

一种现代不对称波痕的成因特征及类比分析

——以民和盆地红古城地区下白垩统第8岩组为例

蔡雄飞 李长安 顾延生 陈 斌 关延东

(中国地质大学, 武汉)

[内容提要] 本文以黄河边上现代不对称波痕的形成为例, 结合民和盆地下白垩统第8岩组沉积环境进行类比分析, 一改过去传统的“浅水”认识, 而把它定为三角洲平原相沉积。因而不对称波痕不能作为某一种沉积环境, 它可以广泛生成于不同的环境。因此应更多强调综合分析、类比分析、层序基本单元和体系域分析, 使盆地岩石地层单位的古环境解释建立在可靠的理性基础上。

关键词 不对称波痕 类比分析 民和盆地 下白垩统

关于波痕的成因特征, 国内外专著论述甚多, 多把它作为指示沉积环境的标志, 示水浅水环境沉积构造。笔者不赞同这种粗略、片面的结论。认为波痕、特别是水流波痕, 不但类型比较繁多, 而且形成环境也较为复杂。它们既可以在浅水区, 也可以在深水区(晋慧娟等, 1996)^[1], 甚至还可以在岸上处于沼泽地带的环境中形成。它们具有一个显著特征, 只要有水流流动的地区, 不管是处于什么样的环境, 都可以形成这种层面构造。这种水流流动的特征, 可以是长年水, 也可以是短暂的季节性水, 如洪水等。

本文以黄河边上的现代不对称波痕形成特征为例, 阐述这种不对称波痕形成过程, 并“将今论古”, 兼论民和盆地红古城地区下白垩统形成环境争议较大的第8岩组沉积特征及比较沉积学分析。

1 一种不对称波痕形成的现代地质特征

这种不对称波痕发育在黄河上游河漫滩之上的岸边冲沟里, 冲沟距离河漫滩约200多米(图1)。冲沟向NW延伸, 在出口处较开阔, 约20m宽, 因而冲沟呈上游窄、下游宽的特征。由于季节性流水作用, 使出口处开阔地盛长着当地人称之为骆驼草的植物。骆驼草生长茂盛, 高0.5~2m。在两侧野草之间, 有一片宽约5m, 长近20m的开阔地(图2), 生长着大量现代不对称波痕。这种不对称波痕形成, 是近期洪水流水沉积作用的产物, 如果持续干旱, 这种现代不对称波痕不可能被保留如此清晰, 而以干旱标志的泥裂所代替。

该不对称波痕, 往往是一边缓, 一边陡, 波脊较宽阔, 波长30~50cm, 波高仅3~5.5cm(图3)。波脊基本呈弯曲状。波脊有时分叉, 分叉宽度不一, 有宽, 有窄(图4)。

形成这种不对称波痕的底质岩性分为两套, 下部为灰黄色亚粉砂土, 上部为紫红色薄层

① 本文1997年10月21日收稿。

厚0.5cm厚的亚粉砂土。上部的薄层岩性与不对称波痕形成紧密相关。而这种底质粒屑明显来自于冲沟两岸的下白垩统第5岩组紫灰色与暗紫色粗、细碎屑岩系。

因此,该现代不对称波痕形成的先决条件,首先地理位置要处于岸上较开阔、平坦地带(图2),水流由冲沟上游的高流态骤然在冲沟沟口开阔地大为变缓,由急流变为面流向黄河倾泻。这种由冲沟流来的洪水,具有洪积地质作用,在其运动过程中,不仅破坏基岩,同时也搬运大量泥沙和碎石,按照机械分异作用沿途不停沉积,最后细碎屑则大量搬运至沟口,这种细碎屑边沉积,边冲刷,使得具一定的水流在底床上不断流动,在其表面形成波状起伏的一边缓、一边陡的不对称波纹痕迹。由于水深大为减小,流速仍具相当强度,波脊形态变为弯曲状和断续分叉状。因而波脊形态的变化主要取决于流速、水深并和水流的不稳定有关。

2 红古城地区下白垩统第8岩组地质简介

红古城地区位于青海与甘肃省交界处,处于中新生的民和盆地的边缘。区内下白垩统仅发育第6、7、8三个岩组,缺失上白垩统。下白垩统顶部,也就是目前称之为第8岩组,在区内广泛发

