

doi:10.3799/dqkx.2015.065

西准噶尔俄姆哈剖面泥盆纪—石炭纪之交介形类的发现及其意义

宋俊俊, 龚一鸣*

中国地质大学生物地质与环境地质国家重点实验室, 湖北武汉 430074

摘要: 为进一步丰富新疆西准噶尔地区泥盆纪—石炭纪(D-C)之交古生物地层资料, 为研究区泥盆和石炭系划分、古环境重建提供新的证据, 经野外采样、室内处理等工作, 首次报道了西准噶尔俄姆哈地区 D-C 之交介形类 9 属 12 种(包括 1 新种): *Cavellina sublatiovata*, *C.cf.obesa*, *C.sp.*, *Glyptopleura* sp., *Healdianella renalata*, *H.sp.*, *Bairdiocypris vafra*, *Bairdia* sp., *Rectobairdia* sp., *Fabalicypis* sp., *Youngiella calvata*, *Coelonella xizhunensis* sp.nov.. 根据介形类生物地层, 并参照共生的其他门类化石, 认为西准噶尔俄姆哈剖面至少在第 3 层就进入了早石炭世, 进一步证明了洪古勒楞组的时代应该是晚泥盆世—早石炭世。介形类的古生态研究表明, 西准噶尔俄姆哈地区是火山岛弧区在火山间歇期的近岸浅水沉积环境。

关键词: 介形类; 泥盆纪—石炭纪; 西准噶尔; 地层学; 沉积学。

中图分类号: P52

文章编号: 1000—2383(2015)05—0797—13

收稿日期: 2014—09—21

Ostracods from the Emuha Section of Devonian-Carboniferous Transitional in Western Junggar

Song Junjun, Gong Yiming*

State Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: To provide new evidences for the stratigraphic division of Devonian and Carboniferous as well as paleoenvironmental reconstruction of western Junggar, Xinjiang, NW China. The biostratigraphic data of Devonian-Carboniferous boundary (D-C) has been explored in this study by field sampling and laboratory analysis in western Junggar. 12 ostracod species (including 1 new species) from the Devonian-Carboniferous in the Emuha section of western Junggar are first described and presented. It is found that they belong to 9 genera, including *Cavellina sublatiovata*, *C.cf.obesa*, *C.sp.*, *Glyptopleura* sp., *Healdianella renalata*, *H.sp.*, *Bairdiocypris vafra*, *Bairdia* sp., *Rectobairdia* sp., *Fabalicypis* sp., *Youngiella calvata*, *Coelonella xizhunensis* sp. nov.. The stratigraphical distribution of ostracods in the Emuha section suggests that the Hongguleleng Formation should be Late Devonian to the Early Carboniferous in age. In terms of paleoecology, the retrieved ostracods indicate an off-shore environment during intermittent periods of volcanic activities in volcanic arc zone.

Key words: ostracod; Devonian-Carboniferous; western Junggar; stratigraphy; sedimentology.

西准噶尔位于新疆西北部, 是北疆—兴安地层大区北疆地层区的重要组成部分(蔡土赐, 1999; 纵瑞文等, 2012)。西准噶尔沙尔布尔提山地层小区上

泥盆统及下石炭统发育良好, 是研究泥盆系—石炭系界线地层划分对比的重要地区(宗普等, 2012)。其中所含丰富的各门类化石(牙形刺、腕足类、珊瑚、疑

基金项目: 新疆 1:25 万铁厂沟镇幅(L45C002001)与克拉玛依市幅(L45C003001)区调修测项目(No.1212011120502); 国家自然科学基金项目(No.41290260, 41472001); 高等学校博士学科点专项科研基金项目(No.20120145110012)。

作者简介: 宋俊俊(1989—), 女, 博士研究生, 主要从事泥盆纪介形类生物地层研究工作。E-mail: hlhisa@126.com

* **通讯作者:** 龚一鸣, E-mail: ymgong@cug.edu.cn

引用格式: 宋俊俊, 龚一鸣, 2015. 西准噶尔俄姆哈剖面泥盆纪—石炭纪之交介形类的发现及其意义. 地球科学——中国地质大学学报, 40(5): 797—809.

源类和植物等)为研究西准噶尔地区生物演化及古地理分区提供了重要材料(许汉奎等,1990;赵治信和王成源,1990)。但以详细地层资料为基础的古生物学研究还较薄弱,使该区晚泥盆世和早石炭世地层的划分和对比存在较大争议(张梓歆,1985;王增吉和赵治信,1987;赵治信和王成源,1990;夏凤生,1996),古地理和古环境重建工作受到限制。

介形类是晚古生代主要无脊椎动物门类之一,在古生代地层的划分与对比、生物地理区划及沉积环境重建等方面有重要意义(王尚启,1995;Wang and McKenzie,2000;王尚启和彭金兰,2005;Casier and Olempska,2008;Olempska and Belka,2010)。西准噶尔地区晚泥盆世—早石炭世地层中含有较为丰富的介形类,在前人的相关文献中都有涉及(赵治信,1986;蒋显庭等,1995),但仅是提及有介形类,并未做系统的描述和研究。本文依据详实的地层资料,首次对研究区上泥盆统—下石炭统产出的介形类进行详细研究,这也是西准噶尔地区古生代地层中介形类的首次系统研究,其进一步丰富了研究区的古生物学材料。在此基础上,笔者对该区的地层划分与对比、古环境、古地理研究等提出新的认识。

1 区域地质和剖面描述

新疆和布克赛尔蒙古自治县的沙尔布尔提山一带上泥盆统、下石炭统发育。其中,上泥盆统下部为

陆相地层,称为朱鲁木特组(D_3z);其上为洪古勒楞组(D_3C_1h),地层时代为晚泥盆世—早石炭世;之上为下石炭统黑山头组(C_1h)(宗普等,2012)。本文所研究的标本采自和布克赛尔蒙古自治县和什托洛盖镇附近的阿赫尔布拉克俄姆哈(简称俄姆哈)剖面(GPS 点位为: $46^{\circ}46'00.56''N, 86^{\circ}16'07.51''E$) (图 1)。俄姆哈剖面是该研究区典型的泥盆系—石炭系连续剖面(许汉奎等,1990;宗普等,2012),具有重要的地层意义。

许汉奎等(1990)将俄姆哈剖面分为 5 层,第 2 层和第 3 层的界线作为泥盆系—石炭系界线,同时当作洪古勒楞组和黑山头组的界线。然而,笔者在按照前人分层位置,重新实测的过程中发现,第 2 和第 3 层岩性基本一致,不足以作为组的界线,故本文统称为洪古勒楞组;笔者同时发现,该剖面地层呈断片形式产出:即洪古勒楞组在中间,上、下为朱鲁木特组,均为断层接触。经过野外勘测和室内古生物学研究,本文暂将第 1 层和第 2 层的界线作为朱鲁木特组和洪古勒楞组的界线(图 2)。实测剖面特征如下:

石英正长岩	
-----侵入接触-----	
朱鲁木特组(D_3z)	总厚度:81.8 m
9.灰色厚层状砂砾岩夹灰黑色炭质泥岩	64.9 m
8.灰绿色中薄层状泥质粉砂岩。局部可见遗迹化石 <i>Palaeophycus isp.</i>	11.4 m
7.灰色厚层状砂砾岩夹灰黑色泥岩	5.5 m
=====断层接触=====	

