

Miocene-Pliocene Ostracoda Assemblage and Its Geological Significance in Eboliang Area, Qaidam Basin

Kan Wu¹, Jianxin Yu¹, Qinglai Feng²

¹State Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, Wuhan

²State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, Wuhan

Email: wukan99999@126.com

Received: Aug. 28th, 2011; revised: Sep. 19th, 2011; accepted: Oct. 8th, 2011.

Abstract: Well-preserved, more than 2500 ostracod specimens were recovered from the Miocene and Pliocene profile at Eboliang area of Qaidam Basin, northwestern China. At least 38 taxa have so far been identified belonging to Cyprididae, Ilyocyprididae, Eucandonidae, Limnocytheridae and Cytherideidae. Qualitative and quantitative analyses indicate the presence of three main assemblage zones. In ascending order, they are: 1) *Mediocypris-Candona-Cyprinotus* Assemblage Zone from the Lower Youshashan Formation, is dominated by *Mediocypris*, *Candona* and *Cyprinotus*, and is dated as Middle-Late Miocene; 2) *Cyprideis-Prionocypris-Cypricercus* Assemblage Zone from the Upper Youshashan Formation (Early Pliocene); 3) *Eucypris-Cyprideis-Leucocythere* Assemblage Zone from the Sizigou Formation (Late Pliocene). This study also aims to analyse the ostracod community, so as to establish its ecological status as a basis for future paleoecological studies using ostracods to reconstruct the evolution of the Tibetan Plateau. Based on the distribution of ostracod fauna in the section, five ostracod communities are proposed in ascending order: 1) *Advenocypris eboliangensis-Ilyocypris* Community; 2) *Candona arcina-Cyprideis* Community; 3) *Candoniella-Candona* Community; 4) *Eucypris-Cyprinotus-Cypridopsis* Community; 5) *Cyprideis littoralis-Leucocythere* Community. According to the ecological characteristics of ostracod communities, the late Cenozoic paleoenvironmental evolution at Eboliang area can be inferred as following: 1) a warm and humid climate with shallow lake during the period from Middle Miocene to Early Pliocene; 2) the climate became cool but wet, and the lake was deeper and salty in the Middle Pliocene; 3) it was cold and dry in the Pliocene, and the lake became shallow again.

Keywords: Ostracoda; Paleoenvironment Evolution; Miocene-Pliocene; Eboliang; Qaidam Basin

柴达木盆地鄂博梁地区中新世 - 上新世介形虫组合及其地质意义

吴 勘¹, 喻建新¹, 冯庆来²

¹中国地质大学(武汉)生物地质与环境地质国家重点实验室, 武汉

²中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室, 武汉

Email: wukan99999@126.com

收稿日期: 2011 年 8 月 28 日; 修回日期: 2011 年 9 月 19 日; 录用日期: 2011 年 10 月 8 日

摘 要: 通过对柴达木盆地鄂博梁地区天然剖面所采样品的介形虫化石的研究, 发现介形虫 5 科 15 属 38 种, 并自下而上建立了 3 个介形虫组合带: 1) *Mediocypris-Candona-Cyprinotus* 组合带; 2) *Cyprideis-Prionocypris-Cypricercus* 组合带; 3) *Eucypris-Cyprideis-Leucocythere* 组合带。根据组合带将鄂博梁采样剖面的时代厘定为中新世中晚期 - 晚上新世。依据介形虫动物群在剖面上的分布规律, 建立了 5 个介形虫群落, 自下而上为: 1) *Advenocypris eboliangensis-Ilyocypris* 群落; 2) *Candona arcina-Cyprideis* 群落; 3) *Candoniella-Candona* 群落; 4) *Eucypris-Cyprinotus-Cypridopsis* 群落; 5) *Cyprideis littoralis-Leucocythere* 群落。通过对所建立的介形虫群落进行详细的生态特征分析, 将鄂博梁剖面的古环境划分为 3 个期次: 1) 中新世中晚期 - 早上新世为温湿浅水期; 2) 中上新世为凉湿深水期, 沉积环境更为咸

化; 3) 晚上新世为冷干浅水期。

关键词: 介形虫; 古环境演变; 中新世 - 上新世; 鄂博梁地区; 柴达木盆地

1. 引言

从十九世纪上半叶介形虫的研究工作加快了步伐, 但在生物地层学上的应用还远远不如其他门类, 介形虫的最先实际应用是在非海相的中生代地层中。随着生物地层学的不断发展, 人们开始意识到生态控制的作用, 现代生态学的研究价值得到肯定后, 对化石群的研究才紧接而上。六七十年代关于荷兰第四纪的研究可算是现代古生态学的起点, 当时利用相同属种的现生代表的资料, 再造了更新世的古环境^[1-4]。此后, 许多古生态的研究都开展了起来, 往往是涉及环境的某些特殊方面, 例如古盐度及其对介形虫壳面瘤发育的影响发表了大量的文献^[5,6]。

在对新生代的研究中, 利用将今论古的原理, 用介形虫来阐明温度是一种比较好的方法^[7]。古生态学的基本方法建立起来后, 包括分布、迁移及古地理问题的研究逐渐增多, 从七十年代开始发表了许多文章来研究特提斯区第三纪介形虫迁移、分布及其意义^[8,9]。

柴达木盆地的系统地质调查工作始于 1954 年, 新中国成立以后, 为了加快祖国西北的发展, 一批又一批地质工作者先后开进广袤的戈壁荒滩, 进行了大量

的地质调查工作, 取得了十分丰富的地质资料, 这些资料的获得为后来的地质找矿和石油勘察奠定了坚实的地质基础。柴达木盆地鄂博梁地区含有较丰富的介形类化石, 对盆地新生代地层划分对比和古环境的恢复具有重要意义。然而由于自然条件等原因在鄂博梁地区进行生物化石的研究工作还很少。本文是在国家自然科学基金委国际合作重要项目“青藏高原驱动的晚新生代亚洲内陆干旱化: 来自柴达木 1500 米中德联合深钻记录”(编号: 40920114001/D0104)的基础上开展工作的, 样品的处理和鉴定工作在中国地质大学生物地质与环境地质国家重点实验室和显微结构室内完成。

2. 新生代地层综述

柴达木盆地是青藏高原上新世以来沉积记录最完整的盆地之一。盆地内发育了巨厚的河 - 湖相新生代沉积, 研究该盆地内地层构造变形、沉积环境、介形虫和植物孢粉化石及古地磁特征等等有助于探讨青藏高原的隆升时代及阶段。

