

文章编号:1000-0550(2011)04-0752-09

# 藏北安多东巧地区晚侏罗世生物礁古生态学研究<sup>①</sup>

肖传桃<sup>1</sup> 夷晓伟<sup>1</sup> 李梦<sup>2</sup> 李超<sup>2</sup>

(1. 长江大学油气资源与勘探技术教育部重点实验室 湖北荆州 434023; 2. 成都理工大学 成都 610059)

**摘要** 安多东巧地区上侏罗统沙木罗组主要为一套潮坪相碎屑及台地相碳酸盐沉积,其中的特征沉积是发育有生物礁。造礁生物主要为层孔虫,其次为珊瑚,其中,层孔虫又可以分为筒状、块状和枝状3种宏观形态。在对造礁生物的个体生态学分析基础上,根据其组合特征,将生物礁划分为3个造礁群落,分别是 *Milleporidium—Cladocoropsis* 群落、*Cladocoropsis—Milleporidium—Milleporella* 群落和 *Milleporidium—Actinatraea* 群落,其中,后两者进一步可以划分为两个亚群落。生物礁主要形成于海平面上升时期,其发育明显受海平面的升降速率与容纳空间增长速率的控制。造礁群落存在取代一种形式,这主要是由于在高海平面时期相对海平面的变化不稳定所造成,由于海平面变化过程中存在多个次一级的旋回,故导致生物礁在纵向上发育的不连续和厚度不大等特征。研究认为班公错—怒江缝合带中段洋壳俯冲时间应为中侏罗世末期或晚侏罗世沙木罗组沉积期之前,晚侏罗世沙木罗组生物礁的存在说明,研究区可能属于班公—怒江洋壳俯冲后的残留弧后盆地中浅海大陆架的一部分。

**关键词** 生物礁 古生态学 海平面变化 晚侏罗世 藏北地区

**第一作者简介** 肖传桃 男 1965年 出生 教授 古生态学及沉积学 E-mail: ctxiao188@yahoo.com.cn

**中图分类号** Q913.2 **文献标识码** A

西藏安多县东巧区位于羌塘地层区(图1),区内晚侏罗世地层中发育有大量生物礁,这些生物礁系作者等首次发现<sup>[1]</sup>。生物礁均产于上侏罗统沙木罗组中,其中产有层孔虫 *Cladocoropsis mirabilis*, *C. nanoxi*, *Parastromatopora compacta*, *Milleporium remesi* 等。其中 *Cladocoropsis mirabilis* 分布极为广泛,见于希腊、南斯拉夫、阿尔及利亚、欧洲、日本和阿拉伯等地上侏罗统牛津阶至启莫里阶<sup>[2~6]</sup>。此外, *Cladocoropsis nanoxi* 和 *Parastromatopora compacta* 亦曾见于南斯拉夫的上侏罗统牛津阶至启莫里阶<sup>[7~9]</sup>。

研究区上侏罗统沙木罗组下部为一套潮坪相碎屑岩沉积,中上部为一套开阔台地相碳酸盐岩沉积。本区发现的侏罗世生物礁与中扬子地区下奥陶统生物礁比较相似<sup>[10]</sup>,它们均具有厚度较小、数量较多、规模小至中等和分布广等特点(图2)。生物礁厚度多为2~3.5 m,在剖面中横向延伸80 m左右,在区域上延伸10 km左右。礁体多呈丘状、面包状及似层状等,在横向上礁体之间具指状相变特征,分带明显。本区上侏罗统生物礁的发现,不仅填补了藏北地区侏罗纪生物礁领域的空白,丰富了我国侏罗纪生物礁的类型,对于特提斯地区的大地构造研究具有重要参考价值,更重要的是该发现对于目前及将来在中国最后

一块大陆区域——藏北地区进行油气勘探和评价具有重要意义。

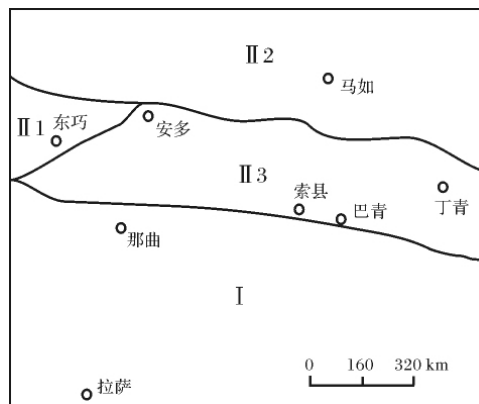


图1 研究区地层区划

I. 冈底斯—念青唐古拉区; II 1. 羌南地层分区;  
II 2. 类乌齐—左贡地层分区; II 3. 羌北地层分区

Fig. 1 Stratigraphic divisions of the study area

迄今为止,关于研究区晚侏罗世生物礁的研究主要侧重于礁的岩相、类型和特征以及礁的演化等内容<sup>[1]</sup>,而有关生物礁的造礁群落与环境以及造礁的群落演化等古生态学方面则未曾涉及,本文主要就研究区生物礁的古生态学进行研究,重点建立造礁群

<sup>①</sup>国家自然科学基金项目(批准号:40972019)、湖北省教育厅计划类科技项目和国家大学生创新性实验计划资助成果。  
收稿日期:2010-06-22; 收修改稿日期:2010-09-26