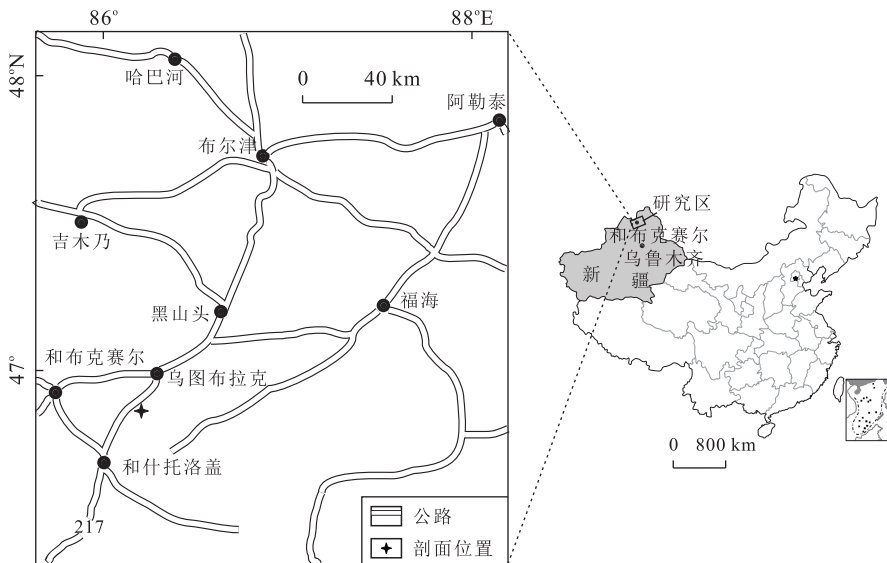


图 1 西准噶尔俄姆哈剖面交通位置

Fig.1 Sketch showing location of the Emuha section in western Junggar, NW China
中国地图据中华人民共和国地图(1:22 000 000),星球出版社,2010 年第一版

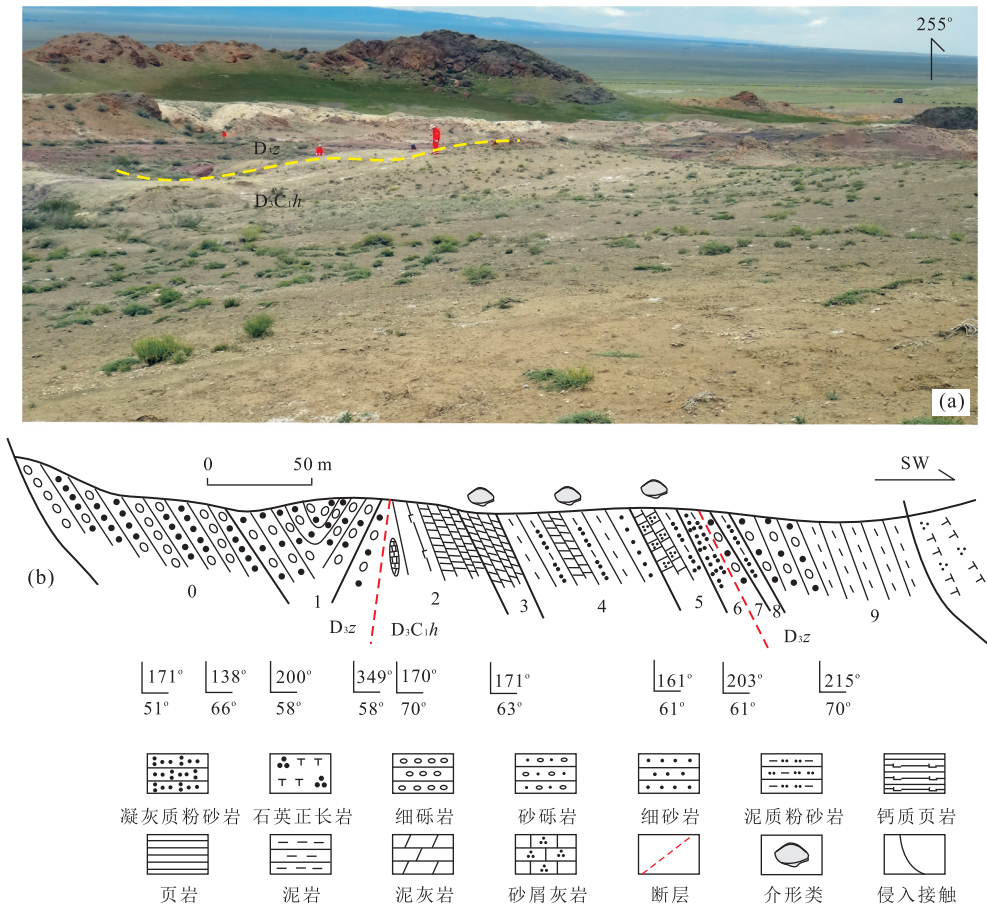


图 2 西准噶尔俄姆哈剖面野外景观(a)和实测地层剖面(b)

Fig.2 The field photograph (a) and the measured stratigraphic profile (b) of the Emuhua section from western Junggar 0~9.见文中实测剖面特征描述

洪古勒楞组(D₃C₁h) 总厚度:123.5 m

6.灰绿色中薄层状泥质粉砂岩夹凝灰质粉砂岩.可见密集分布的遗迹化石 *Palaeophycus* isp. 5.5 m

5.灰黄色薄层状钙质泥质细砂岩与褐灰色薄层状砂屑灰岩互层,局部夹透镜状生物碎屑灰岩,夹少量凝灰质粉砂岩.含大量的腕足类、腹足类等实体化石和遗迹化石,可见植物化石碎片.产出丰富的介形类:*Cavellina sublatiovata*, *C. cf. obesa*, *C. sp.*, *Glyptopleura* sp., *Healdianella renalata*, *H. sp.*, *Bairdiocypris vafra*, *Bairdia* sp., *Rectobairdia* sp., *Fabalicypriis* sp., *Youngiella calvata*, *Coelonella xizhunensis* sp.nov. 14.0 m

4.灰黄色薄层状泥质粉砂岩、细砂岩和灰褐色薄层状泥灰岩.产少量介形类:*Youngiella calvata*, *Bairdiocypris vafra*, *Coelonella xizhunensis* sp.nov., *Bairdia* sp., *Healdianella* sp. 57.5 m

3.灰褐色中厚层状泥灰岩.含腕足类、菊石、三叶虫、双壳类、海百合茎化石.产少量介形类:*Youngiella calvata*, *Bairdia* sp., *Coelonella xizhunensis* sp.nov. 18.6 m

2.灰黄—灰黑色钙质页岩夹褐红色中厚层状泥灰岩.含海百合茎、腕足类、珊瑚等实体化石及遗迹化石 *Zoophycos* isp. 27.9 m

朱鲁木特组(D₃z) 总厚度:143.6 m

1.紫红色砂砾岩、细砾岩、含砾粗砂岩 58.8 m
0.黄白色中层状细砾岩、含砾粗砂岩.产植物化石 *Leptophloeum rhombicum* 和 *Sublepidodendron* sp. 84.8 m

侵入接触
中酸性熔岩

2 介形类化石描述

2.1 样品处理及结果

笔者对俄姆哈剖面洪古勒楞组(第 2~5 层)进行连续采样,共采集样本 14 个,每个样本重约 1 kg.回到实验室后,用“热酸解法”(Crasquin-Soleau and Kershaw, 2005;袁爱华等, 2009)对样品进行提取处理.具体操作步骤如下:先将 200 g 样品碎成 1 cm × 1 cm × 1 cm 的小块,装入容积为 500 mL 的广口瓶中,在烘箱内烘干 48 h 左右;然后,向广口瓶中注入体积浓度为 99.5% 的无水乙酸(冰醋酸),沙浴加热

60~80 °C,反应 5~7 d,直至瓶底出现较多细粉状物为止;最后用双层筛洗法冲洗岩样,即上层筛孔径为 2 mm(10 目),下层筛孔径为 0.097 mm(160 目)。冲洗后的砂样在烘箱中烘干,最后在体视显微镜下挑选介形类壳体。

本次处理出介形类壳体 45 枚左右,其中保存良

好的整壳(双瓣壳)约 30 枚,另有部分重结晶的壳体内模及保存较差的单瓣壳体。该剖面的介形类产出主要集中于第 5 层,共处理出整壳和单瓣壳 30 余枚;第 3 层和第 4 层有少量产出,但个体小、保存情况较差。经鉴定,该剖面产出介形类 9 属 12 种(包括 1 新种);*Cavellina sublatiovata*, *C. cf. obesa*, *C. sp.*,

