

内蒙古西部额济纳旗及邻区中二叠统腕足类动物群的特征和时代

卜建军¹, 段先锋², 牛志军¹

BU Jian-jun¹, DUAN Xian-feng², NIU Zhi-jun¹

1. 武汉地质调查中心, 湖北 武汉 430223;

2. 中国地质大学(武汉)研究生院, 湖北 武汉 430074

1. Wuhan Center of Geological Survey, Wuhan 430223, Hubei, China;

2. Graduate School of China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China

摘要: 额济纳旗及其邻区中二叠统丰富的腕足动物群, 该动物群具有北方冷水动物和特提斯暖水动物混生的特点, 划分为 *Spiriferella-Kochiprproductus-Yakovlevia* 组合, 称为“哲斯动物群”。在生物古地理分区上, 该区为北方生物大区 and 特提斯生物大区之间的过渡带, 称为中蒙生物省。动物群的组成、丰度和分异度等特征在银-额(银根-额济纳旗)盆地的东西部有明显的差异: 盆地西部北山地区海水较浅, 腕足动物群丰度高, 分异度略低, 以个体较大、壳体较厚的冷水分子占优势, 共生少量的双壳类和珊瑚; 东部杭乌拉地区海水略深, 腕足动物群丰度稍低, 分异度较高, 含有大量的小个体腕足, 共冷水型珊瑚和丰富的海百合类, 世界广布分子和暖水分子超过一半。说明该腕足动物群在受纬度和温度控制的同时, 也受水体深度的影响, 在同一海盆的不同环境中表现出不同的特点。通过对该动物群的起源、区域分布特点和共生生物的分析, 认为额济纳旗及其邻区的哲斯动物群的时限为罗甸期—孤峰期。

关键词: 双堡塘组; 埋汗哈达组; 混生腕足动物群; 中二叠世; 额济纳旗地区

中图分类号: P534.46; Q915.816

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2011)06-0943-12

Bu J J, Duan X F, Niu Z J. Characteristics and geological age of Middle Permian brachiopod fauna from Ejin Banner and its vicinities, western Inner Mongolia. *Geological Bulletin of China*, 2011, 30(6):943-954

Abstract: Abundant brachiopods have been recorded from the Middle Permian strata of Ejin Banner and its vicinities. This fauna, called Zhesi Fauna, is characterized by a mixed fauna composed of boreal cool-water elements and Tethyan warm-water elements. The brachiopod *Spiriferella-Kochiprproductus-Yakovlevia* assemblage has been recognized from this fauna. In paleobiogeography, Ejin Banner and its vicinities were located in a transitional position between Boreal and Tethyan provinces, called Sino-Mongolia province. The fauna pattern in eastern Yine basin is different from that in western Yine basin. In the shallow-water Beishan of western Yine Basin, the brachiopod is dominated by large-sized and thick-shelled cool-water elements, with a higher abundance and a slightly lower diversity in association with a few bivalves and corals, while in the relatively deep-water Hangwula of eastern Yine basin, the brachiopod is dominated by relatively small-sized cosmopolitan warm-water elements, with a slightly lower abundance and a higher diversity in association with cool-water corals and abundant encrinites. This pattern indicates that the distribution of brachiopods is controlled not only by latitude and temperature but also by water depth. The geological age of Zhesi Fauna is assigned to the Roadian to Kufengian, based on an analysis of its origin, spatial distribution and associated fauna.

Key words: Shuangbaotang Formation; Maihanhada Formation; mixed brachiopod fauna; Middle Permian; Ejin Banner area

收稿日期: 2011-03-23; 修订日期: 2011-04-25

资助项目: 中国地质调查局国土资源大调查项目《西北地区中小盆地群油气资源远景调查》(编号: 1212010733506)

作者简介: 卜建军(1972-), 男, 助理研究员, 从事地层古生物研究。E-mail: jianjunbu@cug.edu.cn

额济纳旗地区处于巴丹吉林沙漠腹地,位于内蒙古和甘肃的交界地域,为古亚洲(中蒙海)的西部与古特提斯构造域的交汇部位,属天山-内蒙古-兴安地槽中段的南缘,南侧与华北地块的阿拉善隆起紧密相连^[1-4]。石炭纪—二叠纪额济纳旗地区为伸展背景下形成的近东西向裂谷、裂陷盆地,有强烈的火山活动和厚度巨大的沉积物,中二叠世末期海侵达到顶峰,晚二叠世为海退过程。在晚石炭世—早二叠世,额济纳旗东部沉积地层岩性主要为碎屑岩、灰岩和火山岩,为阿木山组,产丰富的筳、珊瑚等化石,其古生物群特征与华北、塔里木、华南等特提斯构造域的古生物面貌相似;早中二叠世,额济纳旗以东地区岩性以较细的碎屑岩、灰岩为主,为埋汗哈达组,北山地区沉积地层以较粗的碎屑岩为主夹少量的灰岩、凝灰岩和火山岩,为双堡塘组。埋汗哈达组和双堡塘组产丰富的腕足类化石,含少量的头足类、双壳类和珊瑚。腕足类动物群具有北方冷水和特提斯暖水动物混生的特点,称为“哲斯动物群”。王成文、张松梅等^[5-6]详细研究了哲斯腕足动物群的起源、时空演化、分布和绝灭,将其归入北方大区,石光荣等^[7-10]在西太平洋地区建立了中蒙生物省,是北半球的过渡生物带,并认为形成过渡带的原因可能是存在连通北边北极海和南边华夏海的海道。Tazawa^[11]将这一动物群的分布区归入内蒙古-日本过渡带。混生动物群受古气候带和古地理两大因素的明显控制,其形成时间、分布、组成和成因关系到板块之间对接的时间和位置、古地理和古气候演变等科学问题,已经引起了许多古生物学家的关注^[5-14]。笔者根据3年来在额济纳旗及其邻区收集的地层、古生物等方面的材料,结合前人的研究成果,对额济纳旗及邻区中二叠统的沉积特征,所产腕足类动物群的组成、特征、时限、成因和与水体深度的关系,以及所指示的大地构造位置等问题进行介绍和探讨。

1 中二叠统的分布和沉积特征

额济纳旗及邻区涉及范围属天山-兴安区中部西段。以额济纳旗—弱水为界,西为北山分区,包括黑鹰山、马鬃山和红柳园3个小区,东归内蒙古草原分区的巴丹吉林小区^[15]。史美良^②将弱水以西的中二叠统划分为双堡塘组、菊石滩组和金塔组。郑昭昌等^[16]在巴丹吉林沙漠北缘建立埋汗哈达组和阿其德组。双堡塘组和埋汗哈达组所产古生物面貌相似,为

