

陕西山阳地区刘岭群的风暴沉积 和海底扇沉积

李文厚 梁金哲 邵磊 林晋炎
(地质系)

摘要: 秦岭刘岭群为一套碎屑岩、泥质岩夹碳酸盐岩沉积。陕西山阳地区的刘岭群包括中泥盆统牛耳川组、池沟组和青石垭组,上泥盆统下东沟组和桐峪寺组。其中青石垭组发育一套风暴岩,主要形成于浅海陆棚地区。桐峪寺组发育颗粒流沉积和浊流沉积,具有海底扇沉积的特征。各种迹象表明,刘岭群应属扬子板块北部的稳定大陆边缘沉积。

关键词: 秦岭造山带; 风暴沉积; 颗粒流; 浊流; 海底扇。

中图分类号: P588.2; P548.241

秦岭造山带位于华北大陆板块与扬子大陆板块的接合部,是解决两大板块拼合历史的关键地区。近些年来,对秦岭成因的讨论逐渐增多。大多数地质工作者认为,秦岭是经陆间碰撞形成的。然而,对于最终变形主幕的年代仍众说纷纭,或认为加里东期,或认为海西期,或认为印支期。夹持于中国南北两大板块结合带中的刘岭群,是一套厚度较大的碎屑岩系,东西延伸数百公里。认清它的沉积环境和岩相古地理特征,对于理解秦岭造山带的发展和演化无疑有积极的影响。

在笔者重点工作的山阳地区,刘岭群主要包括中泥盆统牛耳川组、池沟组和青石垭组,以及上泥盆统下东沟组和桐峪寺组。其中青石垭组为一套碎屑岩、泥质岩(板岩)夹碳酸盐岩沉积,与下伏池沟组及上覆下东沟组呈整合过渡关系,厚度达2000m,而桐峪寺组为一套碎屑岩与泥质岩(板岩)的不等厚互层,与下伏下东沟组呈整合过渡关系,顶部因断层出露不全,厚度近2000m。自1987年以来,笔者在山阳地区青石垭组底部发现十余层贝壳层,每层厚度4~12cm不等,横向变化大,几十米内即行尖灭或呈透镜状产出。经过仔细观察,确定了本区的风暴岩及其沉积序列。通过深入调查,发现桐峪寺组中的砾岩、含砾砂岩及砂岩磨圆和分选较好,发育有正粒序、反粒序及反-正粒序;细砂岩和粉砂岩中也可见到少量冲刷槽模构造,并发育有完整与不完整和鲍玛序列。以上现象,反映了桐峪寺组具有颗粒流沉积和浊流沉积的特征,应属海底扇沉积。

风暴沉积(storm deposits)是由风暴浪引起的一种密度流沉积,主要发生在具开阔海面的浅海陆棚地区。克赖萨和巴姆巴赫(Kreisa R D and Bambach K, 1982)将风暴

国家自然科学基金资助课题。

本文1990年1月6日收到。

发育过程分为风暴高峰期 (storm—peak)、风暴晚期 (late—storm) 及风暴后期 (post—storm) 三个阶段。不同阶段的风暴发育特点及强度不同, 从而形成了代表风暴事件的各种标志, 如突变性的底面、粒序层、平行纹理、沙纹交错纹理、丘状交错层理、特征的遗迹化石及风暴沉积层序等。陕西山阳地区刘岭群青石垭组的风暴岩具有典型的风暴沉积特征, 下面就其特征的标志予以概述。

①突变的底面构造: 青石垭组风暴岩的底面构造主要呈凹槽状、沟状和波状 (图 1), 下伏岩层通常为深灰色板岩, 它们是由于风暴水流对底层的不均冲蚀产生的大小不同的冲坑, 尔后被滞留沉积物充填而成。凹槽状、沟状和波状的底面构造反映了风暴浪由强而弱的变化特征。

②贝壳层与粒序层: 青石垭组的贝壳滞积层 (图 1) 厚度一般为 4~12cm 横向稳定性差, 大都呈透镜状。贝壳层内的各种碎屑颗粒由下而上逐渐变细, 粒序层理明显。一般认为, 贝壳层的形成是由于风暴悬浮体突然注入, 使底栖的腕足动物等来不及逃逸即窒息死亡, 经风暴改造并集中而大量堆积下来, 当碎屑颗粒从高密度悬浮液中沉淀时, 在重力大于剪切力的情况下, 即按粒径和比重大小依次沉淀而形成正粒序层。

