

华北地台中晚寒武世沉积层序中 生物丘构造研究

陈荣坤

(国家建筑材料工业局地质研究所, 北京 100010)

提 要 华北古克拉通盆地中晚寒武世沉积层序中发育的生物丘沉积构造的生物组成有隐藻类、钙藻类和非藻类多细胞生物, 它们构成了隐藻凝块石生物丘简单类型和复合的五种生物丘类型。生物丘的发生、发展、灭亡过程经历了奠基期、拓殖期、泛殖期及消亡期等四个阶段, 每个阶段都受相对海平面变化的控制, 它决定了丘体的大小、生物组成及内部结构及生长周期。层序地层学研究表明生物丘主要发育于崮山期和长山期, 且多分布于三级旋回层序的早期高水位体系域内, 并呈现规律性分布。生物丘和风暴砾屑层的空间分布特征及海绿石质凝缩层段的研究揭示华北地台中晚寒武世河北秦皇岛、唐山—北京西山—山西大同这一纬度带是一开阔的中陆棚相带。该带以南为一广阔的内陆棚—滨岸带, 以北则为一狭窄的外陆棚。

关键词 中晚寒武世 生物丘 海平面变化

第一作者简介 陈荣坤 男 30岁 博士 高级工程师

华北古克拉通盆地中晚寒武世台地成熟发育阶段, 形成了一个含生物丘构造和风暴砾屑层的碳酸盐沉积层序, 该层序中的生物丘构造是孟祥化等^[1](1985, 1987) 在研究晚寒武世风暴碳酸盐沉积时首次发现的一种宏观碳酸盐沉积构造。笔者在对研究区作了广泛而系统的野外观察和室内分析基础上, 对组成生物丘的生物种类, 生物丘类型, 成因以及在层序中的分布特征和空间分布特征与海平面变化关系作了较深入探讨, 发现研究区生物丘主要是由生物进行障积、捕获、包覆、粘结的沉积聚集作用形成的形似丘状的生物沉积构造, 它的最大特点是无层理。

研究区生物丘类型多样, 造丘生物丰富且形成环境多变, 在层序中主要分布于上寒武统, 以崮山组、长山组最为发育, 此外在北京西山、山西浑源等地张夏组也有出露。区域上它主要分布于华北地台的中、北部地区, 而在西部边缘、北部边缘和南部广大地区不发育。丘体大者高(H)达4—5 m、宽(L)5—8 m, 小者H=0.15—0.30 m, L=0.10—0.20 m, 但通常为0.5—1.5×0.4—2.0 m。在同一地层中, 它们呈现断续的链状, 串珠状, 横向追索可达数百米。丘体底面一般是平直的或相对上凸的, 侧翼和顶部呈浑圆状, 部分由于遭受潮汐流、波浪和风暴流的冲蚀截切形成各种不规则截切充填构造。

生物丘的颜色在野外较易辨认, 风化面通常呈现白色、灰白色、紫红色、浅肉红色。与围岩有明显的界线。颜色和形态是野外寻找和识别生物丘的特征标志。

生物丘与生物礁的区别是个体和规模小, 格架生物不育, 抗浪性差, 受高频、短周期

海平面变化控制更明显^[2]。

1 生物丘的生物组成和类型

构成生物丘的生物种类从隐藻类、钙藻类到非藻类多细胞生物^[3]皆有发育。隐藻类主要由隐藻凝块石、隐藻纹层、核形石和各类叠层石组成,钙藻类包括葛万藻、附枝藻、串珠藻、Renalcis。非藻类多细胞生物包含有海绵骨针、海百合茎、棘皮类、三叶虫、腕足、腹足、介形虫和瓣鳃类等,其中以藻类为主,多细胞生物可在部分层位的生物丘内占主导地位。

Renalcis是一种小球粒状钙质兰—绿藻,是本区生物丘体内较为丰富且最重要的钙质微体生物化石之一。通常以不规则块状形式存在,无内部结构。镜下呈黑色、深黑色团块状。它也可作为其它生物包壳形式产出。Renalcis的成分主要是泥质、灰质和有机质,常和其它生物共同构成生物丘的组分。