同期沉积的产物,内蒙古自治区地质矿产局^[17]将双堡塘组和菊石滩组合并,把埋汗哈达组与阿其德组中的正常碎屑岩划为双堡塘组,阿其德组中的海相中基性火山岩夹碎屑岩组合划为金塔组。笔者认为,埋汗哈达组灰岩含量较多,碎屑岩粒度较细,局部夹火山岩,岩性组合上明显有别于双堡塘组,阿其德组岩性为灰褐、灰绿色凝灰质砂岩及火山熔岩,碎屑岩粒度较细,也明显不同于双堡塘组的碎屑岩。所以本次工作继续沿用郑昭昌等^[16]划分的“埋汗哈达组”和“阿其德组”。

双堡塘组主要分布于北山地区,在区域上相变很大。朱伟元^[18]根据双堡塘组的岩性组合等沉积特点,以马鬃山为界将该组划分为北带、中带和南带。

北带本次工作主要实测了芦苇井剖面,该带双堡塘组下部为灰色粉砂质泥岩、泥岩夹粉砂岩透镜体、薄层细砂岩,中上部为暗灰色泥质粉砂岩夹粉砂岩、粉砂质泥岩、中薄层细砂岩等,可见4个粗碎屑岩至泥岩的旋回,下部层位少见砂岩及砾岩,厚约410m,未见底,与上覆金塔组呈整合接触。

中带本次工作主要实测了古铜井、卡路山和煤窑西山3条剖面。古铜井剖面的双堡塘组可划分为3段,即下部火山岩段、中部碳酸盐岩段和上部碎屑岩段。火山岩包括流纹岩和玄武岩,表现为双峰式的特点;碳酸盐岩段未发现生物化石,发育较厚的硅质岩;碎屑岩以细粒的为主,夹少量细砾岩。3个岩性段之间为断层接触。卡路山剖面双堡塘组与下伏下石炭统为不整合接触,上被中下三叠统角度不整合覆盖,厚度近4000m。底部岩性为灰岩、生屑灰岩与砾岩互层,向上为含砾长石砂岩、长石质砂岩、钙质砂岩、石英砂岩、砾岩夹薄层灰岩,在底部灰岩中产丰富的腕足类化石。煤窑西山剖面双堡塘组主要为灰绿色长石岩屑砂岩、灰绿色细砂岩、紫红色晶屑岩屑凝灰岩、钙质砂岩,在凝灰岩中产丰富的腕足类、珊瑚、海百合化石。

南带的双堡塘组分布于阿尔斯兰等地区,可划分为细砂岩段、砂岩夹砾岩段、上部的砂岩段和火山岩段,产丰富的腕足类化石,厚983m。

埋汗哈达组主要分布于额济纳旗以东地区,笔者实测了杭乌拉剖面和埋汗哈达剖面。埋汗哈达组以杭乌拉剖面和埋汗哈达剖面为代表,岩性可分为3段。下碎屑岩段:灰色中厚层硬砂质长石砂岩、含砾砂岩、钙质硬砂岩、薄层状泥岩夹透镜状复成分砾

岩,间夹深灰色中薄层状泥晶灰岩;灰岩段:灰色厚层海百合茎灰岩、砂砾屑灰岩、硅化灰岩夹泥晶灰岩、硅质岩及钙质砾岩,产丰富的海百合茎、珊瑚、腕足类化石;上碎屑岩段:灰色中薄层硬砂质长石砂岩、粉砂岩夹深灰色中层泥晶灰岩、泥岩。埋汗哈达剖面的灰岩在横向上厚度变化大,呈透镜状。杭乌拉剖面埋汗哈达组总厚 735m。

埋汗哈达组在空间上可与北山地区的中带对比。从岩性来看,埋汗哈达组自东而西岩石粒度渐细,灰岩夹层渐多,反映出古地形存在东西差异、东深西浅的特点。埋汗哈达地区水体最深,乌力吉地区已经隆起,杭乌拉、吴登汉地区碳酸盐岩段厚度大,生物化石丰富,属台地相,北山地区为台地—滨岸环境,南部芒罕超克地区为滨岸环境。总体来看,在中二叠世银—额盆地自南而北加深,反映出海侵来自于北方地区的特点。

2 中二叠统腕足动物群特征

本次工作腕足类化石主要采集自北山地区的卡路山剖面、煤窑西山剖面和额济纳东部的杭乌拉剖面,在吴登汉剖面也补充采集到了一些腕足类化石(图 1)。在卡路山剖面腕足类化石产于双堡塘组下部灰岩、生屑灰岩中,并有少量珊瑚。腕足类个体普

遍较大,两瓣分离者甚多,显示出经过短距离搬运和处于动荡的埋藏环境。在煤窑西山剖面双堡塘组为碎屑岩夹火山碎屑岩和凝灰岩,凝灰岩中富含腕足、珊瑚(小型群体)、腹足和海百合化石。化石顺层产出,化石层厚度不超过 1m,共发现化石层位 5 层,化石保存比较完整,为原地沉积埋藏。在杭乌拉剖面,腕足类常出现于介壳砾屑灰岩中,与丰富的海百合茎及少量小个体单体珊瑚堆积于生物滩,碎屑较粗,多伴有较粗的砾石,腕足壳体无定向排列,仅有壳体较厚的两壳保存较完整,壳薄者多两壳分离,壳饰有破损,壳刺不全,属搬运不远的原地埋藏。各剖面的腕足类生物群面貌大体相似,丰度都较高。北山地区的卡路山剖面 and 煤窑西山剖面双堡塘组的腕足类丰度更高,个体普遍较大,东部地区杭乌拉剖面腕足类的分异度更高,个体大小混杂。腕足类主要有石燕族、长身贝族、小嘴贝族等。石燕族多以较宽的铰合基面固着海底;大量的长身贝族用壳刺支撑,凹面朝上,用粗壮壳刺锚入基底;小嘴贝族则用肉茎插入底质。从腕足类的生活方式来看,腕足动物群生活于近岸高能环境。

本次工作在杭乌拉剖面鉴定出了 *Derbyia regularis* Waagen, *Yakovlevia mammatiformis* (Fredericks), *Waagenoconcha* (*Waagenoconcha*) *purdoni* (Davidson),

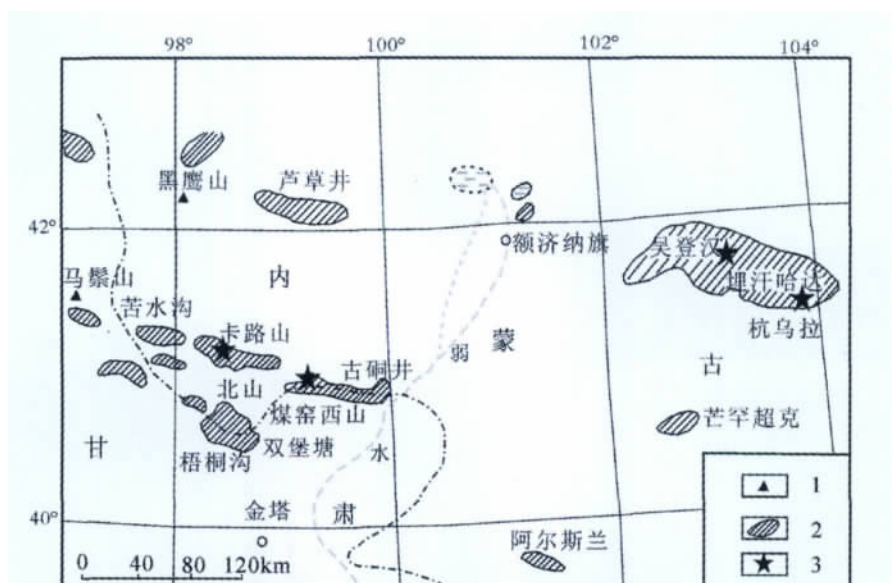


图 1 额济纳旗及其邻区中二叠统露头和腕足类化石点分布

Fig. 1 Distribution of Middle Permian outcrops and occurrences of brachiopod in Ejina Banner and its vicinities