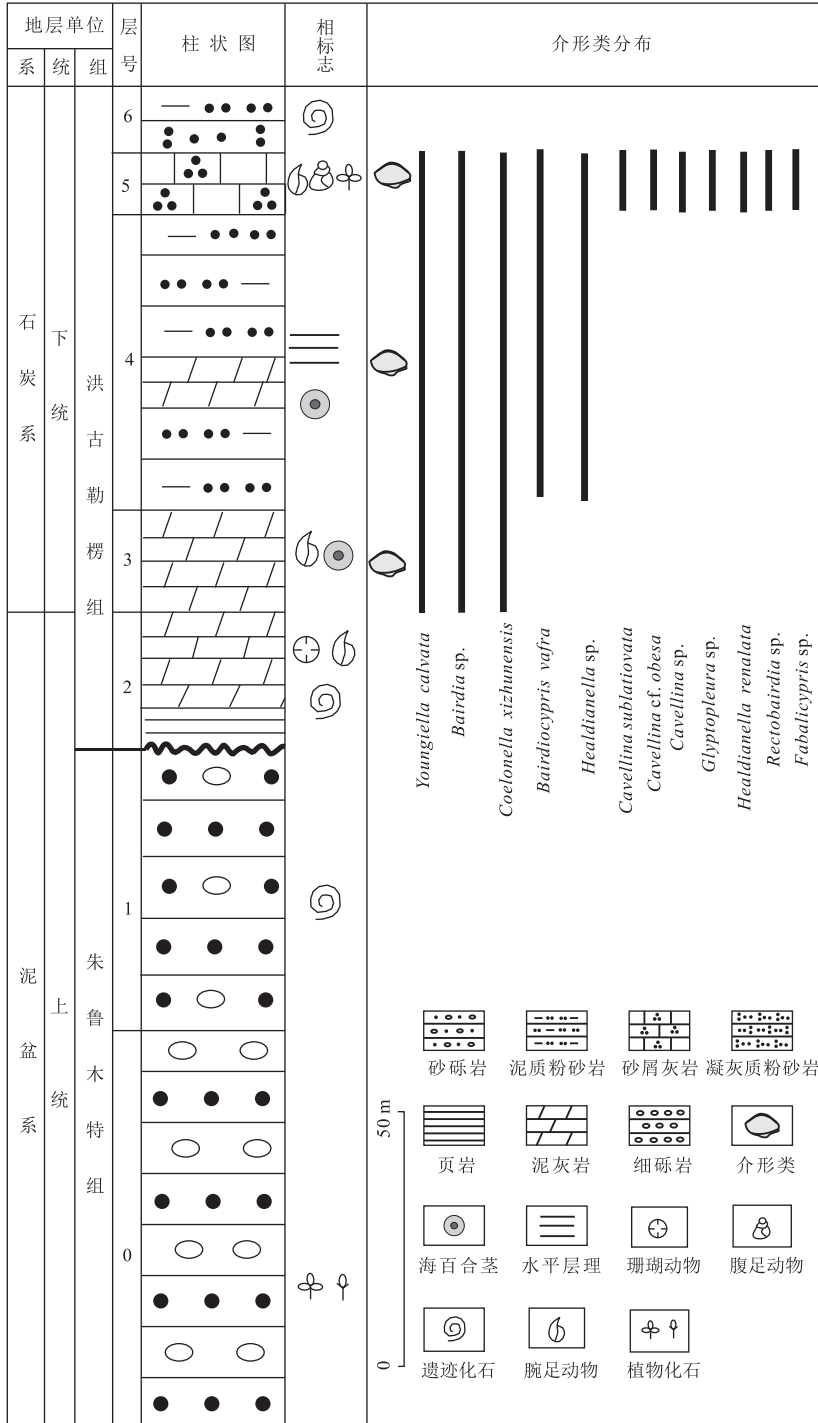


图 3 西准噶尔俄姆哈剖面泥盆纪—石炭纪之交地层层序介形类分布

Fig.3 Stratal sequence ostracods distribution from the Emuha section, western Junggar

Glyptopleura sp., *Healdianella renalata*, *H.* sp., *Bairdiocypris vafra*, *Bairdia* sp., *Rectobairdia* sp., *Fabalicypis* sp., *Youngiella calvata*, *Coelonella xizhunensis* sp.nov.(图3).

2.2 系统古生物学描述

本文主要采用 Moore(1961)系统分类方案,同时参照 Lethiers and Feist(1991)和 Becker(1999)的分类方法,壳体度量中采用省略符号: L = 壳长; H = 壳高; W = 壳厚.所有标本均保存于中国地质大学(武汉)地球科学学院地球生物系.

古足介目 Order Palaeocopida Henningsmoen,1953
 磨石介亚目 Suborder Beyrichicopina Scott,1961
 年轻介超科 Superfamily Youngielloidea Kellett,1933

年轻介科 Family Youngiellidae Kellett,1933

年轻介属 Genus *Youngiella* Jones et Kirkby,1895

光面年轻介 *Youngiella calvata* Green,1963

(图4a和4b)

1963 *Glyptopleuroides girtyi* sp. nov., Green, pp. 87, pl.2, figs. 22,23

2003 *Youngiella calvata* (Green,1963), Casier et Pr at, pp.88, pl.1, figs.5a,5b

描述:壳体小,侧视近长卵形.背边平直,向后倾斜;腹边近直,稍前倾;前、后背角钝.前、后端圆,后端略宽.壳体近中部最高,近体中线最长.背视,两侧凸起中等,呈透镜形,中后部最厚.右壳略大,叠覆于左壳,前、后端和后腹部叠覆明显,其余部分叠覆不明显或无叠覆.壳面光滑.

度量:2014016,副模,整壳, $L = 0.54$ mm; $H = 0.34$ mm; $W = 0.28$ mm.

比较:该标本与产自加拿大阿尔伯塔省下石炭统班夫(Banff)组的该种正模相比,除体形略小,背、腹部叠覆微弱外,其余特征一致.

产地层位:新疆西准噶尔,上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组.

小克罗登介亚目 Suborder Kloedenellocopina Scott,1961

小克罗登介超科 Superfamily Kloedenelloidea Ulrich et Bassler,1908

雕肋介科 Family Glyptopleuridae Girty,1910

雕肋介属 Genus *Glyptopleura* Girty,1910

雕肋介(未定种) *Glyptopleura* sp.

(图4c~4e)

描述:壳体中等大,侧视近长方形至卵形.背边平直或微拱,腹边缓和内凹.两端圆,后端宽于前端.壳体近中部最高,近体中线最长.背视两侧凸起中等,呈透镜形或近楔形,中部偏后最厚.左壳大,叠覆右壳,壳侧中部偏前和体中线之上有一不规则凹陷区,表面具有纵向条纹.

度量:2014002,描述标本,整壳, $L = 0.90$ mm; $H = 0.61$ mm; $W = 0.49$ mm.2014003,描述标本,整壳, $L = 0.95$ mm; $H = 0.64$ mm; $W = 0.52$ mm.2014004,描述标本,整壳, $L = 0.98$ mm; $H = 0.67$ mm; $W = 0.55$ mm.2014005,描述标本,整壳, $L = 0.96$ mm; $H = 0.62$ mm; $W = 0.52$ mm.2014006,描述标本,整壳, $L = 0.94$ mm; $H = 0.58$ mm; $W = 0.50$ mm.

讨论和比较:当前标本在壳型、壳饰、叠覆等方面具有 *Glyptopleura* 属的特点,与产自云南宁蒗下泥盆统大槽子组的 *Glyptopleura* sp.1 相比,除壳饰的纵向条纹较稀疏外,其他特征一致.由于描述标本保存情况不佳,故暂定为该属的未定种.

产地层位:新疆西准噶尔,上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组

似无饰介亚目 Suborder Paraparchiticopina Gramm,1975

似无饰介超科 Superfamily Paraparchitoidea Scott,1959

小囊介科 Family Coelonellidae Sohn,1971

小囊介属 Genus *Coelonella* Stewart,1936

西准小囊介 *Coelonella xizhunensis* Song (sp. nov.)

(图4f~4h)

词源:西准,化石产地的简称.

材料:8个整壳,2个半壳.

描述:壳体小,侧视近正六边形.背边平直,短于壳长,仅为壳长的 $2/3$,前、后背角钝;腹边平直,和背边长度近等,前、后腹角钝.前端宽圆,后端圆.壳体近中部最高,体中线最长,以此为轴,上下部对称.背视,两侧凸出中等,近长椭圆形,中部最厚.右壳略大,叠覆于左壳,前、后端和腹部叠覆宽,背部叠覆窄,壳面光滑.