研究区鄂博梁 2 号高地位于柴达木盆地西部(图 1)。柴达木盆地是我国西北地区一个大型的内陆盆地, 位于

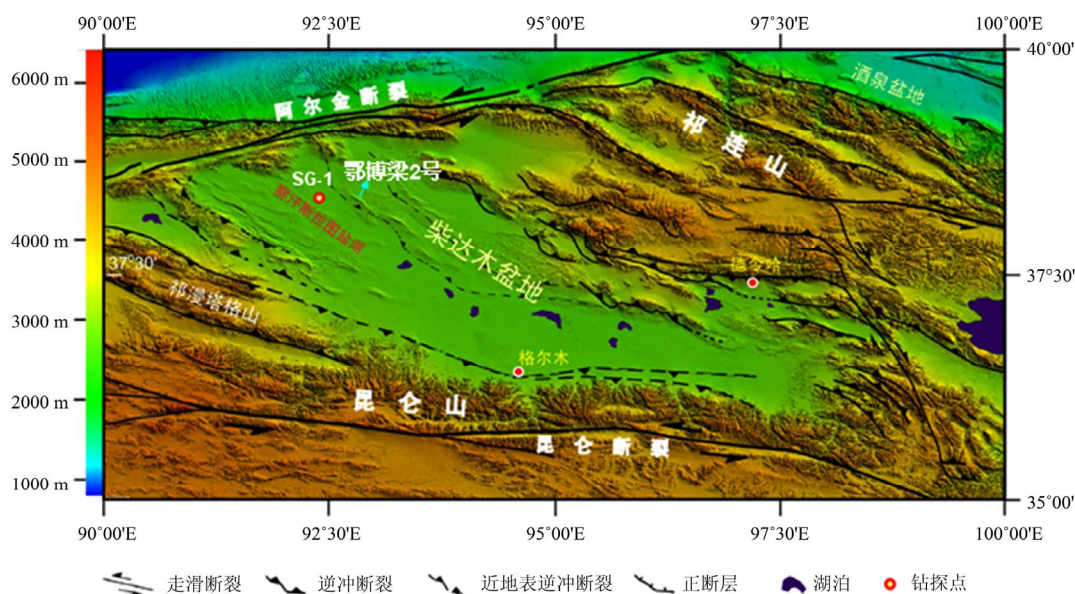


Figure 1. Map showing location of the research area and SinoGerman-1
图 1. 鄂博梁 2 号构造(背斜)和中德 SG-1 深钻的位置与关系

青藏高原北缘, 青海省的西北部, 东经 90°~100°, 北纬 36°~39°之间, 北靠阿尔金山、祁连山, 南接昆仑山古生代褶皱带。盆地呈菱形状, 北西向展布, 面积约 12 万 Km²。属大陆干旱性气候区, 植被稀少。

前人根据古生物、古地磁及裂变径迹年龄测定将盆地内新生界划分成 9 个组(表 1), 确定了各组地质年代, 建立了详细的地层年代格架^[10-12]。

3. 介形类化石组合特征研究

3.1. 取样及样品处理方法

对岩石样品采用机械破碎的方法碎成米粒大小的碎块, 碎样时遵循沿层面敲打的原则。碎样后投入 15% 的过氧化氢溶液中, 以释放出氧气小泡使样品松散。散样后冲洗过筛, 采用不同孔径的筛子过筛, 目的是将尚未松散的样块筛出以及将样品分成不同的粒级, 便于进行挑选。这个过程需反复进行, 直到洗净样品, 筛子的选择对样品处理的结果有决定性的影响, 如果孔径过大, 则会将化石漏掉。在光线充足、视野清晰的双目实体镜下进行挑样。将样品稀薄地散布在一块有白色方格线的黑玻璃板上进行逐个地观察, 发现化石以后即用略显湿润的细毛笔将化石粘起并移入到微体标本盒中保存下来以供后期鉴定。

本次对鄂博梁天然剖面取样 0 m~795 m, 等间距取样, 每隔 4 m 取样一次, 共计 199 个, 采样重量为 150 克。鄂博梁剖面共挑出 95 块样品中含有介形虫化石。

Table 1. Cenozoic stratigraphic sequences in Qaidam Basin (From Yang et al., 2006)
表 1. 柴达木盆地新生界地层划分(据杨藩等, 2006)

界	系	统	组、段
新生界	第四系	更新统	七个泉组
		上新统	狮子沟组
	新近系	中新统	上油砂山组
			下油砂山组
	古近系	渐新统	上干柴沟组上段
		上	上干柴沟组下段
		始新统	上干柴沟组上段
			上干柴沟组下段
		下	路乐河组
		故新统	

3.2. 介形虫化石组合带

研究区介形类化石组合特征明显, 数量也较丰富, 对确定研究剖面的地质时代有非常好的生物地层意义, 根据介形虫化石属种在鄂博梁剖面上丰度和分异度变化以及对具有时代意义特征分子的分析, 剖面中化石分布情况见表 2。介形虫动物群由老到新可划分为 3 个化石组合带(图 2), 现分述如下:

1) *Mediocypris-Candona-Cyprinotus* 组合

本组合分布于剖面 0~280 米, 组合所含化石相对较少, 保存较好, 共含介形类化石 9 属 12 种。以 *Mediocypris*, *Candona* 和 *Cyprinotus* 属为主, 主要种有 *Advenocypris eboliangensis*, *Candona houae*, *Ilyocypris inermis*, *Ilyocypris bradyi*, *Chinghaicypris crassa*, *Candona arcina*, *Mediocypris lenis* Song, *Cyprinotus elongates* Yang, F.等, 其中分布较广的 *Mediocypris* 是组合中的标志化石。

Mediocypris 属目前在我国报道于西北的新疆和青海两省区的准噶尔盆地、民和盆地和柴达木盆地, 并集中出现于中新世沉积中^[13]。该属也广泛见于前苏联中亚地区和东欧地区, 推测当时研究区应该具有类似的生态环境和较好的传播渠道^[14]。组合中 *Cyprinotus elongates* Yang, F.产于新疆准噶尔盆地南缘中新统褐色组、上绿色组^[15]; *Mediocypris lenis* Song 产于多瑙河中新世 Helvetian 阶, 捷克斯洛伐克中新世以及新疆准噶尔盆地中新世、吐鲁番盆地中新世桃树园组^[16]。可推测 *Mediocypris-Candona-Cyprinotus* 组合的地质时代应为中新世中、晚期。