1—山峰;2—中二叠统露头;3—化石采集点

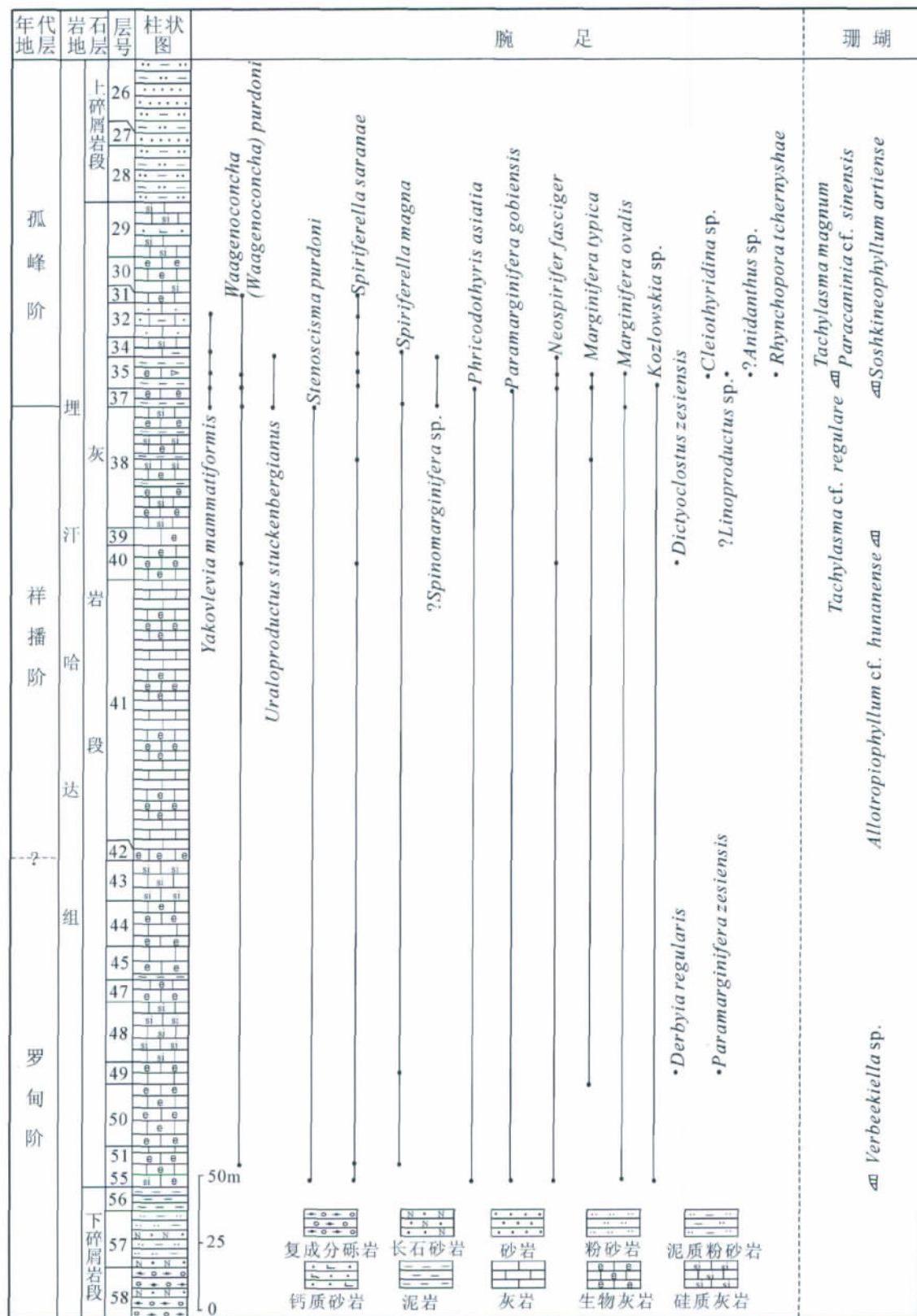


图 2 额济纳旗杭乌拉剖面埋汗哈达组腕足类和珊瑚化石分布

Fig. 2 Distribution of brachiopods and corals from the Maihanhada Formation of Hangwula, eastern Ejin Banner

Marginifera typica (Waagen), *Marginifera ovalis* Waagen, *Uraloproductus stuckenbergianus* (Krotow), *Paramarginifera zesiensis* Lee and Gu, *Paramarginifera gobiensis* (Chao), *Dictyoclostus zesiensis* Lee and Gu, ?*Dictyoclostus* sp., ?*Linoproductus* sp., *Neospirifer fasciger* (Keyserling), *Neospirifer* sp., *Spiriferella saranae* (Verneuil), *Spiriferella magna* Fredericks, *Spiriferella* sp., *Stenoscisma margaritovi* (Tschernyschew), *Stenoscisma purdoni* (Davidson), *Rhynchopora tchernyshae* Koczyrkevich, *Rhynchopora inconstantis* Lee and Gu 等(图版 ~), 计有 12 属 16 种。

据 1:20 万雅干幅和拐子湖幅区调报告, 杭乌拉剖面埋罕哈达组中部灰岩段产丰富的腕足类化石, 计 41 属 50 种^③。主要有: *Anidanthus* sp., *Araxlevis intermedius* (Abich), *Asioproductus gratusus* (Waggen), *Asioproductus* sp., *Athyris* sp., *Avonia* cf. *cylindrica* Ustritsky, *Cancrinella* sp., *Chaoiella* sp., *Chonetes* sp., *Compressoproductus* sp., *Dictyoclostus* cf. *zesiensis* Lee et Gu, *Elivina* sp., *Haydenella* sp., *Hustedia* sp., *Kochiproductus porrectus* (Kutorga), *Krotovia* sp., *Leptodus nobilis* (Waggen), *Linoproductus cora* (Orbigny), *Liosotella* cf. *spitzbergiana* (Toula), *Liosotella spitzbergiana* (Toula), *Marginifera* cf. *zisiensis*, *Martinia* sp., *Muirwoodia mammata* (Keyserling), *Muirwoodia* cf. *mammata* (Keyserling), *Muirwoodia greenlandica* (Dunbar), *Neospirifer* cf. *moosakhailensis* (Davidson), *Neospirifer concinnus* Lee et Gu, *Neospirifer moosakhailensis* (Davidson), *Orthotetes* sp., *Paramarginifera zesiensis* Lee et Gu, *Phricodothyris* sp., *Spiriferella persaranae* Garbau, *Spiriferella salteri* Tschernyschew, *Stenoscisma purdoni* (Davidson), *Tomiopsis* sp., *Uncirllina* sp., *Waagenoconcha irginae* (Stuckenberga), *Waagenoconcha purdoni* (Davidson), *Yakovlevia* sp. 等。腕足类在杭乌拉剖面的分布如图 2 所示, 划入 *Spiriferella-Kochiproductus-Yakovlevia* 组合, 该组合属于“哲斯动物群”^[15]。

