

# 华北地台南缘高山河群碎屑岩潮坪沉积

李文厚

(西北大学地质系)

**提要** 长城纪高山河期, 研究区曾是华北地台上一个十分重要的沉积中心。在长期稳定下沉与相应补偿的构造背景之下, 发育了一套以碎屑岩潮坪为主的沉积。标志着潮坪沉积的沉积物和各种原生沉积构造在高山河群地层中均很发育。根据区内潮坪沉积序列的厚度推测, 当时的古潮差可能为 3.5m 左右, 与现代海湾的潮差相近。由此判断, 高山河群的碎屑岩沉积物基本上形成于古大陆边缘的有潮陆表海中。

**关键词** 高山河群 碎屑岩 潮坪沉积 环境 沉积序列

**作者简介** 李文厚 男 41岁 讲师 沉积岩石学

## 前 言

高山河群分布于华北地台南缘的陕西陇县至洛南一带。这套地层在洛南县洛河以北地区出露齐全, 从熊耳群向上, 依次有鳖盖子组、二道河组和陈家涧组。沉积总厚度达 3989.9m, 主要为陆源碎屑岩夹少量白云岩。同位素年龄约为 1.4ba, 目前大多数地质工作者都主张与长城系进行对比。在这套巨厚的沉积地层中, 碎屑岩潮坪沉积发育良好, 分布相当广泛, 并有规律地交替出现 (李钦仲等, 1985), 不但占沉积总厚度的 80% 以上, 而且其沉积特征也颇具特色。

从前寒武纪到现代的岩层记录中, 潮坪沉积是非常普遍的, 特别是在晚前寒武纪地层中占有相当的比重 (Klein, 1977)。本文试图从沉积构造标志角度, 探讨区内高山河群碎屑岩潮坪沉积特征和序列。

## 一、潮坪沉积的证据

潮坪主要处于潮间带, 也包括一部分潮上带及潮下带, 各带的沉积物和沉积构造不同。本区高山河群中, 发育着标志潮坪沉积的沉积物和各种原生沉积构造。

**1. 双粘土层** 发育在高山河群各组地层中, 其中以鳖盖子组最为丰富。双粘土层主要是上、下夹两层粘土包覆层, 一般是在一个潮汐作用, 即两次潮水动荡期间形成的<sup>1</sup>。双粘土层的间隔是有规律的, 具有旋回特征, 主要是潮汐作用引起的水动力条件变化具有韵律性所致 (黄和等, 1985)。由于潮流涨落的能量有强有弱, 弱的潮流所形成的沉积物较

<sup>1</sup> 梁瑞仁 (荷兰 Nio Swie-Djin, 1981, 碎屑海岸潮坪环境)

薄，因此两个平潮期所产生的两个粘土层在剖面上相距很近，成对出现（图 1）。双粘土层是典型的潮下带潮汐作用的产物，但由于受涨潮的侵蚀，有时发育不完整。潮间带没有低平潮期的沉积物，故只有一个单粘土层。

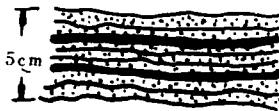


图 1 二道河组双粘土层素描图  
Fig. 1 Sketch of the double mud beds in the Erdaohe Formation

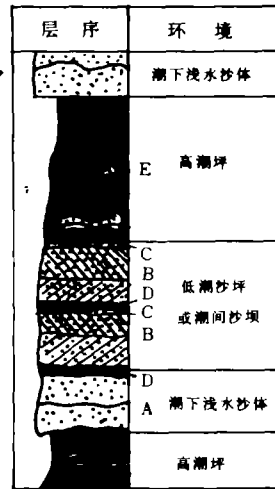
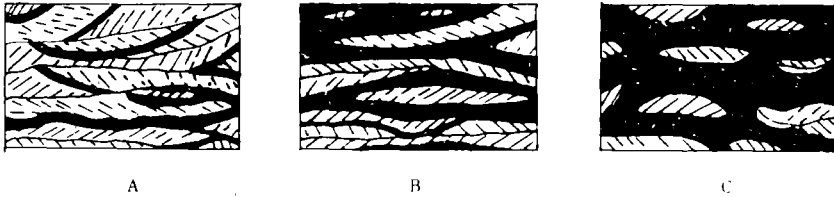


图 2 苏格兰前寒武系下细粒石英岩层的潮汐沉积层序(据 Klein, 1970)  
Fig. 2 Tidal sedimentary sequence of the lower fine-grained quartzite bed in the Precambrian of Sootland (from Klein, 1970)