上述不同种类的造丘生物构成了以下几种类型生物丘。

1.1 单一隐藻凝块石生物丘

该类型主要由大量隐藻凝块石和杂基组成,常伴有隐藻纹层和少量的生物碎屑。野外呈等轴的半圆形—半椭圆形,小者 $H=0.10-0.15\text{ m}$, $L=0.10-0.20\text{ m}$,常孤立分布于潮坪白云岩内如北京西山凤山组白云岩内和河北井陘凤山组白云质虫孔灰岩内皆有发育。大者常分布于滩相和潮下带中上部环境内,如北京西山张夏组、崮山组,山西浑源、口泉的张夏组内丘体 $H=0.20-0.80\text{ m}$, $L=0.30-1.00\text{ m}$,断续成层分布,横向可追索数百米。

丘体风化面灰白色,野外内部构造难以辨认。镜下见有各种不规则形态的隐藻凝块石和一些藻屑、生屑。丘体周围为白云岩、白云质灰岩、鲕粒灰岩、粉砂质泥晶灰岩、泥质条带灰岩。该类型生物丘主要形成于自潮坪至滩相局部区域,是研究区主要类型之一。

1.2 复合生物丘

指由二种(除隐藻凝块石外)以上生物共生组合构成的生物丘类型。

1.2.1 隐藻纹层—波状、半球状叠层石生物丘

该类型主要分布于崮山组和常山组、丘体一般较小, $L=0.2-0.6\text{ m}$, $H=0.2-0.5\text{ m}$,分布于潮坪白云岩、受潮汐水流切割的粉砂质泥岩、潮下带上部的虫孔泥晶灰岩中。

丘体的结构下部由隐藻纹层构成。镜下见有由藻粘结作用聚集而成的细石英、长石、有机质颗粒、少量生屑和泥晶质点。中上部由波状—半球状叠层石形成侧向相连的较能抗浪的席状体。

1.2.2 波状、叠加的半球状叠层石—Renalcis生物丘

该类型物质组成除了叠层石和Renalcis外,还有较多的核形石、生物碎屑、少量的附枝藻、鲕粒、球粒等组分。它主要分布于张夏组,丘体 $L=0.4-1.5\text{ m}$, $H=0.5-1.3\text{ m}$,在同一地层内常以连续的链状、串珠状产出。伴生的岩石类型有粉砂质灰岩、灰质粉砂岩、含生屑泥晶灰岩、泥晶鲕粒灰岩等,同时有一些低角度的交错层理、波痕伴生。

丘体的内部生长结构也同样始于波状叠层石的粘结作用,接着为半球状叠层石形成短柱状且横向相联而构成叠层石“层”。Renalcis在其中部分包覆生物碎屑,部分与叠层石共同粘结细粒沉积物,它与叠层石的共生粘结、包覆、捕获构成了丘体的“格架”。该类型并

不发育。

1.2.3 附枝藻—柱状叠层石生物丘

北京西山张夏组和崮山组鲕粒滩层序中,山西浑源崮山组和山东莱芜张夏组皆广泛发育了由附枝藻和柱状叠层石构成的生物丘。丘体内还常有少量葛万藻、核形石、生屑、鲕粒和少量细砾屑等。丘体常分布于亮晶鲕粒灰岩、亮晶球粒灰岩、核形石灰岩内,其生长基底为鲕粒滩。丘体大小中等, $L=0.5-1.5\text{ m}$, $H=0.5-1.2\text{ m}$ 。丘体周围岩石内发育有大量的板状交错层理、槽状交错层理、楔状交错层理和波痕。

丘体内部呈叠层状构造,下部树枝分叉状的、放射状的附枝藻对丘体起支撑和加固的格架作用。中部为 $H=0.10-0.30\text{ m}$, $L=0.05-0.15\text{ m}$ 成层分布的柱状、分枝柱状叠层石构成了生物丘的主体。顶部为纹层状叠层石包覆。该类型的发现和发育证明了生物丘在高能滩相环境同样能形成,而非非要发育于浪基面以下的水体深度范围。

