## 新疆哈密地区早泥盆世珊瑚动物群及其地质意义

张 孟,郑 飞,南玲玲,张雄华,黄 兴,靳锁锁

ZHANG Meng, ZHENG Fei, NAN Lingling, ZHANG Xionghua, HUANG Xing, JIN Suosuo

中国地质大学(武汉)地球科学学院,湖北 武汉 430074

Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, Hubei, China

摘要:新疆哈密地区下泥盆统发育,南部图拉尔根地区下泥盆统为大南湖组,北部三道白杨沟地区为卓木巴斯套组。在大南湖 组中共发现四射珊瑚2属5种,床板珊瑚7属12种,并建立四射珊瑚组合Syringaxon moriense和床板珊瑚组合Pseudofavosites giganteus;在卓木巴斯套组共发现四射珊瑚5属7种,床板珊瑚2属2种,并建立四射珊瑚组合Orthopaterophyllum junggarense和床 板珊瑚组合Pachyfavosites junggarensis。通过珊瑚在地层中的分布及组合的时代对比,确定前者的时代为早泥盆世埃姆斯期早 期,后者的时代为埃姆斯期中晚期。通过与国内外典型的早泥盆世埃姆斯期珊瑚动物群的对比,认为哈密地区的珊瑚动物具 有典型的早泥盆世温带动物群特征,在生物古地理区系上属于北方大区准噶尔-兴安省。

关键词:珊瑚动物群;早泥盆世;北方大区;哈密地区

**中图分类号:**P534.44;Q915.813<sup>+</sup>.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671−2552(2018)10−1789−09

# Zhang M, Zheng F, Nan L L, Zhang X H, Huang X, Jin S S. Early Devonian coral fauna from Hami area of Xinjiang and their geological significance. *Geological Bulletin of China*, 2018, 37(10):1789–1797

**Abstract:** The Lower Devonian strata are well exposed in Hami area of Xinjiang. Lower Devonian Dananhu Formation is located in Tulargen of southern study area, whereas the Lower Devonian Zuomubasitaw Formation is located in northern study area, Sandaobaiyanggou area. 5 species belonging to 2 genus rugosa corals and 12 species belonging to 7 genus tabulate corals were discovered in Dananhu Formation. Thus, one rugosa coral assemblage, i.e., Syringaxon moriense assemblage, and one tabulata coral assemblage, i.e., Pseudofavosites giganteus assemblage, were established in this formation. Also, 7 genus 5 species rugosa corals and 2 genus 2 species tabulate corals were collected from Zuomubasite Formation, and one rugosa coral assemblage, i.e., Orthopaterophyllum junggarense assemblage and one tabulata coral assemblage, i.e., Pachyfavosites junggarensis assemblage, can be recognized. Based on the stratigraphic distribution of these coral fauna and their correlation with previous records, the authors hold that Dananhu Formation in Tulargen area is Early Emisan in age and Zuomubasitaw Formation in Sandaobaiyanggou area is Middle–Late Emisan in age, respectively. Furthermore, the characteristics of coral fauna indicate typical temperate fauna during Early Devonian in Hami area, belonging palaeobiogeographically to the Junggar–Dahuricia province in Boreal realm.

Key words: coral fauna; Early Devonian; Boreal realm; Hami area

新疆哈密地区下泥盆统出露良好,以莫钦乌拉 山北坡大断裂为界,南北两侧的地层分属于南准噶 尔地层分区和北准噶尔地层分区<sup>111</sup>。南准噶尔地层 分区下泥盆统仅发育大南湖组(D<sub>1</sub>d),为一套火山 碎屑岩夹火山熔岩、碳酸盐岩沉积,部分层位产较 多的四射珊瑚、床板珊瑚、腕足类、双壳类、海百合 茎等生物化石。孟勇等<sup>四</sup>对图拉尔根地区该组进行 剖面实测,并根据该剖面顶层产出的腕足类化石初

收稿日期:2017-03-27;修订日期:2018-03-10

**资助项目:**中国地质调查局项目《新疆1:5万板房沟、小柳沟、伊吾军马场、口门子幅填图试点》(编号:DD20160060)、《天山戈壁沙漠覆盖 区勘查模型研究与控矿要素探查》(编号:1212011085469)

作者简介:张孟(1994-),男,在读硕士生,从事地层古生物学研究。E-mail:cugzhangmeng@163.com

通讯作者:张雄华(1963-),男,教授,从事地层古生物学研究和教学。E-mail:1065250198@qq.com

步断定该组时代为早泥盆世埃姆斯期。北侧下泥盆 统也仅发育卓木巴斯套组(Dz),为浅海火山碎屑岩、 正常陆源碎屑岩夹灰岩透镜体,部分层位产腕足类、 海百合茎、四射珊瑚和床板珊瑚化石。前人对新疆东 部早泥盆世的珊瑚开展了一些工作,主要是属种描 述、珊瑚组合建立及时代讨论,未涉足研究区珊瑚化 石的详细研究,此外,对该地区早泥盆世生物古地理 分区的讨论仍存在较大争议[3-5]。廖卫华等[3在新疆 北部下泥盆统中建立了2个四射珊瑚组合——下泥 盆统下部的 Syringaxon silurense 和上部的 Orthopaterophyllum sharburense,并将新疆北部视为一个次一 级的珊瑚动物地理区;蔡土赐四在巴里坤县考克赛尔 盖地区的卓木巴斯套组中发现 Syringaxon 和 Barrandeophyllum 等小型单体四射珊瑚;王宝瑜同在新疆 北部下泥盆统中建立了2个床板珊瑚组合——下泥盆 统下部的 Aulocystis-Steatothamnopora-Pleurodictyum 和上部的 Squameofavosites-Placocoenites-Pseudofavosites,但未讨论其古地理特征。