2. B—C 层序 克莱茵 (1970) 提出了潮汐沉积的特殊层理组合 B—C 层序 (Klein, 1970) (图 2)。他认为 B 层是在高水位时由砂垅迁移而形成的具大中型板状交错层的砂岩，C 层是在落潮水位下降、沉积物即将露出水面时，在 B 层砂垅谷部的积水成为表面径流顺坡流动，所形成的具有小型沙纹层理的砂岩，C 层覆盖于 B 层之上，二者斜层倾向相互垂直或斜交。区内高山河群各组由于低潮坪与中潮坪交替沉积，故 B—C 层序出现频繁。

3. 潮汐层理 包括压扁层理、波状层理、透镜状层理和砂泥互层层理，发育在高山河群各组中，其中以二道河组最为发育。这四种层理主要形成于潮汐带，故称潮汐层理。它们是在流水或波浪与停滞水的交互作用、砂泥相间沉积的条件下形成的。流水或波浪作用为主时，砂质供应较多，泥质相对较少，泥质往往沉积在砂波波谷中，呈断续的乃至孤立的弯曲泥条状产出，形成压扁层理 (图 3A)。停滞水体作用为主时，砂质供应少于泥质供应，砂就呈断续的乃至孤立的透镜体保存在泥层中，形成透镜状层理 (图 3C)。在流水或波浪作用与停滞水体作用相似的情况下，砂与泥的供应量大体相同，于是就可形成砂泥大致相等的波状层理 (图 3B) 或砂泥互层层理。剖面上压扁层理、波状层理和透镜状层理呈连续过渡，分别代表潮间带下、中、上部的特征 (Ginsbury, 1975)。

**4. 人字型交错层理** 在高山河群各组中都很发育, 这种交错层理是在流向相反的涨潮流、落潮流的作用下, 由砂质所组成的水流波痕迁移而成, 所以也是潮坪沉积的典型标志之一。人字型交错层理倾向呈明显的双向性, 其上下相邻层组中的前积纹层的倾向相差 $180^\circ$ 左右(孙永传, 1986)。高山河群各组的人字型交错层理层系厚6—10cm之间, 细层夹角大都在 $15^\circ$ — $20^\circ$ 之间, 少数夹角小于 $10^\circ$ 。



A. 压扁层理 B. 波状层理 C. 透镜状层理

图3 鳌盖子组潮汐层理素描图

Fig. 3 Sketches of the tidal bedding in the Biegaizi Formation

**5. 再作用面** 见于高山河群各组中。尽管再作用面也可能出现在非潮汐环境的冲积环境中, 但它仍然是潮汐沉积的一个很重要的标志。两个纹层倾斜相同的层系之间, 有一个向下倾斜的、倾角小于纹层的间断面称再作用面。它的形成与涨、落潮流在时间和流速上的不对称性有关(Reineck, 1986)。在主要潮流作用下, 潮流在底床上造成沙波, 在次要潮流作用下, 反向水流侵蚀沙波, 使其变得低缓, 留下一个与沙波前积纹层倾向相同但倾角较小的侵蚀面, 这就是再作用面构造。

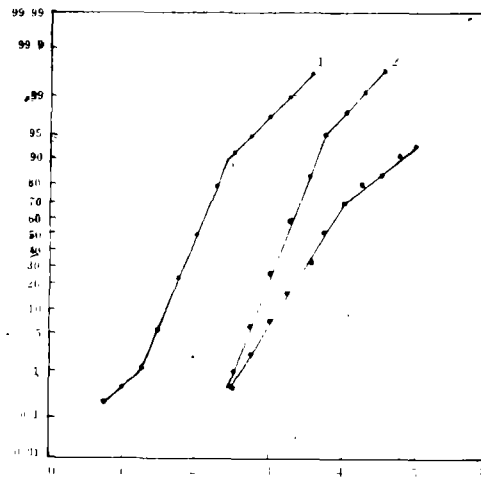
**6. 各种形态的波痕共生** 在高山河群各组中均可见及。由于潮坪上既存在单向水流, 又有波浪运动, 所以流水波痕, 对称或不对称浪成波痕、叠覆波痕、修饰波痕(图版I, 1、2、3)均发育。按波痕的形态看, 既有波脊平直或弯曲的波痕, 也有新月型和舌状波痕(陈昌明等, 1982)。