度量:2014017,正模,整壳, $L = 0.49$ mm; $H = 0.30$ mm; $W = 0.23$ mm.2014032,副模,整壳, $L = 0.47$ mm; $H = 0.28$ mm; $W = 0.19$ mm.2014018,副

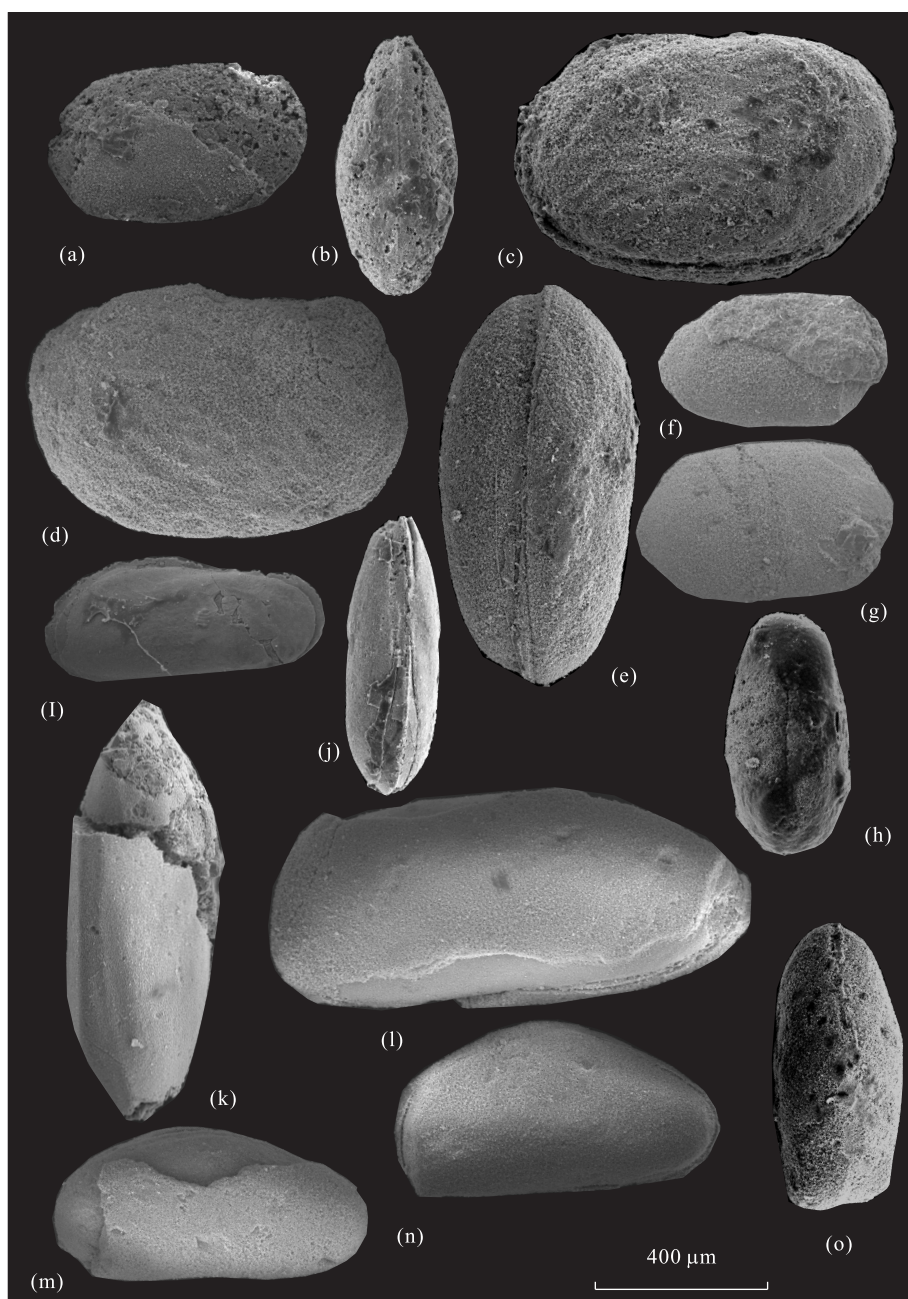


图 4 西准噶尔俄姆哈剖面介形类-I

Fig.4 Ostracods (I) from the Emuha section in western Junggar

a、b.光面年轻介 *Youngiella calvata* Green 近模的左视和背视.登记号:2014016;c~e.雕肋介(未定种)*Glyptopleura* sp.c、d.图示标本左视和右视.登记号:2014002;e.图示标本背视.登记号:2014003;f~h.西准小囊介(新种)*Coelonella xizhunensis* sp.nov.f.副模的右视.登记号:2014032;g、h.正模的右视和背视.登记号:2014017;i、j.豆星介(未定种)*Fabalicypis* sp.图示标本的右视和背视.登记号:2014027;k、l.直土菱介(未定种)*Rectobairdia* sp.k.图示标本的背视.登记号:2014024;l.图示标本的左视.登记号:2014025;m~o.灵巧巴尔德金星介 *Bairdiocypris vafra* m.近模的左视.登记号:2014028;n、o.近模的右视和背视.登记号:2014029

模,整壳, $L=0.50\text{ mm}$; $H=0.31\text{ mm}$; $W=0.22\text{ mm}$.

比较:该新种与产自波兰圣十字山上泥盆统 F-F'处的 *Coelonella?* sp.相比,以侧视近正六边形,体中线为轴上、下部对称特点,并据此区别于该属的其他种.

产地层位:新疆西准噶尔,上泥盆统一石炭统洪古勒楞组

速足介目 Order Podocopida Müller,1894

圆足介亚目 Suborder Metacopina Sylvester-Bradley,1961

赫鲁特介超科 Superfamily Healdioidea

Harlton, 1933

卡味尔介科 Family Cavellinidae Egorov, 1950

卡味尔介属 Genus *Cavellina*

Coryell, 1928

近宽卵形卡味尔介 *Cavellina sub-*

latiovata Zhang, 1986

(图 5a 和 5b)

1986 *Cavellina sublatiovata* sp. nov., Zhang, pp. 60, pl.1, figs.16~19

描述:壳体中等大,侧视卵形。背边微拱,腹边缓和内凹。前、后端等圆。壳体近后 1/3 处最高,体中线最长。背视,近厚楔形,中部偏后最厚。右壳较大,叠覆左壳,中到前背边和后腹边叠覆宽,前端和后端叠覆窄,前腹边叠覆不明显。在体中线上方和中部偏前有一不规则凹陷区,左壳前端可见点状壳饰,其余壳面光滑。

度量:2014001,近模,整壳, $L=1.04$ mm; $H=0.72$ mm; $W=0.45$ mm。

比较:当前标本与产于湘中上泥盆统锡矿山组上段的正模相比,除个体略小、点状壳饰不明显外,其余特征一致。

产地层位:新疆西准噶尔,上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组。

肥胖卡味尔介(比较种) *Cavellina* cf. *obesa* Wang, 1983

(图 5c)

1983 *Cavellina obesa* sp. nov., 王尚启, 139—140 页,图版 7,图 1~9

描述:壳体中等,侧视近圆形。背边上拱,腹边外弯。两端圆,后端稍宽。壳体近中部最高,体中线最长。背视,两侧凸起大,呈厚楔形,中后部最厚。右壳大,叠覆左壳,背、腹边叠覆清楚,其余叠覆不明显。在体中线上方和中部偏前有一不规则凹陷区,壳面光滑。

度量:2014008,描述标本,整壳, $L=0.92$ mm; $H=0.66$ mm; $W=0.51$ mm。

比较:当前标本就其外形特征而言,与广西象州中泥盆统四排组的 *Cavellina obesa* Wang 的标本相似。由于标本数量少,保存欠佳,故暂与其比较。

产地层位:新疆西准噶尔,上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组。

卡味尔介(未定种) *Cavellina* sp.