笔者通过论述新疆哈密图拉尔根和三道白杨 沟地区早泥盆世珊瑚动物群的面貌及组合特征,建 立珊瑚组合,讨论其地质时代,并通过与其他地区 同期地层中珊瑚的对比,对哈密地区早泥盆世所处 的生物古地理分区进行推断。

## 1 地层剖面介绍

图拉尔根大南湖组剖面位于图拉尔根铜镍矿 以北约20km处(图1),起点坐标:北纬42°48′14″、东 经95°53′38″,现描述如下。

## 大南湖组(D<sub>1</sub>d)

9.灰色-浅灰褐色生物碎屑灰岩,产大量的腕足类Leptaenopyxis bouei Barrande, Sinostrophia kondoi Hamada, Megastrophia concave Hall等,大量的四射珊瑚Syringaxon moriense Cai, S. eminence Cai, S. zhifangense Cai, S. sp.和大量的床板珊瑚 Squamites zhifangensis Lin et Wang, S. sp., Squameofavosites sp., Pseudofavosites giganteus Wang, P. rarus Wang, Thamnopora proba Dubatolov, T. sp., Parathamnopora zhifangensis Wang, Steatothamnopora zhifangensis Wang, S. squamata



图 1 研究区地质简图<sup>66</sup> Fig. 1 Geological map of the study area

Wang, S. sp., Crassialveolitella xinjiangensis Wang等

>12m

62m

11m

8.灰褐色泥晶灰岩、砂质灰岩,化石稀少 15m
7. 灰色-灰褐色生物碎屑灰岩, 产较多的腕足类 Leptaenopyxis
bouei Barrande, Sinostrophia kondoi Hamada, Megastrophia
con-cave Hall,四射珊瑚Syringaxon moriense Cai, S. sp.等,床
板珊瑚Squamites zhifangensis Lin et Wang等 6m
6.灰黑色薄层泥岩 2m
5.灰色-浅灰色生物碎屑灰岩,产腕足类 Sinostrophia kondoi
Hamada, Megastrophia concave Hall, Rhenostrophia lineate Su
等 35m
4.浅黄色钙质砂岩夹浅灰绿色砂质灰岩,内含少量腕足化石
碎片 4m
3.深灰色-灰绿色火山熔结凝灰岩、凝灰质砂岩夹浅黄色粉
<i>砂岩</i> 89m
2.深灰色含砾凝灰质砂岩 54m
1.深灰色-灰绿色含砾火山沉凝灰岩,内含少量腕足化石碎片
>8m
三道白杨沟泥盆纪卓木巴斯套组-乌鲁苏巴斯套
组剖面位于莫钦乌拉山北坡的三道白杨沟内(图1),起
点坐标为北纬43°49′59″、东经93°43′21″,现描述如下。
乌鲁苏巴斯套组(D2w)
10.灰绿色块状粉砂岩、泥岩,产床板珊瑚Xinjiangolites rarus
Wang 3m
9.灰绿色巨厚层细粒杂砂岩,内含少量海百合茎化石碎片 > 2m
断层
卓木巴斯套组(Diz)
8.灰绿色粉砂岩,内含泥质或硅质岩透镜体 >16m
7.灰黄色中-厚层砂质灰岩,产少量海百合茎化石碎片 3m
6.灰绿色粉砂岩、泥岩夹灰色粉砂岩条带 22m
5.上部为灰黄色生物碎屑砂质灰岩,下部为砾屑灰岩,产大
量海百合茎化石和少量介形虫化石 2m
4.上部为灰绿色、灰色晶屑凝灰岩,下部为灰色块状沉火山
角砾岩 7m
3.灰色-灰褐色中-厚层细粒钙质胶结凝灰质砂岩夹凝灰质
灰岩、砂质灰岩,产四射珊瑚Syringaxon bakterion Cai, S.
sp., Taralasma junggarensis Cai, Orthopaterophyllum jungga
rense Cai, Enterolasma sinense Cai, Heterophrentis sp.等,床板
珊瑚Pachyfavosites junggarensis Lin et Wang, Favosites sp.和

1.灰色-灰褐色厚-巨厚层安山质晶屑岩屑凝灰岩 > 13m

2 珊瑚组合特征及对比

2.灰色-灰黄色砂质灰岩

腕足类Leptostrophia heitaiensis Wang等

## 2.1 四射珊瑚组合(Syringaxon moriense 组合, Orthopaterophyllum junggarense 组合)

图拉尔根地区大南湖组四射珊瑚仅含Syringx-

onidae(管轴珊瑚科)的 Syringaxon, Barrandeophyllum等2属5种(含2个未定种)。这一四射珊瑚动物 群丰度较大,但分异度较低,属种单一,多为 Syringaxon 和 Barrandeophyllum 发育轴管的单体无鳞板 属种,直径多在10mm 左右,保存较好(图版 I),与 大量的床板珊瑚和腕足动物共生。