2) *Cyprideis-Prionocypris-Cypricercus* 组合

本组合分布于剖面的 280~620 米段, 介形虫化石较丰富, 保存良好, 丰度比前一阶段明显增多。主要的属为 *Cyprideis*, *Mediocypris*, *Advenocypris* 和 *Prionocypris*, 主要种有 *Cyprideis eboliangensis*, *Leucocythere dorsotuberosa*, *Mediocypris lenis*, *Advenocypris eboliangensis*, *Prionocypris gansenensis*, *Cypricercus levis*, *Mediocypris candonaeformis* 等。

主要特征为: 上油砂山组的标志化石 *Cyprideis* 属的大量出现, 据统计剖面中上部层位中均有 *Cyprideis* 属的分布。*Cyprideis* 属是世界各地中新世以后的常见属, 一般生活在盐度较高的水体中或与海水有关的非正常陆相或咸化湖等陆相沉积中^[17,18], 本组

合中 *Cyprideis* 属的繁盛可以说明当时盆地湖水的进一步咸化。此外，对确定时代有较大意义的种 *Leucocythere dorsotuberosa* Huang 曾见于山西中南部及青海共和盆地上新统曲沟组地层中^[19]。可推测 *Cyprideis*

-*Prionocypris-Cypricercus* 组合及组合所分布的上油砂山组地质时代应为早上新世。

3) *Eucypris-Cyprideis-Leucocythere* 组合
本组合分布于剖面的 620~795 米，组合中化石丰

Table 2. Distribution of ostracod fossils in the eboliang natural profile
表 2. 鄂博梁天然剖面介形虫化石分布表

种名 \ 地层	上新统		中新统	
	狮子沟组	上油砂山组	下油砂山组	上干柴沟组
<i>Eucypris absoleta</i>		—	—	
<i>Eucypris concinna concinna</i>	—	—		
<i>Eucypris concinna rostrata</i>	—	—		
<i>Advenocypris eboliangensis</i>	—	—	—	
<i>Cypricercus levis</i>		—	—	
<i>Cypricercus sp.</i>		—		
<i>Mediocypris lenis</i>	—	—	—	
<i>Mediocypris sp.</i>		—	—	
<i>Prionocypris gansenensis</i>	—	—	—	
<i>Heterocypris salina salina</i>		—	—	
<i>Heterocypris salina qiulingensis</i>	—	—		
<i>Chinghaicypris crassa</i>	—	—	—	
<i>Cyprinotus elongates</i>		—		
<i>Austrocypris levis</i>	—	—		
<i>Austrocypris sp.</i>	—			
<i>Cypridopsis vidua</i>	—			
<i>Ilyocypris echinata</i>		—	—	
<i>Ilyocypris biplicata</i>		—	—	
<i>Ilyocypris bradyi</i>			—	
<i>Ilyocypris dorsotuberculata</i>	—	—		
<i>Ilyocypris sp.</i>	—	—		
<i>Candoniella formosa</i>		—		
<i>Candoniella albicans</i>	—	—		
<i>Candoniella sp.</i>		—	—	
<i>Candona arcina</i>		—	—	
<i>Candona houae</i>		—	—	
<i>Candona candida</i>	—	—		
<i>Candona placenta</i>	—			
<i>Leucocythere mirabilis</i>	—	—	—	
<i>Leucocythere dorsotuberosa</i>	—	—		
<i>Leucocythere parasculpta</i>		—		
<i>Leucocythere tropis</i>	—	—		
<i>Leucocythere kunghoensis</i>		—	—	
<i>Cyprideis littoralis</i>	—	—	—	
<i>Cyprideis eboliangensis</i>	—	—		
<i>Cyprideis subeboliangensis</i>		—		
<i>Cyprideis clavellatus</i>	—	—		
<i>Cyprideis lenghuensis</i>	—	—		

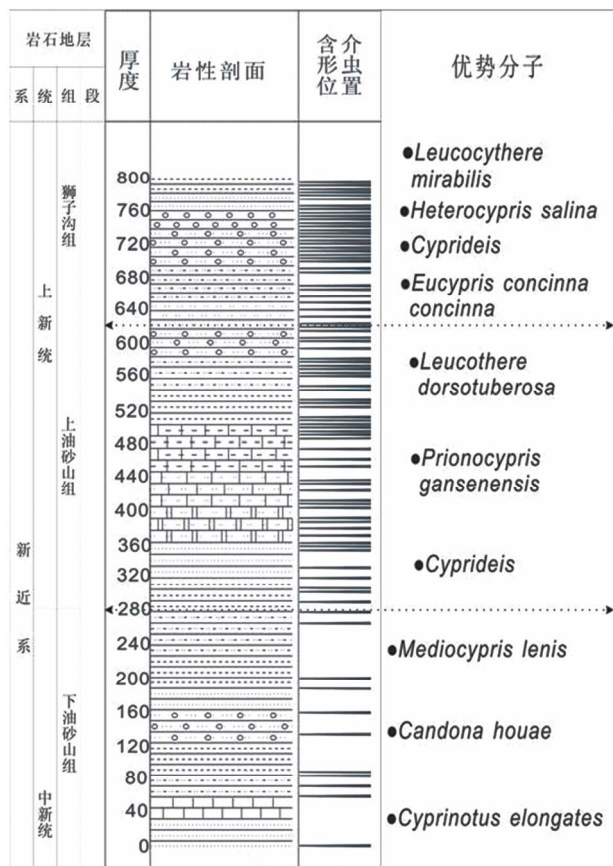


Figure 2. Division of assemblage zones in the eboliang profile
图 2. 鄂博梁剖面组合带划分图

富, 保存亦很好, 丰度进一步增加, 分异度没有明显增加, 属种多为上新世至现代的类型。以 *Advenocypris*, *Leucocythere*, *Eucypris*, *Mediocypris*, *Cyprideis*, *Candona* 属为主, 主要种有 *Candona arcina*, *Cyprideis littoralis*, *Mediocypris lenis*, *Prionocypris gansenensis*, *Advenocypris eboliangensis*, *Leucocythere dorsotuberosa*, *Leucocythere tropis*, *Austrocypris levis*, *Eucypris concinna concinna*, *Candona placenta*, *Leucocythere mirabilis*, *Cypridopsis vidua*, *Heterocypris salina qiulingensis* 等。

