

文章编号: 1000-0550(2004)03-0434-09

内蒙古哲斯敖包茅口期生物礁特征

李尚林¹ 王训练¹ 徐兴永² 张海军¹ 刘旭东³ 李进文⁴

1(中国地质大学地球科学与资源学院 北京 100083) 2(中国科学院青岛海洋研究所 山东青岛 266071)
3(中国地震局地壳应力研究所 北京 100085) 4(中国地质科学院矿产资源研究所 北京 100037)

摘要 内蒙古哲斯敖包茅口期发育典型的生物礁。礁体呈东西向展布,在空间上可明显地划分出后礁相、礁核相及前礁相。礁核相包括礁坪带、礁冠带和礁前缘带。各相带相互位置关系表明当时礁体南侧为滨岸方向,北侧为广海方向。礁体中化石极为丰富,可识别出不同的生物组合。生物组合的空间分布明显受生物礁相带控制,它们之间均为横向关系,反映了生物组合与水动力环境的统一性。

关键词 哲斯敖包 生物礁 茅口期

第一作者简介 李尚林 男 1961 年出生 教授级高级工程师 博士研究生 地层学及区域地质

中图分类号 P588.24⁺8 **文献标识码** A

内蒙古达尔汉茂明安联合旗满都拉苏木哲斯敖包是我国北方二叠纪生物礁最为发育的地区之一。这一地区的地质研究工作始于 20 世纪 20 年代,80 多年来,积累了丰富的地质资料,但对地层问题争议很大,主要有四种主要认识:组成哲斯敖包的地层已倒转^[1~3];组成哲斯敖包的地层为正常的单斜岩层^[3~7],其中可划分出一系列生物带,时代为栖霞期—茅口期^[3~8];哲斯敖包由生物礁组成,其中不同的生物组合之间为生物礁相带控制的横向变化关系,年代为茅口期,没有栖霞期的地层;哲斯敖包由海绵生物丘组成^[8]。

1 概述

内蒙古哲斯敖包生物礁位于内蒙古达尔汉茂明安联合旗满都拉苏木哲斯敖包(图 1)。本区二叠系由中二叠统大石寨组和哲斯组构成,二者呈角度不整合接触。下部大石寨组为灰绿色、灰紫色安山岩、英安岩及凝灰岩夹砂砾岩及生物碎屑灰岩等,含化石。上部哲斯组可分为三段。一段为陆相灰色砾岩夹含砾不等粒长石岩屑砂岩及中细粒砂岩,二段为海相暗灰色中粒砂岩、钙质砂岩、粉砂质泥岩夹生物碎屑灰岩,局部发育生物丘(礁),三段为陆相紫灰色复成分

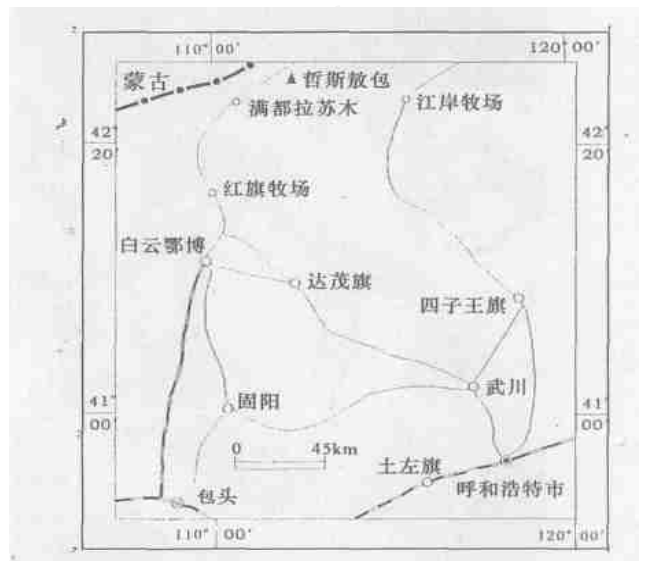


图 1 哲斯敖包位置图

Fig. 1 Location map of Zhesiaobao area

砾岩及含砾不等粒长石岩屑砂岩夹粉砂岩。

哲斯敖包生物礁赋存于哲斯组二段地层中,礁体呈东西向展布,东西长约 3 km,南北宽约 350 m,出露面积约 1 km²。据其内部礁相岩石学特征及生物组合特征,空间上明显地划分出后礁相、礁核相及

国家自然科学基金项目(批准号:40172014)、中国地质调查局基础地质综合研究项目《中国古大陆环境变化及其年代、生物、层序、事件、化学和构造地层响应》和中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学和地层学开放研究实验室课题基金项目(编号:013101)及 1:5 万区调联测(满都拉苏木幅、马脑勒特幅、西拉海音幅、查干哈达庙幅)项目联合资助。

江浩贤等. 1:20 万区调报告:查干哈达庙幅. 1980.

李尚林等. 1:5 万区域地质调查联测图幅报告:满都拉苏木幅、马脑勒特幅、西拉海音幅、查干哈达庙幅. 1998.