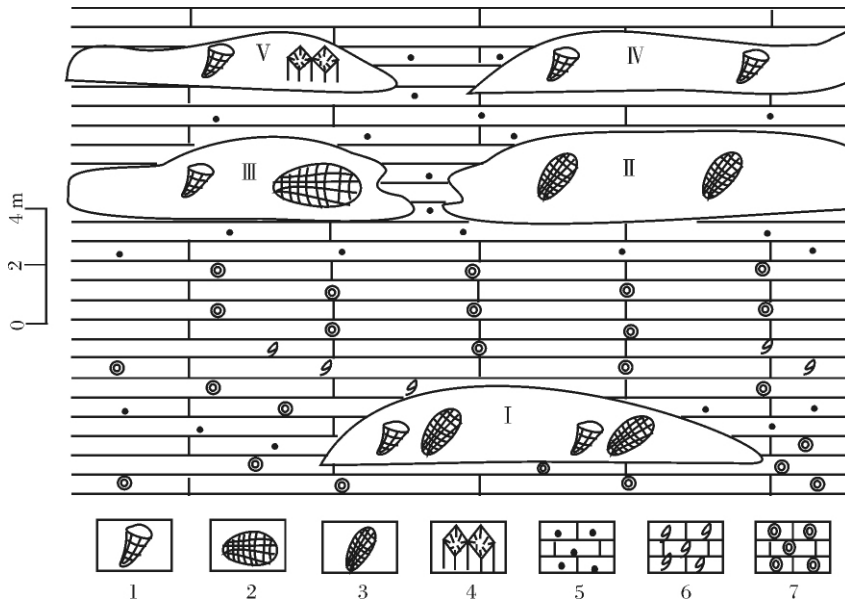


图 2 安多东巧晚侏罗世生物礁分布特征(据文献[1]修改)

1. 筒状层孔虫; 2. 块状层孔虫; 3. 枝状层孔虫; 4. 四射珊瑚; 5. 砂屑灰岩; 6. 生物碎屑灰岩; 7. 核形石灰岩

Fig. 2 Distribution features of the Upper Jurassic reef in Dongqiao, Anduo County

落,并阐述其生态环境,在此基础上分析其演化与海平面变化之间关系。

## 1 造礁生物的类型和个体生态特征

研究区的晚侏罗世造礁生物主要为层孔虫和四射珊瑚等。其中,层孔虫的形态和种类多样,四射珊瑚以块状群体为主。

### 1.1 层孔虫

研究区造礁生物层孔虫的宏观形态总体上可分为三大类,即共骨枝状、共骨筒状和共骨块状或球状。

#### 1.1.1 枝状层孔虫

该类层孔虫宏观上呈共骨枝状,有的稍弯曲。以 *Cladocoropsis*(图版 I-1、2) 为代表,其共骨呈细小的枝状,以纵向骨素为主,常呈板状向上、向外展开生长,纵向骨素之间常为横向突出物所连接,其枝体横切面多为圆形、椭圆形,直径 3~5 mm,长度 0.5~6 cm 不等,多为 1.5~4 cm。其含量十分丰富,约占岩石含量的 40%~60%。在地层中多呈垂直或倾斜状态保存,其主要功能是原地固着生长,障积和吸附灰泥,并形成障积礁。

#### 1.1.2 筒状层孔虫

此类层孔虫以 *Milleporidium cylindricum*(图版 I-3、4、5), *Parastromatopora memoria ~ naumanni* 为代表,据宏观形态不同可分为轴区和边缘区,纵向骨素常向外作放射状分布,横板发育,横切面呈圆至椭圆

形,直径 1~1.5 cm,长 5~8 cm 不等,以 *Parastromatopora memoria ~ naumanni* 为代表。

#### 1.1.3 块状层孔虫

该类层孔虫宏观形态呈共骨块状、球状及盘状等,主要代表有 *Milleporella*, *Xizangstromatopora* 及 *Parastromatopora* 等。其中,有些纵向骨素发育,且常呈柱状或板状,有时与横向骨素连接,横向骨素有时呈层状但不连续,共管宽而直,星根不发育,如 *Milleporella*(图版 I-6、7) 等;有些共骨以纵向骨素为主,常交接成不规则的具有许多横板的共间或圆形的共管。

#### 1.1.4 层孔虫生态特征

层孔虫是一类营群体生活的海洋底栖固着型动物,其硬体构造较为复杂,具有星根、轴柱、共骨、中柱、泡沫组织、虫室、骨素等构造,并具有典型的层状构造,为层孔虫阶段生长的产物。其群居的软件组织位于众多的虫室内,且能分泌钙质骨骼。层孔虫固着于硬底上生活,靠从流动的水体中滤食微生物为生,其要求的生态环境为温暖、清洁、氧和光线较为充足、循环较好的正常浅海。尽管层孔虫生存的环境大体相似,但不同形态的层孔虫生存的微环境有差异。在本区中,枝状层孔虫如 *Cladocoropsis* 等圆枝状体直径细小,不利于在高压环境生活,一般生活于水体相对安静的环境中,这一结论由其枝状体间多为泥晶方解石充填得到证实。而筒状层孔虫和块状层孔虫因共骨较结实,可形成抗浪格架,其生态环境的能量为相

对高的水体,这一结论由其共骨间含有(充填)一定数量的生物碎屑和粉屑等颗粒甚至有亮晶方解石等得到证实。

### 1.2 六射珊瑚

研究区造礁生物中,六射珊瑚以 *Actinastrea* 为主(图版 I-8)。该类珊瑚呈块状复体,个体为多角状,一般为六角形,直径 2.5~3.0 mm,具有二级隔片,一级隔片长,并在中心相交,二级隔片的长度为一级隔片的 2/3。轴柱呈柱状,在地层中呈原地生长状态保存,其功能是原地固着生长,形成坚实的抗浪格架,障积和吸附灰泥及碳酸盐颗粒,形成骨架礁。

