

华北地台晚前寒武纪潮汐沉积

陈昌明 陈景山

(中国科学院地质研究所)

潮汐是一种重要的地质营力,潮汐沉积作用是一种重要的沉积作用,特别是在陆表海内。潮汐沉积不仅广泛地分布于现代的大陆边缘地区,而且,最近的大量研究业已证实:在从前寒武纪到新生代的各个地质历史时期中,无论是碳酸盐潮汐沉积还是碎屑潮汐沉积,在岩石记录中也非常普遍。勘探实践证明:潮汐作用所形成的砂质沉积和碳酸盐沉积是世界上最上一些油气田的重要储集层。此外,如铁、锰等金属矿产也往往与潮汐沉积有关。因此,研究潮汐沉积不仅有助于了解地球的发展史和沉积作用史,而且也具有重要的经济价值。

经过近年来的深入研究发现,在我国地史上的潮汐沉积发育良好,分布广泛,如晚前寒武纪、古生代、三叠纪等时期,潮积岩占有很大比例。本文仅就作为华北地台第一套盖层的晚前寒武纪地层中的潮汐沉积作一初步归纳和探讨。

一、潮汐沉积的证据

在大陆边缘的有潮海中,在潮汐作用下,可以形成具有潮汐沉积特征的各种沉积物。保存在岩石记录中的特征,则可用于判别古代的潮汐沉积环境。在华北地台晚前寒武纪的碎屑岩和碳酸盐岩中,广泛发育着各种典型的潮汐沉积标志,它们完全可与现代潮汐沉积特征对比,现归纳如下:

1. 标志流向相反的涨、落潮流作用于推移质砂所形成的羽状(或人字形)交错层理(图版I—1);
2. 反映涨、落潮流强水动力条件和平衡弱水动力条件交替变化所引起的推移质砂与悬移质泥交互沉积的透镜层理、波状层理和脉状层理(图版I—2);
3. 代表潮流活动在时间和速度上不对称性的复活面;
4. 表征潮汐带有水流和波浪活动的各种波浪,以及在不同方向的水流和波浪的联合作用下所产生的各种干涉波浪(图版I—3);
5. 指明潮汐地区水深发生周期性变化的削顶波浪(图版I—3)和上叠有小波浪的大波浪;
6. 显示沉积物表面间歇性出露水面的细流痕和干裂(图版I—4);
7. 反映潮流冲刷和充填作用的冲蚀构造(图版I—3)、泥砾、潮沟和潮沟充填交错层理(图版I—1);
8. 说明潮坪沉积物发生过水塑性变形的各种准同生变形构造:卷曲纹理、砂枕、

砂球和假结核等;

9. 反映潮间下部和潮下高能环境中生成的鲕粒;

10. 典型地发育于潮汐带的藻类生物及其所形成的各种形态的叠层石(图版 I—2 和 I—5)。

二、潮汐沉积的环境、序列和模式

根据对本区晚前寒武纪中有关层段的岩性组合、岩性特征、接触关系、沉积构造及其序列等的综合研究,并与现代类似沉积进行对比分析,可以得出本区有关的碎屑潮积岩和碳酸盐潮积岩的沉积环境、沉积序列和沉积模式。

(一) 碎屑潮坪

本区碎屑潮坪的进积序列由三部分组成(图1):下部为推移质中砂和粗砂所组成的砂质沉积单元,砂岩成熟度较高,主要由石英和少量长石组成,分选性和磨圆度均较好,发育板状、楔状和特征的羽状交错层理、复活面、削顶波痕以及潮沟和潮沟充填交错层理等;中部为推移质和悬移质交替沉积所组成的砂、泥(页)岩互层单元,主要是细砂岩、粉砂岩和泥(页)岩,透镜层理、波状层理和脉状层理十分发育,常见水流波痕和波浪波痕,特别是干涉波痕,有时可见干裂和准同生变形构造;上部为悬移质组成的泥质沉积单元,夹有少量粉砂岩薄层或透镜体,特征构造为水平层理,有时见干裂。上述沉积序列可以和现代碎屑潮坪沉积对比。它的三个组成单元由下而上分别代表低潮坪、中潮坪和高潮坪的沉积,整个潮坪位于平均低潮面与平均高潮面之间的潮间带。

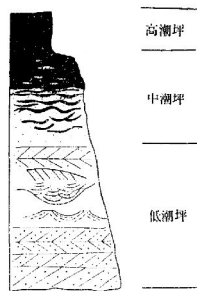


图1 碎屑潮坪沉积序列
(据陈激石, 1980)