收稿日期:2003-06-29;收修改稿日期:2003-11-25

前礁相(图 2)。生物礁相带对生物组合的分布具有相当明显的控制作用,生物组合特征也有助于识别生物礁的相带。

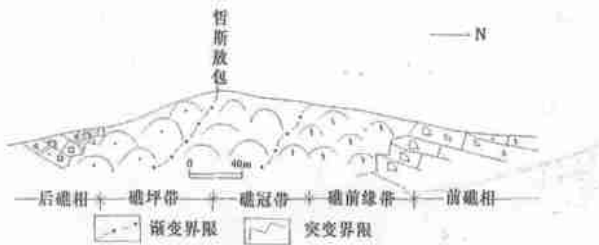


图 2 哲斯敖包生物礁剖面图

Fig. 2 The reef section in Zheshiaobo area

2 礁灰岩的类型及主要特点^[9~11]

Dunhum (1962) 碳酸盐岩分类中的粘结岩 (Boundstone) 大致相当于 Folk (1962) 碳酸盐岩分类中的礁灰岩。Embry 和 Klovan (1971) 将 Dunhum (1962) 的粘结岩类进一步划分为 2 类 5 亚类,并被广泛使用。

(1) 礁屑粒泥灰岩 (Floatstone): 岩石中骨架生物屑有 10% 以上大于 2 mm,并被杂基支撑。

(2) 礁碎块灰岩 (Rudstone): 岩石主要是由粗碎屑礁块组成,碎屑支撑。

(3) 障积灰岩 (Bafflestone): 含有丰富的原地生长枝状化石的泥晶灰岩。

(4) 包粘灰岩 (Bindstone): 含有原地的板状或



图 3 后礁相与礁核相关系素描图

Fig. 3 Sketch showing the relation between the backreef facies and reef core facies in the reef in Zheshiaobo area

纹层状化石,这种化石在沉积期间于沉积物上形成结壳,将沉积物包粘在一起而形成的岩石。

(5) 骨架灰岩 (Framestone): 由原地生长造架生物构成格架,格架间隙为灰泥及亮晶充填形成的岩石。

上述(1)、(2)为异地礁灰岩,主要堆积于礁翼部,实际上是礁核的塌积;(3) —(5)为原地礁灰岩,是礁的核心部分。

3 后礁相

3.1 岩石学特征

主要为灰色礁屑砾泥灰岩(图 2、3、5)、细晶生物碎屑灰岩和条带状或团块状白云石化硅化生物碎屑灰岩组合^[9~20]。岩石层理发育(图版 -1, 3, 4),向上变薄变浅的沉积旋回发育。每一旋回层厚为十厘米级,延伸稳定,下部发育块状层理,与下伏呈侵蚀接触,上部发育藻席纹层理、鸟眼构造及网格状构造,顶部发育 5~30 cm 厚,具角砾状构造的渣状钙结岩(古风化及古岩溶所致)(图 4)(图版 -1, 3),表现为滨岸 暴露的旋回性演化。其中网格状构造主要发育于潮上带下部和潮间带上部,少数见于潮间带,通常在干裂带以下的沉积层中产生,其成因多数人认为主要为气泡作用、收缩作用和藻类腐解作用三种。后礁相岩石中普遍发育白云石化现象,控制厚度 28 m。

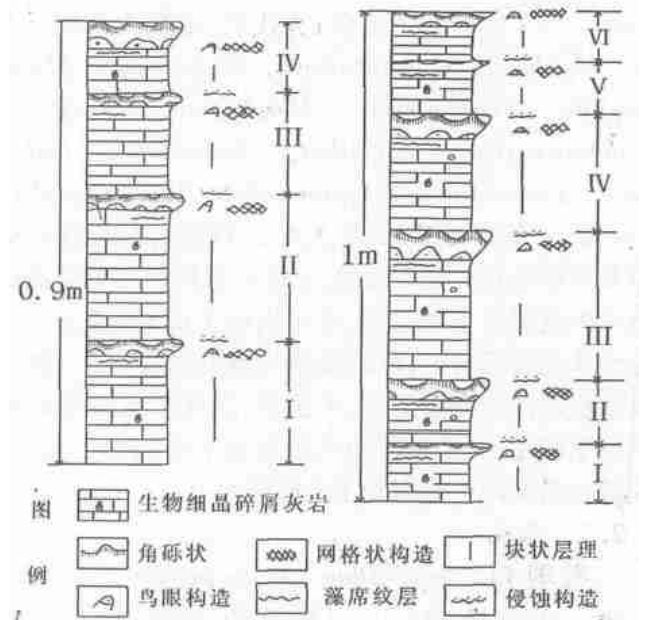


图 4 哲斯敖包后礁相沉积旋回示意图

Fig. 4 The sedimentary cycles of the backreef facies in the reef in Zheshiaobo area

