东逐步超覆、淹没。

2. 海盆的拗陷区,随着时间的推移也由南向北移,早泥盆世在本区西南部甘、川交界一带;中泥盆世向北推进到宕昌—礼县一带;晚泥盆世则北推到华北古陆南缘。

3. 区域内的沉积中心,从泥盆纪早期到晚期也由南向北迁移,早泥盆世在武都—康县一带;中泥盆世移到北边的宕昌—西和一带;晚泥盆世再向北移,到北部的临潭—漳县、礼县马鸪—石门沟、柞水金钱河—山阳二峪河。

4. 弱火山活动分布地带,由早泥盆世早期至晚期,也同样由南向北迁移的规律。早泥盆世火山活动主要在南部的武都—略阳一带;中泥盆世北移到成县以北一带;晚泥盆世又向北移至华北古陆南侧的太白、山阳一带。凝灰岩、火山岩的岩性由早期的基性岩逐渐变为中期的中基性岩,随后为晚期的中基性、酸性岩。

5. 区内的古中央岛,由早泥盆世到中、晚泥盆世,从徽县以南向北收缩,移至徽县一带。

上述地壳的下沉、拗陷、快速沉降、火山活动等由南向北迁移、规律性的变化,反映了本区泥盆世早期至晚期地壳构造运动的特点。这些变化突出地表现在秦巴地区西部,而东部不很明显,这种规律性的变化,恰与古地磁资料不谋而合。古地磁资料反映西部地区古纬度随

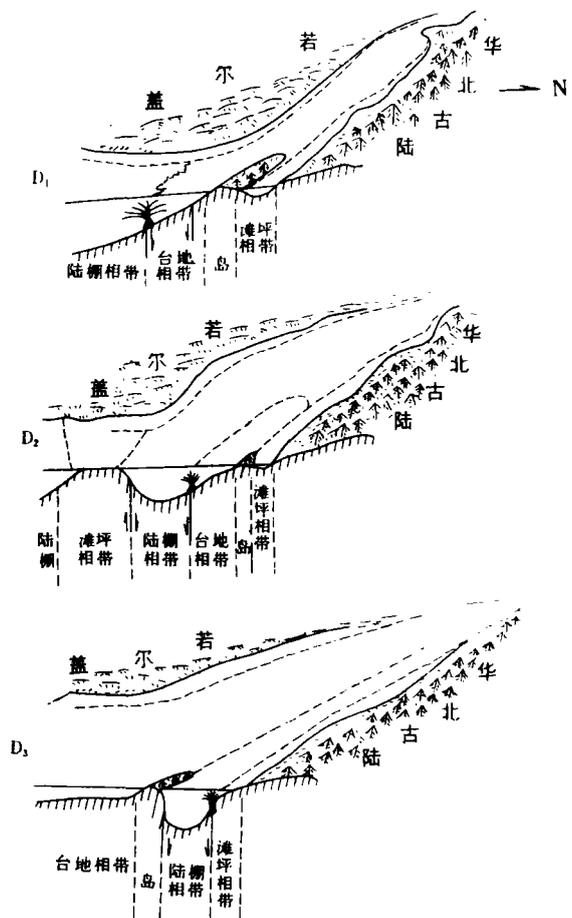


图 16 秦巴泥盆纪沉积环境演化示意图

Fig. 16 Evolution of Devonian sedimentary environments in the Qinling—Bashan area

时间向北推移的特点。

泥盆纪时秦巴全区总体经历了连续发展的三个阶段——初始下沉阶段、全面下沉阶段和相对稳定阶段。在整个逐步下沉过程中,出现了局部相对抬升地段,同时下沉的不同区段有快、慢之分。这些特点反映了张裂裂隙活动的存在,表现为塹、垒相间的特征。不同的发展阶段和发展中的特点控制了不同相带的展布、也控制了古地理环境。

