

陕西蓝田丹凤群上段风暴沉积

王翔 张维吉¹

(西安地质学院地质构造研究所)

提要 本文通过对陕西蓝田地区丹凤群中风暴岩的初步研究和分析,提出了该区风暴岩的三种剖面结构,并对其形成环境以及整个丹凤群上段的沉积演化趋势进行了阐述。本区风暴岩属远源风暴岩,其形成位置大致处于斜坡带上部—陆棚环境,整个丹凤群上段沉积地层为一向上变浅的沉积序列。

关键词 丹凤群 风暴沉积 丘状交错层理 风暴岩剖面结构 弧前盆地

第一作者简介 王翔 男 32岁 硕士 构造地质学

引言

呈近东西向条带状展布于北秦岭地区的丹凤群是一套属于下古生界的变质火山—沉积岩系。通过近年来的野外工作,笔者在蓝田地区丹凤群上段的变质沉积岩中发现了一些具有风暴沉积特征的沉积构造,这在以往的研究及报道中,尚未见及。笔者认为,本区风暴沉积的发现,对于深入探讨丹凤群上段沉积建造特征及大地构造环境演化均具有重要意义。

一、地质概况

丹凤群最初是由陕西省区调队1984年从原“秦岭群”中划分出来的。根据其在区域上的岩石组合特征,可以将其自下而上划分为三个岩段:下段(即第一岩段)、中段(第二岩段)及上段(第三岩段)。

下段 底部为变质长石英砂岩或黑云母片岩,向上出现角闪斜长片麻岩,黑云变粒岩夹大理岩、变凝灰岩、混合岩化角闪斜长岩、斜长角闪岩,变火山角砾熔岩等。

中段 斜长角闪岩、角闪岩、变粒岩、变火山角砾熔岩、变流纹岩、枕状熔岩、大理岩。

上段 凝灰质板岩、云母石英片岩、含石榴子石斜长片麻岩、黑云变粒岩夹大理岩。

丹凤群的下段和中段在本区分布于榨水县姚沟—蓝田县红门寺一带。由于遭受了强烈的混合岩化作用的影响,原岩面貌多受掩盖,两段界限不清。主要岩性为混合岩化的角闪斜长岩、斜长角闪岩、条带状混合岩、角砾状混合岩及混合花岗岩,其间还可见基性、中基性岩墙穿插。丹凤群的上段展布于蓝田红门寺—四女桥、玉川核桃沟、汤峪刘家沟一带。其主要岩性为凝灰质板岩、黑云石英片岩、斜长变粒岩、黑云变粒岩、含石榴子石斜长片麻岩,顶部出现薄层石英岩、大理岩及千枚岩,从原岩建造、沉积构造以及后期构造变形的特征来

¹ 参加野外工作的还有柴宏有、冯长安。

看, 丹凤群上段总体上代表了一种向上变浅的沉积序列。

二、 风暴成因的沉积特征

本区所发现的风暴沉积构造, 发育于丹凤群上段中部的黑云(斜长)石英片岩之中, 如丘状交错层理、风暴重力流形成的粒序层、底面构造以及水下滑动构造。根据目前国内外对风暴沉积的研究现状来看, 这些是风暴沉积最常见的, 也是最有鉴定意义的几种沉积构造(Carbonate Petrology Seminar, 1987; 地质矿产部成都地质矿产研究所, 1986)。

1. 丘状交错层理

丘状交错层理是风暴沉积研究中最具特征的沉积构造之一(G.D.Kleen, et al., 1987)。它反映了风暴天气中由风暴流造成的强摆动水流对底形的改造。它主要形成于正常浪基面之下, 风暴浪基面之上。此类构造在本区主要产于黑云斜长石英片岩及钠长石英片岩中, 其类型基本上均属于简单式(刘宝君等, 1987)。其规模一般不大, $h=3-5\text{cm}$ 、 $l=15-40\text{cm}$ 。考虑到丹凤群的变形特征, 估计原始丘高会更高一些, 而丘距相应地更短。

2. 底面构造

主要表现为一些近平整至波状的冲刷面以及小型的槽沟、截切构造。被冲刷岩石的原岩主要为粉砂质粘土岩类, 其中交错层理及波痕均不发育, 显然是相对静水环境的沉积产物。而其上覆岩性为石英变砂岩, 且多显粒序性。由此分析, 上述底面构造应是由风暴成因的重力流对固地的刻划所造成的。从其规模、形态特征以及发育程度来看, 均表现出远积风暴岩底面构造的特征¹。