**7. 干裂** 分布于高山河群各组中, 尤以二道河组发育。干裂是潮坪周期性出露水面的良好证据。本区的干裂(图版I, 4)颜色大都为紫红色或褐灰色, 其形态多样, 一般由3—6个边组成多边形。

**8. 粒度特征** 高山河群潮坪沉积的粒度概率曲线以跳跃总体和悬浮总体为主, 个别样品有很少的流动总体。其中跳跃总体含量约在65—90%之间, 分选很好, 斜率为65度左右; 悬浮总体含量约在10—35%之间, 分选较好, 斜率为50度左右; 跳跃总体与悬浮总体多为突变关系, 二者的交切点约在 $2-4\phi$ 之间(图4)。这些特点, 反映出沉积物属砂坪沉积。

**9. 扁平泥砾** 主要分布于鳌盖子组和二道河组。扁平状泥质砾石是潮坪沉积物特有的产物, 本区的扁平砾石(图版I, 5)常呈灰绿色、紫灰色等, 大多呈圆形、椭圆形或扁平的棒锤状。扁平泥砾的成因, 一般认为是海水在高潮平潮期时沉淀的粘土层由于暴露地表而干裂脱落, 泥质裂块在下一次涨、落潮流中被移动并磨成具圆滑边缘的扁平形态。显然, 扁平泥砾是潮间带粘上层受潮汐流改造的再沉积产物, 具有特殊的指相意义。

**10. 蠕形动物及其遗迹化石** 见于高山河群的鳖盖子组和二道河组, 主要分布于潮坪沉积地层中。其中蠕形动物实体化石产于肉红色石英岩状砂岩顶面以上的灰绿色板岩中, 平行层面分布。蠕虫个体相当大, 表面具清晰的环状结构, 推测可能是一种食泥砂的蠕形动物(李文厚, 1987; 1988)。遗迹化石(图版 I, 6)的形状有的与蠕形动物化石一致, 只是呈压扁管状, 表面不具环状结构, 还有的呈柱管状垂直层面, 这些都无疑是蠕形动物的爬迹或潜穴。



1. 鳖盖子组 2. 二道河组 3. 陈家沟组

图 4 高山河群潮坪沉积的粒度概率累积曲线

Fig. 4 Probability cumulative curves of grain size, in the tidal flat deposits of the Gaoshanhe Group

## 二、陆源碎屑潮坪沉积序列

上述沉积证据反映了本区高山河群潮坪沉积的特点, 即涨潮与落潮的水流反向, 强劲水流与停滞水流的交替, 频繁地短时间露出水面, 以及沉积作用和小规模冲刷作用的交替出现。表明潮坪沉积主要发育在没有强烈的波浪作用, 只有潮汐作用的海岸平缓地带。(陈激石, 1980)。

本区高山河群的碎屑岩潮坪环境可进一步分为低潮坪(砂坪)、中潮坪(混合坪)和高潮坪(泥坪)三个亚环境。与克莱茵模式的不同点是, 通常这三个亚环境发育不完全, 其沉积序列特征是低潮坪和中潮坪沉积多次交替, 然后进入高潮坪沉积。因此, 高山河群的碎屑岩潮坪沉积物相对较粗, 岩石类型单一, 矿物成熟度和结构成熟度较高。当沉积作用向海推进时, 低潮坪、中潮坪依次叠覆, 形成一个从下到上沉积物由粗变细的特征的进积型碎屑潮坪沉积序列(孙枢等, 1981)(图 5)。

本区一个完整的潮坪沉积序列厚度一般为 2—5m, 平均 3.5m。根据对全新世潮坪沉积的研究, 克莱茵认为, 在一个完整的潮坪沉积序列中, 低潮坪、中潮坪和高潮坪的沉积厚度就反映了古潮差(Klein, 1971)。据此推测, 本区高山河期的古潮差可能为 3.5m 左右, 与