泥盆纪秦巴地区沉积盆地的海底地形,由早期的南低北高、到中期的南北均衡、至晚期的南高北低,为一连续的演化过程。

结 论

1、秦巴地区在志留纪末期,由于华北板块和扬子板块二者的逐渐拼合、对接,使原来赋存于二者之间的洋壳逐渐消失,陆壳覆于其上。鉴于地壳轻而地幔重,使陆壳成为洋壳之上的隆起部位,海水被驱赶出本区,仅在局部低洼地区残留了小片封闭的海域。此时的秦巴地区已被华北板块和扬子板块所占据。

2、泥盆纪开始,华北板块逐渐向北漂移,而扬子板块相对稳定,这就使陆壳被拉长、变薄,由于重力的不均衡,造成了缓慢的下沉。在拉张过程中同时出现了裂隙。因为华北板块移的方向朝北,与扬子板块之间的陆壳被拉长变薄的部位(即出现张裂而下陷的裂隙部位),就会同时向北移,裂隙强烈的地带就必然随之向北推移,因此:

(1)泥盆纪秦巴地区的海浸、海退,下沉和隆起,本身是板块间拉开和闭合的反映,是板块相对漂移所造成的。

(2)沉积中心、沉降中心本身是板块之间拉张、陆壳变薄,致使重力下沉和裂隙活动的反映。中心的不断位移,系两个板块的相对位移所造成,移动的特点是:华北板块向北漂移,扬子板块移位不大。

(3)泥盆纪秦巴地区海底地形,由早期的南低北高,到中期的南北均衡,至晚期的南高北低,这些演化是拉张过程中沉积中心不断迁移的反映。

(4)古岛屿有可能是板块漂移过程中,由板块边缘逐步脱离主体而裂解出来的地质体。如佛坪岛是由佛坪半岛演化而来。

3、泥盆纪是秦巴地区两个活动期之间的过渡阶段。本区在加里东时期主要表现为板块间的扩张、俯冲,带有强烈的活动性,当时既有陆壳分布区也有洋壳分布区。进入泥盆纪,本区则变为相对稳定时期,洋壳由于大陆板块的对接而不再出现于地表,稳定的浅水沉积代替了深水沉积。但相对的稳定并不等于僵化,板块间仍在不停地相对漂移,逐渐由拼合开始拉张,这种局面至少保持到泥盆纪末。而新的强烈裂隙活动阶段,出现于二叠—三叠纪。

主要参考文献

王鸿祯等,1985,中国岩相古地理图集,地质出版社。

刘宝瑛等,1985,岩相古地理基础和工作方法,地质出版社。

杜丁汉,1987,陕西秦巴地区泥盆系研究,西安交通大学出版社。

张瑞林等,1988,甘肃迭部当多沟擦洞合组的风暴沉积,中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊第21号。

PALAEOTECTONIC ACTIVITIES: AN INVESTIGATION
OF DEVONIAN SEDIMENTARY FACIES AND
PALAEOGEOGRAPHY IN THE
QINLING—BASHAN AREA

Zhang Ruilin

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

This paper elucidates, on the basis of the reconstruction of sedimentary facies and palaeogeography, the Devonian palaeoenvironmental vicissitudes in the Qinling—Bashan area, which were characterized by the gradual transgression from south to north and from west to east; the migration of depositional or subsidence centres from south to north; the northward migration of the volcanic zones and the variations from basic to intermediate-acidic compositions; the northward migration of the ancient islands; the variations in ancient submarine topography lower in the south and higher in the north in the early stage, or vice versa in the later stage, and the extensional faulting which led to the transgression all over the region. It is believed that all the regular changes mentioned above may be attributed to the external factors. And internally, the Qinling—Bashan area lay between the North China and Yangzi plates. The increasing suturing of the southern and northern plates during the Caledonian allowed the disappearance of the oceanic crust, the elevation of the crust and the retreat of sea water. Later in the Devonian, as a result of the northward shifting of the North China plate, the study area is thought to be in an extensional and faulted environment where the continental crust became thinner and elongated. The crust downwarped slowly and thus the transgression occurred, accompanied by faulting and weak volcanic activities. It follows that the Devonian time represents a transitional stage, i. e. a relatively stable stage between active Caledonian and Indo-Chinese epochs.