根据大南湖组四射珊瑚化石在地层中的分布 特征,可将其归为一个四射珊瑚组合: Syringaxon moriense 组合, 包含 3 个种 Syringaxon moriense Cai、 S. eminense Cai, S. zhifangense Cai和2个未定种Syringaxon sp., Barrandeophyllum sp.。其中, Syringaxon 广布于中国新疆北部、内蒙古、东北地区大小兴安 岭及邻近的哈萨克斯坦等地的下泥盆统,在位于特 提斯大区的新疆南部、华南等地皆鲜有发现[5.7-8],在 世界范围内主要分布于欧亚大陆和澳大利亚的上 志留统一中泥盆统则和北美地区的中志留统一下泥 盆统下部[9-11],其中, Syringaxon moriense Cai发现于 木垒地区下泥盆统大南湖组;Syringaxon eminence Cai 发现于西准噶尔下泥盆统芒克鲁组;Syringaxon zhifangense Cai发现于巴里坤下泥盆统塔黑尔巴斯套 组<sup>[12]</sup>; Barrandeophyllum 常与 Syringaxon 伴生<sup>[4]</sup>, 广布 于欧亚大陆和澳大利亚的早泥盆世—早石炭世地 层中[9,12]。

这一组合属种单一,皆为轴管发育的小型单体四射珊瑚,与廖卫华等<sup>13</sup>总结的新疆北部下泥盆统下部的四射珊瑚组合 Syringaxon siluriense 具有相似性,但不同的是前者珊瑚个体略大于后者,且隔壁较多,一些属种,如 Syringaxon moriense Cai, S. eminense Cai 目前仅报道于新疆的下泥盆统上部。结合孟勇等<sup>12</sup>、张国英<sup>113</sup>对图拉尔根附近大南湖组中腕足类化石的时代讨论,推断该组合的时代可能为早泥盆世中晚期,即埃姆斯期早期。

三道白杨沟地区卓木巴斯套组的四射珊瑚主 要有 Syringxonidae (管轴珊瑚科)的 Syringaxon, Taralasma 等2属3种(含1个未定种),Streptelasmatidae (扭心珊瑚科)的 Orthopaterophyllum, Enterolasma, Heterophrentis 等3属4种(含2个未定种),共计5 属7种。这一四射珊瑚动物群分异度较高,个体直 径通常在12~20mm之间,以Syringaxon,Taralasma, Orthopaterophyllum,Enterolasma 等发育轴管或具边 缘厚结带的属种为主,个别属种发育鳞板,保存程 度差(图版 I),同样与腕足动物共生。

根据卓木巴斯套组四射珊瑚化石在地层中的 分布特征,可将其归为一个四射珊瑚组合:Orthopaterophyllum junggarense 组合, 包含4个种 Syringaxon bakterion Cai, Taralasma junggarensis Cai, Enterolasma sinense Cai, Orthopaterophyllum junggarense Cai 和 3个未定种 Syringaxon sp., Enterolasma sp.和 Heterophrentis sp.。其中, Syringaxon bakterion 见于青河二 台地区托让格库杜克组<sup>[12]</sup>;Taralasma这一发育鳞板 的属种在中国仅发现于新疆考克赛尔盖地区4,此 外该属曾报道于澳大利亚的下泥盆统中上部<sup>[14]</sup>:Orthopaterophyllum 主要分布在乌克兰波多里(Podolia) 和哈萨克斯坦的下一中泥盆统,在中国仅分布于 东-西准噶尔和北天山地区<sup>[4]</sup>;Enterolasma 多产于中 国、北美等地的下泥盆统127,近年来在北非摩洛哥的 埃姆斯阶和阿根廷西部的上志留统一下泥盆统也 有报道[15-16], Enterolasma sinense Cai见于巴里坤哈尔 里克山的大南湖组<sup>[12]</sup>;Heterophrentis见于广西中部 的下泥盆统和新疆北部的下一中泥盆统112.17,在北美 地区则多见于中泥盆统[18]。

该组合中 Syringaxon, Taralasma 等小型发育轴 管的珊瑚优势度较大,但也有 Orthopaterophyllum 等 个体稍大的四射珊瑚产出,这一特征的珊瑚组合与 蔡土赐叶总结的新疆北部早泥盆世晚期四射珊瑚组 合 Orthopaterophyllum sharburense 非常相近。除 Taralasma junggarensis Cai这一发育鳞板带的属种 见于邻区下泥盆统下部的塔黑尔巴斯套组外,其他 分子仅见于东准噶尔下泥盆统上部,一些属种,如 Orthopaterophyllum, Heterophrentis 在新疆北部的中 泥盆统也有产出<sup>1121</sup>。此外,与四射珊瑚共生的腕足 类 Leptostrophia heitaiensis Wang 曾见于邻区下泥盆 统上部的托让格库杜克组<sup>1121</sup>。故可推断,三道白杨 沟地区卓木巴斯套组四射珊瑚动物群的时代应略 晚于图拉尔根四射珊瑚的时代,即早泥盆世埃姆斯 期中晚期。