3. 粒序层

本区丹凤群上段发现的粒序层可分为两类: ①砂质结构, 厚度较薄, 一般仅厚 2—3cm 左右, 基本不含砾级碎屑, 显正粒序性。成份以石英为主, 底面近平整或具小型槽模, 显示出风暴浊流沉积特征; ②砾质结构, 厚度可达 10—25cm, 略显反粒序, 含砾率 30—50%, 砾石的磨圆及分选均较差, 杂基支撑, 砾石成份为大理岩及石英岩。看来, 这应属于快速搬运、快速堆积, 未完全分异的风暴重力流沉积物²。其中所含的大理岩及石英岩砾屑是从相对更浅的水域中搬运来的, 应属内源碎屑。与第一类粒序层相比, 其形成位置可能更靠近重力流发源地, 形成深度亦相对较浅。

三、 剖面结构类型

根据现有资料, 作者将蓝田地区丹凤群上段风暴岩的剖面结构划分为以下三类(图 1)。

I 型 由 A、B 和 C 三个单元构成, 厚约 40—60cm。单元 A 为具粒序性的变质砂砾岩, 砾石分选较差, 且多为棱角状—次棱角状; 最大砾径可达 10cm, 杂基支撑, 砾石成份为石英岩及大理岩。单元 B 为具变余平行层理的斜长石英片岩, 厚约 20—30cm, 其原岩大

¹ 地质矿产部成都地质矿产研究所, 1986. 四川盆地早二叠世碳酸盐沉积相及风暴沉积作用。

² 孟祥化, 1985. 内源沉积相模式, 地质矿产部五六二综合大队、中国建筑装饰石材协会。

致为粘土质粉砂岩。单元 C 为具丘状交错层理的斜长石英片岩，其中局部可见前积层，或略显粒序性，底部可见少量砾石，其成份主要为石英岩。丘高 10—20cm，丘距约 40—60cm，露头上可见单元 C 之上又为另一粒序层所覆盖，两者之间具近波状的冲刷面及冲刷槽沟（图 2）。总体看来，这种剖面结构基本上属于由风暴重力流及风暴衰减期的摆动水流所形成的异地型风暴岩。反粒序性的存在，指示在重力流运动过程中，由于其内部运动速度的差异，派生出一个剪切面，使得剪切应力在流体内部（而不是在底部）获得一个相对的高值，进而形成反粒序。

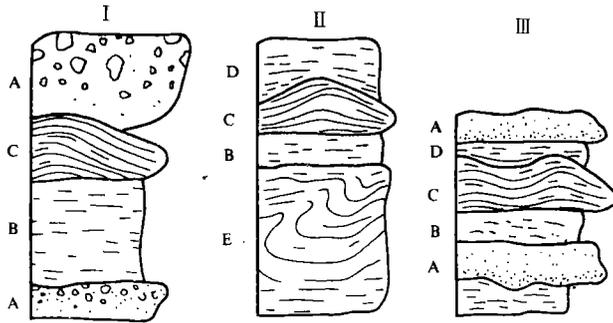


图 1 丹凤群风暴岩剖面结构类型

Fig. 1 Diagram showing the types of sectional texture of tempestite in Danfeng Group.

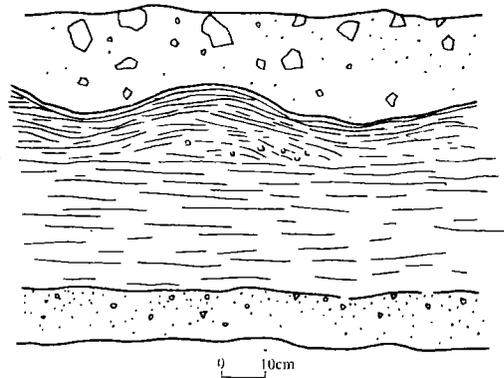


图 2 I 型剖面野外露头素描

Fig. 2 Sketch showing the outcrop of section of type I.

II 型 由 E、B、C 和 D 四个单元组成，厚约 1m。

E 单元为具水下滑动构造的黑云斜长石英片岩，厚约 60cm，单元 B 为具平行层理的黑云斜长石英片岩，厚约 10—15cm，其源岩为含钙质的粘土质粉砂岩类。单元 C 为斜长石英片岩，发育有丘状交错层理。与下伏 B 单元相比，C 单元中的矿物颗粒普遍增大两倍左右，这很可能对应着水动力条件的增强。单元 D 为具水平层理的黑云斜长石英片岩，其中的泥钙质成份明显增多，属睛好天气中的正常披盖层。

应该说明的一点是, 在变质、变形均较明显的地区, 水下滑动构造常常不易与后期褶皱相区别。作者对本区水下滑动构造的鉴别, 主要有以下几方面的依据:

(1) 滑动构造的上覆、下伏层位平行、连续, 且均未发现褶皱。

(2) 滑动构造形态与本区丹凤群上部所见的后期褶皱样式有明显差异, 后者均为同斜或宽缓褶皱, 褶轴与片理基本一致, 而前者则明显呈不协调类型, 褶轴不但与片理产状不一致, 且褶轴自身的产状也不一致。

(3) 镜下研究未见明显的波状消光, 矿物的定向排列现象亦不甚显著, 无矿物颗粒的切断、错开、压碎及旋扭现象; 宏观上节理、劈理均不发育。

(4) 滑动构造层中上部砂质成份较多的部分, 变形最强烈; 向顶、底砂质成份减少而粘土质成份增多的部分, 即相对的软弱层反而变形较弱。可见“背尖向宽”的褶曲形态, 存在有反同倒转的“褶轴”。以上特征均与在沉积物完全固结之前形成的水下滑动构造的特征相吻合。

(5) 滑动构造层位之上, 发育有丘状交错层理。

III型 由 A、B、C、D 四个单元组成, 总厚约 20cm 左右。

单元 A 为具粒序性的石英岩状砂岩, 厚 2—3cm, 不含砾级碎屑, 底面具有近平整的冲刷面及小型槽模 (图 3), 顶面则大致平整。从整体特征看, 应属形成于风暴高峰期的密度较低的浊流沉积物。

单元 B 为具平行—微波状层理的钠长石英片岩, 厚约 5cm。其上的单元 C 为具丘状交错层理的钠长石英片岩, 厚约 10cm, 丘状层理为简单式。B、C 单元继 A 单元之后相继出现是风暴衰减期形成的一种较为典型的组合。单元 D 为正常天气中形成的披盖层, 其厚度较薄, 为数毫米至数厘米, 其源岩则为粉砂质粘土岩类。在野外观察中可以发现, 整个剖面结构中以 A 单元颜色最浅, 其石英含量亦最多, 向上则颜色变暗, 这对应着源岩建造中的钙泥质、粘土质成份相对增加。这一现象与水动力条件减弱的风暴浪平息过程是相吻合的。

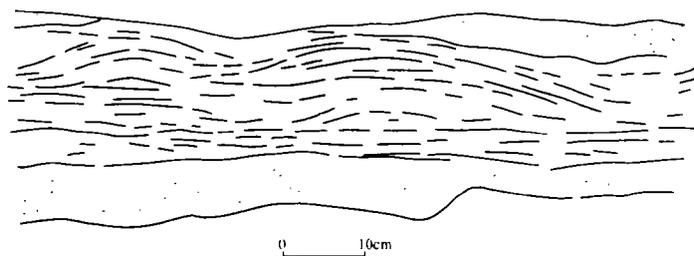


图 3 III型剖面野外露头素描

Fig. 3 Sketch showing the outcrop of section of type III

四、沉积环境探讨

在以往的研究中, 对于丹凤群上段副变质岩沉积环境的研究, 未得到足够的重视, 许多研究者多是借助于对丹凤群基性火山岩地球化学成份的分析来推断丹凤群的形成环境。作者认为, 若辅以对副变质岩沉积建造及变余沉积构造的研究, 以恢复原始沉积环境, 则可以获

得更直接、更可靠的环境信息,进而更为准确地把握相应地史时期完整的地质演化进程。

在野外工作中,作者等在红门寺等地发现,丹凤群上段底部凝灰质板岩之下,保存有一套变基性枕状熔岩,由此向上形成了枕状熔岩—凝灰岩—粉砂质粘土岩或粘土质粉砂岩等这样一个演化进程,总体上反映了火山活动逐渐减弱的趋势。一般认为,直接覆于枕状熔岩之上的沉积岩,应属于较深水的沉积物,而丹凤群上段下部岩性组合除凝灰质板岩外,其源岩建造主要属于粉砂岩及粉砂质粘土岩类,其中不发育交错层理、波痕等代表较浅水、水动力条件较强的指相构造。因此,可以认为是在正常浪基面以下形成的较深水的沉积物。可能大致相当于 Mutti 和 Ricchi Lucchi (1972) 所建立的斜坡带上部环境。丹凤群上段中部的的主要岩性为黑云斜长石英片岩及钠长石英片岩等。值得注意的是这一层位普遍发育具复理石建造特征的双层式韵律,韵律层一般厚约 3cm,由源岩中含泥质成份较多的暗色层与含砂质成份较多的浅色层组合而成,其中交错层理及波痕均未见及。笔者认为,这套韵律层反映了北秦岭早古生代海槽回返初期地壳曾发生过反复的短周期小振幅的波动,因此这一套地层可看作是早期的复理石建造。