育,尤其在湟水河两岸,以岩层平缓、颜色鲜艳、阶梯状陡峻出露最为醒目;以一大套暗紫色厚层块状粉砂质泥岩与薄层粉砂岩,含大量不对称波痕为特色。

第8岩组作为下白垩统晚期沉积,它是民和盆地萎缩与消亡的标志,深入研究,无论在沉积学上,还是该地大地构造演化研究上都具有重要意义。对它的沉积环境确定,一直存在“浅水”论的观点。认为第8岩组产有大量不对称波痕和巨厚层泥岩应为浅湖相或较深浅湖相沉积。笔者近来研究成果表明,这种不对称波痕完全可以与黄河岸后现代不对称波痕类比,应为三角洲平原相沉积产物。

如果按照浅水环境分析,民和盆地的成生、演化、萎缩、消亡,与该地大地构造演化不具

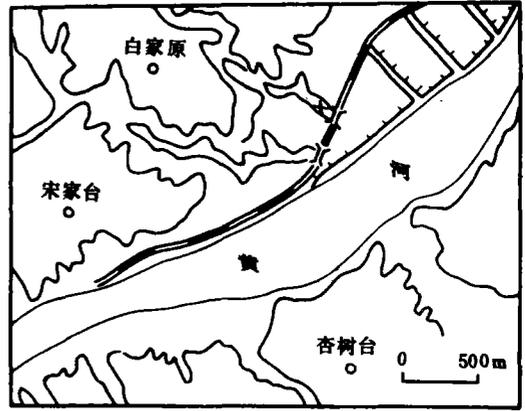


图1 不对称波痕形成的位置图
1. 观察点;2. 铁路;3. 水坝;4. 地形等高线
Fig.1 Location of the asymmetric ripple marks in the study area

1=observation site;2=railway;3=dam;4=contour

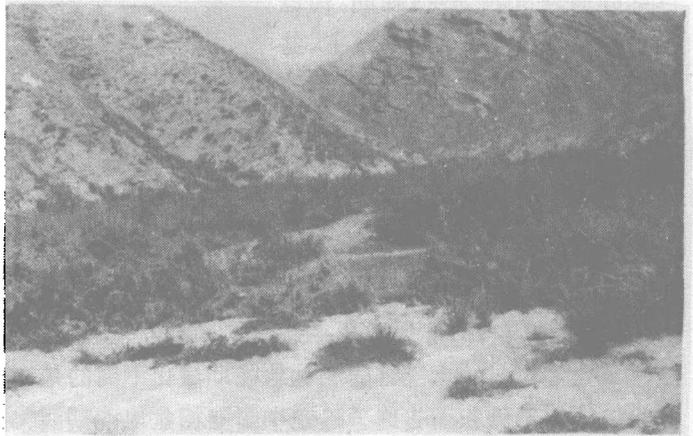


图2 现代不对称波痕形成地质特征
Fig.2 Geological features of modern asymmetric ripple marks

时间和空间上的耦合关系。这本身不符合该组的沉积特征,也不符合中国陆相盆地的演化规律。

对中国陆相盆地的大量研究^[2]表明,我国中生代陆相盆地成生、发展、萎缩、消亡,无不与构造运动发展阶段成耦合关系。早期在引张环境下,盆地充填物以低水位体系域的紫红色粗碎屑岩系沉积为特征,这是由于盆地形成初期,剥蚀区及“盆地”内高差很大,可容纳空间小而且水体多位于氧化带内,物源丰富,搬运距离短的结果;中期引张环境继续加剧,盆地发育达到全盛阶段,水域广阔,水体相对较深,环境分带性较明显,盆地充填物以水进体系域的灰黑色细碎屑岩沉积为主;晚期,构造运动加剧,以挤压、俯冲为主,盆地迅速萎缩,以低水位体系域的紫红色粗碎屑岩系沉积为主。民和盆地的演化也不例外。沉积特征在纵向上也显示了底、顶红—中间灰的巨大旋回,水体由浅—较深—浅,古气候由干燥—半潮湿—干燥,沉积环境由氧化—还原—氧化等。

与绝大部分陆相盆地晚期演化不同的是,前者以细碎屑岩系沉积而结束;后者以粗碎屑岩系堆积而告终。这是中国陆相盆地晚期演化特点不同的两个侧面。是否反映晚期构造运动形式有所不同,值得深入探讨。