(图 5d~5f)

描述:壳体中等,侧视卵形。背边微拱;腹边近

直,中部内凹。后端圆,前端窄圆。壳体近中部最高,体中线最长。背视,近透镜形或楔形,中部偏后最厚。右壳大,叠覆左壳,前端及中到前背端叠覆宽,在后端叠覆窄,在背边后 1/3 处无明显叠覆。在体中线偏下方和中部偏前有一明显凹陷区,呈槽状延伸至腹部内凹处,其余壳面光滑。

度量:2014007,描述标本,整壳, $L=0.90$ mm; $H=0.57$ mm; $W=0.34$ mm。2014011,描述标本,整壳, $L=0.85$ mm; $H=0.50$ mm; $W=0.31$ mm。2014014,描述标本,整壳, $L=0.97$ mm; $H=0.56$ mm; $W=0.45$ mm。

比较:本种具有 *Cavellina* 的基本特征,但体中线偏下方具有槽状坑、腹边中部内凹的特点,有别于 *Cavellina* 属的已知种,可能是该属的新种。由于标本数量较少,故暂定为未定种。

产地层位:新疆西准噶尔,上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组。

巴尔德金星介科 Family Bairdiocyprididae Shaver, 1961

小赫鲁特介属 Genus *Healdianella* Posner, 1951

肾形小赫鲁特介 *Healdianella renalata* Li, 1987

(图 5g 和 5h)

1987 *Healdianella renalata* sp. nov., 李祖望, 320 页,图版 1,图 14a~15b

描述:壳体中等大,侧视近肾形。背边平直至微拱,腹边近直,近中部内凹。两端圆,前端较宽。壳体近中前部最高,近体中线最长。背视,两侧凸起较小,近楔形,后端略厚。左壳大,叠覆右壳,前背端和后腹部叠覆较宽,其余叠覆较窄或不明显。壳面光滑。

度量:2014012,近模,整壳, $L=0.98$ mm; $H=0.57$ mm; $W=0.45$ mm。2014019,近模,右壳, $L=0.87$ mm; $H=0.47$ mm。

比较:近模标本与产自甘肃靖远下石炭统臭牛沟组的 *Healdianella renalata* 相比,除个体较大,后端隆起较低,其余特征基本一致。

产地层位:新疆西准噶尔,上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组。

小赫鲁特介(未定种) *Healdianella* sp.

(图 5i 和 5j)

描述:壳体较小,侧视近卵形。背边强烈上拱、后部向后倾斜,腹边近直,近中部内凹。前、后端均为宽圆形,前端稍窄。壳体近后端最高、最厚,近体中线最长。背视,两侧凸起中等,前端窄、后端钝圆,呈枪头

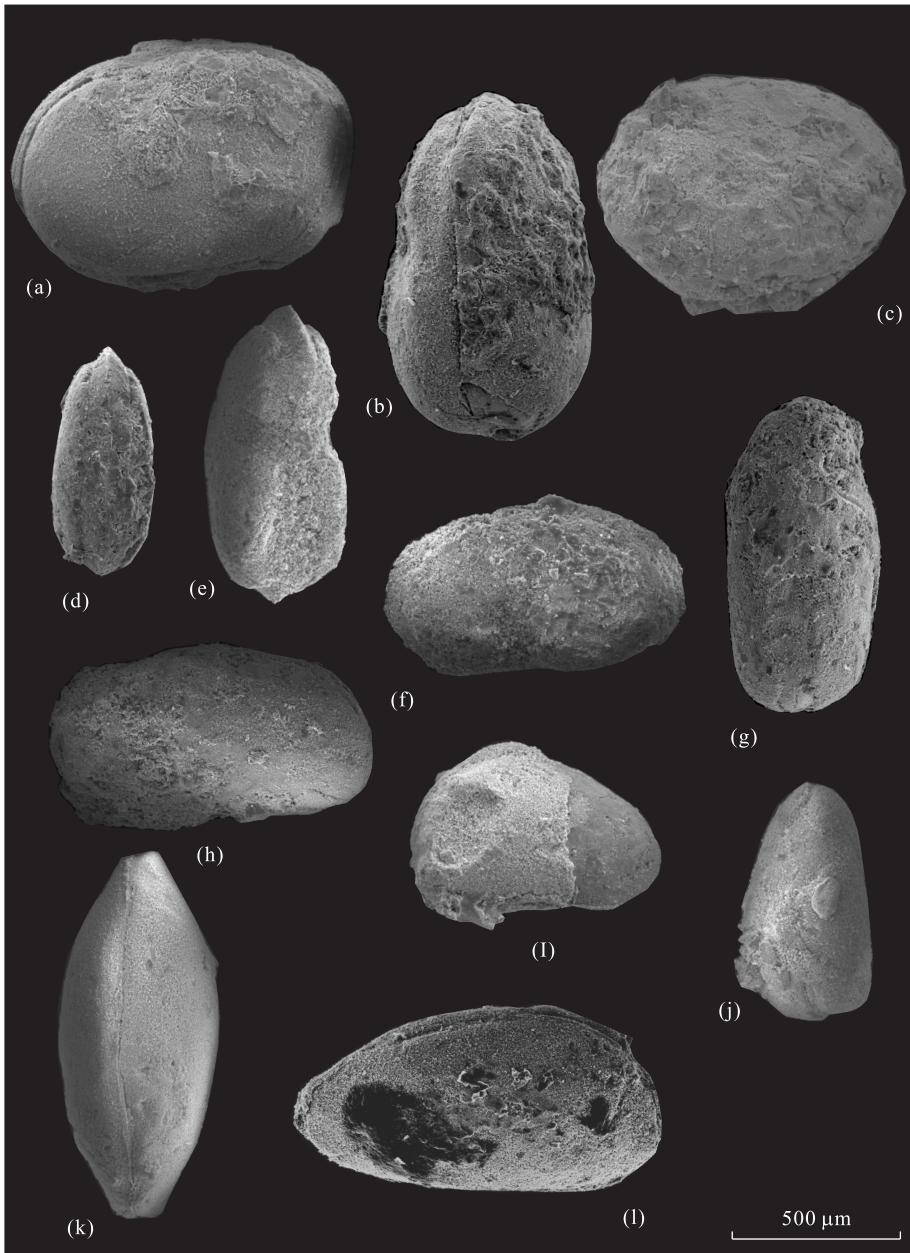


图 5 西准噶尔俄姆哈剖面介形类-II

Fig.5 Ostracods (II) from the Emuha section in Western Junggar

a,b.近宽卵卡味尔介 *Cavellina sublatiovata* Zhang 近模左视、背视.登记号:2014001;c.肥胖卡味尔介(比较种)*Cavellina cf.obesa* Wang 图示标本右视.登记号:2014008;d~f.卡味尔介(未定种)*Cavellina* sp.;d.图示标本的背视.登记号:2014011;e,f.图示标本的腹视和右视.登记号:2014007;g,h.肾形小赫鲁特介 *Healdianella renalata* Li 近模的背视和右视.登记号:2014012;i,j.小赫鲁特介(未定种)*Healdianella* sp.i.近模的右视.登记号:2014009;j.近模的背视.登记号:2014010;k,l.土菱介(未定种) *Bairdia* sp.图示标本的背视和右视.登记号:2014021

形.右壳大,叠覆左壳,除背部近后端叠覆不明显外,其余部分叠覆宽.

度量:2014009,描述标本,整壳, $L=0.77$ mm; $H=0.55$ mm; $W=0.36$ mm.2014010,描述标本,整壳, $L=0.71$ mm; $H=0.47$ mm; $W=0.33$ mm.2014015,描述标本,整壳, $L=0.74$ mm; $H=0.48$ mm; $W=0.34$ mm.

比较:描述标本具有 *Healdianella* 的属征,前背边上拱强烈,可能为一新种,但材料有限,暂定为该种的未定种.

产地层位:新疆西准噶尔,上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组.

巴尔德金星介属 Genus *Bairdiocypris* Kegel,1932
灵巧巴尔德金星介 *Bairdiocypris vafra*

Wang & Cao, 1997

(图 4m~4o)

1997 *Bairdiocypris vafra* sp. nov., 王尚启、曹美珍, 463 页, 图版 2, 图 10~16

描述:壳体较小, 侧视近三角形。背边近中部强烈上拱, 整体呈圆滑曲线。腹边近平直, 中部内凹。后端宽圆, 前端圆。壳体后中部最高, 体中线最长。背视, 两侧凸起较小, 近长椭圆形, 中后部最厚, 后端较钝。左壳大, 叠覆于右壳, 沿周缘叠覆明显。壳面光滑。

度量:2014028, 近模, 整壳, $L = 0.70$ mm; $H = 0.36$ mm; $W = 0.24$ mm. 2014029, 近模, 整壳, $L = 0.71$ mm; $H = 0.39$ mm; $W = 0.26$ mm.