在这个腕足类生物组合中, *Yakovlevia* 属的地理分布仅限于北方生物地理大区, *Kochiproductus* 属的分布限于南北 2 个生物大区, 即北方生物地理大区和冈瓦纳生物地理大区。 *Spiriferella*, *Neospirifer*, *Liosotella*, *Anidanthus* 等属都是典型的凉水分子, 分布于北极、南极地区, 显示出在两极对称分布的格

局^{[5-6, 15, 18-22]①}。在杭乌拉剖面埋罕哈达组一共鉴定了 150 枚化石, 统计结果如图 3 所示。凉水分子占了总数的 38%, 其中 *Spiriferella* 属最为繁盛, 占腕足类总数的 24%, *Yakovlevia* 和 *Neospirifer* 各占 6%, *Anidanthus* 占 2%。其余腕足类大多是世界分子或特提斯型分子, 广泛分布于特提斯等暖水环境中。凉水分子和暖水分子混生是额济纳旗及其邻区双堡塘组和埋罕哈达组腕足类的特点, 也是中二叠世兴蒙海槽腕足类的特点。在国内见于新疆库鲁克塔克, 内蒙古索伦、乌珠穆沁旗、巴林左旗东北, 以及东北兴安岭等地^{[5-6, 15]①}。

3 中二叠统的时代划分

双堡塘组和埋罕哈达组普遍产有 *Yakovlevia*, *Spiriferella*, *Neospirifer*, *Kochiproductus*, *Marginifera*, *Brachythyris*, *Linoproductus*, *Paramarginifera* 等属的分子, 属 *Spiriferella-Kochiproductus-Yakovlevia* 组合, 可与内蒙古中部哲斯敖包地区的腕足类化石对比^[5]。

Yakovlevia 在空谷期到沃德期最繁盛, 在沃德期时分布到北美西部地区 and 东亚地区, 于沃德期末绝灭。*Waagenoconcha* (*Waagenoconcha*) 是一个世界分布的亚属, 自空谷期开始繁盛, 沃德期最繁盛, 沃德期后该属逐渐衰落, 于长兴期后绝灭。*Kochiproductus* 属的地质历程为卡西莫夫期至沃德期, 主要在阿舍尔期比较繁盛, 沃德期末绝灭^{[5-6]①}。

梁希洛^[21]、张研^[15, 19]根据双堡塘组头足类化石和腕足动物群在全球的分布层位对比, 认为双堡塘组可与华南栖霞阶对比, 与原苏联乌拉尔的阿丁斯克阶层位相当, 相当于阿丁斯克阶下部。谷峰等^[20]研究了内蒙古林东地区的腕足动物, 时代为空谷期。

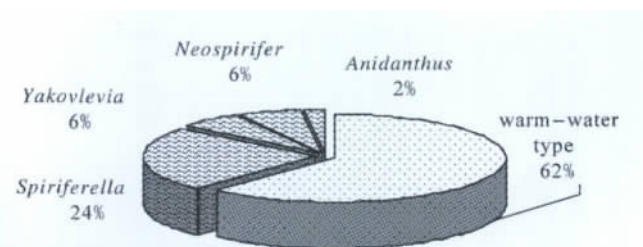


图 3 额济纳旗杭乌拉剖面埋罕哈达组腕足类凉水分子的比例

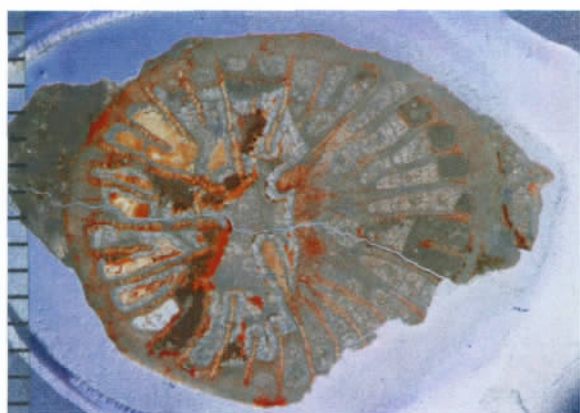
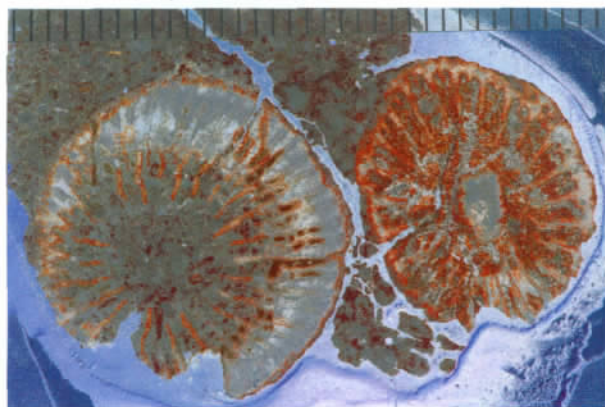
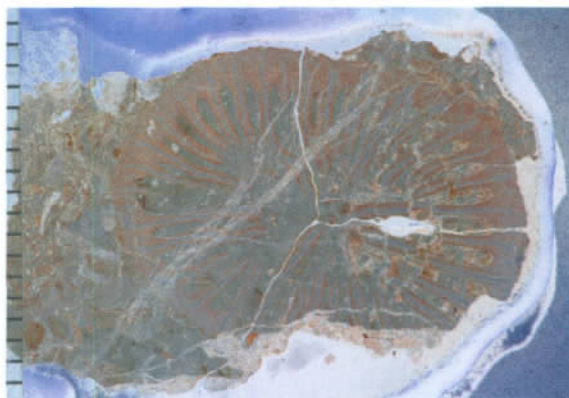
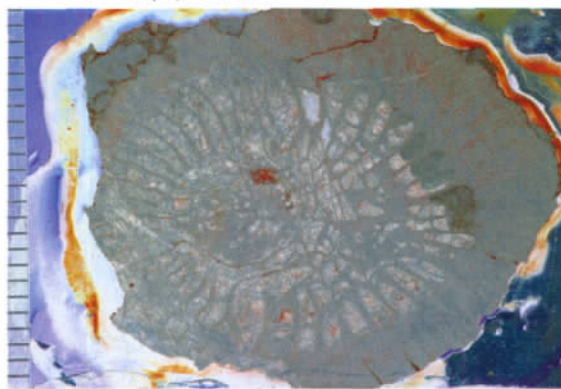
Fig. 3 Percentages of cool-water elements of brachiopods from the Maihanhada Formation of Hangwula, eastern Ejin Banner area