该组合含有较多对确定地质时代有较大意义的属种, *Eucypris concinna concinna* 最早报道于苏联东哈萨克和吉尔吉斯、乌兹别克上新世淡水沉积, 还见于新疆准噶尔盆地上新统独山子组^[14]; *Heterocypris salina* 见于苏联阿塞拜疆及土库曼上新世等^[20]; *Leucocythere mirabilis* 曾发现于青海柴达木盆地及陕西渭南河盆地第四纪沉积物中^[16,21]。综上所述可推断将 *Eucypris*-*Cyprideis*-*Leucocythere* 组合的地质时代定为晚上新世。

4. 介形类动物群的古环境意义

介形类的壳体多为钙质, 易于保存在地层中, 此可将其作为研究湖泊古环境变化的信息载体, 尤其是在缺乏历史记载、树木年轮等分析手段的青藏高原北部, 它更是重建古环境的有效方法之一。据介形类生境的分析, 其分布和生产率明显受水体参数的控制, 一些浅水种的分布受水温和气温的限制, 从出生、生长到成熟在最宜温度下生产率高, 因此一个属种的丰度也能提供一定的温度信息。另外大多数介形类种群出现在富含有机碎屑的生境中, 表明介形类的丰度与有机质含量成正比。

4.1. 介形虫群落

介形类不同的属种具有各自最适宜的生活环境, 根据对剖面中介形虫的鉴定统计分析, 现将鄂博梁剖面介形虫划分为 5 个群落, 群落结构特征如图 3。

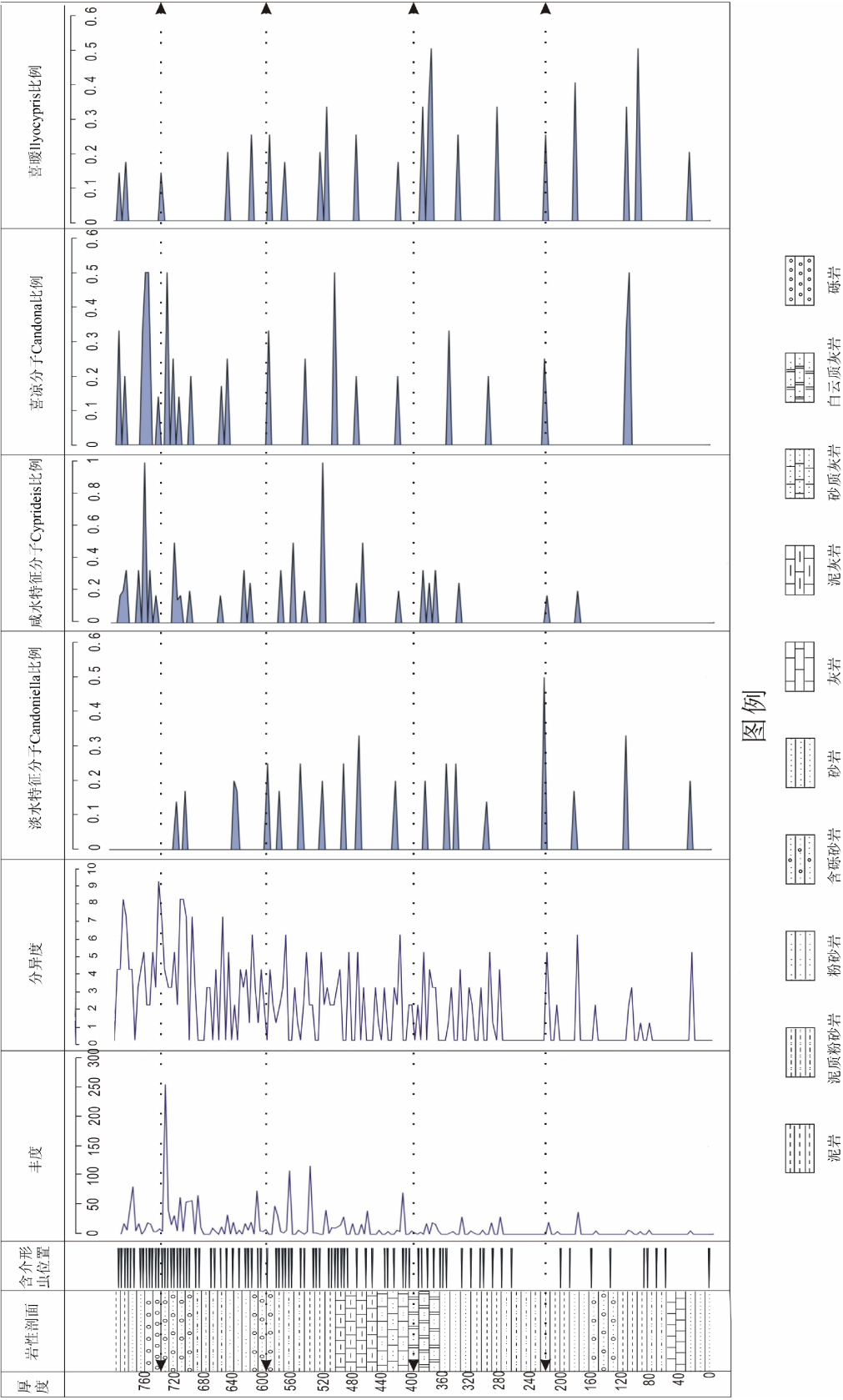
4.1.1. 群落 1 (*Advenocypris eboliangensis*-*Ilyocypris* 群落)

该群落分布在剖面的 0~224 米, 由 *Advenocypris*, *Eucypris*, *Ilyocypris*, *Leucocythere*, *Cypricercus*, *Mediocypris*, *Prionocypris*, *Heterocypris*, *Candona*, *Ilyocypris*, *Chinghaicypris* 和 *Candona* 组成。群落优势分子为 *Advenocypris eboliangensis* 和 *Ilyocypris*, 其中 *Ilyocypris* 包括 2 种: *Ilyocypris bradyi* 和 *Ilyocypris echinata*。本群落丰度很低, 分异度一般, 群落中化石个体保存相对较差, 单瓣壳较多, 壳质厚。该群落埋藏的围岩是棕红色中厚层砂质泥岩及棕褐色厚层块状砂岩与粉砂岩。

4.1.2. 群落 2 (*Candona arcina*-*Cyprideis* 群落)