本区一个完整的潮坪沉积旋回的厚度一般为3—6米,平均为4米。一般认为,在一个完整的潮汐沉积旋回中,潮间带的沉积厚度代表潮差的大小^[1]。据此可以推测,当时的古潮差可能为4米左右。

(二) 潮控三角洲

在河流注入潮汐作用较强的海岸地区,潮流控制着河流所带来的沉积物的搬运和沉积,形成受潮汐控制的三角洲,如现代的珠江三角洲。本区晚前寒武纪发育有海侵过程中形成的潮控三角洲,如河南浉池一带的岱崮寨三角洲。

这里的潮控三角洲沉积序列由两部分组成(图2):下部单元主要是粗粒石英砂岩和含砾粗粒石英砂岩及底砾岩,具有巨型槽状和弧状交错层理,槽宽可达十几米(图版 I—5)。上部单元主要由中层—厚层状石英砂岩组成,具有大型板状、楔状和波状及羽状交错层理(图版 I—4 和 I—6),各种波痕十分发育。向上递变为薄层状细粒石英砂岩,水平层理发育(图版 I—6),层面上普遍可见小水流波痕和波浪波痕、削顶波痕以及冲蚀构造。从这个沉积序列来看,有点类似于全新世中期在海侵背景下形成的

长江三角洲^[2]，应属于海侵过程中形成的潮控三角洲沉积序列。其下部代表河谷充填沉积，上部代表潮汐作用下形成的河口沉积，再向上则可能逐渐过渡为碎屑潮坪沉积。从沈德麒等人¹⁾所编的古地理图来看（图7），这里很象一个大河口湾，而且砂岩体基本上平行于古沉积斜坡排列，可能为平行于潮流方向的长形潮汐坝，东西两侧是含泥质较多（大于10%）的沉积。这个序列由于是在海侵过程中沉积的，所以潮汐沉积覆于河流沉积之上，使整个序列表现为向上变细的层序（图2）。

（三）铁质藻坪和鲕滩

在河北宣化地区，串岭沟组铁矿层段的沉积序列由下向上为：（1）鲕状赤铁矿，鲕粒有向上变小的趋势；（2）肾状赤铁矿，即藻赤铁矿（图版Ⅰ—5），藻大多长成柱状叠层石，呈丛状或小丘状断续分布，藻柱体间往往有铁质鲕粒和石英砂粒；（3）互层状的砂岩、粉砂岩和泥（页）岩，具有干裂、脉状层理、波状层理和透镜层理以及水平层理（图3）。根据现代潮坪上柱状叠层石多发育于潮间带下部和潮下带上部^[3]以及鲕滩一般是潮下高能带的典型产物来推测，这个沉积序列下部的鲕状赤铁矿很可能类似于现代碳酸盐潮坪的潮下高能带的鲕粒沉积；中部的藻赤铁矿可与发育有柱状叠层石的潮间带附近的藻坪对比；上部则属于泥坪或混合坪的砂、泥质沉积。可用图3的沉积模式表示这个序列的沉积环境。

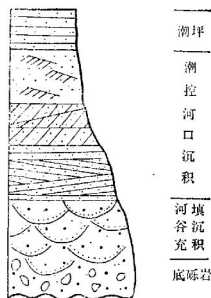


图2 潮控三角洲沉积序列

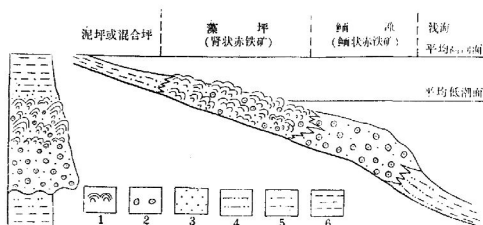


图3 宣化地区串岭沟组铁矿层段的沉积序列和沉积模式

1. 藻叠层石赤铁矿；2. 鲕状赤铁矿；3. 砂粒、砂岩或铁质砂岩；4. 泥质砂岩；5. 砂质泥岩；6. 泥岩

（四）碳酸盐潮坪（或台地）

本区晚前寒武纪碳酸盐岩十分发育，分布也相当广泛，特别是藻白云岩。有关这些碳酸盐岩的沉积环境，已有一些人作了分析研究。归结起来，他们主要是利用不同形态的叠层石和岩性特征作为环境的重要标志，并都认为这些碳酸盐沉积基本上是潮汐环境