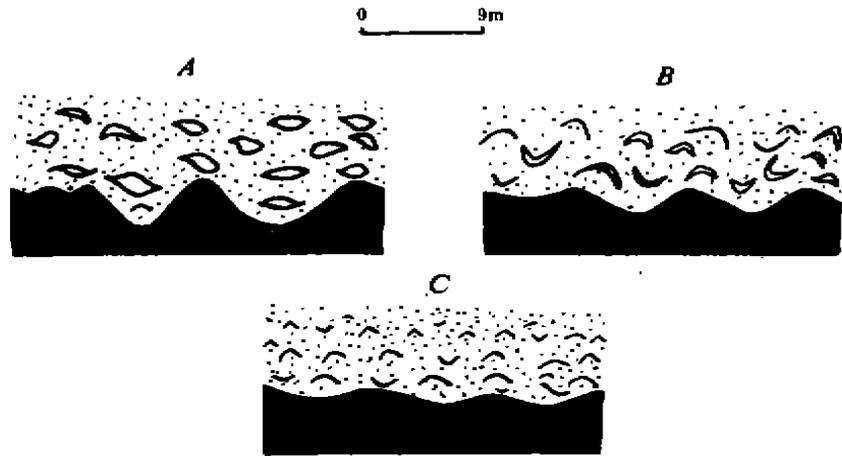


图 1 青石垭组风暴沉积底面构造类型和贝(介)壳层图
A. 凹槽状底面及贝壳层; B. 沟状底面及介壳层;
C. 波状底面及介壳层

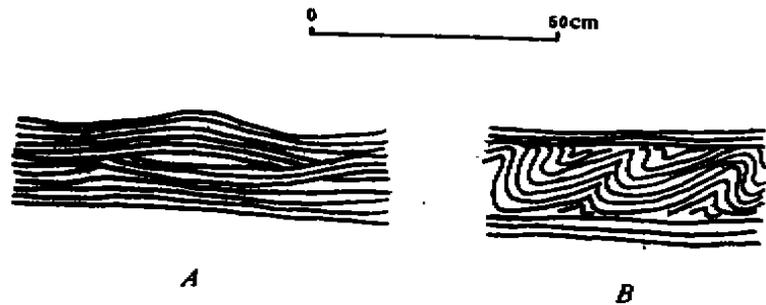


图 2 青石垭组风暴沉积中的丘状
交错层理(A)和包卷层理(B)

③纹理层: 青石垭组的风暴沉积常见有二种纹理层, 即平行纹理和浪成沙纹交错纹理, 而浪成上叠沙纹层理、丘状交错层理及包卷层理(图2)偶见。纹理层与下伏具正粒序的贝壳层界线截然, 其厚度为1~30cm不等, 横向变化较大, 岩性主要为粉砂岩。

④含虫迹化石的板岩: 板岩为深灰色, 覆盖在纹理层上部, 常常为粉砂质板岩与板岩互层, 厚度为5~40cm不等, 本层段与下伏纹理层接触处常保存有虫迹化石, 显然是风暴过后正常天气下大量底栖生物活动的遗迹。

青石垭组风暴岩具有完整与不完整的剖面序列, 完整的风暴岩序列一般可以很好地保存着风暴事件各阶段的沉积物和沉积特征, 与艾格内尔(Aigner T, 1982)风暴沉积序列模式极为相似。青石垭组的风暴岩序列自下而上可分为: A 突变的底面; B 粒序层段; C 平行纹理段; D 沙纹交错纹理段; E 板岩段, 反映了风暴岩序列是以风暴事件演化和水动力条件作为判断原则的。其中A段代表风暴高峰期和衰减期的沉积作用, B、C段为风暴衰减期的风暴浪和高流态产物, D段是当风暴作用减弱时沉积的, E段是风暴停息后, 好天气时沉积的泥质层。