## 2.2 床板珊瑚组合(Pseudofavosites giganteus 组合, Pachyfavosites junggarensis 组合)

大南湖组床板珊瑚主要有 Favositidae(蜂巢珊 瑚科)的 Squamites, Squameofavosites, Pseudofavo – sites 共3属5种(含2个未定种), Thamnoporidae(灌 木孔珊瑚科)的 Thamnopora, Parathamnopora, Steatothamnopora 共3属6种(含2个未定种), Alveolitidae (槽珊瑚科)的 Crassialveolitella 1属1种, 共计7属12 种。这一床板珊瑚动物群分异度较高,与大量的四 射珊瑚和腕足动物共生。其中呈树枝状或圆柱状 的Thamnoporidae科占据统治地位,这些珊瑚个体 大小不一,复体直径多在10~40mm之间,体壁在复 体边缘均匀加厚(如Thamnopora, Parathamnopora) 或急剧加厚(如Steatothamnopora),常发育粗大的鳞 片刺(图版 I)。此外,常见骨骼构造特化Pseudofavosites 属寄生在海百合茎或其他圆柱状珊瑚之上。

根据图拉尔根地区大南湖组床板珊瑚化石在 地层中的分布特征,可将其归为一个床板珊瑚组 合,即 Pseudofavosites giganteus 组合,主要包含床板 珊瑚 Squamites zhifangensis Lin et Wang, Squamites sp., Squameofavosites sp., Pseudofavosites giganteus Wang, Pseudofavosites rarus Wang, Thamnopora proba Dubatolov, Thamnopora sp., Parathamnopora zhifangensis Wang, Steatothamnopora zhifangensis Wang, Steatothamnopora squamata Wang, Steatothamnopora sp., Crassialveolitella xinjiangensis Wang等分子。其 中,鳞片刺非常发育的Squamites广泛分布于哈萨克 斯坦巴尔喀什湖附近的下一中泥盆统下部,在中国的 准噶尔-兴安区的同期地层中也有分布[5.12,19],而与其 特征相似的 Squameofavosites 则广泛分布在欧亚大 陆、北美和澳大利亚的晚志留世—中泥盆世早期地 层中<sup>[20-22]</sup>; 营寄生生活的 Pseudofavosites 为新疆北部 早泥盆世的地区性分子,见于考克赛尔盖地区的塔 黑尔巴斯套组和红柳峡地区的大南湖组12,其他地 区仅在俄罗斯乌拉尔等地的下泥盆统、中国广西的 石炭系和帝汶岛的上二叠统有报道[23];Thamnopora 广泛分布于新疆北部、内蒙古和西秦岭地区的下泥 盆统[5.24-25],在中国南方、东北,以及北非摩洛哥等地 的中泥盆统较繁盛[8.26-29]。此外,在波兰晚泥盆世弗 拉期地层中也发现Thamnopora proba Dubatolov<sup>[30]</sup>; Parathamnopora 和 Steatothamnopora 为阿尔泰和哈 萨克斯坦早泥盆世床板珊瑚的特征分子,中国在除 新疆北部以外的其他地区皆鲜有发现[5.12]; Crassialveolitella 报道于准噶尔地区的下泥盆统和中国南 方的中泥盆统上部[8.26]。值得一提的是,该属还见 于西藏申扎地区早泥盆世早期的地层中<sup>[31]</sup>。

该床板珊瑚组合既包含 Thamnopora, Crassialveolitella 等世界性属种,也包含 Steatothamnopora, Parathamnopora, Squamites, Pseudofavosites 等北方大 区的特色分子<sup>[19,26]</sup>;既具有新疆北部早泥盆世早期床



 Syringaxon bakterion Cai, 棍棒管轴珊瑚;2. Enterolasma sinense Cai, 中国肠状珊瑚;3a、3b. Othopaterophyllum junggarense Cai, 准噶尔直盘珊瑚;4a、4b. Taralasma junggarensis Cai, 准噶尔无序珊瑚;5a、5b. Syringaxon zhifangense Cai, 纸坊管轴珊瑚; 6a、6b. Syringaxon moriense Cai, 木垒管轴珊瑚;7a、7b. Syringaxon eminense Cai, 额敏管轴珊瑚;8a、8b. Syringaxon sp. 管轴珊 瑚末定种;9a、9b.Pachyfavosites junggarensis Lin et Wang, 准噶尔厚巢珊瑚;10a、10b. Squamites zhifangensis Lin et Wang, 纸莺水厚樂珊瑚;10a、10b. Squamites zhifangensis Lin et Wang, 纸坊 鳞刺珊瑚;11. Pseudofavosites giganteus Wang, 巨型假巢珊瑚;12a、12b. Pseudofavosites rarus Wang, 疏板假巢珊瑚; 13a、13b. Crassialveolitella xinjiangensis Wang, 新疆小厚槽珊瑚;14a、14b. Thamnopora proba Dubatolov, 正直灌木 孔珊瑚;15. Steatothamnopora squamata Wang, 鳞刺肥厚灌木孔珊瑚;16. Steatothamnopora sp. 肥厚灌木孔 珊瑚未定种;17. Parathamnopora zhifangensis Wang, 纸坊拟灌木孔珊瑚;18a、18b. Steatothamnopora zhifangensis Wang, 纸坊肥厚灌木丛珊瑚。比例尺如未标注为1cm,所有的珊瑚 化石标本均保存于中国地质大学(武汉)地球生物系 板珊瑚组合Aulocystis-Steatothamnopora-Pleurodictyum 中树枝状 Thamnoporidae 科分子较发育的特征,也具有早泥盆世晚期床板珊瑚组合 Squameofavosites-Placocoenites-Pseudofavosites 的特征,Favositidae 科中骨骼构造特化且鳞片刺发育的 Pseudofavosites 和 Squamites 较繁盛<sup>[5]</sup>。虽然较多的床板珊瑚 属种,如 Thamnopora proba Dubatolov, Steatothamnopora zhifangensis Wang发现于塔黑尔巴斯套组中<sup>[12]</sup>, 但一些属种如 Pseudofavosites giganteus Wang, Steatothamnopora squamata Wang等目前仅报道于东准 噶尔地区下泥盆统上部<sup>[12]</sup>。结合四射珊瑚组合 Syringaxon moriense 的时代,以及前人对腕足类化石的 研究<sup>[2,13]</sup>,推断图拉尔根地区大南湖组中珊瑚动物群 的时代为早泥盆世中晚期,即埃姆斯期早期。