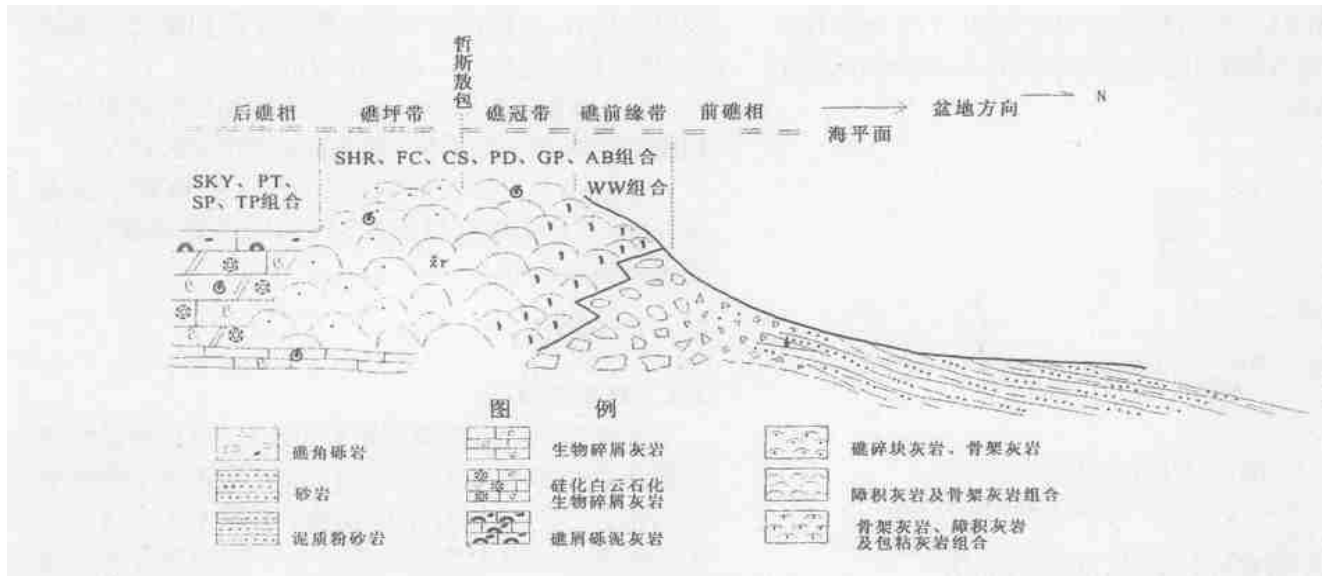


图5 哲斯敖包礁灰岩沉积模式图

Fig. 5 The sedimentary model of the reef limestones in Zhesiaobo reef

3.2 化石特征(图2,5) [3~17]

后礁相化石丰富,海百合、钙质绿藻、腕足类、单体珊瑚、有孔虫、腹足类、瓣鳃、头足类、粗枝状变口目的窄管类苔藓虫及介形虫等底栖生物繁盛。代表性化石组合特征如下:

3.2.1 腕足

腕足类以 *Spiriferella* - *Kochiproductus* - *Yakovlevia* 组合^[3~7] (简称 SKY 组合) 为代表,主要为 *Spiriferella*, *Kochiproductus*, *Yakovlevia*, *Muirwoodia*, *Rhombospirifer*, *Gypospirifer*, *Marginifera*, 其次有 *Waagenconcha*, *Anidanthus*, *Stenosisma*, *Orthotichia*, *Leptodus*, 少量 *Uncinunellina*, *Paeckelmanella*, *Neospirifer* 等属(图版 -2, 3, 5)。该组合以长身贝亚目和石燕亚目的分子为主,正形贝亚目和小咀贝亚目只见少数属的个别的种,适应底栖生活,外观上以大型个体发育为特征,成群富集埋葬在层面上,一般平卧在松散的灰泥质海底,不抗浪,反映了当时海底水流能量较小,凭借较弱的水流觅食水中的微生物,个别较小的类型可能固着于海底硬块上。

3.2.2 珊瑚

珊瑚以 *Plerophyllum crassosptatum* - *Tachylasma zhesiense* 组合^[3~7] (简称 PT 组合) 为代表,主要有 *Plerophyllum*, *Tachylasma*, *Paracania*, *Pleophyllum*, *Pentaphyllum*, *Calophyllum*, *Gerthia*, *Amgdalophylloides* 等属(图版 -15, 16)。该组合以缺失鳞板带或鳞板带不发育的单体珊瑚零星产

出,不富集成群体为显著特征,不抗浪,反映了当时海底水流能量较弱的后礁相环境。

3.2.3 苔藓虫

苔藓虫类以 *Stenopora angulata* - *Pseudobatostomella* 组合(简称 SP 组合) 为代表。主要为 *Stenopora*, *Pseudobatostomella*, *Stenodiscus*, *Goniorcladiids*, *Fistulipora*, *Dyscritella*, *Polypora*, *Parastenodisus*, *Rhabdomeson* 等属(图版 -5),以粗枝状变口目的窄管类苔藓虫为主,该组合不抗浪,生存于海底水流能量较弱的环境。

3.2.4 有孔虫

有孔虫组合为 *Tetrataxis* - *Pseudoglandulina* 组合(简称 TP 组合),主要有 *Glomospira*, *Wanganella*, *Glomospirella*, *Geinitzina*, *Pachyphloia*, *Cribrogenerina*, *Tetrataxis*, *Hemigordius*, *Agathammina*?, *Nodosaria*, *Pseudoglandulina* 等属。其中 *Nodosaria*, *Pachyphloia*, *Geinitzina*, *Glomospira* 最为繁盛。该组合适宜比较平静的地区,底栖生长。

