

华北地台南缘(陕西部分)蓟县 纪碳酸盐潮坪沉积

李文厚

(西北大学地质系)

华北地台南缘(陕西部分)蓟县纪地层发育良好,区内小秦岭一带出露相当齐全,自长城系高山河群向上,依次有石庄组、龙家园组、巡检司组、杜关组及冯家湾组,沉积总厚度 1746.7m,基本上是一套碳酸盐岩地层。由小秦岭向北经渭河盆地,该套地层在岐山至陇县一带仍有分布。

区内蓟县系碳酸盐潮坪沉积分布广泛,发育完全,并有规律地交替出现,沉积特征颇具特色。众所周知,潮坪沉积是一种重要的沉积作用,从前寒武纪到现代的岩层纪录中,潮坪沉积非常普遍,特别是在晚前寒武纪地层中占有相当的比重。本文试图在介绍岩石类型特征的基础上,从沉积构造标志入手,探讨区内蓟县系碳酸盐潮坪沉积特征、沉积序列和沉积韵律。

一、岩石类型特征

本区的碳酸盐岩主要是白云岩。目前对白云岩的分类趋向于和碳酸盐岩分类相一致,本文也采用按结构分类命名。区内出现的白云岩主要有内碎屑白云岩、鲕粒白云岩、核形石白云岩、泥晶—粉晶白云岩和叠层石白云岩,现简要叙述如下:

1. 内碎屑白云岩:这类白云岩比较常见,在蓟县系各组中均有分布。岩石一般呈灰—深灰色,中—厚层状。内碎屑大小不一,差别很大。按粒径大小可分出砾屑白云岩(图 1)、砂屑白云岩和粉屑白云岩。这些内碎屑是由还处于塑性或弱固结的碳酸盐沉积物,经波浪、潮汐水流作用冲刷、破碎或搬运而形成的颗粒。由于改造程度不同,碎屑磨圆度差别很大。有的棱角尖锐,很少磨圆,有的却相当滚圆。因此,内碎屑的大小和磨圆程度常能反映沉积盆地水动力的性质和能量强度。无论是内碎屑或其间的填隙物均由白云石构成,但有的以泥晶白云石为主,有的为亮晶白云石,这也与沉积时的水动力条件有关。

2. 鲕粒白云岩:此类白云岩数量虽不多,但在许多层位均可见到(图 2),如石庄组、巡检司组及冯家湾组等。岩石颜色多样,大部分为灰色及深灰色,也有紫红色的。产状多呈厚层块状,部分为中层状。鲕粒大小和密集程度有较大差异,一般在 0.1—1.2mm 之间,个别可达 2mm 以上,成为豆粒。矿物成分主要为白云石,某些藻片中见少量陆源砂粒或次生硅质矿物。多数鲕粒同心圈不甚发育,有的仅见 1—2 圈同心纹层,但也有少数发育较好的真鲕,此外还有薄皮鲕,放射鲕及复鲕等。鲕粒大多由泥晶方解石组成,有的则局部被亮晶白云石交



图1 砾屑白云岩×10 单偏光

Fig. 1 Dolorudite×10 Plane-polarized Light



图2 鲕粒白云岩×10 单偏光

Fig. 2 Oolitic dolomitite×10 Plane-polarized Light

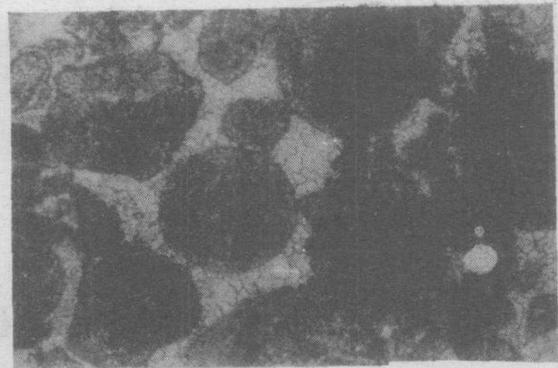


图3 核形石白云岩×10 单偏光

Fig. 3 Oncolite dolomitite×10 Plane-polarized light

代,或完全被硅质矿物所交代。填隙物多为亮晶白云石,有少量泥晶白云石,呈孔隙式胶结。

3. 核形石白云岩:见于冯家湾组。岩石呈褐灰色、厚层状。核形石圆一椭圆形,大小不一,一般粒径在1—3mm之间,亮晶白云岩胶结。具核心和不甚规则的同心纹层,核心为富含有机质的泥晶白云石,其厚度大多小于同心纹层,属正常核形石(图3)。纹层主要为连续的同心状,明暗相间,厚度不均匀。按结构可将纹层分为泥晶质纹层、凝块状纹层或有机质支撑纹层三类。