卓木巴斯套组床板珊瑚主要有 Favositidae(蜂 巢珊瑚科)Favosites,Pachyfavosites等2属2种。其产 出的优势度和分异度皆较低,以Pachyfavosites,Favosites等块状复体珊瑚为主,皆为世界性属种,以 体壁加厚的Pachyfavosites junggarensis 最繁盛(图版I)。

根据三道白杨沟地区卓木巴斯套组床板珊瑚 化石在地层中的分布特征,可将其归为一个床板珊 瑚组合,即Pachyfavosites junggarensis 组合,主要分 子有Pachyfavosites junggarensis Lin et Wang和Favosites sp.。其中,Favosites广泛分布在世界各地的上 奥陶统上部一中泥盆统;Pachyfavosites则分布在欧亚 大陆、北美、澳大利亚等地的中志留统一上泥盆统<sup>20</sup>. <sup>22]</sup>,Pachyfavosites junggarensis Lin et Wang见于西准 噶尔下泥盆统上部的芒克鲁组<sup>112]</sup>。该组合具有一定 早泥盆世晚期床板珊瑚组合 Squameofavosites – Placocoenites – Pseudofavosites 的特征,可同时根据与 其共生的四射珊瑚组合 Orthopaterophyllum junggarense 和腕足类 Leptostrophia heitaiensis Wang判断其 时代应为早泥盆世晚期。

## 3 珊瑚动物群的生物古地理区系

目前关于早泥盆世珊瑚生物古地理区的分类 方案主要有2种,即Oliver(1976)的老世界大区、东 美大区、马尔维诺卡弗列克大区的划分方案<sup>131</sup>和王 鸿祯的北方大区、特提斯大区、澳大利亚-太平洋大 区、冈瓦那大区划分方案<sup>191</sup>。殷鸿福等<sup>133</sup>综合考虑 构造-古地理格局、各门类生物分布等因素后,将早 泥盆世生物地理区系划分为北方大区、特提斯大区 和马尔维诺卡弗列克大区,并将中国新疆北部和东 北地区一同划分至北方大区的准噶尔-兴安省,其 他区域则属于特提斯大区。

北方大区的四射珊瑚多具小型单体、无鳞板目 边缘厚结带显著的特征[33],何原相等[34]总结的阿尔 泰-兴安区的分子 Syringaxon, Barrandeophyllum, Enterolasma, Heterophrentis 等属种在本区也有发现,以 北的西伯利亚区虽然地方性分子增多,但Svringaxon, Barrandeophyllum, Enterolasma 也皆有产出;北美 西部的内华达地区下泥盆统上部的四射珊瑚多为 地方性属种,如Papiliophyllum,Breviphrentis,Odontophyllum等,研究区内属种中仅有Syringaxon产出于 下泥盆统下部<sup>101</sup>。中国的特提斯大区发育大量复体 双带型和泡沫型分子,如Disphyllidae和Hexagonariidae<sup>[33,35]</sup>;广西武宣、象州、大乐等地的Xiangzhouphyllum minor 组合中常见一些巨大的从状或块状复体 四射珊瑚,如Xiangzhouphyllum和Trapezophyllum<sup>[36]</sup>; 滇东北昭通埃姆斯期的四射珊瑚属种主要有 Tryplasma cf. guangxiensis, Calceola Lamarck 等, 面貌与 广西等地相近<sup>137</sup>,而相距不远的滇西丽江阿冷初埃 姆斯期的珊瑚组合 Tryplasma hercynica-Enterolasma strictum则以单带型小型四射珊瑚为主,其面貌 与西秦岭、乌拉尔和美国东部的都具有相似性188;西 藏申扎下泥盆统达尔东组上部Lyrielasma-Zaphrenthis 组合中的四射珊瑚 Lyrielasma 和 Heterophaulactis 在华南有分布[31]。

综上所述,研究区内几乎所有的早泥盆世埃姆 斯期四射珊瑚属种皆能从北方大区找到,与特提斯 大区的滇西、西秦岭等地仅存在少量的共同属,而 与滇东、华南、西藏、北美西部等地差异较显著(表 1)。此外,在内蒙古、大兴安岭和俄罗斯萨拉依尔、 哈萨克斯坦等地皆发现新疆北部四射珊瑚组合中 的代表性属种<sup>(3)</sup>,同样印证了上述观点。