1.2.4 波状叠层石—附枝藻—葛万藻—柱状叠层石生物丘

与复合类型 1.2.3 相比,尽管其主要生物组成仍为附枝藻、柱状叠层石,但无论其大小、内部生长结构、伴生岩石共生组合、形成环境都明显不同,它主要分布于崮山组,生长基底为鲕粒滩或风暴砾屑透镜体。造丘生物除了上述二种以外还有葛万藻、海绵骨针、纹层状一波状叠层石。丘体由泥晶生屑灰岩,泥晶球粒灰岩,含藻屑和海绵骨针泥晶灰岩等构成。伴生岩石为粉砂质泥岩、泥晶灰岩和亮泥晶风暴砾屑灰岩等。丘体高 $H=0.8-2.0\text{ m}$, $L=1-3\text{ m}$,成层产出。该类生物丘最大特征是发育了受风暴作用的生物丘截切构造,这是由于风暴作用形成的碎屑重力流对丘体的冲刷、掏蚀、改造、充填作用而成,部分在丘体侧部和顶部见有放射状、菊花状、倒小字排列的砾屑,有的丘体顶部见有风暴间歇期形成的披盖层,上述事实说明该类丘体形成于正常浪基面以下风暴浪基面以上的较深水环境。

1.2.5 柱状叠层石—海百合—海绵—波状叠层石生物丘

山西浑源悬空寺长山组上部发育有一个生物化石遗体群落,它主要由海百合茎、海绵骨针、三叶虫、腹足等广海型生物碎屑组成,且有大量生物爬痕,觅食迹和钻孔等发育,这一遗体群落恰分布于一个大型生物丘的顶部和顶面上,这就是该类型的代表。该类生物丘 $H=4-5\text{ m}$, $L=5-20\text{ m}$,是研究区发现的最大的一类。生物组分为叠层石、海百合、海绵骨针等,大量的三叶虫、介形虫、腹足等碎屑灰分是丘体的重要组分。丘体的基底为灰绿色薄层泥页岩,侧向为灰绿色粉砂质泥晶灰岩,含生屑泥晶灰岩。其上覆盖含风暴砾屑和海绿石颗粒的泥晶灰岩,砾屑内和砾屑间都有海绿石和生屑。该特征和层序分析共同支持生物丘之上存在有含海绿石和生屑的凝缩层段和海底硬地

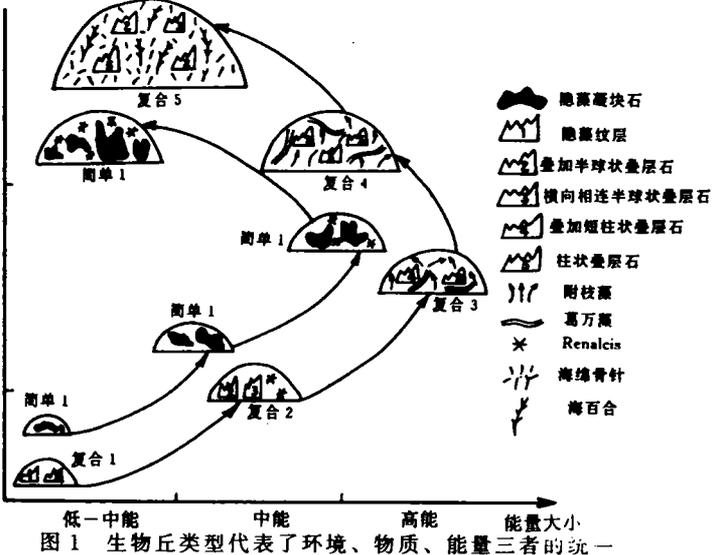


图 1 生物丘类型代表了环境、物质、能量三者的统一

Fig. 1 Types of bioherms reflecting the unity of environment, energy and substance