因而对民和盆地的下白垩统第8岩组的沉积环境确定,不能仅仅以单一沉积构造或单一岩性特征出现为标志,而是要进行综合特征和类比分析,特别是要把第8岩组具体分析纳入盆地整体性、演化性研究,使盆地构造、岩石圈、水圈、生物圈呈互相紧密的耦合关系。

3 第8岩组剖面结构、旋回层序、体系域及类比分析

红古城地区下白垩统第8岩组,尽管未见顶,出露不全,岩性也比较单调,但旋回层序发育,自下而上可分为三个沉积单元。下、上部旋回层序相同,为薄层具不对称波痕的细、粉砂岩与暗紫色厚—块状粉砂质泥岩互层。中部出露出一套厚达十几米的灰色中—厚层具板状交错层理的细砂岩与具浪成交错层理的极细砂岩互层。这套夹层细砂岩侧向上变化较大,表现为西薄东厚的特点。



图3 现代不对称波痕的特征

Fig. 3 Characteristics of modern asymmetric ripple marks



图4 现代不对称波痕分叉现象

Fig. 4 Branching of modern asymmetric ripple marks

下、上部旋回层序的薄层粉砂岩,发育不对称波痕。波痕类型主要为两种,一种波脊形态较宽阔,波长大于十几厘米;另一种较窄,波长仅几厘米,与其互层的其上厚块状粉砂质泥岩缺乏沉积构造,但可见植物碎片。

中部具流动构造的细砂岩也具旋回性(图5)。由初始的大型板状交错层理细砂岩至上部的具浪成交错层理的极细砂岩,组成水体由略深变浅的过程。大型板状交错层理出现,一般可作为水道出现的标志。因此第8岩组的中部夹层代表了分支河道沉积特征。

再从现代不对称波痕产生的环境和形成过程来认识第8岩组薄层粉砂岩中形成不对称波痕的具体环境,有重要的启发性。黄河岸后沼泽地带中能形成较宽阔的不对称波痕,是现代短暂洪水作用造成的。而第8岩组的薄层粉砂岩有些宽阔的不对称波痕可与之完全类似,也是古代洪水沉积作用的产物。至于另一些窄的不对称波痕不能类比,反映了洪水强度大小的不同。结合第8岩组上下部旋回单元的上部厚块状粉砂质泥岩含植物碎片,其旋回单元应为沼泽相—漫岸相沉积。因此,由细—粗—细的大旋回,构成了以分支河道为格架,沼泽相发育的第8岩组三角洲平原相的沉积特色。