在后礁相上述4个化石组合彼此共生。它们的共同特征是抗浪能力差,反映的是海水能量较弱的环境特征。

4 礁核相

4.1 岩石学特征(图2,5)

礁核相是哲斯敖包生物礁主体,主要为块状、非层状、丘状或扁豆状的碳酸盐岩体,岩石以骨架灰岩

和包粘灰岩为主。依据其出现的不同岩石特征及造礁生物的生态特征可划分三个带: 礁坪带: 由灰色礁碎块灰岩及少量骨架灰岩组成, 见有星散的丛状造礁生物; 礁冠带: 由灰色苔藓虫—珊瑚包粘障积灰岩、海绵骨架灰岩及少量包粘灰岩组成, 常见扁平的、短而粗的柱状、半球状、块状及枝状造礁生物的星散丛体出现; 礁前缘带: 由灰色珊瑚障积灰岩、珊瑚—苔藓虫及海绵包粘障积灰岩、骨架灰岩及包粘灰岩组成, 造礁生物的形状为半球状、枝状、柱状、席状及树枝状^[9~17], 附礁生物各式各样居住者较常见。

4.2 化石特征(图2、5)^[3~17]

礁核相中生物占20%~40%。造礁生物为海绵(图版-19, 20, 22), 约占造礁生物的20%左右; 泡孔目皮壳状苔藓虫(图版-6~11), 约占造礁生物的20%~30%; 群体珊瑚(图版-12~14, 21, 23~25), 约占造礁生物的35%~40%; 水螅、红藻及蓝藻等, 约占整个造礁生物的15%左右, 附礁生物为(图版-17, 18)、腕足类(图版-1, 4, 6~11)、小型单体珊瑚、有孔虫、腹足类、瓣鳃类、鹦鹉螺及海百合茎等。礁核相代表性化石组合特征如下:

4.2.1 腕足

腕足以 *Streptorhynchus* - *Hemiptychina* - *Richthofenia* 组合(简称 SHR 组合)为代表, 主要包括 *Streptorhynchus*, *Hemiptychina*, *Richthofenia*, *Enteles*, *Martinia*, *Notothyris*, *Dielasma*, *Stenosisma*, *Echinauris* 等属(图版-1, 4, 6~21)。这个组合最显著的特征是 *Richthofenia* 的集中出现, 从数量上成为优势, *Leptodus* 等也到了发展, 总体上表现为长身贝亚目的类型明显减少, 石燕亚目的分子个体数量有所增加。在礁后相腕足组合中完全缺失的扭月贝亚目、莱采贝亚目、无窗贝亚目和穿孔贝亚目等四个亚目的分子在这个组合中出现并迅速增加, 成为代表性化石。从形态上来看, 这个组合的分子以小个体为主要特征, 较合部三角面较长, 肉茎发育, 适宜固着生活, *Richthofenia* 特化成锥状, 该组合抗浪, 在礁核相作为附礁生物出现, 反映了当时水底海浪能量较大。

4.2.2 珊瑚

礁核相的珊瑚可分为两个组合, *Pseudowaagenophyllum vesiculosum* - *Diphycariophyllum* 组合和 *Waagenophyllum stereoseptatum* - *Wentzelella* 组合。前者主要产于礁坪带及礁冠带, 而后的分布则限于礁前缘带。

Pseudowaagenophyllum vesiculosum - *Diphycariophyllum* 组合(简称 PD 组合)主要为 *Carinoverbeekiella*, *Lophotichium*, *Damuqiphyllum*, *Pseudowaagenophyllum*, *Pseudoroemeripora*, *Mandulapora*, *Zhesipora* 等属种(图版-12, 13, 24), 小型单体珊瑚和丛状复体珊瑚及床板珊瑚等为特征, 缺失 PT 组合中发育的单体珊瑚属种。该组合的个体数量不是很多, 但与大量皮壳状苔藓虫及古石孔藻等共生在一起, 且常常被其缠绕(图版-12), 形成抗浪造架, 反映了当时海底海浪能量较大。这个珊瑚组合中的生物发育于礁坪带及礁冠带。

珊瑚 *Waagenophyllum stereoseptatum* - *Wentzelella* 组合(简称 WW 组合)的主要组成分子为 *Waagenophyllum virgalense mongoliense*, *W. stroseptatum*, *W. indicum zhesiense*, *W. wumengense*, *Wentzelella damuqiensis*, *Lophotichium bellum*, *Zhesipora permica*, *Mandulapora permica* 等(图版-21, 23, 25), 以发育丛状复体的四射珊瑚和床板珊瑚为特征。其中 *Waagenophyllum* 和 *Wentzelella* 非常丰富, 是本组合中新出现的优势分子, PD 组合中繁盛的分子大部分消失, 只有少数属种 *Zhesipora*, *Mandulapora*, *Lophotichium* 继续发育, 并且得到进一步繁盛。该组合中的属种较单调, 但个体数量丰富, 群体发育, 每一珊瑚虫个体生长较高, 长达15cm, 抗浪造架, 反映了当时海浪能量大, 水中碎屑物的泥砂含量较多, 沉积速度相对较快的特点。常常见到藻类包覆珊瑚壁生长, 作为造礁生物发育于礁前缘带。