群体六射珊瑚是一类典型底栖固着型动物,其摄食方式亦为滤食,靠口周围的一圈或多圈触手摆动引起水流进入口中,然后滤食水体中所携带的食物和氧等。其生活环境与层孔虫相似。本区内 *Actinastrea* 与筒状层孔虫共生,生活于能量相对较高,温暖、清洁、氧和光线充足,循环较好的正常浅海中。

## 2 造礁生物群落划分

群落古生态学研究是生物礁古生态学研究的核心工作,在生物礁研究中把那些具有相同或相似的群落组成的群落划为一个群落型。用群落来划分和对比地层,其精度高于生物地层和岩石地层。通过对盆地内不同地区群落古生态学及群落演化研究可以恢复盆地演化的历史。

### 2.1 *Milleporidium*—*Cladocoropsis* 群落

该群落产于研究区上侏罗统沙木罗组中部(图 2-I 号礁),其顶、底边界清晰,生物礁上、下均由核形石灰岩及生屑灰岩组成。

组成:本群落的生物组成有枝状层孔虫: *Cladocoropsis mirabilis*;筒状层孔虫: *Milleporidium cylindricum*;块状层孔虫: *Milleporella pruvosti*;双壳类: *Ceratomya* sp. 等。

结构:在该群落中, *Cladocoropsis* 占群落的优势,其丰度为 60%~70%;在岩石中多呈垂直或倾斜状态保存,少数呈躺卧状态。其生态功能是原地固着生长,障积和吸附灰泥,是群落中的建设者,为群落创造了稳定的生态环境。 *Milleporidium cylindricum* 为群落的特征分子,同时也是亚优势分子,丰度为 20%~30%,其生态功能与 *Cladocoropsis* 基本相同。块状层孔虫 *Milleporella pruvosti* 在本群落中含量极少。双壳类 *Ceratomya* 为内生潜穴生活方式,为本群落的毁礁生物,起着破坏生物礁的作用。

生态环境分析:在该群落中,营底栖固着型生物占 90%,营内生潜穴生活的生物占约 10%。其中,营底栖固着型生物主要为枝状层孔虫,其次为筒状层孔虫,它们均属于底栖固着,靠流动的水体带来营养和食物为生。又因枝状层孔虫肢体较细而且较长,难以抵抗较强的水动力,综合上述因素认为,本群落代表的生态环境应为温暖、清洁、氧和光线较为充足、循环较好水体稍深的正常浅海,水深约 10~20 m。

### 2.2 *Cladocoropsis*—*Milleporidium*—*Milleporella* 群落

本群落以 *Cladocoropsis*、*Milleporidium* 和 *Milleporella* 的大量繁盛为特征,根据其分布特征和亚环境的不同,可以将本群落划分为两个亚群落,即 *Cladocoropsis* 亚群落和 *Milleporidium*—*Milleporella* 亚群落(表 1)。

#### 2.2.1 *Cladocoropsis* 亚群落

该亚群落分布于上侏罗统沙木罗组中上部(图 2-II 号礁),其顶、底边界清晰,礁基和礁盖均由砂屑灰岩组成,该群落与 *Milleporidium*—*Milleporella* 亚群落相邻接。

组成:本亚群落的生物组成主要为枝状层孔虫 *Cladocoropsis* 一属,可以分为 *Cladocoropsis mirabilis* 和 *C. naoxi* 两个种,块状和筒状层孔虫极少见。

结构:在本亚群落中, *Cladocoropsis* 占绝对优势,其丰度为群落的 95%,构成群落的优势分子,同时亦为特征分子,在礁岩中多数呈原地生长状态保存,少数呈躺卧状态。其生态功能是原地固着生活,障积和吸附灰泥,是亚群落中的建设者,给群落创造了稳定的生态环境。

生态环境分析:本亚群落属典型的底栖固着生态型,营底栖固着型生物近于 100%,且以枝状层孔虫 *Cladocoropsis* 的异常繁盛为特色,由于枝状层孔虫的枝体较为细小,不能适应于能量较强的生态环境,因此,本亚群落的生态环境为温暖、清洁、氧和光线较为充足、循环较好但较为安静的正常浅海,水深约 15~25 m。

#### 2.2.2 *Milleporidium*—*Milleporella* 亚群落

本亚群落分布于上侏罗统沙木罗组中-上部(图 2-III 号礁),其顶、底边界清晰,礁基和礁盖均由砂屑灰岩组成,该群落侧向上与 *Cladocoropsis* 亚群落相邻接。

组成:本亚群落的生物组成有筒状层孔虫和块状层孔虫,其中筒状层孔虫有: *Milleporidium styliferum*,

*M. kabrdinense*, *M. cylindricum*; 块状层孔虫: *Milleporella*, *Xizangstromatopora*, *Parastrompora* 等; 枝状层孔虫: *Cladocoropsis mirabilis*, *C. nanoxi* 等。其中, 块状层孔虫为群落优势分子, 其丰度为 35% ~ 45%, 在礁岩中多呈完好原地生长、直立状态保存, 它们原地生长彼此相连接, 抵抗水流, 形成抗浪格架, 为群落提供稳定的生态环境。筒状层孔虫为群落的特征分子, 其丰度为 25% ~ 30%, 枝状层孔虫丰度为 15% ~ 25%, 他们的生态功能与块状层孔虫相同, 均为原地固着生长, 阻挡或捕获灰泥, 形成抗浪格架。