中国北方大区和特提斯大区中的床板珊瑚同 样差异显著<sup>[33]</sup>。北方大区中,兴安地区早泥盆世晚 期一中泥盆世的非礁相地层中发育 Favosites goldfussi-Thamnopora beliakovi 组合,其中树枝状复体, 如 Thamnopora, Graciloporella 繁盛度较高<sup>[25-26]</sup>;内蒙 巴丹吉林北部珠斯楞组的 Astrocerium saginatum-Neimonolopora raritabulata 组合中,树枝状和边缘明 显加厚的床板珊瑚,如 Astrocerium, Thamnopora 非常

## 表1 新疆哈密地区早泥盆世四射珊瑚组合及区域对比 Table 1 Comparison of Early Devonian rugosa coral assemblages between Hami area of Xinjiang and other regions

年代地层	本文 (新疆哈密)	新疆北部	西秦岭	广西	云南丽江	西藏申扎	美国内华达州
中泥盆统		Endophyllum zhifangense (吉维特阶)	Lythophyllum solidum -Radiophyllum tenuiseptatum (埃菲尔阶)	Utaratuia sinensis -Breviseptophyllum kohanense (埃菲尔阶)			
							Breviphrentis
下泥盆统 埃姆斯阶	Orthopaterophyllum	t Orthopaterophyllum sharburense	Diplochone cylindrica -Acanthophyllum	Xiangzhouphyllum minor	Tryplasma hercynica -Enterolasma strictum	Lyrielasma- Zaphrenthis	
	Junggarense		dangduoense Siphonophrentis				Papiliophyllum
	Syringaxon moriense		cuneata- Chalcidophyllum				
下泥盆统 洛赫考夫阶一 布拉格阶		Syringaxon	Zelophyllum subdendroidea-	Chalcidophyllum	Spongophyllum	Pseudamplexus-	Kobeha
	siluriense	Neomphyma– Embolophyllum	nakaolingense	pseudofritchi	Axocricophyllum	Syringxon	

繁盛,但未见Steatothamnopora,Parathamnopora等准 噶尔地区的特色分子<sup>[22]</sup>。特提斯大区中,西秦岭地 区的下泥盆统自下而上发育7个床板珊瑚组合,其 整体特征为块状复体Favosites,Pachyfavosites,Squameofavosites等较繁盛,树枝状复体Thamnopora,Syringpora繁盛度一般<sup>[23]</sup>;在广西的埃姆斯阶中发育的 Cystitrypanopora elegans-Fuchungopora daleensis 组合 中,一些地方性分子,如Cystitrypanopora 和块状的 Favosites较繁盛<sup>[39-40]</sup>,西藏申扎地区的Pachycanalicula-Caliopora 组合中,从Lochkovian期延续下来的分 子如Pachycanalicula和一些世界性分子如Squameofavosites 较繁盛<sup>[31]</sup>。

综上所述,研究区内早泥盆世埃姆斯期的床板 珊瑚动物群面貌与巴丹吉林北部、兴安地区存在较 高的相似性,与西秦岭地区也存在一定的相似性, 虽与华南、西藏等地存在少量共同属,但在整体属 种组成、优势属种、分异度等方面存在明显的差异 (表2)。此外,研究区床板珊瑚组合中的绝大部分 属种亦常见于蒙古、哈萨克斯坦、乌拉尔等地<sup>[5]</sup>,同 样印证了上述观点。

研究区内四射珊瑚特征与北方大区四射珊瑚 动物群的特征相似,研究区南侧大南湖组中的四射

## 表 2 新疆哈密地区早泥盆世床板珊瑚组合及区域对比 Table 2 Comparison of Early Devonian tabulata coral assemblages between Hami area of Xinjiang and other regions

年代地层	本文 (新疆哈密)	新疆北部	内蒙古 巴丹吉林	东北	西秦岭	广西	西藏申扎
中泥盆统		Tyrganolites- Xinjiangolites	Dendrofavosites subtilis-Squamites diversus(埃菲尔阶)	Alveolites levis -Tyrganolites altaicus	Crassialveolites crassiformis (埃菲尔阶下部)	Yacutiopora- Crassialveolitella	
下泥盆统 埃姆斯阶	Pachyfavosites junggarensis	Squameofavosites- Pseudofavosites	Astrocerium saginatum- Neimonolopora raritabulata	Favosites goldfussi -Thamnopora beliakovi Favosites grossus -Squameofavosites aequalis	Favosites goldfussi		
					Squameofavosites mironovae	Cystitrypanopora elegans- Fuchungopora daleensis	Pachycanalicula- Caliopora
	Pseudofavosites				Thamnopora elegantula		
	giganieus				Qinlingopora sichuanensis		
下泥盆统 洛赫考夫阶— 布拉格阶		Aulocystis- Pleurodictyum		Squameofavosites jilinensis- Parathamnopora yongjiensis	Squameofavosites bohemicus Thamnopora subelegantala Squameofavosites		Pachycanalicula- Squameofavosites
					sokolovi		