4.2.3 苔藓虫

苔藓虫以 *Flstulipora* - *Cyclotrypa* 组合(简称 FC 组合)为代表。其主要分子为 *Fistulipora*, *Meekopora*, *Fenestella*, *Polypora*, *Parastenodiscus*, *Stenopora*, *Girtypora minor*, *Streblotrypa*, *Cyclotrypa*, *Stenodiscus*, *Hayasakapora*, *Rhombopora*, *Meekopora*, *Ramipora*, *Girtypora* 等属种(图版-6~11)。主要为层状、皮壳状的泡孔目笛孔类苔藓虫, 常常缠绕珊瑚(图版-12)等, 抗浪造架, 生存于海浪能量大的环境, 作为造礁生物发育于礁核相。

4.2.4 海绵

海绵 *Guangxinella* - *Peronidella* 组合(简称 GP 组合)(图版-19, 20, 22), 包括 *Guangxinella*, *Peronidella*, *Colospongia*, *Discosiphonella* 等4属, 主要为串管海绵和纤维海绵两类。两类海绵生态环

境相似,常共生在一起,均能经受较大风浪的袭击,常常缠绕珊瑚,同时被古石孔藻包覆(图版-19,20,22)生长,抗浪造架,作为造礁生物发育于礁核相。

4.2.5

Codonofusiella - *Schwagerina* 组合(简称 CS 组合)(图版-17,18),主要有:*Codonofusiella*, *Schwagerina*, *Pseudostaffella*?, *Pseudodoliolina*, *Rauserella*?, *Dunbarula*? 等属。适宜在海水较动荡的地区生长,作为附礁生物发育于礁核相。

4.2.6 有孔虫

有孔虫 *Ammodiscus* - *Baisalina* 组合(简称 AB 组合),主要有:*Ammodiscus tenuissimus*, *Glomospira*, *Textularis*, *Spiroplectamina*, *Geinitzina*, *Pachyphlois*, *Tetrataxis*, *Baisalina*, *Agathammina*, *Nodosaria* 等属。除后礁相中发育的 *Nodosaria*, *Pachyphloia*, *Glomospira*, *Geinitzina*, *Agathammina* 继续繁盛外,新出现 *Baisalina* 的个体数量十分丰富,种的类别也较多,该组合适宜在海水较动荡的地区生长,作为附礁生物发育于礁核相。

在礁核相上述 *SHR*、*FC*、*GP*、*CS* 及 *AB* 组合与珊瑚 *PD*、*WW* 组合彼此共生。它们的共同特征是抗浪能力强,反映的是海水能量较强的环境特征。

4.3 前礁相

前礁相主要为粗礁角砾灰岩(图版-2)、细礁角砾灰岩、砂屑灰岩至泥质灰岩,岩石中的碎屑成分为完整的或破碎的骨骼残骸、礁灰岩块和造礁生物的骨骼等,随着远离礁核方向逐渐变细,并且朝盆地方向变成页岩或钙质泥岩。与后礁相相反,岩石不具白云石化现象。

前礁相的化石与礁核相的分子一致,所不同的是化石发育于礁角砾灰岩、砂屑灰岩的角砾及碎屑中,为前礁相的塌积物,是异地埋藏的化石。

5 结论

(1) 礁体各相带相互位置关系表明当时礁体南侧为滨岸方向,北侧则为广海方向(图2,5)。

(2) 哲斯敖包生物礁形成于陆棚环境中。沉积过程中海平面升降频繁,频繁暴露地表,在后礁相形成相应的古风化壳及古岩溶(图4;图版-1,3)。

(3) 不同的生物组合适应于不同的水动力条件,不同的环境中发育不同的生物组合,反映了生物组合与环境的统一性(图2,3,5)。

(4) 各生物组合的空间分布主要受沉积相带的

控制,它们之间均为横向变化关系,不存在垂向变化特征(图2,3,5;图版-3,4)。

(5) 哲斯敖包生物礁的化石未见栖霞期的标准化石,礁核相生物组合相当于我国南方茅口期^[3-8]的化石面貌。以往认为在这一地区有栖霞期的地层,主要是因为把地层处理为单斜地层,把典型的茅口期地层之下一段地层的时代解释为栖霞期。进一步研究表明,原来被解释为栖霞期的地层实为后礁相沉积,其中并无栖霞期的标准化石,而是一些分布时代比较长、地层意义不大的化石。这也符合后礁相生物的一般特征。从野外产出情况来看,原来解释为栖霞期后礁相地层与含丰富的茅口期标准化石的礁核相地层的侧向过渡关系相当清楚,它们当属生物礁不同相带控制下的同期异相沉积,似乎不存在上下关系。因此,哲斯敖包生物礁的时代仅为茅口期。

6 意义

(1) 在以往的研究中,哲斯敖包由单斜岩层组成,被认为是内蒙地槽区二叠纪出露的典型地区,从下至上与南方栖霞组(阶)及茅口组(阶)对比,并以此解释本区的地质构造特征及其演化历史^[3-8]。哲斯敖包生物礁的发现,不仅填补了该区地质历史中生物礁记录的空白,从而使本区成为内蒙地槽区生物礁出露较全的地区之一,从后礁相、礁核相(包括礁坪带、礁冠带和礁前缘带)及前礁相都有发育。哲斯敖包生物礁的发现对于本区地质构造特征、古生态、古环境、生物组合及其演化历史的研究具有重要意义。