重要组分。丘体的基底为灰绿色薄层泥页岩,侧向为灰绿色粉砂质泥晶灰岩,含生屑泥晶灰岩。其上覆盖含风暴砾屑和海绿石颗粒的泥晶灰岩,砾屑内和砾屑间都有海绿石和生屑。该特征和层序分析共同支持生物丘之上存在有含海绿石和生屑的凝缩层段和海底硬地

构造^[4,5],从而反映了生物丘形成于三级海平面最大海泛滞后期和早期高水位期的广海陆棚环境,丘体的发育过程见图1。

上述生物丘体类型的多样性和复杂性特征说明生物丘可以形成于从潮坪至较深斜坡的广大区域,但每一生物丘又体现了环境、物质、能量三者的统一(图2),也就是说生物丘的环境意义和指相作用必须综合考虑造丘生物种类组合及相关地层岩石组合,而不可仅根据某一大类来判断其环境特征。

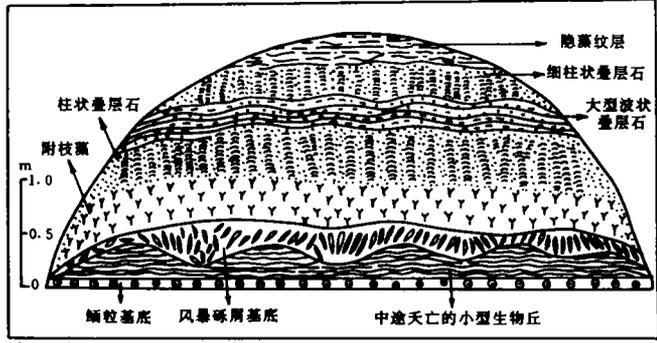


图2 北京西山下苇甸山组鲕粒灰岩中生物丘内部构造特征示意图

Fig. 2 Sketch diagram of the inter structure of bioherms in oolite limestones in Gushan Formation, Xiaweidian Area, Beijing West Hills

2 海平面变化与生物丘形成

研究区生物丘的发生、发展、灭亡过程经历了1) 奠基期; 2) 拓殖期; 3) 泛殖期和4) 消亡期等四个时期^[6]。

2.1 奠基期

该期主要由机械搬运和堆积作用形成的海底相对隆起构成生物丘发育的基础。研究区正常浪基面附近及水体更深环境的生物丘多以风暴砾屑透镜体为基础,而浪基面以上的丘体则多以砂屑鲕粒滩、鲕粒生屑滩为基础,它们对丘发展起稳定基础作用。

2.2 拓殖期

它是生物丘发展的关键阶段和时期,主要指由蓝—绿藻、绿藻等藻类和菌类在奠基层之上开拓性地包覆、捕获、粘结作用的过程。这些低等藻菌类首先以似球状孢子的形式包覆基础^[7],然后通过分泌粘液捕获粘结周围碳酸盐颗粒和灰泥质点,形成向上凸起的波状、云朵状起伏的包覆粘结层,层内和层间由放射状、针状的藻丝体向上向外呈扩散状构成^[8]。通常该层厚度厘米级。该阶段水体必然在那些低藻菌类得以生存的深度范围。

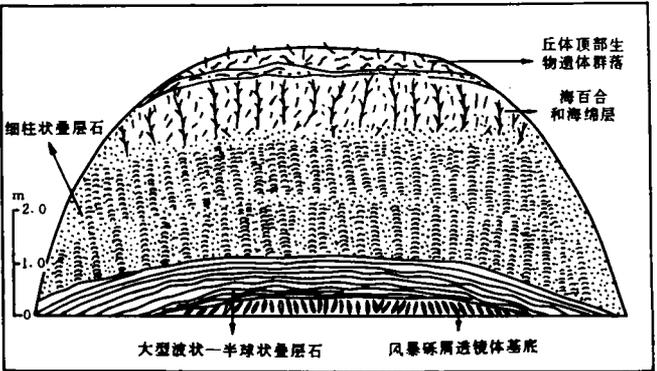


图3 山西洋源悬空寺长山组泥晶灰岩中大型生物丘内部构造示意图

Fig. 3 Sketch diagram of the inner structure of bioherms in micritic limestones in Changshan Formation, Xuankongshi Area, Shanxi Province