该群落分布在剖面的 228~396 米, 由 *Candona*, *Leucocythere*, *Advenocypris*, *Candoniella*, *Ilyocypris*, *Cyprideis*, *Mediocypris*, *Chinghaicypris*, *Heterocypris* 组成。群落优势分子为 *Candona arcina* 和 *Cyprideis*, 其中 *Cyprideis* 包括 4 种: *Cyprideis eboliangensis*, *Cyprideis subeboliangensis*, *Cyprideis littoralis* 和 *Cyprideis clavellatus*。本群落丰度较低, 分异度较高, 化石个体保存较好, 单瓣壳多于整壳, 群落埋藏的围岩是棕黄色、灰绿色粉砂岩, 灰色砂岩夹棕红色砂质泥岩及少量泥岩。

Figure 3. Texture of the ostracods community in the Eboliang Profile
图 3. 鄂博梁天然剖面介形虫群落结构特征



4.1.3. 群落 3 (*Candoniella-Candona* 群落)

该群落分布于剖面的 400~592 米, 由 *Prionocypris*, *Candona*, *Leucocythere*, *Heterocypris*, *Candoniella*, *Cyprideis*, *Advenocypris*, *Cyprinotus*, *Mediocypris*, *Ilyocypris*, *Cypricercus* 和 *Chinghaicypris* 组成。群落的特征分子为 *Candoniella formosa* 和 *Candona candida*。优势分子为 *Prionocypris gansenensis*, *Cyprideis eboliangensis* 和 *Leucocythere*, 其中 *Leucocythere* 包括 3 种: *Leucocythere tropis*, *Leucocythere kunghoensis* 和 *Leucocythere parasculpta*。本群落丰度较高, 分异度也较高, 群落中化石个体保存较好单瓣与整壳数量相当, 壳质较薄。埋藏的围岩是灰色、深灰色泥岩及泥质粉砂岩、砂质泥岩、砂质泥岩夹泥灰岩。

4.1.4. 群落 4 (*Eucypris-Cyprinotus-Cypridopsis* 群落)

该群落分布在剖面的 596~736 米, 由 *Cyprinotus*, *Leucocythere*, *Cyprideis*, *Cyprideis*, *Candoniella*, *Austrocypris*, *Cypridopsis*, *Eucypris*, *Candona*, *Mediocypris* 组成。群落的特征分子为 *Cypridopsis vidua*; 优势分子为 *Cyprideis littoralis* 和 *Leucocythere mirabilis*。本群落丰度高, 分异度较高, 群落中化石个体保存完好, 壳质较厚, 埋藏的围岩是黄绿色细砂岩、灰色粉砂岩与灰棕色块状泥岩互层, 局部夹钙质泥岩条带。

4.1.5. 群落 5 (*Cyprideis littoralis-Leucocythere* 群落)

该群落分布于剖面的 740~795 米, 由 *Mediocypris*, *Ilyocypris*, *Chinghaicypris*, *Cyprideis*, *Leucocythere*, *Eucypris*, *Heterocypris*, *Prionocypris*, *Candona* 和 *Advenocypris* 组成。群落的优势分子为 *Cyprideis littoralis* 和 *Leucocythere*, 其中 *Leucocythere* 包括 2 种: *Leucocythere dorsotuberosa* 和 *Leucocythere tropis*。本群落分异度一般, 但丰度高, 群落中化石个体保存完好。群落埋藏的围岩是棕灰色、灰白色石膏质砂岩及少量泥灰岩和薄层粉砂岩。

4.2. 古环境的变化

根据鄂博梁剖面 5 个介形虫群落所反映的气候信息, 可将研究区的古环境划分为 3 个阶段。

4.2.1. 温湿浅水期

大致相当于介形虫群落 1 和群落 2。群落中的

Ilyocypris 是喜暖属, 常见于 10.5°C~20°C 的温度和含藻类的流动水体^[22]。*Leucocythere* 和 *Candona* 生长于温和湿润的环境中, 可容忍的盐度范围广, 从淡水至真盐水^[21,23]。群落中多刺土星介 *Ilyocypris echinata* 发育较多的瘤刺, 可指示当时降水量较充沛, 湖水淡化, 盐度降低。指示水体具流动性的 *Ilyocypris biplicata* 壳体数量较多, 说明当时有入湖径流^[13]。综上可推测该两群落的生活环境为入湖径流的流动水体, 气候温暖潮湿。这一时期该地更靠近湖岸, 湖水较浅, 受陆上径流影响较大。

4.2.2. 凉湿深水期

相当于介形虫群落 3 和群落 4 群落中的优势分子 *Cyprideis littoralis* 和 *Leucocythere mirabilis* 为喜冷狭温属种, 常见于淡水至微咸水^[24,25]。特征分子 *Candoniella* 为喜冷淡水属种, 生活于淡水沼泽、池塘等小型水体中; *Candona candida* 较喜凉; 真星介 *Eucypris* 生存于淡水及少盐水的环境中^[26]。由此推测该两群落的生活环境为微咸水 - 淡水湖泊, 气候相对凉爽。较深水种 *Leucocythere mirabilis* 丰度出现最大峰值, 成为该组合的主要分子之一, 反映当时环境适宜奇妙白花介的繁衍, 从而推断该阶段湖水补给量较大, 湖水位快速上升, 湖水有明显加深^[27]。

4.2.3. 冷干浅水期

对应于介形虫群落 5。典型的半咸水 - 咸水种美丽真星介 *Eucypris concinna* 的出现指示当时水体为高盐度的静水水体^[22]。较喜热的美星介 *Cyprinotus* 和虽能抗低温、但不能忍受极低温的淡水属种 *Ilyocypris* 的不断减少, 指示低气温的玻璃介 *Candona* 不断增多, 表明气温在不断降低, 气候逐渐变冷^[28,29]。此阶段群落分异度有减少, 优势分子 *Cyprideis* 的大量保存也可反映上新统狮子沟组沉积时期, 淡水注入越来越少, 气候更趋向于干燥, 水域咸化的进一步加剧, 湖水范围有缩小的趋势。

5. 结论

通过对柴达木盆地鄂博梁地区中新世 - 上新世介形类化石认真处理鉴定统计和生物地层研究以及介形类生古气候研究, 取得了以下主要认识:

1) 依据剖面中具有地质时代意义的特殊分子的

变化规律, 自下而上建立了 3 个介形虫组合带: 1) *Mediocypris-Candona-Cyprinotus* 组合带; 2) *Cyprideis-Prionocypris-Cypricercus* 组合带; 3) *Eucypris-Cyprideis-Leucocythere* 组合带。根据组合带将鄂博梁采样剖面的时代厘定为中新世中晚期 - 晚上新世。