4. 泥晶或粉晶白云岩:分布于蓟县系各组中。岩石致密,常呈中一厚层状产出。风化后呈浅灰色至灰白色,或呈浅黄色。岩石一般比较纯净,白云石含量近于100%。泥晶白云石多由大小均匀的0.005mm左右的晶粒组成,通常不超过0.01mm。粉晶白云岩晶粒一般在0.01—0.05mm之间,呈他形粒状,晶粒间界线不明显。泥晶或粉晶白云岩经过重结晶作用,可形成细晶白云岩。少部分白云岩中有时含一些石英、粘土矿物等陆源物质。

5. 叠层石白云岩:叠层石白云岩在前寒武系相当发育。由于前寒武纪还缺乏组成碳酸盐岩的各种钙质生物体、骨骼和躯壳,而当时不具钙质硬体部分的蓝绿藻类等相当发育,通过藻类植物生物化学作用,分泌碳酸盐沉淀物,形成前寒武纪广泛分布的叠层石。

世界各地的前寒武系都有巨厚的叠层石白云岩,我国北方太行山及燕山地区的前寒武系中此类白云岩十分发育,孟祥化、沙庆安等曾

进行过专门的研究,并有详细报道。本区蓟县系各组中,叠层石白云岩到处可见,叠层石类型也很多。通常,叠层石的基本层系由明暗相间的两个微层(或纹层)组成:富含藻有机质微层和贫藻碳酸盐微层。根据隐藻微层的宏观特征、显微结构、厚度及颜色等,可将叠层石白云岩划分为许多类型,本区常见的有层状及波纹状叠层石白云岩、锥状叠层石白云岩、柱状叠层石白云岩、串球或球状叠层石白云岩等。这些白云岩一般呈灰至深灰色,但亦有褐灰或紫色的,常呈中—厚层状产出。有的形成透镜状或丘状岩体,形态上类似礁体,但它不是由生物骨架建造成的,不具钙质骨骼组分。不同类型的叠层石既与生物种属有关,也受水动力条件的控制,因此具有一定的指相意义。

二、潮坪沉积的证据

碳酸盐潮坪同陆源碎屑潮坪一样,大多位于泻湖、海湾、河口湾、障壁岛及砂坝四周或后面,主要受潮水或特大风暴潮影响,波浪作用影响较小。由于涨潮和落潮的作用,潮坪可周期性地被淹没或露出于大气中。因此它主要处于潮间带,但也包括一部分潮下带及潮上带,而且各带的沉积物和沉积构造也不相同。潮下带位于平均低潮面以下,受波浪作用影响较大,水动力能量较高。潮上带位于平均高潮面以上的大潮或风暴作用地区,总的特征是海水极浅,或长期露出地表,水动力能量很低。而潮间带界于平均低潮面与平均高潮面之间的地区,水位变化频繁,经常露出海面,潮汐流往复作用明显,往往保存了反映潮坪环境的一些典型沉积特征。本区蓟县纪地层中发育碳酸盐潮坪沉积特有的标志。

1. 沉积物间隙暴露的标志:最为常见的是干裂,以及与干裂相联系的薄片状角砾,后者是干裂破碎就地沉积的产物。

2. 水位交替变化的标志:不规划的毫米至厘米级的纹层,透镜状、波状、压扁层理及粗细纹层互层的层理普遍发育。

3. 水流方向经常往复交换的标志:人字型交错层理比较常见(图4)。

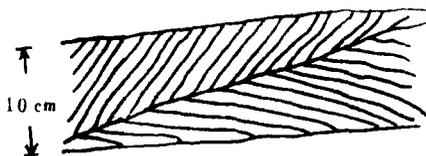


图4 龙家园组人字型交错层理素描图

Fig. 4 Schematic representation of the herringbone cross bedding in the Longjiayuan Formation