生态环境分析: 该亚群落属于较典型的底栖固着生态型, 营底栖固着型生物近于 100%, 以块状层孔虫为主, 其次为筒状层孔虫和枝状层孔虫, 它们多数呈垂直层面的直立状态保存, 平卧者较少。其中, 块状层孔虫由于其体积大, 块状形态能抵抗较强能量的波浪, 筒状层孔虫次之, 枝状层孔虫最弱。鉴于三种类型层孔虫的彼此共生的特殊情况, 推测该亚群落生态环境应为温暖、清洁、氧和光线较为充足、循环较好的中-低能正常浅海, 水深约 10 ~ 20 m。

2.3 *Milleporidium—Actinatraea* 群落

该群落以 *Milleporidium* 和 *Actinatraea* 特别是前者的大量繁盛为特征, 根据其分布特征和亚环境的不同, 可以将本群落划分为两个亚群落, 即 *Milleporidium styliiferum* 亚群落和 *Milleporidium—Actinatraea* 亚群落。

2.3.1 *Milleporidium styliiferum* 亚群落

本亚群落产于上侏罗统沙木罗组上部(图 2-IV 号礁)。生物礁的顶、底边界清晰, 礁基由砂屑灰岩组成, 礁盖由泥晶灰岩组成, 该群落侧向上与 *Milleporidium—Actinatraea* 亚群落相邻接。

组成: 该亚群落主要由筒状层孔虫组成, 如 *Milleporidium styliiferum*, *M. kabrdinense* 等, 且以前者为 主, 枝状层孔虫极少。

结构: *Milleporidium styliiferum* 在该亚群落中占绝对优势, 其丰度为群落的 65%, 并构成群落的优势分

子, 同时亦为特征分子, 其次为 *M. kabrdinense*。它们多数呈垂直层面的直立状态保存, 平卧者较少。其生态功能是原地固着生活, 障积和捕获灰泥, 给群落创造了稳定的生态环境。

生态环境分析: 本群落也属于较典型的底栖固着生态型, 营底栖固着型生物近于 100%, 即以筒状层孔虫 *Milleporidium* 大量繁盛为特色, 它们多数呈垂直层面的直立状态保存, 平卧者较少。因此, 能适应于能量较强的生态环境, 推测其生态环境应为温暖、清洁、氧和光线较为充足、循环较好正常浅海, 水深约 5 ~ 15 m。

2.3.2 *Milleporidium—Actinatraea* 亚群落

该亚群落分布于东巧上侏罗统沙木罗组上部(图 2-V 号礁), 其顶、底边界清晰, 礁基由砂屑灰岩组成, 礁盖由泥晶灰岩组成, 该群落侧向上与 *Milleporidium styliiferum* 亚群落相邻接。

组成: 本亚群落的生物组成有筒状层孔虫和六射珊瑚, 其中筒状层孔虫有: *Milleporidium styliiferum*, *M. kabrdinense*, *M. cylindricum*; 六射珊瑚主要为: *Actinatraea* sp.。其中 *Actinatraea* 为群落优势分子, 丰度为 40 ~ 45%, 块状复体的 *Actinatraea* 呈原地生长状态保存。其生态功能是原地固着生长, 抵抗水流, 形成抗浪格架, 障积和吸附灰泥及碳酸盐颗粒, 为亚群落提供稳定的生态环境。*Milleporidium* 为亚群落的特征分子, 同时也是亚优势分子, 丰度为 35% ~ 45%, 其生态功能是原地固着生长, 障积和吸附灰泥。

生态环境分析: 本亚群落属于典型的底栖固着生态型, 营底栖固着型生物近于 100%, 即以筒状层孔虫 *Milleporidium* 和 *Actinatraea* 大量繁盛为特色, 它们均属底栖固着型滤食性生物, 多数呈垂直层面的直立状态保存, 平卧者较少。这两类造礁生物都能适应于能量较强的生态环境, 推测其生态环境应为温暖、清洁、氧和光线较为充足、循环较好正常浅海, 水深约 5 ~ 15 m。

表 1 东巧地区晚侏罗世造礁群落及演化序列

Table 1 Late Jurassic reef-bearing communities and their evolution series of Dongqiao area

| 统    | 组    | 群落  | 亚群落                               |                                  | 演化形式     |
|------|------|---|-----------------------------------|----------------------------------|----------|
| 上侏罗统 | 沙木罗组 | <i>Milleporidium—Actinatraea</i>                | <i>Milleporidium—Actinatraea</i>  | <i>Milleporidium styliiferum</i> | 取代<br>取代 |
|      |      | <i>Cladocoropsis—Milleporidium—Milleporella</i> | <i>Milleporidium—Milleporella</i> | <i>Cladocoropsis</i>             |          |
|      |      | <i>Milleporidium—Cladocoropsis</i>              |                                   |                                  |          |

### 3 造礁群落的演化与海平面变化之间的关系

晚侏罗世中期末,由于拉萨地体与其北侧的欧亚陆块的碰撞、拼合,导致了中特提斯洋的闭合和海平面大幅度下降,并使得比如盆地北部地区均暴露地表,遭受剥蚀和风化作用,形成了研究区上侏罗统上部沙木罗组与上侏罗统中部超基性岩间的角度不整合面。晚侏罗世晚期,由于以雅鲁藏布江结合带为代表的新特提洋盆的扩张处于鼎盛期<sup>[11,12]</sup>,导致了海