2) 依据介形虫动物群在剖面上的分布规律, 建立了 5 个介形虫群落, 至下而上为: 1) *Advenocypris eboliangensis-Ilyocypris* 群落; 2) *Candona arcinaCyprideis* 群落; 3) *Candoniella-Candona* 群落; 4) *Eucypris-Cyprinotus-Cypridopsis* 群落; 5) *Cyprideis littoralis-Leucocythere* 群落。

3) 通过对所建立的介形虫群落进行详细的生态特征分析, 将鄂博梁剖面的古环境划分为 3 个期次:

1) 中新世中晚期 - 早上新世为温湿浅水期; 2) 中上新世为凉湿深水期, 沉积环境更为咸化; 3) 晚上新世为冷干浅水期。

4) 综上所述, 柴达木盆地鄂博梁地区在中新世至上新世, 经历了湖泊由浅 - 深 - 浅, 由淡水 - 微咸水 - 咸水, 气候从暖 - 凉 - 冷的演化过程。

6. 致谢

中科院青藏所方小敏教授在介形类鉴定和论文写作方面提出了宝贵建议和意见并提供了相关资料, 中国地质大学(武汉)地球科学学院陈建华、施张燕、宋倩倩在样品处理时给予了大力帮助和支持, 在此一并表示感谢!

参考文献 (References)

- [1] M. V. Angel. Repeated samples from a deep midwater planktonic ostracod community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1969, 3(1): 76-89.
- [2] D. Barker. Eocene ostracods from the fawley transmission tunnel. *Proceedings of the Geologists' Association*, 1974, 85(3): 387-389.
- [3] J. F. Reger, P. W. Schultz and G. C. Rouiller. Observations on intranuclear and cytoplasmic paracrystalline structures in differentiating oocytes of the ostracod, *Cypridopsis vidua*. *Experimental Cell Research*, 1965, 39(2-3): 607-612.
- [4] D. Van Harten. Size and environmental salinity in the modern euryhaline ostracod *Cyprideis torosa* (Jones, 1850), a biometrical study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1975, 17(1): 35-48.
- [5] A. Absolon. Freshwater ostracods in holocene cycle. *Quaternary Research*, 1972, 2(3): 335-336.
- [6] M. V. Angel. Studies on Atlantic halocyprid ostracods: Their vertical distributions and community structure in the central gyre region along latitude 30° from off Africa to Bermuda. *Progress in Oceanography*, 1979, 8(1-2): 3-124.
- [7] R. Victor, C. H. Fernando. Redescription of two freshwater ostracods (Crustacea, Ostracoda) of the genus *Eucypris* Vavra, 1891 from the Philippines. *Hydrobiologia*, 1981, 83(2): 261-265.
- [8] K. Abe, J. Vannier. Functional morphology and significance of the circulatory system of Ostracoda, exemplified by *Vargula hilgendorffii* (Myodocopida). *Marine Biology*, 1995, 124(1): 51-58.
- [9] J. A. Holmes, P. A. Fothergill, F. A. Street-Perrott, et al. A high-resolution Holocene ostracod record from the Sahel zone of Northeastern Nigeria. *Journal of Paleolimnology*, 1998, 20(4): 369-380.
- [10] 刘泽纯, 孙世英, 杨藩等. 柴达木盆地三湖地区第四纪地层学及其年代学分析[J]. *中国科学(B 辑)*, 1990, 20(11): 1202-1211.
- [11] 叶得泉, 钟筱春, 姚益民. 中国油气区第三系(I), 总论[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993: 120-130.
- [12] 杨藩, 乔子真, 张海泉等. 柴达木盆地新生代介形类动物群特征及环境意义[J]. *古地理学报*, 2006, 8(2): 143-156.
- [13] 李元芳. 青藏高原西北部 17,000 年以来的介形类及环境演变[期刊论文][J]. *地理学报*, 1994, 49(1): 46-54.
- [14] H. Limén, E. Ólafsson, et al. Ostracod species-specific utilisation of sediment detritus and newly settled cyanobacteria, *Aphanizomenon* sp., in the Baltic Sea: Evidence from stable carbon isotopes. *Marine Biology*, 2002, 140(4): 733-738.
- [15] 新疆石油管理局勘探开发研究院. 新疆地层及介形类化石[M]. 北京: 地质出版社, 1995: 1-577.
- [16] 朱筱敏, 康安, 韩德馨等. 柴达木盆地第四纪环境演变, 构造变形与青藏高原隆升的关系[J]. *地质科学*, 2003, 38(3): 367-376.
- [17] 庞其清, 刘俊英, 郑绵平等. 青藏高原昆仑山垭口地区第四纪介形虫及环境变迁的探讨[J]. *地质学报*, 2007, 81(12): 1672-1691.
- [18] 张玲, 孙镇城, 安芷生等. 青海湖地区不同水体介形类分布特征的初步研究[J]. *微体古生物学报*, 2006, 23(4): 425-436.
- [19] 中科院兰州地质研究所等. 青海湖综合考察报告[M]. 北京: 中国科学出版社, 1979: 9-15.
- [20] L. P. Zhu, Y. F. Li and B. Y. Li. The ostracod assemblages and their environmental significance in the Chen Co area, southern Tibet in recent 1400 years. *Journal of Geographical Sciences*, 2002, 12(4): 451-459.
- [21] 李军, 余俊清. 湖相介形虫古生态学在环境变化研究中的应用[J]. *盐湖研究*, 2002, 10(1): 66-71.
- [22] P. De Deckker. Ostracods of athalassic saline lakes. *Hydrobiologia*, 1981, 81: 131-144.
- [23] 庞其清, 张志军, 卢立伍等. 河南西峡地区晚白垩世介形虫的发现及其地层意义[J]. *地质通报*, 2008, 27(6): 769-784.
- [24] 郝治纯, 阮培华, 廖颜军. 洞庭盆地白垩纪——早第三纪介形虫动物群及其地层意义[J]. *地球科学*, 1984, 26(3): 1-8.
- [25] D. Horne, F. Mezquita. Palaeoclimatic applications of large databases: Developing and testing methods of palaeotemperature reconstruction using nonmarine ostracods. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 2008, 88(1): 93-112.
- [26] 青海石油管理局勘探开发研究院, 中国科学院南京地质古生物研究所. 青海柴达木盆地第三纪介形类动物群[M]. 南京: 南京大学出版社, 1988: 1-190.
- [27] 李元芳, 朱立平, 李炳元. 150 年来青藏高原南红山湖的介形类与环境变化[J]. *地理研究*, 2001, 20(2): 199-205.
- [28] 李友桂, 郑绵平. 西藏阿里地区全新世早期介形虫及其古环境[A]. 青藏高原地质文集(3)——地层·古生物——青藏高原地质科学讨论会论文集(二)[C]. 拉萨, 1979.
- [29] 吉利明, 姜桂凤, 祝幼华. 柴达木盆地碱石山地区中新世介形类及其古环境[J]. *新疆石油地质*, 2007, 28(2): 158-162.