4. 水流和波浪活动的标志:流水波痕、浪成波痕、叠复波痕及修饰波痕均发育。

5. 潮流冲刷和充填作用的标志:竹叶状白云岩、扁平角砾白云岩及潮水沟的冲刷与充填构造普遍。

6. 藻纹层及叠层石发育:藻纹层分布最为广泛,其形态有微波状水平层纹、叠层状层纹及不规则同心层纹等,它们都是由暗色层与亮色层组成。锥状、柱状、串球或球状、波状及层状叠层石均有广泛产出。

三、碳酸盐岩向上变浅的序列

碳酸盐岩向上变浅的序列在蓟县系普遍发育,比较典型的有叠层石序列和粒状序列。众所周知,本区蓟县系主要是由厚度近2000m的一套碳酸盐岩组成,前人一般笼统地将其划为滨、浅海沉积。近年来,笔者详细研究了蓟县系的沉积特征,其中重点考察了叠层石白云岩以及各种沉积韵律在纵向上的变化和分布规律。各种实际资料证明,本区上前寒武系碳酸盐潮坪是由一套向上变浅的岩性层序组成,形成了一个具有特色的沉积序列。其中,每个单元都是在越来越浅的海水中沉积的,这个向上变浅的序列常常在一套浅水沉积的层序中反复出现多次。正因为如此,才沉积了一套厚度很大的碳酸盐沉积物。

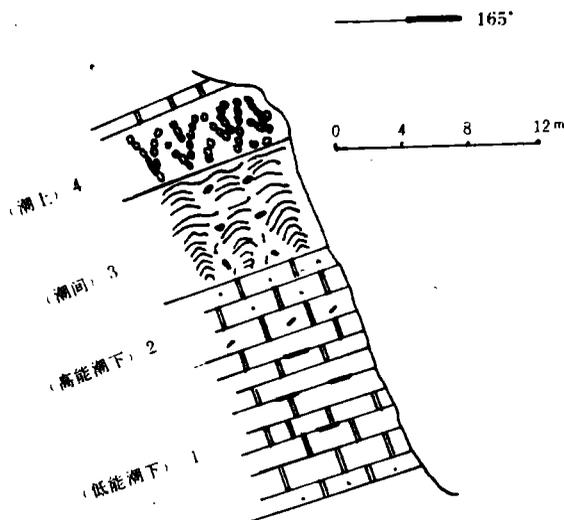


图5 龙家园组叠层石序列剖面图

Fig. 5 Sectional drawing of the stromatolitic sequence in the Longjiayuan Formation

1. 叠层石序列:叠层石序列主要出现在蓟县系的中下部,即石庄组、龙家园组及巡检司组。一般发育不完全,通常只有几米厚,完整的叠层石序列可达20多米(图5)。此序列的底部为砂屑白云岩薄层,属压缩的海侵记录。其上由于叠层石白云岩推进到潮下泥晶白云岩之上而形成海退。首先,沉积了深灰色厚层状泥晶白云岩、粉晶白云岩。接着,是一套浅灰色中一厚层状内碎屑白云岩,属潮下带沉积。在潮间带,沉积物反映能量高于正常情况,沉积了深灰色穹一柱状细晶叠层石白云岩。本段颗粒白云岩发育,可见人字型交错层理,各种波痕共生,干裂、竹叶状白云岩也很普遍。压扁层理、波状层理、透镜状层理及粗细纹层互层层理时有发现,剖面上呈连续过渡,分别代表潮间带下、中、上部的特征。向上又渐变为深灰色纹层状粉晶叠层石白云岩。顶部为厚4.3m的深灰色假裸枝叠层石白云岩。整个叠层石序列普遍含燧石条带或条纹。

关于叠层石碳酸盐的沉积环境,一般认为主要是潮间带,而且范围也很有限。这是考虑到蓝绿藻类生活必须有一定的光照,才能进行光合作用,没有光照的深水盆地难以出现叠层石。但近年来随着对百慕大等地现代潮下叠层石研究发现,叠层石分布的下限有下移的倾