(2) 长期以来,在天山兴蒙地槽区、蒙古、东欧及西藏等邻区的地层研究中,与内蒙古哲斯地区对比,发现含上述后礁相中的化石将其置于栖霞阶,含上述礁核相中的化石将其划归茅口阶。哲斯敖包生物礁的发现,更新了地层层序认识,可以更加合理地进行地层的划分对比。

(3) 一些学者认为,哲斯敖包栖霞阶的古生物(特别是腕足)是典型的北极型动物群组合,其中只有个别见于南方特提斯动物群,如 *Leptodus*; 茅口阶的腕足类中特提斯型的属种明显增多,为暖水型动物群,从下往上由冷水型向暖水型演化。哲斯敖包生物礁的发现表明,所谓的北极型动物群组合为发育于后礁相的化石组合,而所谓的暖水型动物群则为发育于礁核相的化石组合。生物礁相带的横向变化是引起生物群变化的根本原因,可能不是随着时间推移从冷水环境到暖水环境变化引起的生物群的变化。这对

于认识古生态、古环境及生物组合等变化(演化)规律具有实际意义。

本文是在15万区调成果的基础上撰写而成的,工作过程中得到内蒙古第一区域地质调查研究院董启贤总工程师、吴之理副总工程师、朱伸玉副总工程师及参加15万区调全体同志的支持,化石鉴定由南京古生物研究所王玉净研究员、邓占球研究员、沈阳地质矿产研究所苏养正研究员、长春科技大学林英铤教授、李良芳教授及内蒙古第一区域地质调查研究院李文国高工等完成,在此一并感谢。

参考文献(References)

- Grabau A W. The Permian of Mongolia. Natural History of Central Asia, New York, 1931, 4:1~30
- 李良芳. 内蒙古达茂旗哲斯敖包早二叠世地层的研究. 长春地质学院学报, 1980, 10(3):21~32 [Li Liangfang. Study of the early Permian stratigraphy in Zhesiaobao, Inner Mongolia. Journal of Changchun College of Geology, 1980, 10(3):21~32]
- 丁蕴杰, 夏国英, 段乘华, 等. 内蒙古哲斯地区早二叠世地层及动物群. 中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊, 1985, 第10号:1~244 [Ding Yunjie, Xia Guoying, Duan Changhua, et al. Study on the early Permian stratigraphy and fauna in Zhesiaobao, Inner Mongolia. Bulletin Tianjin Institute Geol. Min. Res., 1985, (10):1~244]
- 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志. 北京:地质出版社, 1991. 202~205 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Inner Mongolia. Regional Geology Of Inner Mongolia. Beijing: Geological Publishing House, 1991. 202~205]
- 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区岩石地层. 武汉:中国地质大学出版社, 1996. 107~109, 233~239 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Inner Mongolia. Stratigraphy (lithostratic) of Inner Mongolia. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1996. 107~109, 233~239]
- 林英铤, T. A. 林英铤, 等. 中国内蒙古哲斯-洪格尔剖面与东欧和特提斯层型区二叠纪沉积对比的意义. 世界地质, 1998, 17(4):9~10 [Lin Yingdang, et al. Correlation implication for the Permian sediments between Zhesi-Honggeer section in Inner Mongolia, China and stratotype in Eastern and Tethys. Global Geology, 1998, 17(4):9~10]
- 刘鹏举, 郭伟. 内蒙古哲斯地区早二叠世地层的新认识. 世界地质, 1998, 17(2):1~5 [Liu Pengju and Guo Wei. New recognition on Lower Permian in Zhesi, Inner Mongolia. Global Geology, 1998, 17(2):1~5]
- 王惠, 陈志勇, 杨万容. 内蒙古满都拉二叠纪海绵生物丘的发现及意义. 地层学杂志, 2002, 26(1):33~38 [Wang Hui, Chen Zhiyong, and Yang wan rong. Discovery of the Permian sponge mounds in Mandula, Inner Mongolia. Journal of Stratigraphy, 2002, 26(1):33~38]
- Dunham G R. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. AAPG Memior, 1962, 1:108~121
- Folk R L. Sepectral subdivision of limestones types. AAPG Memior, 1962, 1:62~84
- Embr A, Klovon J E. A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, Northwest Territories. Bulletin of Canadian Pelagic Geology, 1971, 19:730~781
- 邓占球. 广西来宾合山上二叠统海绵化石. 古生物学报, 1981, 20(5):418~420 [Deng Zhanqiu. Upper Permian sponges from laibin of Guanxi. Acta Palaeontologica Sinica, 1981, 20(5):418~420]
- 邓占球. 记述几种海绵和水螅. 古生物学报, 1982, 21(6):709~713 [Deng Zhanqiu. Note on some sponges and hydroids. Acta Palaeontologica Sinica, 1982, 21(6):709~713]
- 杨万容, 李讯. 中国南方二叠纪礁类型及成礁的控制因素. 古生物学报, 1995, 34(1):67~75 [Yang Wanrong and Li Xun. Permian reef types and controlling factors of reef formation in south China. Journal of Stratigraphy, 1995, 34(1):67~75]
- 杨万容, 杨长庚, 李讯, 张国方. 浙江桐庐二叠纪海绵生物丘的沉积环境及成岩环境. 地层学杂志, 1995, 19(3):191~197 [Yang Wanrong, Yang chang qing, Li Xun, Zhang Guofang. The sedimentary and diagenesis environments of Permian sponge mound in Tonglu, Zhejiang. Journal of Stratigraphy, 1995, 19(3):191~197]
- 周建平, 张选信, 王玉净, 杨群. 中国二叠纪一类生物地理分区. 地层学杂志, 2000, 24(增刊):378~381 [Zhou Jianping, Zhang Linxin, Wang Yujing, Yangqun. Permian biogeography provinces of fusulinids in China. Journal of Stratigraphy, 2000, (Supplement):378-381]
- 贾振远, 李之琪. 碳酸岩沉积相和沉积环境. 武汉:中国地质大学出版社, 1989. 84~103 [Jia Zhenyuan and Li Zhiqi. Carbonate sedimentary facies and environments. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1989. 84~103]
- 何卫红, 王啸风, 卜建军. 晚奥陶世五峰期扬子海盆地海平面变化旋回与古水深度. 沉积学报, 2002, 20(3):367~371 [He Weihong, Wang Xiaofeng and Bu Jianjun. The eustatic cycles and the depth of water mass of the latest Ordovician Wufengian in the Yangtse Basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2002, 20(3):367~371]
- 李双应, 岳双仓. 安徽巢湖二叠系栖霞组碳酸盐岩斜坡沉积. 沉积学报, 2002, 20(1):7~12 [Li Shuangying and Yue Shucang. Sedimentation on a carbonate slope of Permian Qixia Formation in Chaohu Region, Anhui. Acta Sedimentologica Sinica, 2002, 20(1):7~12]
- 王兴志, 张帆, 马青, 等. 四川盆地东部晚二叠世—早三叠世飞仙关期礁、滩特征与海平面变化. 沉积学报, 2002, 20(2):249~254 [Wang Xingzhi, Zhang Fan, Ma Qing, et al. The characteristics of reef and bank and the fluctuation of sea-level in Feixianguan Period of late Permian~early Triassic, east Sichuan Basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2002, 20(2):249~254]