Spiriferella-Kochiproductus-Yakovlevia 组合在中国东北见于吉林省范家屯组和延边的庙岭组, 与筳类 *Yabeina*, *Neoschwagerina*, *Neomisellina* 等共生^[22], *Yabeina* 见于冷坞阶, *Neoschwagerina* 是中二叠统祥播阶—孤峰阶的带化石。王成源等^[23-24]在哲斯敖包剖面哲斯组层状灰岩中发现牙形石 *Mesogondolella aserrata*, *M. neoprolongata*, *M. mandulaensis*, *Wardlawella jisuensis*, ? *Hindeodus excavatus*, 其中

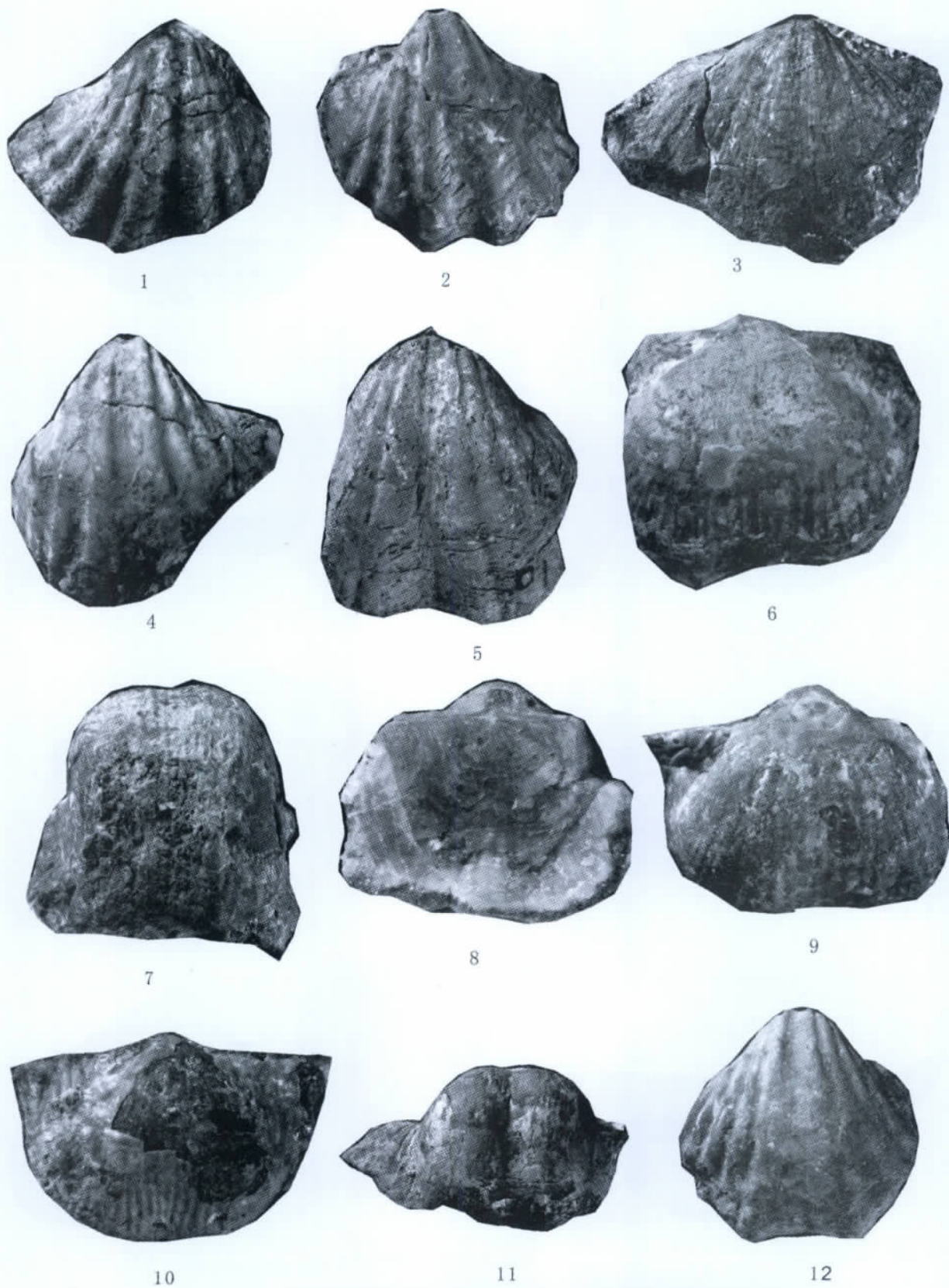
Mesogondolella 是罗甸阶上部—祥播阶下部的带化石。

在杭乌拉剖面, 与腕足动物群共生的珊瑚, 采集并鉴定出了 *Tachylasma* cf. *regulare* Xu, *Tachylasma magnum* Grabou, *Paracania* cf. *sinensis* Chi, *Paracania* sp., *Soshkineophyllum artiense* (Soshkina), *Allotropiophyllum* cf. *hunanense* Xu 和 *Verbeekiella* sp. 等(图版 I)。这些珊瑚为小型、缺失鳞板的单体珊