现代海湾的潮差相近。

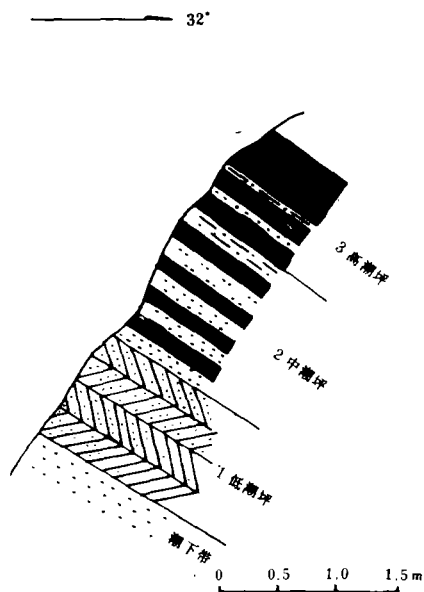


图5 二道河组潮坪沉积剖面图

Fig. 5 Sectional drawing of the tidal flat deposits in the Erdaohe Formation

## 结 语

综上所述, 长城纪高山河期, 本区曾是华北地台上一个十分重要的沉积中心, 在长期稳定下沉与相应补偿的构造背景之下, 发育了一套以碎屑岩潮坪为主的沉积。可以推测, 这些沉积基本上形成于古大陆边缘的有潮陆表海中。

本文是在陈景维、翦万筹两位教授的具体指导下完成的, 并得到刘泽均、邱树玉两位副教授的热情帮助。参加野外工作的还有邵磊、莫小国和王迎春同志。李立宏同志洗印照片, 刘燕华同志绘图。在此一并致谢。

收稿日期 1989年5月16日

## 参 考 文 献

- (1) 陈激石, 1980, 地质科学, 4期, 348-354页。
- (2) 孙枢等, 1981, 河南舞阳云梦山组底段潮汐沉积, 中国科学院地质研究所编, 沉积岩石学研究(论文集), 科学出版社, 109-119页。
- (3) 陈昌明、陈景山, 1982, 石油与天然气地质, 3卷2期, 135-141页。
- (4) 李钦仲、杨应章、贾金昌等, 1985, 华北地台南缘(陕西部分)晚前寒武纪地层研究, 西安交通大学出版社。

- (5) 黄和、温显端、王根发, 1985, 地球科学, 10卷4期, 63-69页。
- (6) 孙永传、李薰生, 1986, 碎屑岩沉积相和沉积环境, 地质出版社。
- (7) 李文厚, 1987, 陕西洛南一种可能的蠕形动物的发现, 西北大学学报(自然科学版), 3期, 64-67页。
- (8) Ginsburg R. N. (ed.), 1975, Tidal deposits, Springer-Verlag.
- (9) Klein G. de V., 1970, J. Sedim. Petrol., V.40, p.973-985.
- (10) Klein G. de V., 1971, Geol. Soc., America Bull, V.82 No.9, p.2592.
- (11) Klein G. de V., 1977, Clastic tidal facies, Continuing Education Publication Company, p.18-89.
- (12) Li Wenhou, 1988, Kexue Tongbao V.33, No. 3, p.263-264.
- (13) Reineck H.E. and Wunderlich, F., 1968, Sedimentology, V.11.No.1/2, p.99-104.

## Clasolite Tidal Flat Deposits of Gaoshanhe Group in the Southern Margin of the North China Platform

Li Wenhou

(Department of Geology, Northwest University)

### Abstract

The strata of Gaoshanhe Group lies in Long County to Luonan County of Shaanxi Province in the Southern Margin of the North China Platform. The total thickness of the deposits reaches to 3989.9 metres, and the clasolite tidal flat deposits are well developed, conglomerate, sandstone, siltstone and argillaceous rock (slate) occupy an important proportion, while a little dolomite.