1) 沈德麒等，1978，河南省许昌铁矿及其外围地区震旦界云梦山组—北大尖组（马鞍山组）时期沉积相，古地理研究总结。未刊稿。

的产物^{1),2)}。

在发育藻叠层石的白云岩中,代表性的沉积序列由下向上为:(1)锥状或柱状叠层石白云岩,有时为凝块石白云岩或层状叠层石白云岩;(2)含硅质条带层状叠层石白云岩;(3)含硅质结核泥晶白云岩,有时夹鲕粒层或者夹砾砂屑白云岩或砂质砂屑白云岩(图4)。一个完整的沉积旋回的厚度为2—8米²⁾。这一序列代表碳酸盐潮坪由海向岸的沉积序列,环境模式如图4所示。孟祥化等¹⁾在研究燕辽地区晚前寒武纪藻白云岩的沉积环境时,提出了一个由清水静水潮坪藻白云岩相、高能浅滩鲕状岩相和陆源内碎屑异地白云岩相所组成的沉积模式。总之,可以认为本区这一时期中的碳酸盐岩主要是在碳酸盐潮坪(或台地)环境中形成的。

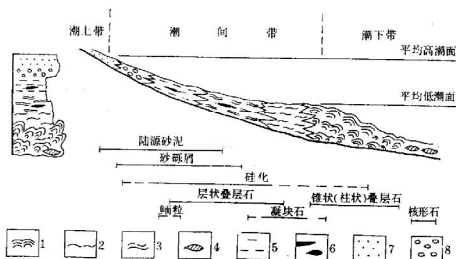


图4 曲阳地区高于庄组碳酸盐岩的沉积序列和沉积模式

(据沙庆安等, 1980, 综合)

1. 锥状或柱状叠层石白云岩; 2. 凝块石白云岩; 3. 层状叠层石白云岩;
4. 核形石; 5. 泥晶白云岩; 6. 硅质条带、结核; 7. 陆源砂泥; 8. 砂砾屑

三、潮汐沉积的分布

在华北地台上, 晚前寒武纪碎屑潮汐沉积和碳酸盐潮汐沉积发育良好, 分布相当广泛, 并有规律地交替出现。主要发育于长城、蓟县和青白口期, 成为晚前寒武纪地层的重要组成部分。在综合分析前人有关资料的基础上, 可以概略地表示出本区晚前寒武纪四个时期的潮积岩的可能分布。

(一) 长城早期 潮汐沉积主要分布在地台中部沿锦州、蓟县、石家庄、长治一带展布的一个北东向长形沉积盆地中(图5), 主要是碎屑潮汐沉积, 碳酸盐潮汐沉积在数量上还很少, 铁质潮汐沉积只限于这个盆地的北缘和西缘。

(二) 长城晚期 潮汐沉积先是以碎屑沉积为主, 后是以潮坪上的藻叠层石白云岩沉积为主。这个时期, 由于地壳运动, 古地理面貌发生变化, 与长城早期的沉积盆地相对来说, 盆地南界北移, 而东西向扩展加宽(图6)。早期的碎屑潮汐沉积范围较小,

1) 孟祥化等, 1979, 燕辽震旦亚界藻白云岩相及古地理环境。未刊稿。

2) 沙庆安等, 1980, 河北曲阳晚前寒武系高于庄组的沉积韵律及其沉积环境。未刊稿。

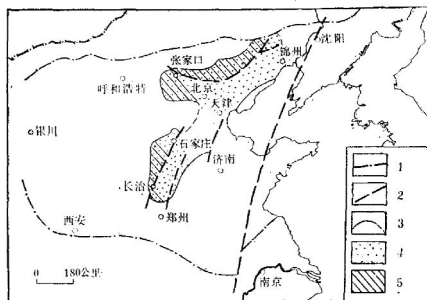


图5 华北地台长城早期潮汐沉积分布图 (据沙庆安, 1979, 修改)

1. 华北地台边界; 2. 主要断裂; 3. 沉积 (或推测) 盆地边界;
4. 碎屑潮汐沉积; 5. 铁质潮汐沉积

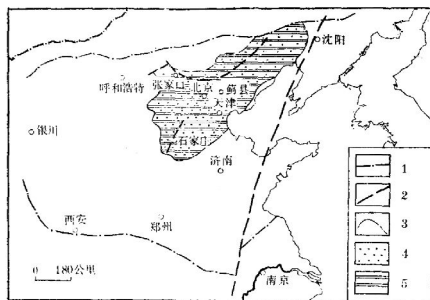


图6 华北地台长城晚期潮汐沉积分布图 (据沙庆安*, 1979, 修改)