比较:近模标本与产自云南宁蒗下泥盆统大槽子组 *Bairdiocypris vafra* 相比, 除壳体更狭长、背边中部凸出稍剧烈外, 其余特征一致。

产地层位:新疆西准噶尔, 上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组。

速足介亚目 Suborder Podocopina Sars, 1866

土菱介超科 Superfamily Bairdioidea Sars, 1887

土菱介科 Family Bairdiidae Sars, 1887

土菱介属 Genus *Bairdia* McCoy, 1844

土菱介(未定种) *Bairdia* sp.

(图 5k 和 5l)

描述:壳体较大, 侧视近肾形。背边上拱, 近前端最剧; 腹边近平直, 至后端稍上翘。前端宽圆; 后端窄圆, 呈喙状。壳体中前部最高, 近体中线最长。背视, 两侧凸起中等, 呈透透镜形。左壳大, 叠覆右壳, 除后腹部叠覆略窄, 其它部位叠覆较宽。壳面光滑。

度量:2014020, 描述标本, 整壳, $L = 1.09$ mm; $H = 0.59$ mm; $W = 0.48$ mm. 2014021, 描述标本, 整壳, $L = 1.07$ mm; $H = 0.56$ mm; $W = 0.47$ mm.

比较:该标本具有 *Bairdia* 的典型属征, 与产自摩洛哥塔菲拉勒特地区上泥盆统的 *Bairdia* sp. A (Casier et al., 2010) 特征相似, 因标本数量有限, 故暂将其定为未定种。

产地层位:新疆西准噶尔, 上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组。

直土菱介属 Genus *Rectobairdia* Sohn, 1960

直土菱介(未定种) *Rectobairdia* sp.

(图 4k 和 4l)

描述:壳体较长, 侧视豆荚状。背边平直, 约为壳长的 $2/3$, 后背呈宽缓斜坡; 腹边近直, 后腹边呈弧状上翘。前端宽圆, 后端窄圆。壳体近中部最高, 体中线最长。背视, 两侧凸起中等, 呈透透镜状, 两端尖, 中

部或中后部最厚。左壳大, 叠覆右壳, 背、腹部及后端叠覆较宽, 其余叠覆不明显。壳面光滑。

度量:2014025, 描述标本, 整壳, $L = 1.03$ mm; $H = 0.60$ mm; $W = 0.43$ mm. 2014023, 描述标本, 左壳, $L = 0.92$ mm; $H = 0.44$ mm. 2014024, 描述标本, 整壳, $L = 0.94$ mm; $H = 0.45$ mm; $W = 0.34$ mm. 2014030, 描述标本, 整壳, $L = 0.93$ mm; $H = 0.46$ mm; $W = 0.31$ mm.

比较:该新种与产自四川甘溪下泥盆统甘溪组的 *Rectobairdia leguminella* (卫民等, 1983) 相比, 除壳体较小、腹边更平直、前端上部斜切角度稍大外, 其余特征一致。有可能是该属的一新种, 但由于标本数量较少, 且保存情况欠佳, 暂定为未定种。

产地层位:新疆西准噶尔, 上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组。

豆星介属 Genus *Fabalicocypris* Cooper, 1946

豆星介(未定种) *Fabalicocypris* sp.

(图 4i 和 4j)

描述:壳体较小, 侧视长肾形。背边直, 微向外弯; 腹边平直, 中后部微内凹。前端宽圆, 后端窄圆。壳体中部偏后最高, 体中线最长。背视, 壳体两侧凸起较小, 呈纺锤形。左壳大, 叠覆右壳。壳面光滑。

度量:2014027, 描述标本, 整壳, $L = 0.58$ mm; $H = 0.25$ mm; $W = 0.19$ mm.

比较:该标本与产自湖南锡矿山上泥盆统锡矿山组的 *Fabalicocypris* sp. (王尚启和马学平, 2007) 相比, 除壳体稍小、前背部稍凸出外, 其余特征一致, 因标本较少, 暂定为该属的未定种。

产地层位:新疆西准噶尔, 上泥盆统一下石炭统洪古勒楞组。

3 介形类组合特征及时代讨论

俄姆哈剖面洪古勒楞组产出的介形类属种较丰富, 以 *Cavellina*、*Youngiella* 属及 *Bairdiidae* 科为主, 既有从泥盆纪延续至早石炭世的分子, 也有典型的石炭纪属种。如 *Cavellina sublatiovata* 首现于湘中上泥盆统上段, 并上延至石炭系(张金鉴, 1986); *Cavellina obesa* 见于广西中泥盆统艾菲尔阶(王尚启, 1983); *Bairdiocypris vafra* 产出于云南宁蒗下泥盆统(王尚启和曹美珍, 1997) 等。*Youngiella* 和 *Healdianella* 则是早石炭世常见属。*Youngiella* 作为石炭系的标志性分子, 其中已被报道的属种常出现于北美、欧洲、澳大利亚等地的石炭系和二叠系,

在该剖面产出的 *Youngiella calvata*, 见于加拿大阿尔伯塔地区下石炭统 (Green, 1963)、波兰圣十字山下石炭统杜内阶的底部 (Olempsk, 1997) 及法国北部 Avesnois 泥盆系—石炭系界线附近 (Caiser and Pr at, 2003), 是典型的早石炭世分子; *Healdianella renalata* 产自甘肃靖远下石炭统臭牛沟组 (李祖望, 1987)。

从上述介形类属种分布可以看出, 俄姆哈剖面洪古勒楞组所含的介形类化石群, 不仅有产于泥盆纪的属种, 同时也有首现或繁盛于石炭纪的分子, 所表现的生物组合面貌具有泥盆纪—石炭纪过渡时期的色彩。

由于本次工作尚未在第 2 层发现介形类, 所以利用介形类对俄姆哈剖面泥盆系—石炭系界线的划定还不十分肯定。但从第 3 层开始, 典型的早石炭世分子 *Youngiella* 已经出现, 参照其他共生门类化石的证据, 如牙形刺 (许汉奎等, 1990)、腕足类 (宗普等, 2012) 等, 笔者能确定至少从第 3 层开始, 该剖面已经进入下石炭统杜内阶。由此, 也进一步证明, 洪古勒楞组的时代应该是晚泥盆世—早石炭世。

4 古地理与古生态意义

在我国, 西准噶尔地区的上述介形类广泛分布于广西、贵州、云南、甘肃等地 (王尚启和施从广, 1982; 卫民等, 1983; 李祖望, 1987)。而西准噶尔地区属一级的介形类化石组合与北美、欧洲以及乌拉尔地区上泥盆统—下石炭统的介形类群较为相似 (Green, 1963; Olempsk, 1997; Casier and Pr at, 2003)。这进一步说明新疆西准噶尔地区在早石炭世早期可能与俄罗斯、北美、欧洲地区在地理位置上比较接近 (引自 <http://www.scotese.com>), 有利于它们的底栖生物群落之间的扩散和交流。

介形类对生活环境敏感, 集群分布受控于海水盐度、温度、深度、底质、水动力等因素, 故其“指相”意义重大 (王尚启, 1988), 介形类古环境和古生态的研究工作受到国内外研究者的普遍重视 (王尚启, 1988; Casier and Pr at, 2003, 2006, 2007; Casier, 2004; Casier *et al.*, 2005, 2006; Racheboeuf *et al.*, 2012; Maillot *et al.*, 2013)。王尚启 (1988) 根据华南晚古生代 (以泥盆纪为主) 介形类的生态环境特征, 将介形类划分为 5 种集群: 豆石介类集群 (leperditid association)、古足目类集群 (palaeocopid association)、光滑速足目集群 (smooth-podocopid associa-

tion)、刺状速足目类集群 (spinose-podocopid association) 和恩托莫介类集群 (足虫介类集群) (entomozocean association)。