2.3 泛殖期

该期代表生物丘的主要发展和繁殖阶段,参与造丘生物种类繁多且生长速度较快,经常与海平面上升速度保持一致或稍大,从而使丘不断生长而逐渐接近海平面。这一生长过程呈现出阶段性和周期性的特点。如北京西山下苇甸山组块状细鲕粒灰岩内生物丘的发育经

历了七个相对短暂的生长阶段(图3):首先在鲕粒滩的基底之上发育了横向联结成层的 $H=5\text{ cm}$, $L=10\text{ cm}$ 的小型丘体,小丘体下部由纹层状一波状叠层石构成,顶部为风暴砾屑层,说明风暴碎屑流不仅能破坏而且还能摧毁生物丘从而使之停止生长,但这一风暴砾屑层常常又成了丘体继续生长的基础。接着依次向上发育了附枝藻层、紧密排列的细柱状叠层石层、宽而横向相联的大型波状叠层石层、更紧密排列的细柱状叠层石层,最后为纹层状一波状粘结层,从而结束了丘体的生长历史。但该生物丘内的每一层并无明显层理构造,层间多由含生屑泥晶灰岩构成,每层顶部由横向相互连结的藻丝体构成。上述七个生长阶段反映出高频短周期海平面升降变化的特征;丘体的生长从开始到结束反映了水体能量由高到低、水体由深变浅的发展过程,这一过程是处于一个三级海平面的高水位期^[4],海平面处于相对下降阶段。但该过程并非一个连续的直线下落的,而是一个具周期性和韵律性多级次的过程即下降—停滞—相对上升—快速下降—停滞的过程,但总的趋势是海平面相对下降,这就是上述生物丘内部成层构造产生的原因。但这种高频振荡海平面变化的周期短,频率高,相当于与米兰科维奇天文周期韵律的海平面升降旋回(第六级、七级)相吻合,这从生物丘侧向相对应的米级旋回层序的发育得到进一步证实^[4,5]。

此外对山西浑源悬空寺长山组生物丘内四层内部结构(图3)垂向组合特征的研究说明该生物丘的发展处于三级海平面最大海泛滞后期,水体逐渐加深是导致生物丘灭亡的原因。

2.4 衰亡期

本区主要是由隐藻纹层和纹层状一波状叠层石的包覆粘结作用而使生物丘得以稳固而最终结束生长历史。生物丘灭亡主要有二种成因:其一是由于三级海平面高水位晚期水体持续下降,水体变浅导致丘体内生物逐渐死亡从而丘体停止生长(图2),其二是在三级海平面最大海泛期水体逐渐加深,而造丘生物失去阳光和氧分而导致衰亡(图3)。

上述表明生物丘发展的每个阶段都受相对海平面升降变化的影响和控制:先成的古地貌隆起和波浪、风暴机械分选堆积的粗颗粒隆起是生物丘形成发展的基础,海平面的持续稳定上升是丘体不断生长发育的保证和必要条件,相对海平面的快速上升和下降最终都导致生物丘的停滞和灭亡,因此生物丘的发展史实则是海平面升降史的记录。

3 生物丘的时空分布特征

3.1 生物丘在层序中的分布特征

研究区生物丘主要分布于张夏阶、崮山组和长山阶,尤以崮山期和长山期最发育。

层序地层学研究结果表明研究区张夏组、崮山组、长山组分属于四个三级旋回层序Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ^[4,5]。生物丘主要集中分布于高水位体系域的中下部即早期高水位体系域内,而海侵体系域内分布很少(表1)。这主要是因为海侵体系域形成期,海平面上升速率大,陆源物质供给丰富,碳酸盐生产率低,不利于生物的发育和稳定基底的形成。海平面的持续早期高水位期是生物丘生长的最佳环境和时期:一方面海水几乎覆盖了整个克拉通台地,在广大中陆棚地区陆源物质输入量少,水体清澈,营养丰富,有利于生物的繁殖;另一方面早期高水位期的海平面持续稳定上升,为生物丘各上向外扩展提供了空间。晚期高水位期由于碳酸盐生产率大于海平面上升速率,相对海平面处于回落导致水体逐渐变浅,整个生长基底处于高能或呈间隙性的暴露节拍而不利于生物的生长。因此唯早期高水位期是生物