图版说明 (Explanation of Plates)

化石标本保存在中国地质大学(武汉)微体古生物实验室显微结构室, 图版中比例尺均为 300 μm 。产地层位: 青海柴达木盆地鄂博梁地区, 中新统至上新统。样品号: 001-199。

All the fossil specimens are preserved in the micro-structure room of the micropaleontology laboratory in the China University of Geosciences (Wuhan), the collection number are the same as the sample No. from 001-199. All specimens were taken from the Eboliang Profile in the Qaidam Basin, Qinghai Province.

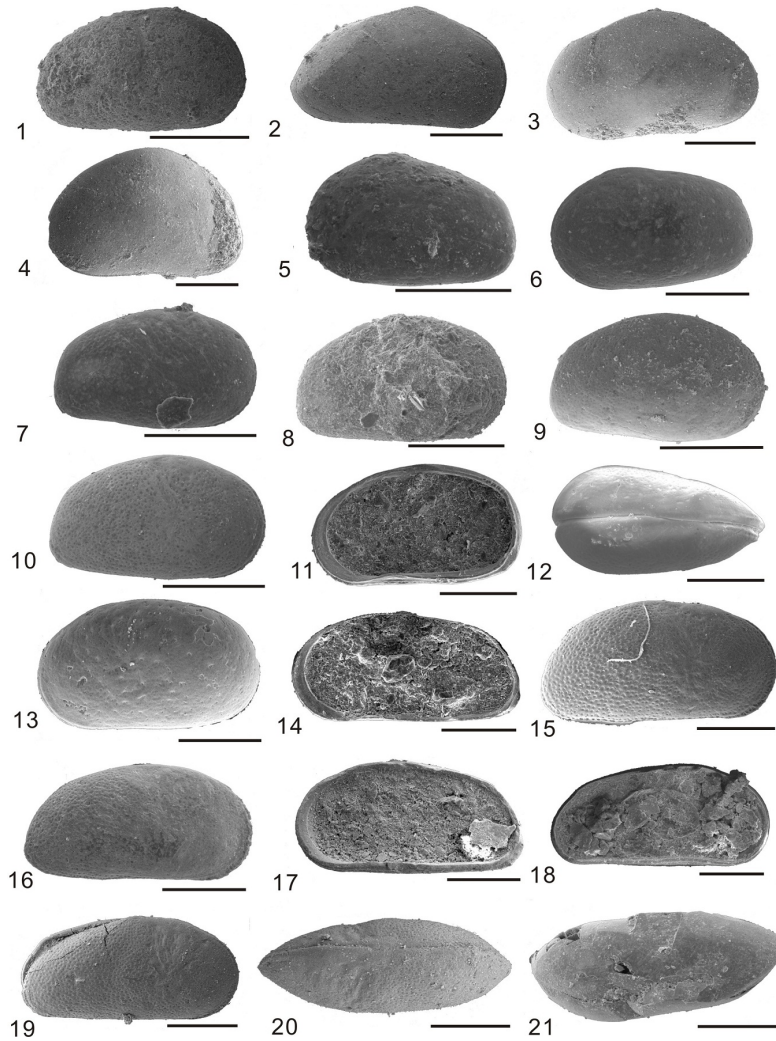


Plate I 图版 I

1. *Eucypris absoleta* Mandelstam, 1963. Lateral view, sample number: 028; 2-3. *Eucypris concinna concinna* Schneider, 1961. lateral view, sample number: 164; 4. *Eucypris concinna rostrata* Z. Sun. lateral view, sample number: 164; 5-10. *Advenocypris eboliangensis* Sun Zhi-cheng. 5. Lateral view, sample number: 008; 6, 7. *Eucypris concinna rostrata* Z. Sun. lateral view, sample number: 029; 8. Lateral view, sample number: 056; 9. Lateral view, sample number: 072; 10. Lateral view, sample number: 107; 11-13. *Cypricercus levis* Huang; 11. Inner view, sample number: 136; 12. Dorsal view, sample number: 136; 13. Lateral view, sample number: 136; 14-20. *Mediocypris lenis* Song, 1983; 14. Inner view, sample number: 119; 15. Lateral view, sample number: 119; 16. Lateral view, sample number: 143; 17, 18. Inner view, sample number: 184; 19. Lateral view, sample number: 185; 20. Dorsal view, sample number: 185; 21. *Mediocypris* sp. Dorsal view, sample number: 162.