俄姆哈剖面产出的介形类以卡味尔介类和土菱介类为主, 二者的丰度和分异度基本相同。卡味尔介类壳体比较坚实, 适合在高能地带营底栖生活。根据王尚启 (1988) 的介形类集群划分方案, 卡味尔介是古足目类集群的典型分子, 一般代表近岸、浅水环境。而土菱介类, 通常背边拱、腹边内凹, 背、腹部较薄, 大致呈流线型外形且壳面光滑, 适合营底栖游泳生活, 是光滑速足目集群的主要分子, 一般代表远岸、浅水环境。所以, 从俄姆哈剖面介形类的产出情况来看, 该研究区的介形类可能属于近岸古足目类集群组合与远岸浅水光滑速足目类集群组合之间的过渡或混生类型, 其生态位置可能在近岸和远岸浅海区之间。同时, 在俄姆哈剖面上有火山碎屑岩产出, 区域构造背景及沉积证据表明, 该区应为岛弧环境。综上, 笔者认为俄姆哈剖面的沉积环境是火山岛弧区在火山间歇期的近岸浅水沉积。

5 结论与意义

(1) 笔者首次对西准噶尔地区晚泥盆世—早石炭世地层中的介形类进行专题研究, 共鉴定出介形类 9 属 12 种 (包括 1 新种), 这也是研究区内古生代介形类的首次系统报道, 丰富了西准噶尔地区的古生物地层材料, 为地层的划分对比以及古生态和古环境的重建提供了新依据。

(2) 俄姆哈剖面介形类所表现的组合面貌具有泥盆纪—石炭纪过渡时期的色彩。该剖面第 3 层已经进入石炭系杜内阶, 洪古勒楞组的地质时代应该是晚泥盆世—早石炭世。由此, 其为研究区内一直有争议的地质时代及岩石地层划分提供了新的证据。

(3) 通过对介形类的古地理分布研究, 笔者支持晚泥盆世—早石炭世新疆西准噶尔地区可能与俄罗斯、北美以及欧洲板块在地理位置上比较接近的观点。通过对介形类的生态分析, 笔者认为该剖面介形类属于近岸古足目类集群组合与远岸浅水光滑速足目类集群组合之间的过渡或混生类型, 所代表的环境是火山岛弧区在火山间歇期的近岸浅水沉积, 其对恢复研究区的古地理和古环境有重要意义。

Description of new species

Superfamily Paraparchitacea Scott, 1959

Family Coelonellidae Sohn, 1971

Genus *Coelonella* Stewart, 1936

Type-species *Isochilina* ? *scapha* (Stewart, 1930)

Coelonella xizhunensis Song (sp. nov.)

Etymology: Xizhun, the fossil locality.

Types-Holotype: Carapace. 2014017. $L = 0.49$ mm; $H = 0.30$ mm; $W = 0.23$ mm.

Paratype: Carapace. 2014032. $L = 0.47$ mm; $H = 0.28$ mm; $W = 0.19$ mm.

Diagnosis: A very small species of the genus *Coelonella*, characterized by the symmetry in the upper and lower parts of the mid-height.

Description: Carapace small, almost hexagonal in lateral outline. Dorsal margin straight, about 2/3 of the maximum length; ventral margin straight, nearly equal to dorsal margin in length. Cardinal angles obtuse. Carapace relatively convex in the dorsal view, with the greatest width near the centre; right valve slightly larger and overlapping left one. Surface smooth.

Remarks: *Coelonella xizhunensis* sp. nov. resembles *Coelonella*? sp. (Casier *et al.*, 2000) from the Frasnian-Famennian boundary of the Holy Cross Mountains in Poland, but differs with the latter in being regular hexagonal shape in lateral outline.

Occurrence: Upper Devonian-Lower Carboniferous, Hongguleleng Formation, Western Junggar, Xinjiang

致谢:中科院南京古生物研究所王尚启研究员在成文过程中给予了热情指导和帮助;中国地质大学(武汉)地球科学学院袁爱华博士在介形类鉴定过程中提供许多帮助;纵瑞文、王志宏、范若颖和蒋涛参加了野外工作,在此一并表示感谢!

References

- Becker, G., 1999. Verkieselte Ostracoden vom Thüringerökotyp aus den Devon/Karbon-Grenzsichten (Top Wocklumer Kalk und Basis Hangenberg-Kalk) im Steinbruch Drewer (Rheinisches Schiefergebirge): die "natürliche" D/C Grenze / Gerhard Becker, *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 218: 1–159.
- Cai, T.C., 1999. Lithostratigraphy of Xinjiang Uygur Autonomous Region. China University of Geosciences Press,

Wuhan (in Chinese).

- Casier, J.G., 2004. The Mode of Life of Devonian Entomozocean Ostracods and the Myodocopid Mega-Assemblage Proxy for Hypoxic Events. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 74(Suppl.): 73–80 (in French).
- Casier, J.G., Berra, I., Olempska, E., et al., 2006. Ostracods and Facies of the Early and Middle Frasnian at Devils Gate in Nevada: Relationship to the Alamo Event. *Acta Palaeontologica Polonica*, 51(4): 813–828.
- Casier, J.G., Devleeschouwer, X., Lethiers, F., et al., 2000. Ostracods and Sedimentology of the Frasnian-Famennian Boundary Beds in the Kostomloty Section (Holy Cross Mountains, Poland). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 70: 53–74 (in French).
- Casier, J.G., Hassani, A.E., Préat, A., 2010. Middle and Upper Devonian Ostracods from the Tafilalt (Morocco). *Revue de Micropaleontology*, 53: 29–51 (in French). doi:10.1016/j.revmic.2008.06.003
- Casier, J.G., Lebon, A., Mamet, B. et al., 2005. Ostracods and Lithofacies Close to the Devonian-Carboniferous Boundary in the Chanxhe and Rivage Sections, Northeastern Part of the Dinant Basin, Belgium. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 75: 95–126 (in French).
- Casier, J.G., Olempska, E., 2008. Middle Frasnian (Devonian) Ostracods from the Frasnies Railway Section (Dinant Synclinorium, Belgium): Taxonomy, Biostratigraphy, Paleoecology. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 78: 51–66 (in French).
- Casier, J.G., Préat, A., 2003. Ostracods and Lithofacies of the Devonian-Carboniferous Boundary Beds in the Avesnois, North of France. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 73: 83–107 (in French).
- Casier, J.G., Préat, A., 2006. Ostracods and Lithofacies Close to the Eifelian-Givetian Boundary (Devonian) at Aisemont (Namur Synclinorium, Belgium). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 76: 5–29 (in French).
- Casier, J.G., Préat, A., 2007. Ostracods and Lithofacies of the Middle/Upper Devonian Boundary Stratotype (Puech de la Suque, Montagne Noire, France). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 178 (4): 293–304 (in French).
- Crasquin-Soleau, S., Kershaw, S., 2005. Ostracod Fauna from