表 1 生物丘在不同层序和不同体系域中的分布特征

Table 1 Distribution characteristics of bioherms in different sequences and system tracts

地层	体系域	生物丘层序	北京西山	北京西山	山西浑源	山西大同	河北唐山	河北井径
			丁家滩	下苇甸	悬空寺	口泉	赵各庄	东方岭
凤山组	V	HST	2	2	2	0	0	0
		TST	0	0	0	0	0	0
长山组	IV	HST	5	1	1	1	1	1
		TST	1	0	1	1	0	0
嵩山组	III	HST	3	1	4	1	2	0
		TST	1	0	0	0	0	0
张夏组	II	HST	8	3	3	1	1	1
		TST	2	1	0	0	0	0

丘发育的理想时期(图4)。三级海平面升降周期中从早期高水位期至晚期高水位期,生物丘的发育类型表现出规律性的变化(图5):早期高水位的初期以发育复合类型V为特征,早期高水位期中晚期以复合类型IV、III为代表,而晚期高水位期则以复合类型II和简单隐藻凝块石生物丘为特征。上述这种海平面升降不同阶段所发育的各种生物丘类型反映了环境—物质—能量三者的统一⁽⁹⁾。北京西山丁家滩晚寒武世层序IV内,自下而上依次发育了复合类型V、IV、III、II,顶部形成了简单隐藻凝块石生物丘。组成生物丘的生物由柱状叠层石发展到纹层状—波状叠层石,由附枝藻演变为Renalcis,由叠层石生物丘过渡为隐藻凝块石生物丘。这种规律反映出水体由深变浅,能量由低到高再到低,相对海平面持续下降高水位期的特征。山西浑源悬空寺层序III内也同样反映出这种规律:自上而下依次发育了复合类型V、III、II,由下部海百合、海绵和柱状叠层石为主的造丘生物演化成上部的波状叠层石、附枝藻、Renalcis等。因此生物丘类型在层序中有规律地分布明显受海平面升降变化的控制⁽¹⁰⁾。同时这种生物丘垂向的分布规律研究为海平面变化恢复提供了新途径。

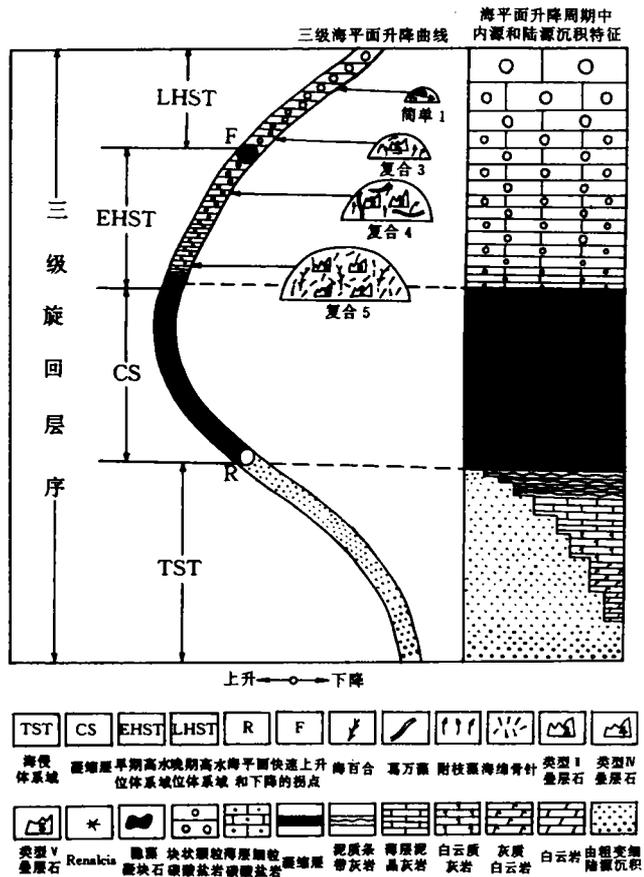


图 1 三级海平面升降不同阶段内生物丘的类型

Fig. 4 Types of bioherms in different stages of the third-order sea-level eustasy