向。S. N. 西里比亚科夫和 M. A. 西料哈托夫(1974)通过里菲群叠层石和现代叠层石对比研究,认为前寒武纪的叠层石大多数是在潮下带形成的。而 B. W. 洛干(1961, 1964)则认为,现代叠层石形态的分布范围,受潮汐幅度和潮间带基底坡度的控制。因此,依据本区蓟县系叠层石产出的韵律性规律,可以认识它们由深水到浅水的发育次序是:由柱状、锥状叠层石—波状叠层石—层状叠层石。

2. 粒状序列:这种序列在蓟县系上部,也即杜关组及冯家湾组常见(图6),但大都发育不完全,常常缺失某些层序。粒状序列是在滨外海滩变浅后发育起来的,海滩沉积物常常是内碎屑白云岩。本序列底部为厚层状泥晶白云岩,一般厚度不大。其上,为一套灰色中—厚层状内碎屑白云岩、鲕粒白云岩,流水构造常见,如波痕、交错层及冲刷面等,属于潮下带沉积。在潮间带,为内碎屑白云岩、泥晶白云岩与叠层石白云岩互层,叠层石和核形石发育。此外,尚有白云质细砾岩及竹叶状白云岩,往往呈透镜状,这是潮水沟的冲刷与充填的结果。而在一些纹层状泥晶白云岩之上,常夹有泥晶内碎屑白云岩薄层,分选很差,可能是风暴沉积的产物。粒状序列的内碎屑白云岩,按粒径的大小可分为砾屑、砂屑和粉屑白云岩。内碎屑的形成,是塑性或弱固结的碳酸盐沉积物,经波浪、流水作用冲刷,破碎而成,根据其分选、磨圆及填隙物的成分可以有效地判断沉积时的水动力条件。本序列潮间带发育有流水波痕、浪成波痕、叠加波痕及修饰波痕等,压扁层理、波状层理、透镜状层理,尤其是粗细纹层互层层理时常出现。然而,粒状序列却很少见到潮上带的沉积特征,显示了潮下带与潮间带的沉积物反复叠置的现象。

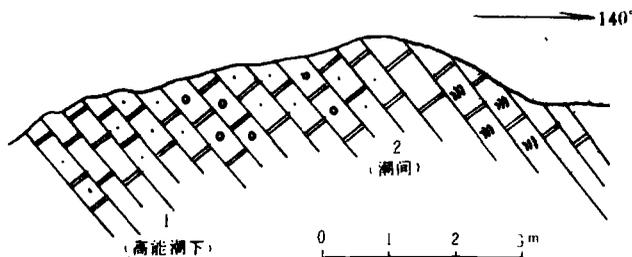


图6 杜关组粒状序列剖面图

Fig. 6 Sectional drawing of the granular sequence in the Duguan Formation

四、沉 积 韵 律

沉积韵律是沉积环境周期性变化的反映,是沉积相带分布关系的记录。由于地质历史时期海水的进退或地壳的升降可以引起环境周期性的变化,因而造成了沉积的韵律性变化。随着时间、环境诸因素的改变,形成了各种类型的沉积韵律。通过解剖沉积韵律类型,可以认识相应地层的沉积发育规律。根据本区蓟县系中下部,即石庄组,龙家圈组及巡检司组的岩石和叠层石产出组合规律,发现在不同层段发育若干的韵律类型。

A型韵律(图7-A):此韵律发育在龙家园组和巡检司组,岩石类型由含燧石砾石细晶白云岩(1)—粉晶白云岩(2)—纹层状泥晶白云岩(3)三种岩石组成。这是一种海退型韵律,大都发育完整。每一完整的韵律厚度一般在0.5—1.0m之间。

B型韵律(图7-B):此韵律发育在龙家园组中段,岩石类型由假裸枝叠层石白云岩(1)—纹层状燧石白云岩(2)—泥晶白云岩(3)三种岩石组成。属海进型韵律,一般发育不完整。完整的韵律一般在6m以上。