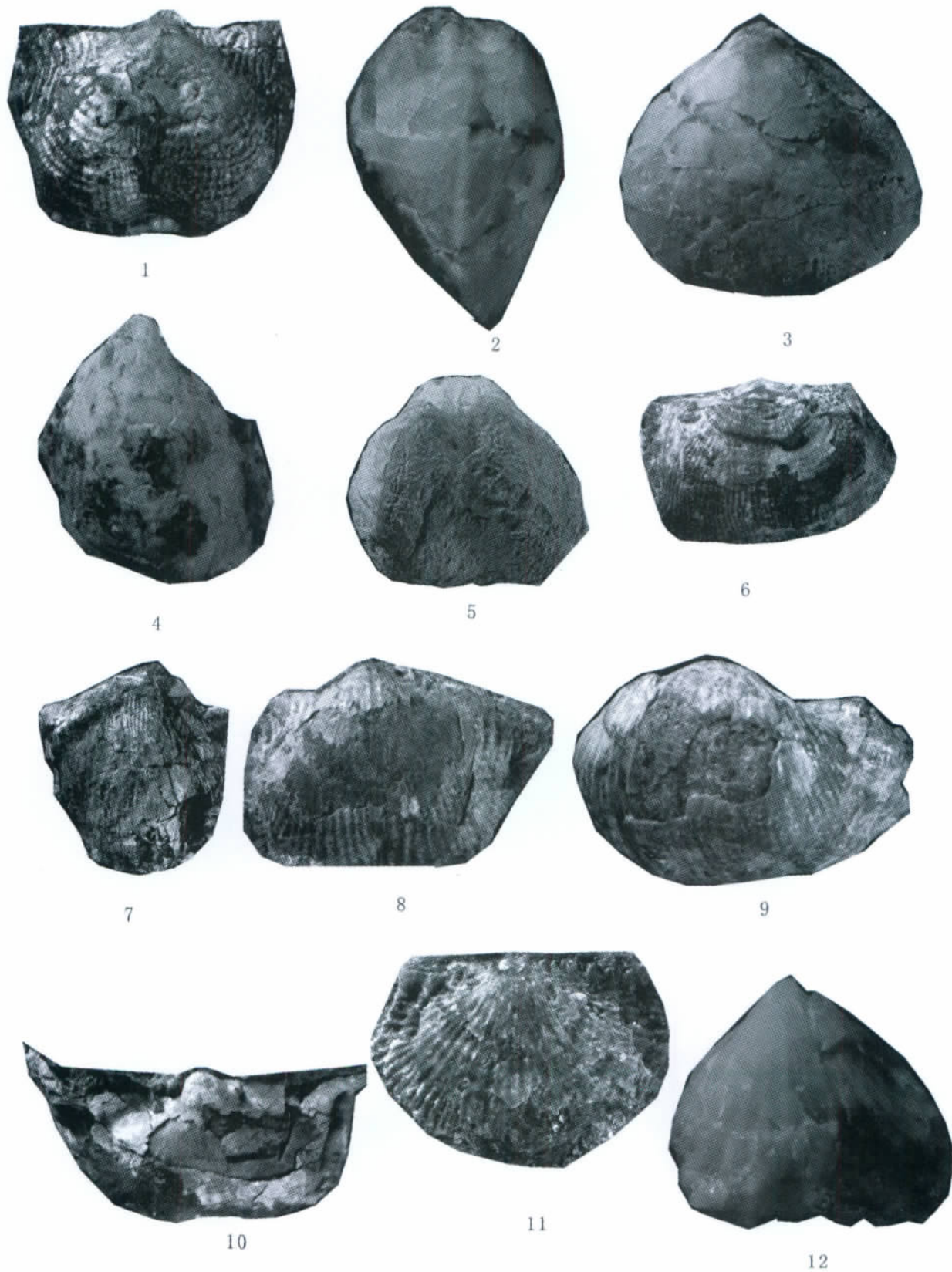
图版 I Plate I

*Tachylasma* cf. *regulare* Xu (35 层)*Tachylasma* *magnum* Grabou (35 层)*Paracania* cf. *sinensis* Chi (35 层)*Soshkineophyllum* *artiense* (Soshkina) (36 层)*Allotropiophyllum* cf. *hunanense* Xu (39 层)*Verbeekiella* sp. (54 层)

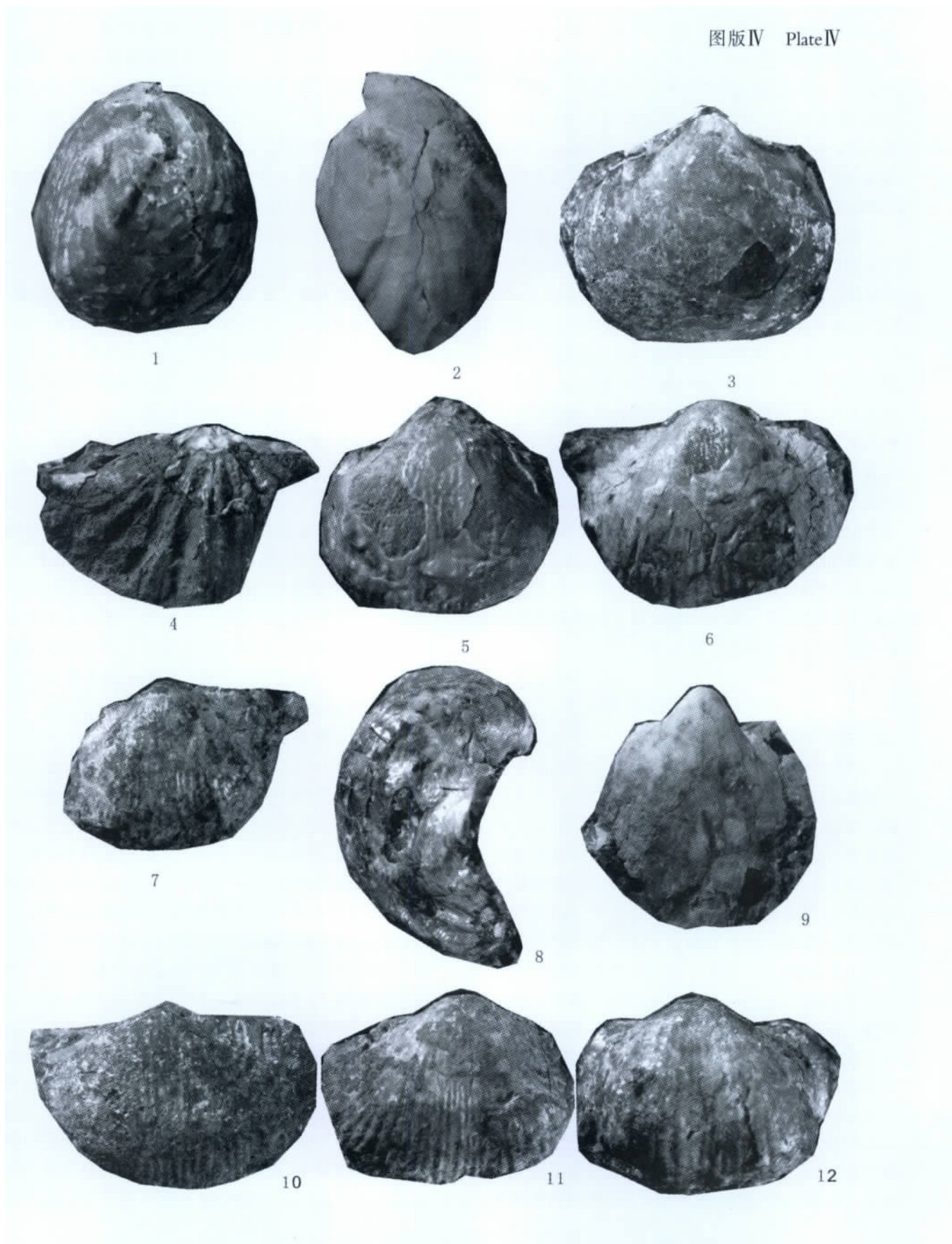
图版 II Plate II



图版 III Plate III



图版 IV Plate IV



瑚,为冷水性珊瑚分子。这些化石在哲斯二叠系剖面也广泛分布,并建立了 *Tachylasma-Paracania* 组合,地层时代属茅口早期。林英铎等^[25]在中国北方海槽建立了 *Tachylasma-Calophyllum* 组合,包括了上述的珊瑚分子,认为时代属于中二叠世早期。*Soshkineophyllum artiense* 和 *Verbeekiella* sp.也见于乌拉尔和 Timan 北部,时代为晚阿丁斯克期^[26]。*Soshkineophyllum artiense* 也产于湖南涟源茅口组中。