同时这种生物丘垂向的分布规律研究为海平面变化恢复提供了新途径。

3.2 生物丘的空间分布

中晚寒武世生物丘的空间分布也有很好的规律。对晚寒武世而言,它们集中于研究区北部,即河北秦皇岛—唐山丰润—赵各庄—北京西山—山西大同—浑源这一纬度带上最为发育,而该带以南的山西五台—河北井陘—山东莱芜一线和该带以北的内蒙清水河、河北平泉一线偶有分布;而在广大的中部、南部和西部几乎未有发现。秦皇岛—大同一线的生物丘个体大,造丘生物为各种叠层石、海百合、海绵和附枝藻等,丘体周围岩性为灰绿色粉砂质泥岩、泥质条带灰岩、风暴砾屑灰岩、泥页岩、泥晶灰岩等。而在石家庄井陘—山西五台一带发育的生物丘个体小,造丘生物主要为隐藻凝块石、隐藻纹层和 Renalcis,少有广海型生物。伴生岩性为白云质灰岩、灰质白云岩、含云虫孔灰岩和粉砂质泥岩等。这些特征表明秦皇岛—大同一带是华北地台晚寒武世生物丘发育的最佳

古地理位置。发育在该带的同期其它重要地质事件如原地古风暴沉积和风暴沉积递变层在该带最发育,晚寒武世三级旋回层序内的凝缩层段的物质组成为含海绿石生屑灰岩,含海绿石风暴砾屑灰岩、硬地海绿石炭,其中海绿石的 $K_2O\% > 9$,属高级演化阶段,反映出其形成时限较长的特征。上述秦皇岛—大同一带晚寒武世生物丘的广泛分布,风暴沉积的明显发育以及凝缩层段内长时限高演化阶段的海绿石特征等已充分说明一个结论:秦皇岛—大同一带晚寒武世是一个开阔的中陆棚相带,其深度范围为 40—80 m,而该带以南为一广阔的内陆棚—滨岸带,该带以北可能为一狭窄的外陆棚环境。该结论为华北地台晚寒武世古地理和古海平面变化研究提供了基本格架。

本文的完成得到了孟祥化教授、葛铭副教授的指导,在此深表感谢。

参 考 文 献

- (1) 孟祥化等. 华北古浅海碳酸盐风暴沉积和丁家滩相序模式. 沉积学报, 1986, 4 (1).
- (2) 曾鼎乾. 中国各地质历史时期生物礁. 石油工业出版社, 1988.
- (3) 张俊明等. 华北地台东部中寒武世张夏组附枝藻 (EPIPHTON) 灰岩及古地理. 沉积学报, 1985, 3(1): 63—70.
- (4) 周少平, 陈荣坤. 沉积旋回, 复合海平面变化, 旋回叠加型式和地层力等级. 岩相古地理, 1993, (2).
- (5) 孟祥化等. 沉积盆地与建造层. 北京: 地质出版社, 1993.
- (6) Partt B R. Stromatolitic framework for carbonate mudmounds. J Sedim Petrol, 1984, 52: 1203—1277.
- (7) Pedley H M. Miocene bioherms and associated structures in the Upper Coralline Limestone of the Maltese Island; third lithification and palaeoenvironment. Sedimentology, 1979, 26: 577—591.