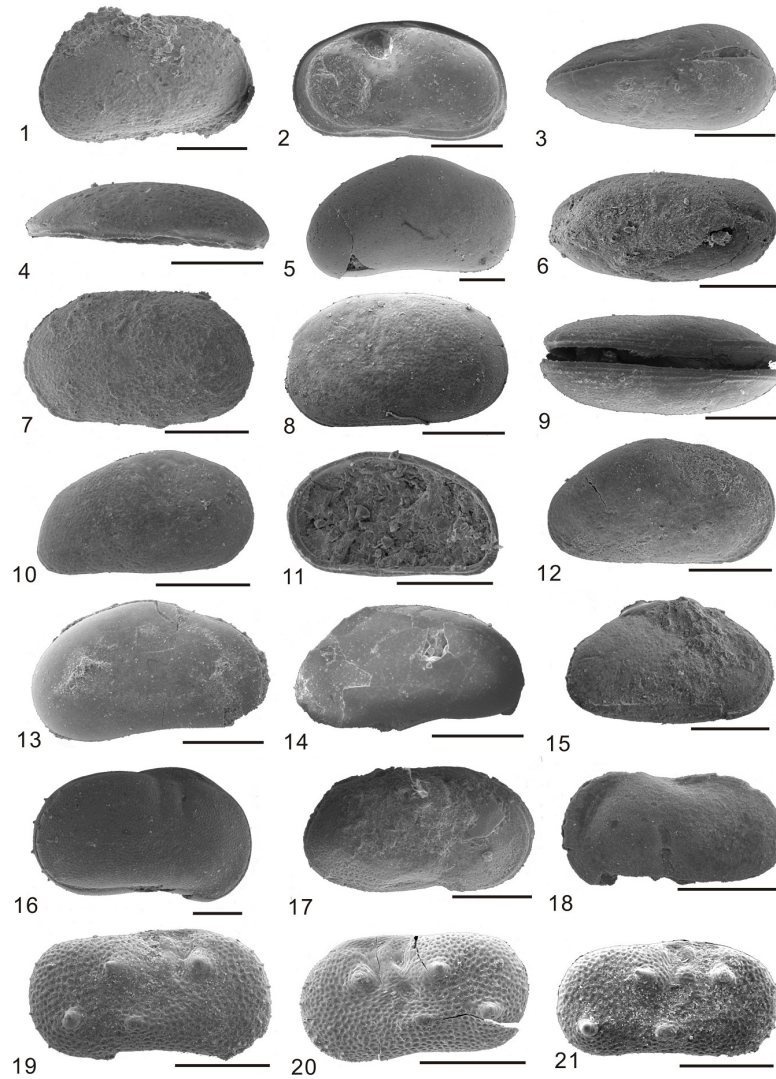


Plate II 图版II

1-4. *Prionocypris gansenensis* Huang. 1. lateral view, sample number: 102; 2. Inner view, sample number: 117; 3. Ventral view, sample number: 117; 4. Dorsal view, sample number: 143; 5. *Heterocypris salina salina* (Brady) lateral view, sample number: 105; 6. *Heterocypris salina qiulingensis* Yang, F. dorsal view, sample number: 191; 7-8. *Chinghaicypris crassa* Huang; 7. Lateral view, sample number: 143; 8. Lateral view, sample number: 185; 9-11. *Cyprinotus elongates* Yang, F.; 9. Ventral view, sample number: 117; 10. Lateral view, sample number: 154; 11. Inner view, sample number: 154; 12. *Austrocypris levis* Bojie lateral view, sample number: 156; 13-15. *Cypridopsis vidua* (O.F.Muller); 13, 14. Lateral view, sample number: 162; 15. Lateral view, sample number: 178; 16. *Ilyocypris echinata* Huang lateral view, sample number: 046; 17. *Ilyocypris biplicata* (Koch) lateral view, sample number: 078; 18. *Ilyocypris bradyi* G..O.Sars lateral view, sample number: 056; 19-21. *Ilyocypris dorso-tuberculata* Chen Tian-min; 19. Lateral view, sample number: 122; 20. Lateral view, sample number: 125; 21. Lateral view, sample number: 131.

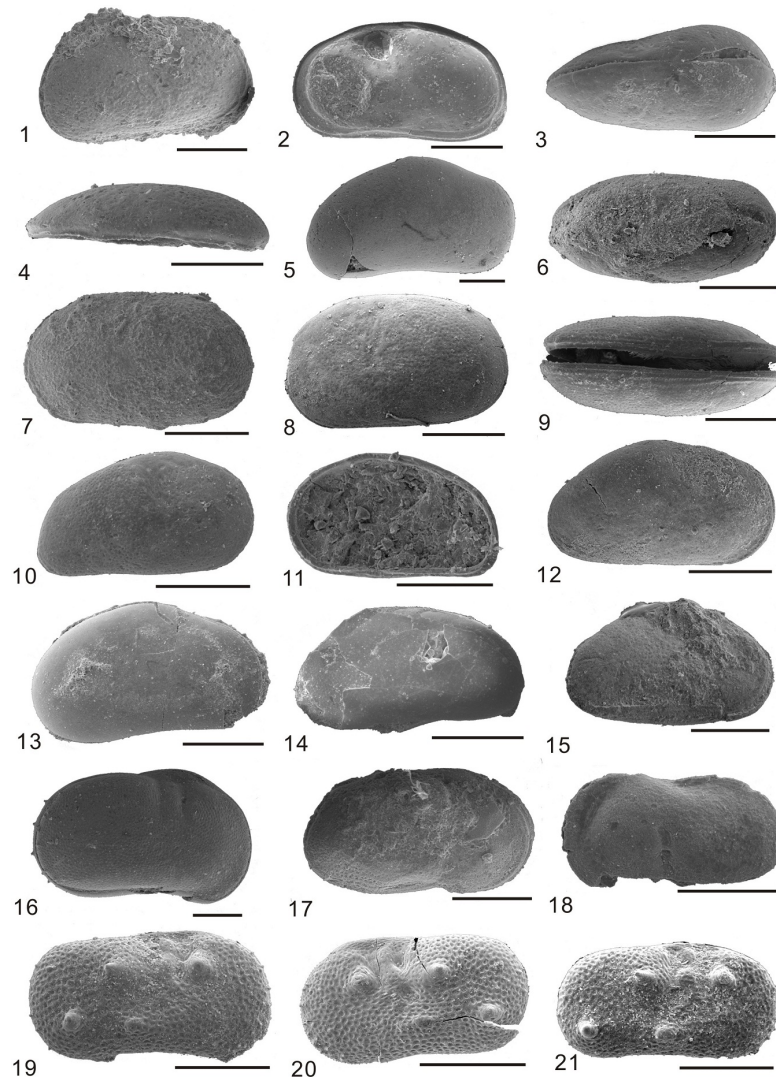


Plate III 图版III

1-2. *Candona arcina* Liepin. 1. Inner view, sample number: 088; 2. Lateral view, sample number: 126; 3. *Candona houae* Huang. Lateral view, sample number: 105; 4-5. *Candona candida* (O.F.Muller, 1776); 4. Lateral view, sample number: 105; 5. Lateral view, sample number: 126; 6-7. *Candona placenta* Huang et al. F. Yang. Lateral view, sample number: 174; 8-9. *Leucocythere mirabilis* Kaufmann; 8. Lateral view, sample number: 046; 9. Lateral view, sample number: 199; 10. *Leucocythere dorsotuberosa* Huang. Lateral view, sample number: 154; 11-12. *Leucocythere parasculpta* Huang, 1985. Lateral view, sample number: 105; 13-14. *Leucocythere tropis* Huang, 1984; 13. Ventral view, sample number: 131; 14. Lateral view, sample number: 196; 15-16. *Cyprideis littoralis* (Brady); 15. Lateral view, sample number: 095; 16. Inner view, sample number: 095; 17-18. *Cyprideis eboliangensis* Yang; 17. Lateral view, sample number: 078; 18. Lateral view, sample number: 094; 19. *Cyprideis clavellatus* F. Yang lateral view, sample number: 164; 20-21. *Cyprideis lenghuensis* Yang; 20. Lateral view, sample number: 131; 21. Ventral view, sample number: 131.