Characteristics of the Maokou 'an Reef in the Zhesiaobao, Inner Mongolia

LI Shang-lin¹ WANG Xun-lian¹ XU Xing-yong² ZHANG Hai-jun¹ LIU Xu-dong³ LI Jiu-wen⁴

1(China University of Geosciences, Beijing 100083) 2(Institute of Marine Geology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao

Shandong 266071) 3(Institute of Crustal Dynamics, China Seismological Bureau, Beijing 100085) 4(Institute of Mineral

Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037)

Abstract Typical reefs are discovered in the Maokou 'an deposits of Zhesiaobao, Inner Mongolia. They extend from east to west, and can be divided into backreef facies, reef front facies and reef core facies clearly. Reef flat, reef crest and reef front margin can be recognized in the reef core facies. The relationship among the various facies suggests that southern part of the reefs are landward, and the northern part seaward. The reefs are very rich in fossils, in which different bioassemblages can be distinguished. The spatial distribution of those assemblages seems to be controlled by facies belts of reefs, and they may exchange laterally from one to another.

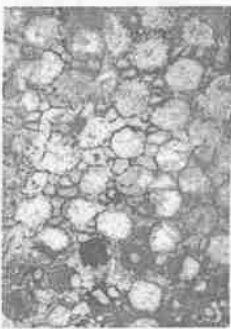
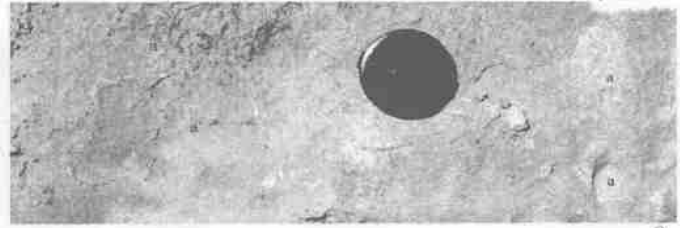
Key words reefs, Maokou 'an Stage, Zhesiaobao

图版 说明 1. 后礁相沉积旋回, 每个旋回中下部(a)发育块状层理, 与下伏呈侵蚀接触, 中上部(b)发育藻席纹理、鸟眼构造, 顶部(c)发育5~30 cm厚的角砾状构造(渣状钙结岩)(古风化及古岩溶所致)。2. 前礁相中礁角砾灰岩, a为礁角砾。3. 后礁相与礁核相关系, a为后礁相, b为礁核相, 二者之间为横向变化关系。4. 后礁相与礁核相关系, 照片中a为后礁相, b为礁核相, 二者之间为横向变化关系。5. *Stenopora angulata*(角状窄管苔藓虫), 弦切面×1.5, 后礁相SP组合中的分子。6. *Cyclotrypa exposita*(精美圆苔藓虫), a弦切面×10, b纵切面×10, 礁核相FC组合中的分子。7. *Parastenodiscus jilinensis*(吉林拟窄板苔藓虫), a横切面×10, b纵切面×10, 礁核相FC组合中的分子。8. *Fistulipora hangchouensis*(杭州笛苔藓虫), a弦切面×10, b纵切面×10, 礁核相FC组合中的分子。9. *Fistulipora hangchouensis*(杭州笛苔藓虫), a弦切面×10, b纵切面×10, 礁核相FC组合中的分子。10. *Cyclotrypa eximia*(独特圆苔藓虫), a弦切面×10, b纵切面×10, 礁核相FC组合中的分子。11. *Polypora praepluriformis*(古复形多孔苔藓虫), a纵切面×10, b横切面×10, 礁核相FC组合中的分子。