珊瑚属种分异度很低,一些四射珊瑚属种如Syringaxon,Enterolasma等也曾在冈瓦纳大陆北缘(马尔 维诺卡弗列克大区)的南温带地区有报道,符合温 带生物群落分异度低、两极分布的特征<sup>131</sup>,也与北方 大区在早泥盆世处于北温带的定义吻合。床板珊 瑚中,Thamnopora,Parathamnopora,Steatothamnopora,Squamites等北方大区的优势分子或特色分 子<sup>[18,33]</sup>非常繁盛,而一些属种,如Pachyfavosites, Thamnopora,Crassialveolitella在特提斯大区的同期 地层或稍晚的中一上泥盆统也有产出。故可推断, 研究区可能与特提斯大区存在良好的连通,一定程 度上印证了殷鸿福等<sup>[33]</sup>、廖卫华等<sup>[41]</sup>认为的准噶尔-兴安区与外海存在良好联通的观点。

孟勇等四通过对图拉尔根地区腕足动物群面貌 进行研究后,认为其在生物地理区系上属于Boucot (1969)划分的老世界大区的巴尔喀什-蒙古-鄂霍 茨克区,而侯鸿飞42、廖卫华等[341]认为,新疆北部— 东北地区虽在广义上属于Oliver(1976)划分的老世 界大区,但鉴于其地方性属种较多,应将其归属于 次一级的珊瑚动物地理区。李耀西阔通过对内蒙古 北山地区床板珊瑚的研究,提出中天山-明水中央 隆起带为中国"南北型"床板珊瑚区系的分界线。 本次研究发现,位于这一界线北侧的哈密地区珊瑚 动物群面貌与传统意义上的特提斯区相似度较低, 而与北方大区(西伯利亚区)更相近,且前人对腕足 的研究中,也存在多达15个的地区性或中国北方槽 区属种四。综合上述观点,笔者认为,将研究区的生 物地理分区置于殷鸿福等<sup>[33]</sup>关于中国泥盆系古生物 地理分区的观点所提到的北方大区准噶尔-兴安省 中较合适。

4 结 论

(1)在新疆哈密的图拉尔根地区和三道白杨沟 地区皆发现了较多的早泥盆世四射珊瑚与床板珊 瑚化石。经鉴定,图拉尔根地区大南湖组共有四射 珊瑚2属5种,床板珊瑚7属12种;三道白杨沟地区 卓木巴斯套组共有四射珊瑚5属7种,床板珊瑚2属 2种,并划分为2个四射珊瑚组合 Syringaxon moriense 组合、Orthopaterophyllum junggarense 组合和 2个床板珊瑚组合 Pseudofavosites giganteus 组合、 Pachyfavosites junggarensis 组合。根据珊瑚组合特 征,推断图拉尔根大南湖组珊瑚动物群时代为早泥 盆世中晚期,即埃姆斯期早期,而三道白杨沟卓木 巴斯套组珊瑚动物群时代略晚于前者,为早泥盆世 埃姆斯期中晚期。

(2)根据新疆哈密地区早泥盆世珊瑚动物群的 面貌及组合特征,通过与国内外早泥盆世不同生物 地理区系内珊瑚动物群的对比,并结合前人对腕足 类生物地理区系的研究成果,推断研究区在早泥盆 世的生物地理分区属于北方大区准噶尔-兴安区, 昆与特提斯大区存在着良好的连通。

**致谢:**野外采样工作中得到中国地质大学(武汉)赵浩、田锦明、黄焕等同学的大力支持和帮助, 在此一并表示感谢。

### 参考文献

- [1]蔡土赐. 新疆维吾尔自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999.
- [2]孟勇, 张欣, 王凯, 等. 新疆哈密东部早泥盆世生物地层研究[J]. 地 层学杂志, 2013, 37(10): 507-512.
- [3]廖卫华, 蔡土赐. 新疆北部泥盆纪四射珊瑚组合序列[J]. 古生物学 报, 1987, 26(6): 689-711.
- [4]蔡土赐. 新疆巴里坤地区早一中泥盆世四射珊瑚[J]. 新疆地质, 1991, 9(2): 138-154.
- [5]王宝瑜. 新疆北部泥盆纪床板珊瑚组合特征兼论下一中泥盆统的 划分[J]. 地层学杂志, 1986, 10(1): 34-40.
- [6]王洪亮. 中国天山及邻区地质图[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [7]蔡土赐. 新疆泥盆纪四射珊瑚[J]. 新疆地质, 1996, 14(3): 279-288.
  [8]俞昌民, 廖卫华, 邓占球. 中国南方泥盆纪珊瑚化石的分布和组合 层序[J]. 地层学杂志, 1979, 3(2): 18-24.
- [9]林宝玉. 皱纹珊瑚与异形珊瑚[M]. 北京: 地质出版社, 1995.
- [10]Merriam C W. Lower and Lower Middle Devonian rugose corals of the central Great Basin[M]. US Govt. Print. Off., 1974.
- [11]Merriam C W. Silurian rugose corals of the Klamath Mountains region, California[M]. US Govt. Print. Off., 1972.
- [12]新疆地质区域地质调查大队.西北地区古生物图册,新疆维吾尔 自治区分册(二)[M].北京:地质出版社, 1983.
- [13]张国英. 新疆北山黑石山地区下泥盆统大南湖组地层的发现[J].地层学杂志, 2006, 30(4): 347-350.
- [14]VandenBerg A H M, Garratt M J, Spencer–Jones D. Silurian–Middle Devonian[J]. Geology of Victoria, 1988: 103–146.
- [15]Carrera M G, Montoya E, Rustán J J, et al. Silurian–Devonian coral associations across a sequence stratigraphic boundary in the Argentine Precordillera[J]. Geological Journal, 2013, 48(2/3): 256– 269.
- [16]Berkowski B. Emsian deep- water Rugosa assemblages of Hamar Laghdad (Devonian, Anti- Atlas, Morocco) [J]. Palaeontographica Abteilung A, 2008, 284(1/3): 17–68.