综合上面的讨论,埋汗哈达组和双堡塘组的时代应为晚阿丁斯克期—沃德期,也就是隆林晚期—孤峰期。但是,考虑到 *Spiriferella-Kochiproductus-Yakovlevia* 组合的动物群在乌拉尔地区主要产于阿丁斯克阶层位,然后向南渗透^{①[12]},在额济纳旗地区繁盛应该较晚,具体时间间隔还很难推断,笔者把埋汗哈达组、双堡塘组与栖霞组对比,前两者在额济纳旗地区繁盛的时限最早为空谷期,也就是罗甸期。罗甸阶与祥播阶的古生物面貌没有明显的区别,其界限很难划分。祥播阶和孤峰阶的界线也是栖霞亚统与茅口亚统的界线,接近于沃德阶的底界。考虑到混生动物群在沃德阶第二次繁盛,*Tachylasma-Paracania* 组合地层时代属茅口早期,所以把祥播阶和孤峰阶的界线置于第 37 层底(图 2)。这样哲斯动物群的时代就是罗甸期—孤峰期。

4 讨 论

4.1 关于哲斯动物群的时代

通过“哲斯动物群”在北方乌拉尔等地和中国东北地区所在层位的对比,将其时代划分为隆林晚期—孤峰期,这个时间跨度明显有些过长。从沉积厚度来看,含这一动物群的地层在杭乌拉剖面厚度不超过 300m,在卡路山剖面和煤窑西山剖面腕足类产出层位的厚度更小。笔者认为,这主要是因为该腕足类在乌拉尔地区的出现和在中蒙海槽的繁盛具有一个较大的时间差。凉水分子在纬度更高的乌拉尔等地出现的时间应该较早,而在中蒙海槽繁盛的时间较晚。正如王成文等^①认为的,凉水型腕足动物均起源于北方中高纬度地区,从起源地向外渗透,当环境适宜时则生存下来,当环境不适宜时则绝灭。这一向外渗透的过程也是地理阻碍逐渐消失的过程,是北方海与特提斯海逐渐连通的过程,要经历漫长的地质历程。所以,哲斯动物群在额济纳旗分布的时限应该晚于隆林晚期,暂定于罗甸期,具体时限还需进一

步研究。

4.2 关于额济纳旗地区的大地构造位置

一些学者认为,中二叠世中蒙海槽大量出现凉水分子的腕足类,标志着该地区已经属于西伯利亚板块的南缘了^①。笔者认为,额济纳旗及其邻区的大地构造位置仍属于华北板块的北缘或塔里木板块的东缘。凉水分子的大量出现,是介于板块之间的、阻隔生物迁移的洋消失了或失去了对生物迁移的阻隔能力,泛大陆的形成压缩了生物的生存空间造成的。

4.3 关于凉水分子在动物群中所占比例的控制因素

凉水分子的大量出现主要受纬度的控制,但在同一海盆中,“哲斯动物群”的组成、丰度和分异度受水体深度的控制,在灰质和凝灰质海底易于生存,甚至在凝灰质海底中底栖生物更丰富。近岸环境的腕足类丰度高、分异度较低,以凉水分子为主,共生生物较少,主要为少量双壳和珊瑚;在相对较深的水中腕足类丰度略低、分异度较高,暖水分子增加,共生生物主要为丰富的海百合和珊瑚。造成这一现象的原因主要是气候因素,寒冷的气候直接影响浅水(浪基面以上)中的生物,凉水分子才能适存。所以,气候和水深共同作用控制了混生动物群中凉水分子的比例。利用剖面上凉水分子和暖水分子的比例来估算古气候^[27]的方法是不科学的,估算出的结果很可能只代表海平面变化。

4.4 关于混生动物的成因

额济纳旗地区在中泥盆世—晚泥盆世古亚洲洋或其分支洋消亡,板块拼合后,在石炭纪—二叠纪共发生了 4 次裂陷和海侵。前 2 次海侵海水方向分别来自西部和东部,沉积中心分别在西部的北山地区和东部的乌力吉地区。2 套地层中的古生物与同期华南、塔里木的古生物面貌相似。双堡塘组和埋汗哈达组代表银—额盆地第 3 次裂陷和海侵的沉积物。在卡路山剖面,双堡塘组与石炭系呈不整合接触,在埋汗哈达剖面,与志留系为角度不整合接触。在海侵之前额济纳旗地区为隆起区,海水来自北方或北北东方向。“哲斯动物群”就产于双堡塘组和埋汗哈达组的下部,岩性主要为砂砾岩夹灰岩,在埋汗哈达地区灰岩呈透镜状。显然,混生动物群的形成与来自北方的海侵有直接的关系,海侵带来的凉水分子能够适应当时的环境。暖水分子的出现,不一定非要与特提斯海域沟通,当时的纬度条件本来就可以适应特

提斯暖水分子的生存,与提斯沟通的“海道”的假说^[10]不一定成立。

致谢:在野外工作中得到西安地质矿产研究所卢进才教授级高级工程师、陈高潮高级工程师和魏建设、姜亨、李金超、史冀忠工程师,长安大学党奔教授,中国地质科学院矿产资源研究所赵省民研究员和研究生陈登超,长江大学蒋兴超老师、徐耀辉副教授和江山老师,以及后勤人员冯俊和、林振中等的大力支持和帮助;澳大利亚迪肯大学李文忠博士,中国地质大学(武汉)吴顺宝教授帮助鉴定腕足化石,李志明教授帮助鉴定珊瑚化石;曹宣铎研究员提出了宝贵的修改意见。在此一并表示感谢。