1. 华北地台边界; 2. 主要断裂; 3. 沉积 (或推测) 盆地边界;
4. 碎屑潮汐沉积; 5. 碳酸盐潮汐沉积

晚期的碳酸盐潮汐沉积向外扩展。

(三) 蓟县期 潮汐沉积范围扩大, 几乎遍及地台边缘地区。除了原先的沉积区外, 地台北缘、西缘和南缘也都接受了潮汐沉积 (图7)。早期以碎屑岩和叠层石白云岩沉积为主, 晚期主要是叠层石灰岩沉积。张家口、蓟县、石家庄一带以碳酸盐潮汐沉积为主, 地台北缘、西缘和南缘主要是以碎屑潮汐沉积, 局部地区发育潮控三角洲, 如河南浍池一带。

(四) 青白口期 华北地台上的沉积范围由于蓟县期后“芹峪”运动的影响而缩小。地台北缘和西缘上升为陆缺失这一时期的沉积, 蓟县一带仍继续接受碎屑和碳酸盐

* 沙庆安, 1979, 华北地台晚前寒武纪沉积建造概述, 未刊稿。

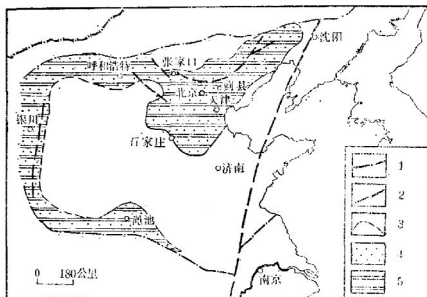


图7 华北地台新元古期潮汐沉积分布图 (据沙庆安, 1979, 修改)

图例同图6

的潮汐沉积。东部的胶辽和徐淮地区下沉, 主要发育了碎屑潮汐沉积, 含有少量的碳酸盐潮汐沉积¹⁾ (图8); 到震旦纪则以碳酸盐潮汐沉积为主, 并且成为华北地台上发育震旦系的主要地区。

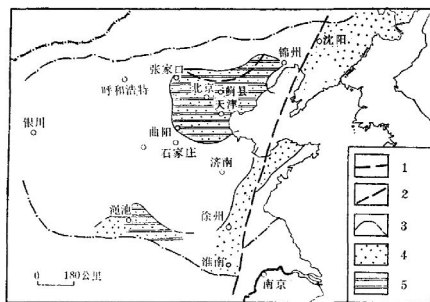


图8 华北地台青白口期潮汐沉积分布图 (据沙庆安, 1979, 修改)

图例同图6

综上所述, 华北地台晚前寒武纪的碎屑潮汐沉积和碳酸盐潮汐沉积主要发育于地台的边缘地区。因此, 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。

(收稿日期 1980年11月11日)

1) 孟祥化等, 1979, 辽南上前寒武系沉积发育史研究。未刊稿。

主 要 参 考 文 献

- [1] Klein, G. de V., 1972b, Determination of paleotidal range in clastic sedimentary rocks. XXIV Int. Geol. Cong., 6, 397—405.
- [2] 郭著民等, 1979, 长江口地区全新统的分层与分区. 同济大学学报 (海洋版), 2, 15—25.
- [3] Hoffman, P. F. 1973, Recent and ancient algal stromatolites, seventy years of pedagocic crossopollination. In: Ginsburg, R. N. (ed.), *Evolving Concepts in Sedimentology*, 178—191.

THE LATE PRECAMBRIAN TIDAL DEPOSITS
IN NORTH CHINA PLATFORM

Chen Changmin Chen Jingshan

(Institute of Geology, Academia Sinica)

Abstract

The Late Precambrian tidal deposits are well developed and widely distributed in North China Platform. The major evidence of tidal sedimentation in these sediments includes herringbone cross bedding, lenticular bedding, wavy bedding, flaser bedding, tidal channel-fill cross bedding, reactivation surfaces, various types of ripple marks and interference ripple marks, truncated ripple marks, washout structures, rill marks, mud cracks, and penecontemporaneous deformation structures. In addition, oolites, algae and stromatolites are very significant. The depositional sequences and models of clastic tidal flat, tidal-dominated delta, ferric algal flat and oolitic bank, and carbonate tidal flat (or platform) are discussed here. Four sketch map about these tidal deposits during the early and late Changchen (the Great Wall), the Jixian, and the Qingbaikou are also given. Finally, it is supposed that these tidal deposits were mainly formed in the epeiric seas on the platform margin.