- [17]俞昌民, 邝国敦. 广西中部泥盆系二塘组的四射珊瑚[J]. 古生物 学报, 1980, 19(3): 4-10.
- [18]Stumm E C. Rugose corals of the Silica Formation (Middle Devonian) of northwestern Ohio and southeastern Michigan[J]. Contributions From the Museum of Paleontology, The University of Michigan, 1968, 22(5): 61–70.
- [19]张汝玫. 中国古生代珊瑚分类演化及生物古地理[M]. 北京: 科学 出版社, 1991.
- [20]林宝玉, 池永一. 床板珊瑚形珊瑚[M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [21]新疆地质区域地质调查大队.西北地区古生物图册,新疆维吾尔 自治区分册(一)[M].北京:地质出版社, 1981.
- [22]Pohler S M L. Favositidae (Tabulata) from Emsian to Middle Devonian limestones of the Tamworth Group (NSW, Australia) [J]. Paläontologische Zeitschrift, 2002, 76(1): 1–19.
- [23]徐绍春,林宝玉.内蒙古巴丹吉林北部泥盆纪床板珊瑚型珊瑚[C]//地层古生物论文集,1994,25:1-33.
- [24]王宝瑜. 新疆北部发现的下泥盆统的假巢珊瑚属[J]. 古生物学报, 1983, 22(6): 701-707.
- [25]迟永一.西秦岭碌曲—迭部地区泥盆纪床板珊瑚、日射珊瑚和刺 毛珊瑚[C]//西秦岭碌曲—迭部地区晚志留世与泥盆纪地层古 生物.南京:南京大学出版社,1987:243-290.
- [26]林宝玉. 中国古生代床板珊瑚化石的地层分布与动物地理分区 的初步看法[J]. 地质论评, 1980, 26(5): 377-383.
- [27]迟永一.东北及内蒙古泥盆纪床板珊瑚和日射珊瑚化石的地质 地理分布[J].中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1983, 7:9-25.
- [28]邓占球. 黑龙江密山中泥盆统黑台组的床板珊瑚[J]. 古生物学报, 1966, 14(1): 38-53.
- [29]Andreas M A Y. Corals (Anthozoa, Tabulata and Rugosa) and chaetetids (Porifera) from the Devonian of the Semara area (Morocco) at the Museo Geominero (Madrid, Spain), and their biogeographic

significance[J]. Bulletin de l'Institut Scientifique, 2008, 30: 1-12.

- [30]Nowinski A, Prejbisz A. Devonian tabulate corals from Western Pomerania, Poland[J]. Acta Palaeontologica Polonica, 1986, 31(3/ 4): 237–251.
- [31]张予杰,程立人.西藏申扎地区早泥盆世珊瑚类生物地理分析[J].地质学报,2008,82(6):750-759.
- [32]Oliver W A. Biogeography of Devonian Rugose Corals[J]. Journal of Paleontology, 1976, 50(3): 365–373.
- [33]殷鸿福等. 中国古生物地理学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1988.
- [34]何原相. 全球早泥盆世皱纹珊瑚古地理[J]. 沉积与特提斯地质, 1996, 20: 129-149.
- [35] 邝国敦. 广西泥盆纪四射珊瑚的分布与组合特征[J]. 广西地质, 1992, 5(2): 1-10.
- [36]殷鸿福. 论地史上温带生物区系的识别方法[J]. 古生物学报, 1989, 28(2): 162-170.
- [37]廖卫华, 马学平. 滇东北昭通箐门的泥盆纪珊瑚(一)——早泥盆 世和中泥盆世早期的四射珊瑚[J]. 古生物学报, 2016, 55(3): 314-326.
- [38] 俞昌民, 廖卫华. 云南丽江阿冷初下泥盆统四射珊瑚[J]. 古生物 学报, 1978, 17(3): 15-36.
- [39]迟永一, 王瑞刚. 广西下泥盆统二塘组和落脉组的床板珊瑚[J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1989, 18: 43-60.
- [40]周希云. 广西象州大乐地区下、中泥盆统的床板珊瑚[J]. 地层古 生物论文集, 1986, 1: 73-102.
- [41]廖卫华. 中国泥盆纪珊瑚的生物地理及其群落生态[J]. 古生物学报, 2000, 39(1): 126-135.
- [42]侯鸿飞,项礼文,赖才根,等.天山一兴安区古生代地层研究新进展[J].地层学杂志,1979,3(3):21-33.
- [43]李耀西. 甘肃北山地区志留一泥盆纪床板珊瑚的组合序列[J]. 古 生物学报, 1983, 22(1): 73-83.