平面的上升,海水由南向北入侵。在比如盆地西南部的纳木错地区,由于海平面的较快速上升,抑制了陆源碎屑向盆地的迁入,形成了以沙木罗组一段为代表的开阔台地相泥—粉晶灰岩海进体系域沉积,而在羌塘盆地北部的东巧区,由于沉积物容纳空间增长速率赶不上沉积物的堆积速率,又因靠近古陆边缘,故大量陆源碎屑的带入,形成了以沙木罗组下部潮下沙坪为代表的海进体系域沉积(图3)。当海进体系域沉积之后,海平面的上升到达了高水位时期,由于海平

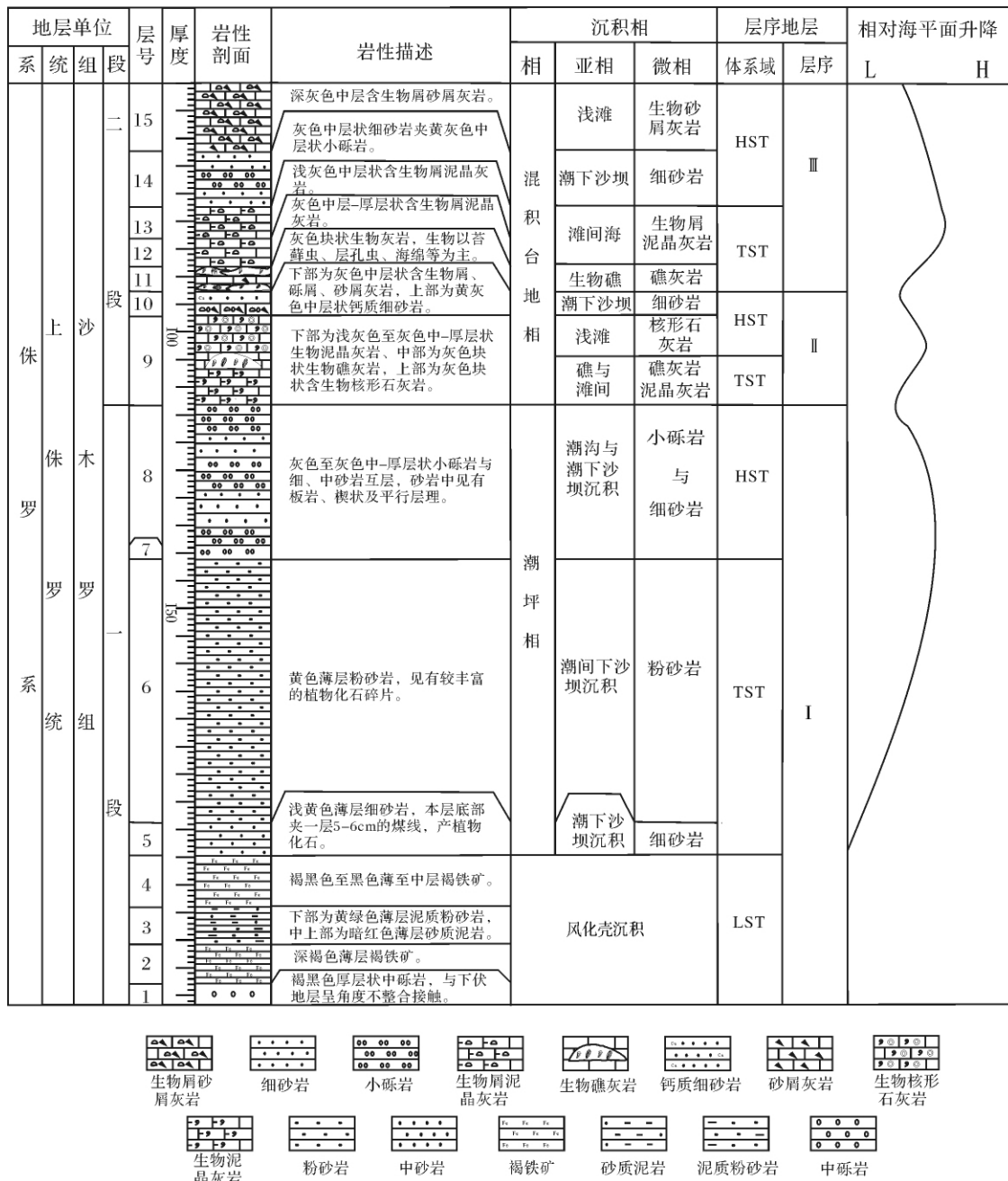


图3 安多东巧上侏罗统沙木罗组层序与海平面变化

Fig. 3 Sequence and sea-level changes of Shamuluo Formation of the Upper Jurassic in Dongqiao, Anduo County

面的不断下降和容纳空间增长速率的减慢,导致潮沟与潮下沙坝沉积的发育。

至沙木罗组沉积中期(沙木罗组二段下部),本区发生了第2次海平面上升事件,由于海平面的广泛上升,抑制了碎屑物质向盆地的带入,在东巧区形成了一套以泥晶灰岩、生物礁灰岩为代表的海进位体系域沉积;又因本区处于热带或亚热带地理位置,海平面上升导致了造礁生物如层孔虫等得以大量繁盛,并形成了自泥盆纪末期大量衰退以来第1个繁盛期,且发育了本区生物礁的第一个造礁群落,即 *Milleporidium—Cladocoropsis* 群落,由于造礁生物 *Milleporidium* 和 *Cladocoropsis* 的大量原地固着生长,从而形成了障积灰泥的抗浪格架。随着时间的推移,本区进入了高湖平面发育阶段,由于可容空间的增长速率赶不上沉积物的堆积速率,水体不断变浅,能量不断加大,导致了 *Milleporidium—Cladocoropsis* 造礁群落的衰亡,发育了一套亮晶核形石灰岩及砂屑灰岩,在高海平面晚期阶段,发育了一套钙质砂岩,反映了海平面的逐渐下降过程。