但是,仅仅根据第8岩组本身沉积单元特征确定亚环境,是不够全面的。因为陆相盆地的成

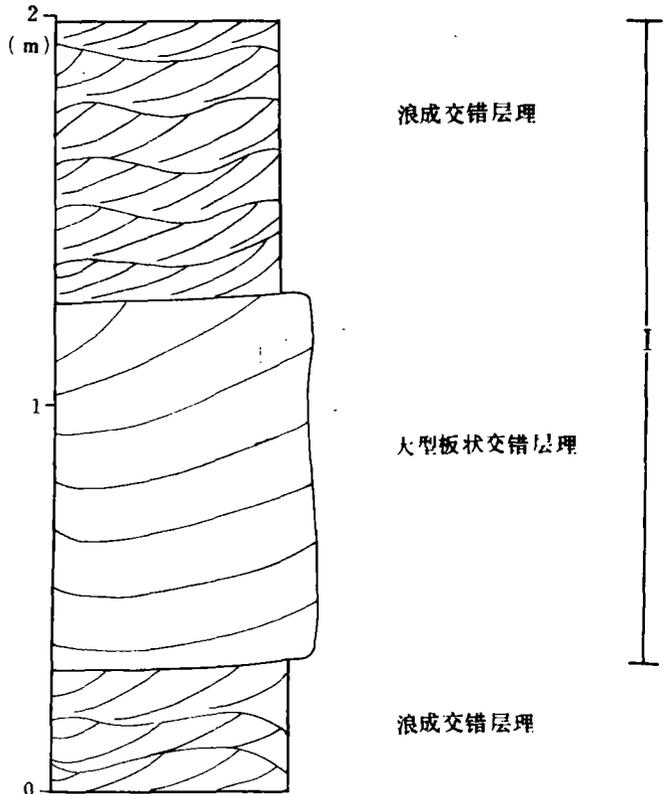


图5 第8岩组中部旋回特征 Fig. 5 Cyclicity in the middle part of the eighth rock formation

生、发展至消亡,是由一系列体系域构成,它们具有自身演化规律特征。这些体系域内部构成单元,横向相变快,远不像海相盆地那样有规律的岩相分布,具有很强的地方色彩。只有把相放到盆地整体地层格架中进行研究,才能建立可靠的环境解释基础。

第8岩组与其下第7、第6岩组,它们之间都为连续沉积过程。确立第8岩组之下的地层沉积环境,才能更合理地进行时间和空间的相序配置。第7岩组下部为中薄层具波痕交错层理的粉砂岩与薄层粉砂质页岩互层,旋回性显著。粉砂岩层面上普遍发育波痕,具河口近端相的沉积特征。上部为中厚层状细粉砂岩与粉砂质泥岩互层。中厚层细粉砂岩沉积构造极为发育,含板状交错层理、浪成交错层理、波痕交错层理。层面上普遍含多种类型波痕,有不对称波痕、干涉波痕、舌状波痕等。具河口远端相沉积特征。之下的第6岩组顶部为灰绿色薄层粉砂岩与薄层粉砂质页岩,韵律层理、水平层理发育,层面上尚可见虫管,具滨、浅湖低能沉积特征。由第6岩组顶部至第8岩组,纵向上构成了一个巨大的水退旋回层序,构成了一个

较完整的三角洲沉积体系。这样各组之间的相序配套和解释更为合理。

4 结论

综上所述,在陆相中新世代盆地进行沉积环境分析,仅强调相模式是不够的,因为地质情况千变万化,只有根据相标志的综合分析与现代沉积作用过程相结合,进行类比,才能在认识上不会失之千里。

前已论述水流不对称波痕不能作为某一种特定环境的指相标志,它甚至在深海也可以广泛出现。

经过近年来对造山带深水地区资料研究显示^[1],水流波痕在深海也可以大量产生。一种与重力流相伴生,在重力流向牵引流衰减过程中产生;另一种与海底底流有关,特别在陆隆区存在着各种类型、不同规模的水流波痕。

因此,单一的沉积构造、岩性特征,根本不能作为指示沉积环境的标志,这已为盆地工作实践反复研究所证实,因为不论什么样的环境,只要水流条件与沉积作用方式相似,都可以形成特征近似的沉积构造。因此单一的沉积构造、岩性特征在环境解释中具多解性。因而在对陆相盆地进行沉积环境分析时,应综合其它多种标志,更多强调类比分析、层序基本单元和体系域分析,才能使古环境的分析建立在可靠的理性基础上。

参 考 文 献

- 1 晋慧娟、李育慧. 西秦岭北带泥盆系舒家坝组深海陆源碎屑沉积序列研究. 沉积学报, 1996, 第1期
- 2 关士聪. 中国中生代陆相盆地简介. 见: 关士聪主编. 中国中生代陆相盆地发育与油气. 石油工业出版社, 1987, 82~89

**Genesis and comparative analysis of modern asymmetric
ripple marks; an example from the eighth rock
formation of the Lower Cretaceous strata
in the Honggucheng region
of the Minhe Basin**

Cai Xiongfei Li Chang'an Gu Yansheng Chen Bin Guan Yandong
China University of Geosciences, Wuhan

ABSTRACT

The comparative analysis has been made on the modern asymmetric ripple marks along the Huanghe River exemplified by the eighth rock formation of the Lower Cretaceous strata in the Minhe Basin. The formation here are interpreted as the deltaic plain deposits rather than the shallow-water deposits. Therefore the asymmetric ripple marks are not considered as the products deposited in a specific sedimentary environment, but widespread in various sedimentary environments. More attention should be drawn on the synthetic analysis, comparative analysis, element analysis and systems tract analysis so that the palaeoenvironmental interpretation of the lithostratigraphic units in sedimentary basins may be viable.

Key words: asymmetric ripple marks, comparative analysis, Minhe Basin, Lower Cretaceous