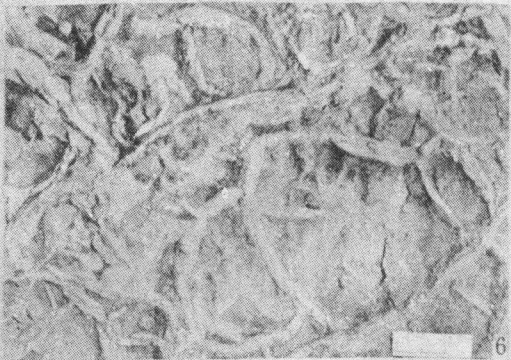
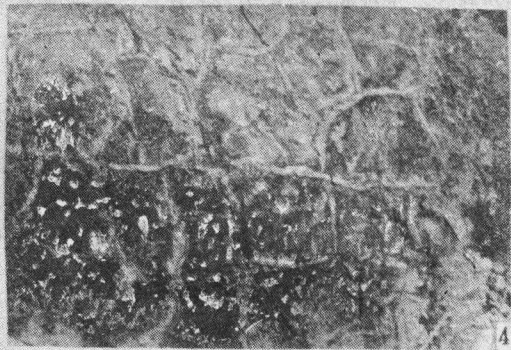
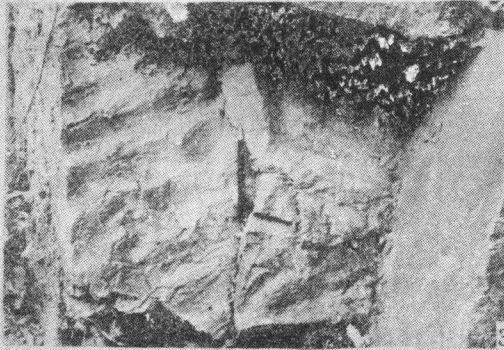
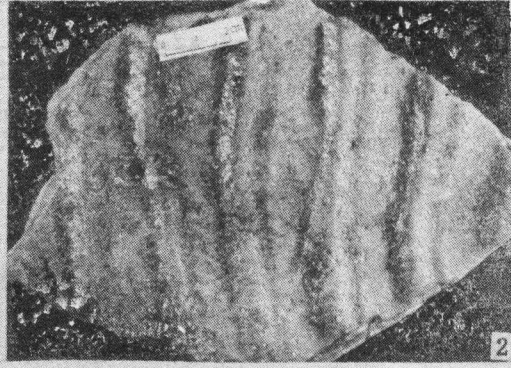
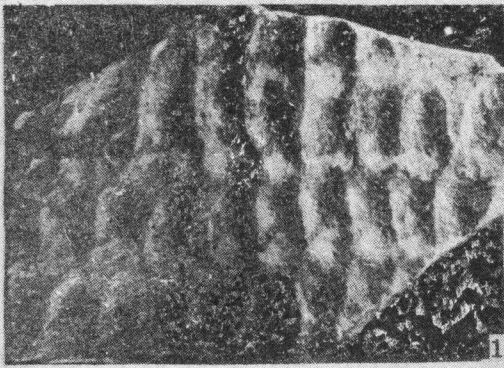
Some typical sedimentary features which reflect their environment have been preserved in the tidal flat deposits. The predominant ones are double mud beds, B-C sequence, tidal bedding, herringbone cross-bedding, reactivated surface structure, various shapes of ripples, drying cracks, flattened mud gravels, wormes and their trace fossils and so on.

The clasolite tidal flat sedimentary environment of the Gaoshanhe Group can be farther divided into three subfacieses, low tidal flat, middle tidal flat and high tidal flat. When sedimentation moved forward to sea, the tidal flats piled up successively, and formed a progradational sequence in which the grain size of sediments diminishes upwards. In the low tidal flat, the medium-bedded, medium-fine grained quartzitic sandstone which have higher maturity and small-scale current cross bedding is deposited in the thick-bedded, medium-grained quartzitic sandstone in tidal under flat which have large scale cross bedding. The flattened mud gravels, herringbone cross-bedding, reactionary surface structure and various ripple shapes can be seen and they are intorgrown. In the middle tidal flat, the dominant kinds of rock are brown-grey thin-medium bedded, fine-grained quartzose sandstone, quartz graywacke, dark grey slate and sand-contained slate. They are thin-interbedded, the flaser beddings, wavy beddings and lenticular beddings are developed. In the high tidal flat, the dominant kinds of rocks are thick-bedded slate, sand-contained slate with a little thin-bedded siltstone and thin-grained quartzose sandstone, the horizontal beddings

are developed and drying cracks are very usual.

The thickness of a complete tidal flat sedimentary sequence in the region is 2 to 5 metres in general with the average of 3.5 metres. Based on the theory of G. deV. Klein (1970), it can be inferred that the old tidal range of the Gaoshanhe stage is maybe about 3.5 metres which is similar to the modern tidal range of the gulf.

The region has been considered as a very important sedimentary centre of the North China Platform during the Gaoshanhe stage of Changcheng Period. Under the tectonic setting which descended steadily for long period and was compensated correspondingly, a suit of deposits in which the predominant kinds of rock are clastic tidal flat ones is developed. We can infer that these kinds of sediments formed basically in the tidal epicontinental sea of the old continental margin.



1. 叠加波痕  $\times 10$  2. 叠复波痕 3. 圆顶波痕 4. 干裂 5. 扁平泥砾 6. 蠕形动物遗迹化石