在沙木罗组沉积晚期(沙木罗组二段上部),发生了研究区第3次海平面上升事件,但在第3次海平面上升过程中存在着2个次一级的海平面上升事件。在第1个次级海平面的上升,水体变得循环较好而清洁,造礁生物如层孔虫等得以大量繁盛,形成了自泥盆纪末期大量衰退以来第2个繁盛期,并发育了第2个造礁群落,即 *Cladocoropsis—Milleporidium—Milleporella* 群落,取代了第一个造礁群落。由于研究区在横向上存在着细微差异,可能表现为水体深度的差异,导致海水能量的差异,致使 *Cladocoropsis—Milleporidium—Milleporella* 群落在横向上分化为两个亚群落,即 *Cladocoropsis* 亚群落和 *Milleporidium—Milleporella* 亚群落,其中,前者由于枝体细小,代表能量稍弱的正常浅海,而后者则代表能量稍强的正常浅海,海底地形不平坦是造成这两个亚群落具有不同的水体深度和能量的主要原因。

随着时间的推移,本区可容空间的增长速率赶不上沉积物的堆积速率,水体不断变浅,能量不断加大,导致了 *Cladocoropsis—Milleporidium—Milleporella* 造礁群落的衰亡,并发育了一套亮晶砂屑灰岩,反映了第1个次级海平面的逐渐下降过程。随着第2个次级海平面的上升,水体变得循环较好而清洁,从而发育了第3个造礁群落,即 *Milleporidium—Actinatraea* 群落,并取代了第2个造礁群落。由于在第三造礁期

本区在横向上仍然存在着细微差异,故导致海水能量的差异,致使 *Milleporidium—Actinatraea* 群落在横向上分化为两个亚群落,即 *Milleporidium styliferum* 亚群落和 *Milleporidium—Actinatraea* 亚群落,其中,除了组成分子差异之外,两个亚群落均表现为原地固着生长,形成障积灰泥的抗浪格架。随着时间的推移和礁体不断生长,由于可容空间增长速率的大于生物礁的生长速率,本区水体不断加深,致使造礁群落难以生存,从而导致了生物礁的衰亡,之后,本区第3次海平面达到了高海平面阶段,以发育潮下沙坝以及浅滩沉积为高位体系域的特征,并结束了本区晚侏罗世海平面变化历史。

#### 4 结论

通过对藏北安多县东巧地区晚侏罗世生物礁的研究,可以得出以下几点结论:

(1) 本区晚侏罗世造礁生物以层孔虫为主,其次为六射珊瑚。其中,层孔虫可分为枝状、筒状和块状三种类型,其中,层孔虫的大量发育体现了自泥盆纪末期衰退以来的地质历史上第2个繁盛期。上述造礁生物多以原地生长状态保存,它们均要求温暖、清洁、光和氧气充足、循环良好得正常浅海环境。

(2) 造礁生物组合分析表明,研究区晚侏罗世生物礁可以划分为3个造礁群落,它们是 *Milleporidium—Cladocoropsis* 群落、*Cladocoropsis—Milleporidium—Milleporella* 群落和 *Milleporidium—Actinatraea* 群落,其中后两者进一步可以划分为两个亚群落,亚群落的存在说明同期生态环境的差异性。

(3) 研究区含礁层系存在3个海平面变化旋回,其中,第1个旋回发育于沙木罗组下段即碎屑岩段;第2个旋回发育于沙木罗组二段下部,海平面上升导致了造礁生物如层孔虫等得以大量繁盛,并形成了自泥盆纪末期大量衰退以来第1个繁盛期,形成了生物礁,且发育了本区第一个造礁群落,即 *Milleporidium—Cladocoropsis* 群落;第3次海平面变化发育于沙木罗组二段上部,并形成了第2~3期生物礁,导致了 *Cladocoropsis—Milleporidium—Milleporella* 群落和 *Milleporidium—Actinatraea* 群落的发育。

(4) 造礁群落演化只表现为取代一种形式,这主要是由于海平面变化时期相对海平面的变化不稳定所造成。由于海平面变化过程中存在多个次一级的旋回,故导致生物礁在纵向上发育的不连续和厚度不大等特征,本区生物礁的衰亡多半是由于相对海平面

上升较慢,致使沉积物可容空间的增长速率明显低于沉积物的堆积速率,表现为礁盖多为亮晶砂屑灰岩。

(5) 研究区晚侏罗世造礁群落的存在对于进一步研究班公错—怒江缝合带的拼合时间具有重要的意义,本文认为班公错—怒江缝合带中段(即安多东巧地区)洋壳俯冲时间应为中侏罗世末期或晚侏罗世沙木罗组沉积期之前(沙木罗组角度不整合于晚侏罗世超基性岩体之上),晚侏罗世超基性岩体形成之后。由于俯冲作用,导致研究区上升成为陆地,并形成了沙木罗组与下伏晚侏罗世超基性岩体之间的角度不整合,而晚侏罗世沙木罗组造礁群落的存在说明,研究区可能属于班公—怒江洋壳俯冲后的残留弧后盆地中浅海大陆架的一部分。