- the Permian-Triassic Boundary Interval of South China (Huaying Mountains, Eastern Sichuan Province): Palaeoenvironmental Significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 217(1-2): 131-141. doi: 10.1016/j.palaeo.2004.11.027
- Green, R., 1963. Lower Mississippian Ostracodes from the Banff Formation, Alberta. Queen's Printer for Alberta, Edmonton.
- Jiang, X. T., Zhou, W. F., Lin, S. P., et al., 1995. Stratigraphy and Ostracode Fossils of Xinjiang. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Lethiers, F., Feist, R., 1991. Ostracods, Stratigraphy and Bathymetry from the Devonian-Carboniferous Boundary to the Lower Visean in the Montagne Noire (France). *Geobios*, 24(1): 71-104.
- Li, Z. W., 1987. Record of Ostracodes from the Lower Carboniferous Chouniukou Formation in Jingyuan, Gansu. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 4(3): 313-328 (in Chinese with English abstract).
- Maillet, S., Milhau, B., Vreulx, M., et al., 2013. Ecophenotypic Variation of the Devonian Benthic Ostracod Species *Cavellina rhenana* Krömmelbein, 1954: A Palaeoenvironmental Proxy for the Ardenne (France-Belgium) and Rheno-Hercynian Realm. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 392: 324-334. doi: 10.1016/j.palaeo.2013.09.015
- Moore, R. C., 1961. Arthropoda; 3. Crustacea Ostracoda. Geological Society of America and University of Kansas Press, Kansas.
- Olempska, E., 1997. Changes in Benthic Ostracod Assemblages across the Devonian-Carboniferous Boundary in the Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, 42(2): 291-332.
- Olempska, E., Belka, Z., 2010. Hydrothermal Vent Myodocopid Ostracods from the Eifelian (Middle Devonian) of Southern Morocco. *Geobios*, 43(5): 519-529. doi: 10.1016/j.geobios.2010.06.001
- Racheboeuf, P. R., Casier, J. G., Plusquellec, Y., et al., 2012. New Data on the Silurian-Devonian Palaeontology and Biostratigraphy of Bolivia. *Bulletin of Geosciences*, 87(2): 269-314. doi: 10.3140/bull.geosci.1248
- Wang, S. Q., 1983. Ostracods from the Devonian Sipai Formation of Guangxi. *Mem. of Nanjing Inst. Geol. & Palaeont. Acad. Sinica*, (18): 111-150 (in Chinese with English abstract).
- Wang, S. Q., 1988. Late Paleozoic Ostracode Associations from South China and Their Paleocological Significance. *Acta Palaeontologica Sinica*, 27(1): 91-102 (in Chinese with English abstract).
- Wang, S. Q., 1995. Devonian Ostracodes from Huanxingshan of Altun Mts., Southern Xinjiang. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 12(2): 159-166 (in Chinese with English abstract).
- Wang, S. Q., Cao, M. Z., 1997. Devonian Ostracods from Dacaozhi Section of Ninglang, Yunnan—Podocopids. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 14(4): 460-474 (in Chinese with English abstract).
- Wang, S. Q., Liu, Z. M., Li, Z. B., 1992. Late Silurian and Early Devonian Ostracodes from the Qujing Area, Yunnan. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 9(4): 363-389 (in Chinese with English abstract).
- Wang, S. Q., Ma, X. P., 2007. Late Devonian Benthic Ostracodes at the Xikuangshan Section of Hunan and Their Mass Extinction. *Acta Palaeontologica Sinica*, 46(1): 1-32 (in Chinese with English abstract).
- Wang, S. Q., McKenzie, K. G., 2000. Sinoleperditini (Ostracoda) from the Devonian of South China. *Senckenbergiana Lethaea*, 79(2): 589-601.
- Wang, S. Q., Peng, J. L., 2005. Biostratigraphical Significance of the Devonian Sinoleperditini (Ostracoda). *Science in China (Ser. D)*, 35(3): 263-267 (in Chinese).
- Wang, S. Q., Shi, C. G., 1982. Middle Devonian Ostracoda from Xiangzhou and Wuxuan Districts of Guangxi. *Mem. of Nanjing Inst. Geol. & Palaeont. Acad. Sinica*, (5): 83-154 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Z. J., Zhao, Z. X., 1987. Early Tournaisian Tetracorals from the Hobok River Formation, Western Junggar, Xinjiang. *Geological Review*, 33(5): 479-483 (in Chinese with English abstract).
- Wei, M., Li, Y. W., Jiang, Z. W., et al., 1983. Palaeontological Atlas of Southwest China—Micropalaeontology Volumes. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Xia, F. S., 1996. New Knowledge on the Age of Hongguleleng Formation in Northwestern Margin of Junggar Basin, Northern Xinjiang. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 13(3): 277-285 (in Chinese with English abstract).
- Xu, H. K., Cai, C. Y., Liao, W. H., et al., 1990. Hongguleleng Formation in Western Junggar and the Boundary between Devonian and Carboniferous. *Journal of Stratigraphy*, 14(4): 292-301 (in Chinese with English abstract).
- Yuan, A. H., Crasquin, S., Feng, Q. L., et al., 2009. Ostracods from the Uppermost Permian Siliceous and Muddy Rocks of Guizhou, Guangxi and Anhui. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 26(4): 385-403 (in English)

with Chinese abstract).

Zhang, J. J., 1986. Some Ostracods of the Upper Member of Xikuangshan Group of Upper Devonian in Central Hunan. *Hunan Geology*, 5(1): 57—62 (in Chinese with English abstract).

Zhang, Z. X., 1985. On Lower Strata of Early Carboniferous and Its Brachiopodous Fossil Assemblages in Junggar. *Xinjiang Geology*, 3(4): 85—92 (in Chinese with English abstract).

Zhao, Z. X., 1986. Conodonts and Age of the 'Hebukehe' Formation in A'erjiati Mountain, Northern Xinjiang. *Xinjiang Petroleum Geology*, 7(3): 89—107 (in Chinese).

Zhao, Z. X., Wang, C. Y., 1990. The Age of Hongguleleng Formation in Junggar Basin, Xinjiang. *Journal of Stratigraphy*, 14(2): 144—146 (in Chinese with English abstract).

Zong, P., Ma, X. P., Sun, Y. L., 2012. Productide, Athyridide and Terebratulide Brachiopods across the Devonian-Carboniferous Boundary in Western Junggar, Northwestern China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 51(4): 416—435 (in Chinese with English abstract).

Zong, R. W., Gong, Y. M., Wang, G. C., et al., 2012. Discovery of the Late Devonian Plant Fossils and Its Geological Significance in Mengbulake Region, Western Junggar, Xinjiang. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 37(Suppl.2): 117—128 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

蔡土赐, 1999. 新疆维吾尔自治区岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社.

蒋显庭, 周维芬, 林树磐, 等, 1995. 新疆地层及介形类化石. 北京: 地质出版社.

李祖望, 1987. 甘肃靖远下石炭统臭牛沟组介形类记述. 微体古生物学报, 4(3): 313—328.

王尚启, 1983. 广西泥盆系四排组介形类化石. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊, (18): 111—150.

王尚启, 1988. 中国南方晚古生代介形类的某些集群及其生态探讨. 古生物学报, 27(1): 91—102.

王尚启, 1995. 南疆阿尔金山环形山地区泥盆纪介形类. 微体古生物学报, 12(2): 159—166.

王尚启, 曹美珍, 1997. 云南宁蒗大槽子泥盆纪介形类—速足目类. 微体古生物学报, 14(4): 460—474.

王尚启, 马学平, 2007. 湖南锡矿山剖面晚泥盆世底栖介形类及其大灭绝. 古生物学报, 46(1): 1—32.

王尚启, 彭金兰, 2005. 泥盆纪介形类中华豆石介类的生物地层学意义. 中国科学: 地球科学, 35(3): 263—267.

王尚启, 施从广, 1982. 广西象州和武宣地区中泥盆统介形类. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, (5): 83—154.

王增吉, 赵治信, 1987. 新疆西准噶尔和布克河组早石炭世早期的四射珊瑚. 地质论评, 33(5): 479—483.

卫民, 李玉文, 蒋志文, 等, 1983. 西南地区古生物图册、微体古生物分册. 北京: 地质出版社.

夏凤生, 1996. 新疆准噶尔盆地西北缘洪古勒楞组时代的新认识. 微体古生物学报, 13(3): 277—285.

许汉奎, 蔡重阳, 廖卫华, 等, 1990. 西准噶尔洪古勒楞组及泥盆—石炭系界线. 地层学杂志, 14(4): 292—301.

袁爱华, Crasquin, S., 冯庆来, 等, 2009. 黔桂皖二叠纪末期硅泥质岩相地层中的介形类. 微体古生物学报, 26(4): 385—403.

张金鉴, 1986. 湘中上泥盆统锡矿山组上段介形类化石. 湖南地质, 5(1): 57—62.

张梓歆, 1985. 新疆准噶尔地区早石炭世早期地层及腕足类化石组合. 新疆地质, 3(4): 85—92.

赵治信, 1986. 新疆北部阿尔加提山“和布克河组”的牙形石及其时代. 新疆石油地质, 7(3): 89—107.

赵治信, 王成源, 1990. 新疆准噶尔盆地洪古勒楞组的时代. 地层学杂志, 14(2): 144—146.

宗普, 马学平, 孙元林, 2012. 新疆西准噶尔地区泥盆—石炭系界线附近的腕足动物(长身贝类、无窗贝类及穿孔贝类). 古生物学报, 51(4): 416—435.

纵瑞文, 龚一鸣, 王国灿, 等, 2012. 西准噶尔孟布拉克地区晚泥盆世植物化石的发现及其地质意义. 地球科学——中国地质大学学报, 37(增刊2): 117—128.