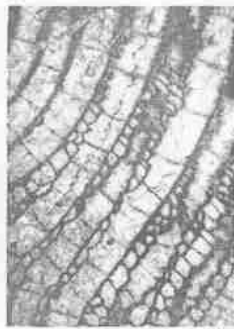
图板 说明 1. *leptodus nobilis*(美丽蕉叶贝), ×0.5, 礁核相SHR组合中的分子。2. *Rhombospirifer zhesiensis*(哲斯菱石燕), 背视, ×0.5, 后礁相SKY组合中的分子。3. *Gypospirifer volatilis*(滑翔鹰石燕), 前视, ×0.5, 后礁相SKY组合中的分子。4. *Richthofenia cornuformis*(角状李希霍芬贝), 侧视, ×0.5, 礁核相SHR组合中的分子。5. *Paramaginifera peregrina*(奇特拟围脊贝), 腹视, ×0.5, 后礁相SKY组合中的分子。6. *Altiplexus mongolicus*(蒙古高褶贝), 腹视, ×1, 礁核相SHR组合中的分子。7. *Martinia mongolica*(蒙古马丁贝), 背视×1, 礁核相SHR组合中的分子。8. *Martinia lingulata*(舌突马丁贝), 侧视×1, 礁核相SHR组合中的分子。9. *Eteletes andrewsi*(安底斯全形贝), 侧视, ×0.5, 礁核相SHR组合中的分子。10. *Streptorhynchus zhesiensis*(哲斯弯嘴贝), 背视, ×0.5, 礁核相SHR组合中的分子。11. *Hemiptychina morrissi*(毛里氏半褶贝), 背视, ×1, 礁核相SHR组合中的分子。12. *Lophotichium* sp.(顶轴板珊瑚未定种), ×2, 礁坪带及礁冠带PD组合中的分子, 苔藓虫、古石孔藻包覆顶轴板珊瑚生长。13. *Pseudowaagenophyllum vesiculosum*(泡沫假卫根珊瑚), ×3, 礁坪带及礁冠带PD组合中的分子。14. *Zhesipora permica*(二叠哲斯孔珊瑚), 横切面×7, 礁前缘带WW组合中的分子。15. *Tachylasma zhesiense*(哲斯速壁珊瑚), ×2, 后礁相PT组合中的分子。16. *Tachylasma concazetabulatum*(凹板速壁珊瑚), ×2, 后礁相PT组合中的分子。17. *Schwagerina arctica*(北方希瓦格), ×5, 礁核相CS组合中的分子。18. *Codonofusiella* sp. B(喇叭蜓B种)×60, 礁核相CS组合中的分子。19. *Peronidella* sp.(小领针海绵未定种)×10, 礁核相GP组合中的分子。20. *Discosiphonella* sp.(盘管海绵未定种)×13, 礁核相GP组合中的分子。21. *Waagenophyllum virgalense mongoliense*(维加尔卫根珊瑚蒙古亚种), 横切面×3, 礁前缘带WW组合中的分子。22. *Colospongia* sp.(串管海绵未定种)×3, 礁核相GP组合中的分子, 古石孔藻附着其上生长。23. *Waagenophyllum indicum*(印度卫根珊瑚), 横切面×2, 礁前缘带WW组合中的分子。24. *Madulapora permica*(二叠满都拉孔珊瑚), ×3, 礁坪带及礁冠带PD组合中的分子。25. *Waagenophyllum indicum*(印度卫根珊瑚), 横切面×3, 礁前缘带WW组合中的分子。

李尚林

图版 I



6a



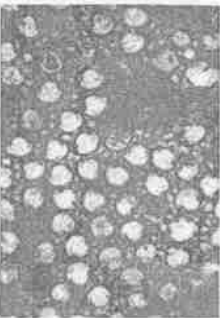
6b



7a



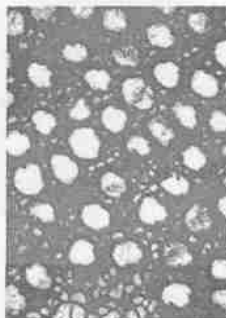
7b



8a



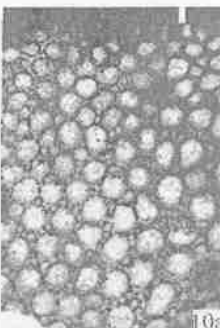
8b



9a



9b



10a



10b



11a



11b

李尚林

图版 II