### 参考文献(References)

- 肖传桃,李艺斌,胡明毅,等. 西藏安多县东巧晚侏罗世生物礁发现[J]. 地质科学,2000,35(4): 501-506 [Xiao Chuantao, Li Yibin, Hu Mingyi, et al. Late Jurassic reefs in Dongqiao Area of Anduo, Xizang(Tibet) [J]. Scientia Geologica Sinica, 2000, 35(4): 501-506]
- 董得源,汪明洲. 藏北安多一带晚侏罗世层孔虫的新材料[J]. 古生物学报,1983,22(4): 413-427 [Dong Deyuan, Wang Mingzhou. New materials of the upper Jurassic Stromatoporoids in the Anduo County of North Xizang [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1983, 22(4), 413-427]
- 汪明洲,董得源. 藏北东巧层孔虫[J]. 古生物学报,1983,23(3): 343-348 [Wang Mingzhou, Dong Deyuan. Stromatoporoids from the Dongqiao Formation in Northern Tibet [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1983, 23(3): 343-348]
- Hudson R G S. Jurassic Stromatoporoids from the Lebanon [J]. Journal of Paleontology, 1954, 28: 657-661
- Yabe H, Sugiyama T. Jurassic Stromatoporoids from Japan Sciences Rept. Tohoku Imp. Univ. Japan Ser. 1935, 2(14): 4-56
- Hudson R G S. Tethyan Jurassic Stromatoporoids Stromatoporina, dehornella and Astroporina [J]. Palaeontology, 1960, (2): 180-199
- Kopaska-Merkel D C, Schmid D U. New bioherm-building tubular organism in Jurassic Smackover Formation, Alabama [J]. Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies, 1999, 49: 300-309
- Fursich F T, Werner W. Palaeoecology of calcisponge-coral meadows from the Upper Jurassic of Portugal [J]. Pal & aumlont. Z., 1991, 65: 35-69, Stuttgart.
- Kano A, Kakizaki Y, Takashima C, et al. Facies and depositional environment of the uppermost Jurassic Stromatoporoid biostromes in the Zagros Mountains of Iran [J]. GFF, 2007, 129, : 107-112
- 肖传桃,姜衍文,刘秉理,等. 中扬子地区早奥陶世早中期 Batostoma 属的发现及其地质功能和生态学研究 [J]. 科学通报, 1993, 38(14): 1314-1316 [Xiao Chuantao, Jiang Yanwen, Liu Bingli, et al. A discovery of Batostoma genus of Early-Middle Age of Early Ordovician and a study on its geologic function and ecology in Middle Yangtze Area [J]. Chinese Science Bulletin, 1993, 38(14): 1314-1316]
- 刘训,傅德荣,姚培毅,等. 青藏高原不同地体的地层、生物区系及沉积构造演化史 [M]. 北京: 地质出版社, 1992: 32-78 [Liu Xun, Fu Derong, Yao Peiyi, et al. The Stratigraphy, Paleobiogeography and Sedimentary-Tectonic Development of Qinghai-Xizang(Tibet) Plateau in Light of Terrane analysis [J]. Beijing: Geological Publishing House, 1992: 32-78]
- 王冠民,钟建华. 班公湖—怒江缝合带西段三叠纪—侏罗纪构造—沉积演化 [J]. 地质论评, 2002, 48(3): 297-303 [Wang Guanmin, Zhong Jianhua. Tectonic-sedimentary evolution of the west segment of the Bangongcuo-Nujiang structural belt in the Triassic and Jurassic [J]. Geological Review, 2002, 48(3): 297-303]

## Study on Palaeoecology of Late Jurassic Reefs in Dongqiao Area in Anduo County of Northern Tibet

XIAO Chuan-tao<sup>1</sup> YI Xiao-wei<sup>1</sup> LI Meng<sup>2</sup> LI Chao<sup>2</sup>

(1. Key Lab of Exploration Technologies for Oil and Gas Resources( Yangtze University), Ministry of Education, Jingzhou, Hubei 434023;  
2. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

**Abstract** The Shamuluo Formation of Upper Jurassic in Dongqiao is mainly composed of a series of tidal flat and carbonate platform deposits and especially characterized by a lot of organic reefs. Reef-building organisms are chiefly Stromatoproids, and secondly hexacorals. Among Stromatoporoids, there are different forms such as dendritic, cylindrical and massive, which reflects the second prosperous period since the late Devonian recession during geological history. The reef-building organisms mentioned above are the majority preserved at the original growth state, which all require warm, clean and normal shallow water environment with abundant light and better circulation. Through the study of individual ecology and analysis on the assemblage of reef-building organisms, three reef-building communities