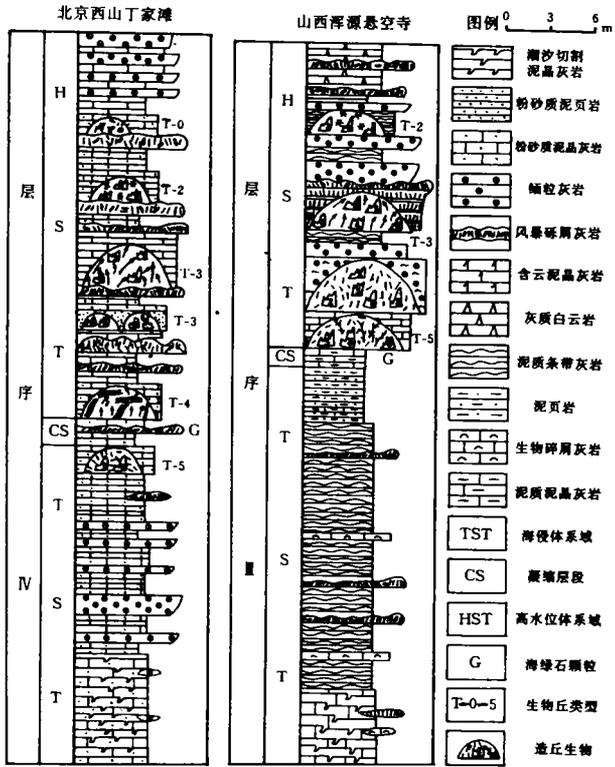


图 5 不同的生物丘类型在层序中的分布规律

Fig. 5 Distribution pattern of different types of bioherms in sequences

- [8] Narbonne G M and Dixon O A. Upper—Silurian lithistid spore reefs on Somerset Island, Arctic Canada, *Sedimentology*, 1984, 31: 25—50.
- [9] O'Connor M P. Classification and environmental interpretation of the cryptalgal organosedimentary molartooth structure from the late Precambrian Belt—Purcell. Supergroup, *J. Geol.* 1972, 80: 592—610.
- [10] Toomey D F and Nitecki M H. Organic buildups in the Lower Ordovician (Canadian) of Texas and Oklahoma. *Fieldiana Geol.* 1979, 2: 1—181.

Study on the Bioherm Structure of Middle—Late Cambrian Sedimentary Sequences in the North China Platform

Chen Rongkun

(Geological Institute of State Administration of Building Materials Industry, Beijing 100010)

Abstract

Bioherm sedimentary structures were well—developed in sedimentary sequences of Middle—Late Cambrian in North China Platform. Bioherm—building organisms include cryptalgae, calcareous algae and non—algae multicellular organisms which constituted simple type of thrombolite bioherm and composite five types of cryptalgalaminates: wave semispheroidal stromatolites bioherm (I), wave—stacked semispheroidal stromatolites—Renalcis bioherm (II), Epiphyton—columnar stromatolites bioherm (III), wave—stromatolites—Epiphyton—Girvanella—columnar stromatolites bioherm (IV) and columnar stromatolites—crinoidea—sponge—wave stromatolites bioherm (V). The complexity and diversity of bioherms indicate that bioherms can be formed in a wide area from tidal flat to deeper slope.

The development process of bioherms underwent four stages: (1) basic stage; (2) pioneering stage; (3) flourishing stage and (d) decaying stage. Each stage was controlled by the relative sea—level changes which controlled the size of bioherms, organism components, inner structures and growing period.

Study of sequence stratigraphy showed that most bioherm flourishing periods in the research area are the Gushan and Changshan stages, and bioherms are distributed in the early high system tract in the third—order cyclic sequence. Bioherm types also change regularly in a sequence, for example, the composite types of V, IV, III, II and simple type are successively well—developed from the bottom to the top in the sequence IV of the Dingjitan section, Beijing west hills and in the sequence III of the Xuankongshi section, Hunyuan County, Shanxi Province, This regularity is the products of the different stages of the third—order sea—level changes.

The study on the distribution characteristics of bioherms, tempestites and the research of glauconitic condensed section stated clearly that the latitude zone of Qinhuangdao—Tangshan (Hebei Province) —Beijing West Hills—Datong (Shanxi Province) was a typical open middle shelf depositional environment in Late Cambrian. The depth was 40—80 meters. South of the zone was a wide inner—shelf belt, and north of the zone was a narrow outer—shelf environment. The conclusion provided the basic framework and important reference for studying the paleogeographic and sea—level changes.

Key words: bioherm middle—late cambrian sea—level changes