C型韵律(图7-C):此韵律发育在巡检司组中段,岩石类型由含宽燧石条带粉晶白云岩(1)—含燧石条带细晶白云岩(2)—纹层状泥晶白云岩(3)—泥晶白云岩(4)四种岩石组成,为海退型韵律。通常发育不完整,完整的韵律大都在1m以上。

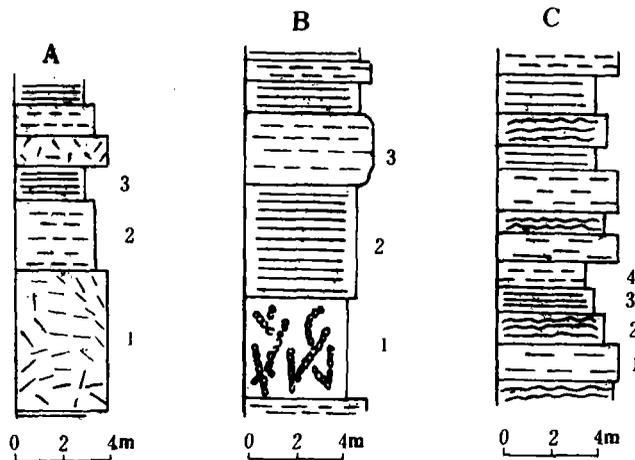


图7 蓟县系沉积韵律类型

Fig. 7 Types of the Jixianian sedimentary rhythms

五、结 语

综上所述,蓟县纪时,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,发育了一套碳酸盐潮坪沉积。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。

参 考 文 献

- [1] 沙庆安、潘正藩、王堯,1983,河北曲阳上前寒武系高于庄组岩石学研究。前寒武纪论文集,地质出版社。
- [2] 陈昌明、陈景山,1982,华北地台晚前寒武纪潮汐沉积。石油与天然气地质,第3卷,第2期。
- [3] 陈激石,1980,宣化地区古老的潮汐沉积。地质科学,第4期。
- [4] 孟祥化,1979,沉积建造及其共生矿床分析。地质出版社。
- [5] 梁玉左、曹瑞骥、张录易等,1984,晚前寒武纪假裸枝叠层石。地质出版社。
- [6] 高健、宋天悦,1985,北京十三陵上前寒武系高于庄组碳酸盐岩中的压扁—透镜状层理。地质论评,第31卷,第4期。
- [7] 薛耀松、唐天福、俞从流,1984,南京—巢县一带震旦纪灯影期碳酸盐台地沉积特征。地层学杂志,第8卷,第1期。
- [8] Ginsburg, R. N. (Ed), 1975, Tidal deposits, Springer-verlag
- [9] Hoffman, P. F., 1973, Recent and ancient algal stromatolites, seventy years of pedagoic cross-pollination. In: Ginsburg, R. N. (Ed.), Evolving concepts in sedimentology, 178—191

The Jixianian Carbonate Tidal Flat Sediments on the Southern Margin of the North China Platform (Shanxi)

Li Wenhou

(Department of Geology, Northwest China University)

Abstract

The Jixianian strata are well-developed on the southern margin of the North China platform (Shanxi), including, from the Changchengian Gaoshanhe Group upwards, the Shizhuang, Longjiayuan, Xunjiansi, Duguan and Fengjiawan Formations which are essentially composed of a suit of the carbonate rocks, with a total sedimentary thickness of 1746.7 metres.

The Jixianian carbonate tidal flat sediments which are well-developed and widely distributed in the study area consist of a suit of the upwards-shallowing lithologic sequences such as stromatolitic sequence and granular sequence which form characteristic sedimentary sequences, as shown by the abundant data. On the basis of the occurrence of the rock and stromatolite associations in the Jixianian Shizhuang, Longjiayuan and Xunjiansi Formations, the sedimentary rhythms of A, B and C types have been identified, resulting in the understanding of the regularity of the sediment development in the revalent strata.

The study area once acted as a most important depositional centre on the North China platform during the Jixian period. The long-term constant subsidence and compensation were responsible for the development of the carbonate tidal flat sediments. It seems that these sediments were formed in the tidal epicontinental seas on the ancient continental margins.