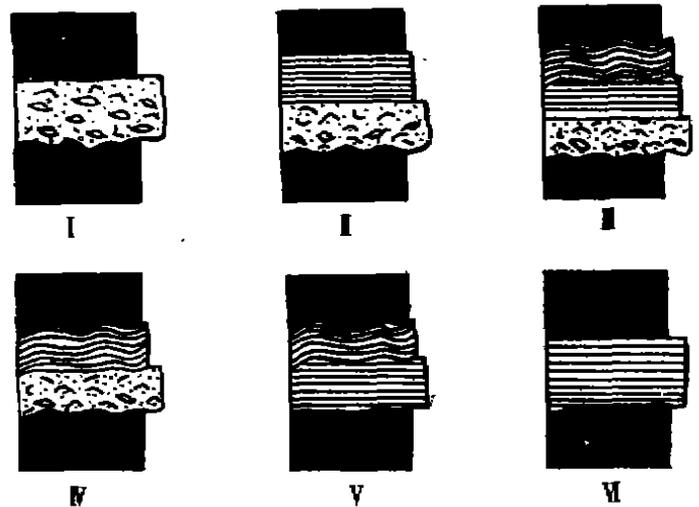


图3 青石垭组风暴沉积的六种剖面结构类型示意图

象浊积岩一栏, 风暴岩也有近源风暴岩和远源风暴岩之分。近源风暴岩是形成于相对水浅的陆棚, 远源风暴岩是形成于相对水深的陆棚, 因此, 可利用风暴岩的近源性和远源性的特征来估计相对水深。

山阳地区青石垭组的风暴岩常见六种剖面结构类型(图3), 每种类型都是由一次性风暴流沉积的。类型I沉积序列极不完整, 只有粒序层段和晴天沉积的泥质层段, 凹槽状、沟状和波状的底部侵蚀充填构造均很发育, 缺失序列上部的纹理层, 反映了风暴高峰期虽然持续时间短, 但能量大, 掏蚀力强, 属典型的近源风暴岩, 一般形成于陆棚上部的近风暴中心地带, 从类型II到类型VI, 它们的沉积序列大都发育有上部的纹理段, 粒度细, 底部侵蚀充填构造不甚发育, 贝壳层主要由单一的腕足类组成, 因此, 它们更趋向于远源风暴岩。青石垭组的风暴岩下部主要发育类型I, 上部则主要发育类型II到类型VI, 表明其沉积环境由浅水陆棚发展到深水陆棚。

米德尔顿和汉普顿(Middleton G V and Hampton M A, 1973, 1976)曾按支撑沉积物颗粒的机制不同, 将沉积物重力流分为四类: 浊流、液(流)化流、颗粒流及碎屑流, 由其形成的沉积类型分别是浊流沉积、液(流)化流沉积、颗粒流沉积及碎屑流沉积。通过对山阳地区刘岭群桐峪寺组重力流沉积的观察研究, 鉴别出其中主要有颗粒流沉

积。通过对山阳地区刘岭群桐峪寺组重力流沉积的观察研究, 鉴别出其中主要有颗粒流沉

积和浊流沉积两种类型。

桐峪寺组的颗粒流沉积主要由厚层状砾岩、含砾砂岩及砂岩组成，与上下层板岩具突变的顶底界面，底面往往较平整，岩层具明显的正粒序（图 4）、反粒序及反—正粒序，有的则不显粒序。砾石成分以白色石英岩为主，其次为灰绿色、紫红色燧石及少量板岩，砾径一般为 1~5cm，部分为 0.3~0.5cm，分选、磨圆均较好。厚层砾岩往往为颗粒支撑。

桐峪寺组的浊流沉积主要由砂岩及粉岩组成，它是在颗粒流流动速度递减的过程中逐渐演变而形成的。本区发育完整的浊积岩序列与鲍玛序列极为相似，由下而上分为五段：A 粒序层段，为含砾砂岩和砂岩，厚度 2.4cm；B 平行层理段，主要为石英砂岩，厚度 1.6cm；C 波纹交错层理段，主要是粉砂岩，厚度 3cm；D 上平行纹层段，主要是泥质粉砂岩或粉砂岩，厚度 2cm；E 板岩段，厚度 2~30cm 不等，其形成的水动力条件可用沃尔顿 (Walton E K, 1967) 的解释来说明。但这种完整序列在整个剖面中出现的机率不大，野外统计在 5% 以下。桐峪寺组的浊积岩主要发育不完整的沉积序列，出现较多的序列有 AB, AE, BCDF, BE, CDE 及 DE 等类型。