在本区丹凤群上段顶部可见薄层镁质大理岩,薄层石英岩状砂岩、千枚岩,以及变质的含砾石英砂岩。另外,交错层理、板状斜层理亦可见到。产于长石石英砂岩中的板状斜层理具有直线—切线型前积层,倾角约 22° ,显然是属于上部流动环境的产物。以上证据表明,随着时间的演化,丹凤群上段的沉积深度逐渐变浅,而水动力条件增强。从整体特征观之,可能已达到陆棚环境(刘宝君,1980)。

另一方面,从本文探讨的风暴岩剖面结构特征进行分析,亦可得到类似的结论。

本区丹凤群上段风暴岩中含风暴成因的远源浊流沉积及未完全分异的重力流沉积,后者所含砾石与下伏层位岩性并不完全吻合,其中显然有从较浅水域中搬运来的碎屑。从风暴流造成的底面冲刷来看,大多呈近平整及缓波状,且规模较小,下伏岩层多为相对静水环境中的粉砂质粘土岩类,薄且粒度限于细砂—粉砂的递变层等等,均表明丹凤群上段风暴岩具有远源风暴沉积的特征,它形成于较深水的环境中,总体上大致相当于陆棚外侧—斜坡上部环境。

据张秋生等(1984)的研究,丹凤群基性火山岩具岛弧玄武岩特征,因此,从整体演化角度来看,丹凤群形成于一个弧前盆地中,早、中期基性岩浆活动频繁而强烈,丹凤群第一、二段即形成于此期,晚期则火山活动明显减弱以至消失,而以正常的海相沉积为主。随着时间的演化,海盆日趋变浅,复理石建造的出现,表明地槽的回返已初见端倪。

收稿日期 1989年4月11日

参 考 文 献

- (1) 刘宝君, 1980. 沉积岩石学, 地质出版社.
- (2) 刘宝君等, 1987. 沉积学报, 5卷, 3期, 28—39页.
- (3) 张秋生, 朱永正, 1984. 长春地质学院学报, 3期, 1—13页.
- (4) Carbonate Petrology Seminar, Indiana University, 1987. Sedimentary Geology, Vol 52, p 207—226.
- (5) Georgy De Kleen, Kathleen M. Marsaglia, 1987. Sedimentology, p.338—344
- (6) Harrey Blatt, Gerard Middleton, Raymond Murray, 1980. Origin of Sedimentary Rocks, second edition.

Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

The Storm Deposits in Danfeng Group in Lantian, Shaanxi

Wang Xiang Zhang Weiji

(Institute of Geotectonics, Xi'an College of Geology)

Abstract

By means of the study on the blasto-sedimentary structures in metamorphosed sedimentary rocks of the upper member of Danfeng Group in Lantian area, Shaanxi Province, the authors found and determined some sedimentary structures of storm origin, such as hummocky cross stratification, erosion surfaces, graded bed.ect. The sectional textures of the storm deposits are classified into three types: ABC type, EBCD type, and ABCD type.

The tuff at the bottom of the upper member of Danfeng Group deposited on the basic pillow lava at the top of the middle member. Upwards, come the normal marine deposits, which is mainly composed of clay, silty clay, and calcilutite. This phenomenon means that the volcanic activity decreased obviously. The lack of the cross bedding, ripples, which reflect stronger current acting, indicates that the deposition took place below the normal wave base. In the middle part of the upper member of Danfeng Group, there is obvious rhythmic sedimentation which shows the character of flysch. At the top of the upper member, there are thin bedded quartz sandstones, conglomeratic sandstones and dolomites(marbles), additionally, cross bedding, erosion surface can also be seen, therefore, the flow energy is higher and the corresponding sedimentation took place approximately over the normal wave base. Small scale erosion troughes, quasi-flate—gentle wavelike erosion surfaces, and the pebbles with the component different from that of the underlying rocks; indicate that it belongs to the distal source type; according to the characters of the storm-formed turbidity current. As a whole, the sedimentary formation of the upper member of Danfeng Group is a shoaling-upwards sequence, which formed approximately at the upper part of the slop to the shelf facies.

According to the previous researchers' studies on the geotectonic environment of Danfeng Group, the most of geochemical components of the basic volcanic rocks of Danfeng Group drop into the area of island arc basalt. To the north of Danfeng Group, located Xieyuguan Group of Lower Palaeozoic; while Qinling Group(Pti qn) located between them two. Danfeng Group, the authors propose, to be formed in a Palaeozoic forearc basin; and Xieyuguan Group in the backarc basin, while the arc between these two basins was composed of Qinling Group which undergone Proterozoic structural deformation.