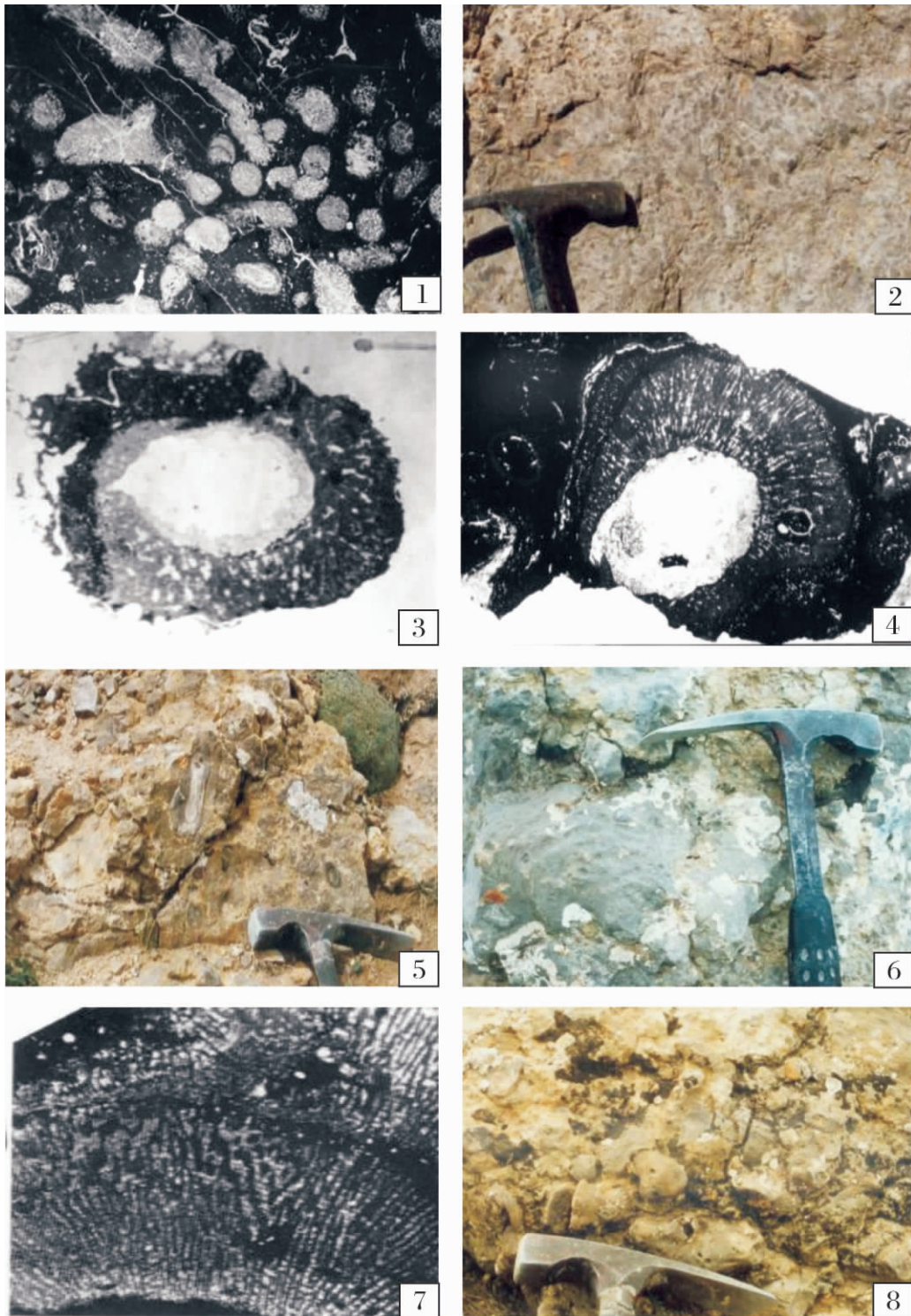
are recognized, namely *Milleporidium-Cladocoropsis*, *Cladocoropsis-Milleporidium-Milleporella* and *Milleporidium-Actinatraea* community.

The analysis of sea-level changes indicate that it exists three sea-level change cycles of the reef-bearing strata in the study areas, among them, the first cycles developed in the lower section of the Shamuluo Formation, namely clastic rocks Member; whereas the second cycle developed in the lower part of the second Member of Shamuluo Formation and sea-level rising caused reef-building organisms prosperous breeding such as stromatoproids to form the first prosperous period since the late Devonian recession and shaped the first building-reefs community, namely *Milleporidium-Cladocoropsis* community; the third sea-level change occurs in the upper part of the second Member of Shamuluo Formation and shaped the second-third-term reefs resulting the development of the *Cladocoropsis-Milleporidium-Milleporella* community and *Milleporidium-Actinatraea* community. Replacement is the only form to the evolution of community, which is due to the unstable of relative sea-level changes during the sea-level change period. It is due to the existing of the several subordinate cycles during the sea-level change period that the reefs are characterized by discontinuous and little thickness. The decline of reefs in the area is mostly due to slow rising of sea-level, resulting in the growth rate of accommodation was slower than the sediment accumulation, and showing by mostly sparry calcarenite of the reef-covers.

The authors hold that the existence of reef communities is of great significance for further studying Bangongcuo-Nujiang suture zone merging time. They consider that oceanic crust subduction time of middle Bangongcuo-Nujiang River suture zone (i. e. Dongqiao region of Anduo) should be in the late Jurassic or before the deposition of Shamuluo Formation of Late Jurassic (Shamuluo Formation is unconformably on the Late Jurassic hyperbasite) and after ultramafic rock Formation of the Late Jurassic. Because of the subduction, the study area was uplift as land and formed angular unconformity between Shamuluo Formation and the underlying Late Jurassic ultramafic rock. The existence of reef communities of Late Jurassic Shamuluo Formation showed that the study area may belong to a part of shallow continental shelf of the remaining back-arc basin after Bangongcuo-Nujiang River oceanic crust subduction.

**Key words** organic reefs; paleoecology; sea-level changes; Late Jurassic; Northern Tibet





图版 I 说明 1-2. 枝状体层孔虫 *Cladocoropsis* sp 1.  $\times 3$ ; 2. 枝状层孔虫障积岩 野外照片; 3-5. 筒状层孔虫, 3. *Milleporidum* sp.  $\times 6$  纵斜切面; 4. *Milleporidum kabardinensis* Yavorsky, 5. *Milleporidum* sp. 野外照片; 6-7. 块状层孔虫 6. *Parastromatopora* sp.  $\times 6$  纵斜切面; 7. 块状层孔虫障积岩 野外照片; 8. 四射珊瑚 *Actinastraea* 骨架岩 野外照片。