经过野外与室内的深入研究，笔者认为用沃克 (Walker R G, 1978) 提出的海底扇模式来解释这套重力流沉积比较合理。沃克指出，海底扇的物质来自滨海地带的疏松沉积物，经重力作用搬运到深水环境再沉积形成的。他把海底扇划为供应水道 (feeder channel)、上扇 (upper fan)、中扇 (middle fan)、下扇和深海平原 (lower fan and basin plain) 4 个相带。本区未见供应水道的碎屑流沉积。上扇水道主要发育具正粒序、反粒序及反—正粒序的颗粒流沉积，以细砾岩为主，偶见平行层理砂岩。中扇又称叠覆扇 (supran fan)，其内带的辫状水道区主要是含砾砂岩和块状砂岩沉积，它们在垂向上叠覆成多层楼似的复合砂岩 (amalgamated sandstones)，是本区海底扇沉积的主要部分。中扇外带的无水道区发育近源浊积岩，沉积物为砂泥互层，可见完整的鲍玛序列。下扇和深海平原在岩性上不好断然划分，发育远源浊积岩，主要为薄层状粉砂岩和深水泥岩 (板岩) 的频繁互层。桐峪寺组的海底扇垂向层序从下向上为下扇—中扇—上扇的依次迭加，总的趋势是反旋回，表明它是向海推进的流底扇。

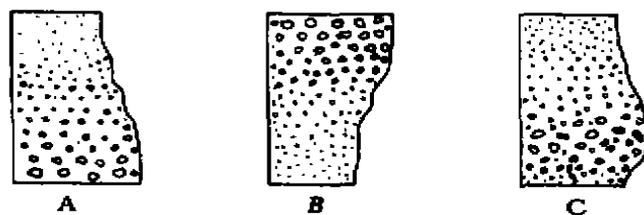


图 4 桐峪寺组颗粒流沉积中的正粒序(A)、反粒序(B)及反—正粒序(C)

刘岭群是一套以碎屑岩和泥质岩 (板岩) 为主夹少量碳酸盐岩的巨厚沉积，从中泥盆统牛耳川组和池沟组的滨浅海沉积，发展到中泥盆统青石垭组的陆棚沉积，进而发展到上

泥盆统下东沟组和桐峪寺组的陆坡—陆隆、乃至盆地平原相沉积, 反映了本区中上泥盆统是一个海进式的沉积序列。桐峪寺组重力流沉积物的矿物成熟度和结构成熟度均比较高, 缺乏活动大陆边缘特有的岩屑杂砂岩。加之山阳—凤镇断裂南侧也有少量刘岭群的沉积, 因此, 我们把刘岭群连同断裂以南的泥盆系地层看作同属扬子板块北部的稳定大陆边缘沉积。在海西—印支期构造演化阶段中, 刘岭群随同扬子板块向华北板块俯冲, 于印支期末发生剧烈碰撞造山作用, 导致其变形变质, 成为秦岭大陆造山带的重要组成部分。

参 考 文 献

- 1 张国伟等. 秦岭造山带的形成及其演化. 西安: 西北大学出版社, 1988. 75~95
- 2 Aigner T. *Cyclic and Event Stratification*, 1982: 180~198
- 3 Kreisa R D and Bambach R Y. *Cyclic and Event Stratification*, 1982. 200~206
- 4 Middleton G V and Hampton M A. *SEPM Pacific Section Short Course*, Anaheim, 1973; 1~38
- 5 Walker R G. *AAPG.*, 1978. 932~966
- 6 Walton E K. *Scottish Jour. Geology*, 1967 (3): 305~317

Storm and Submarine Fans Deposits of the Liuling Group in Shanyang Region, Shaanxi province

Li Wenhou, Liang Jinzhe, Shao Lei, Lin Jinyan
(Department of Geology)

Abstract: The Liuling Group in the Qinling is a suit of fine-clastic rocks, pelites interbedded with carbonates sediments. The Liuling Group of Shanyang region in Shaanxi Province includes middle Devonian Niuerchuan Formation, Chigou Formation and Qingshiyya Formation. Among them, the Qingshiya Formation developed a suit of tempestites which were deposited mainly on the shallow sea sheif area. The Tongyusi Formation which possessed the features of submarine fans deposits developed grain flows and turbidite current deposition. There are various indications that the Liuling Group belongs to the stable continental margin deposits of the north of the Yangtse plate.

Key words: The Qinling orogenic belt; Storm-deposits; Grain flows; Turbidite current; Submarine fans.