参考文献

- [1]任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等.从全球看中国大地构造[M].北京:地质出版社,1999:11-17.
- [2]卢进才,陈践发,郭建军,等.古亚洲与特提斯交汇带盆地群油气资源潜力[J].西北地质,2006,39(3):39-46.
- [3]卢进才,魏仙样,魏建设,等.内蒙古西部额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系油气地质条件初探[J].地质通报,2010,29(2/3):330-340.
- [4]赵省民,陈登超,邓坚.内蒙古西部银根—额济纳旗地区石炭系—二叠系碳酸盐岩沉积模式及其石油地质意义[J].地质通报,2010,29(2/3):351-359.
- [5]王成文,张松梅.哲斯腕足动物群[M].北京:地质出版社,2003.
- [6]张松梅,王成文.兴蒙造山带中二叠世哲斯期腕足动物古生物地理归属[J].地球科学进展,2004,19(增刊):74-79.
- [7]Shi G R, Archbold N W, Zhan L P. Distribution and characteristics of mid-Permian (Late Artinskian-Ufimian) mixed/transitional marine faunas in the Asian region and their palaeogeographical implications[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1995, 114: 241-271.
- [8]Shi G R, Zhan L P. A mixed mid-Permian marine fauna from the Yanji area, northeast China: a paleobiogeographic reinterpretation[J]. The Island Arc, 1996, 5: 386-395.
- [9]Shi G R, Tazawa J, Shen S Z. Middle Permian brachiopod fauna from Xiujinqingqi, Inner Mongolia, China, and palaeobiogeographical implications[J]. Palaeontological Research, 2002, 6(3): 285-297.
- [10]石光荣, Archbold N W. 西太平洋地区二叠纪海洋生物地理区系的演化[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 22(1): 1-8.
- [11]Tazawa J. Middle Permian brachiopod biogeography of Japan and adjacent regions in East Asia[M]//Ishii K, Liu X, Ichikawa K, et al. Pre-Jurassic Geology of Inner Mongolia, China. Report of China-Japan Cooperative Research Group, 1987-1989. Matsuyu Insatsu, Osaka, 1991:21-230.
- [12]李莉,谷峰.内蒙—吉林亚区早二叠世早期的沉积特征及古地理轮廓[J].中国地质科学院院报,1984,8:107-121.
- [13]尚庆华,金玉环.二叠纪腕足动物地理区系演化特征[J].古生物学报,1997,73(1):93-118.
- [14]Waterhouse J B, Bonham-Carter G F. Global distribution of character of Permian biomes based on brachiopod assemblages[J]. Canadian Journal of Earth Science, 1975, 12(7):1085-1149.
- [15]张研. 北山地区早二叠世“哲斯动物群”特征[J].甘肃地质学报, 1995, 4(1):14-20.
- [16]郑昭昌,朱鸿.阿拉善地块边缘古生代地层发育及构造发展[C]//阿拉善地块边缘古生代生物地层及构造演化.武汉:中国地质大学出版社,1987:10-11.
- [17]内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [18]朱伟元.甘肃北山相二叠系及古生物群基本特征[J].甘肃地质学报,1983, (1): 23-27.
- [19]张研.内蒙古巴丹吉林沙漠南缘肯阿尔斯楞地区早二叠世腕足动物群[J].西安地质矿产研究所所刊,1990, 28: 57-62.
- [20]谷峰,朱儒峰.内蒙古林东地区下二叠统的腕足动物化石[J].中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊,1985,12:74-92.
- [21]梁希洛.甘肃西北部及内蒙古西部早二叠世头足类[J].古生物学报,1981,20(6):485-500.
- [22]内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1991.
- [23]王成源,王平,李文国.内蒙古二叠系哲斯组的牙形刺及其时代[J].古生物学报,2006, 45(2): 195-206.
- [24]Cheng-yuan Wang, Ping Wang, Wen-guo Li. Conodonts from the Permian Jisu Honguer (Zhesi) Formation of Inner Mongolia, China[J]. Acta Scientiarum Direct Geobios, 2004, 37: 471-480.
- [25]林英铄,刘鹏举,彭向东,等.中国北部中二叠世地层对比及珊瑚动物群特征[J].长春科技大学学报,2000,30(4):319-321.
- [26]Olga L Kossovaya, Ekaterina A Guseva, Alexander E Lukin, et al. Middle artinskian (early Permian) ecological event: a case study of the urals and northern timan[J]. Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 2001, 50(2): 95-113.
- [27]刘广虎,任雅静.内蒙哲斯腕足动物群混生类型及古气候变化[J].世界地质,2000,19(2):112-116.
- ① 王成文,张松梅.哲斯腕足动物群研究的几点新识.中国古生物学会第22届学术年会论文摘要集,2003.
- ② 史美良.甘肃的二叠系.1980.
- ③ 甘肃省地质局地质力学区域测量队.1:20万雅干幅和拐子湖幅区调报告.1981.

图版说明

图版

- 样品号:HWD34f1-76, *Spiriferella magna* Fredericks, 腹壳, 产地:杭乌拉, 埋汗哈达组.
- 样品号:HWD34f1-78, *Spiriferella saranae* (Verneuil), 腹壳, 产地:杭乌拉, 埋汗哈达组.
- 样品号:HWD34f1-63, *Neospirifer fasciger* (Keyserling), 腹壳, 产地:杭乌拉, 埋汗哈达组.
- 样品号:HWD35f1-86, *Spiriferella saranae* (Verneuil), 腹壳, 产地:杭乌拉, 埋汗哈达组.

5. 样品号: HWD34f1-32, *Spiriferella magna* Fredericks, 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
6. 样品号: HWD35f2-100, *Uraloproductus stuckenbergianus* (Krotow, 1887), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
7. 样品号: HWD35f2-105, *Marginifera ovalis* Waagen, 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
8. 样品号: HWD35f2-106-2, *Marginifera typica* (Waagen), 背视, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
9. 样品号: HWD35f2-106, *Marginifera typica* (Waagen), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
10. 样品号: HWD36f1-89, *Uraloproductus stuckenbergianus* (Krotow, 1885), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
11. 样品号: WDD f6-24-2, *Paramarginifera zesiensis* Lee and Gu, 腹壳, 产地: 吴登汉, 埋汗哈达组.
12. 样品号: WDD04f5-29, *Spiriferella saranae* (Verneuil), 腹壳, 产地: 吴登汉, 埋汗哈达组.

图版

1. 样品号: HWD-40f3-31, *Dictyoclostus zesiensis* Lee and Gu, 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
2. 样品号: WDD-4f1-147-3, *Rhynchora inconstantis*, 侧视, 产地: 吴登汉, 埋汗哈达组.
3. 样品号: WDD-04f3-147, *Phricodothyris* sp., 腹壳, 产地: 吴登汉, 埋汗哈达组.
4. 样品号: WDDf5-140, *Neophricodothyris* sp., 腹壳, 产地: 吴登汉, 埋汗哈达组.
5. 样品号: HWD-53f3-6, *Waagenoconcha* (*Waagenoconcha*) *purdoni* (Davidson), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
6. 样品号: WDD f6-23, *Paramarginifera zesiensis* Lee and Gu, 腹壳, 产地: 吴登汉, 埋汗哈达组.
7. 样品号: HWD24f1-46, *Yakovlevia mammatiformis* (Fredericks), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
8. 样品号: HWD35f1-99, *Uraloproductus stuckenbergianus* (Krotow, 1886), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
9. 样品号: HWD35f1-109-2, *Marginifera ovalis* Waagen, 腹壳, 产地:

杭乌拉, 埋汗哈达组.

10. 样品号: HWD35f1-113, *Marginifera typica* (Waagen), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
11. 样品号: HWD35f1-137, *Anidanthus* sp., 背壳外膜(残留部分壳质), 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
12. 样品号: WDD04f1-149, *Rhynchora inconstantis*, 腹壳, 产地: 吴登汉, 埋汗哈达组.

图版

1. 样品号: HWD35f1-146-5, *Rhynchopora tchernyshae*, 侧视, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
2. 样品号: WDD04f1-148-3, *Dielasma* sp., 侧视, 产地: 吴登汉, 埋汗哈达组.
3. 样品号: HWD36f1-53, *Phricodothyris asiatica*, 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
4. 样品号: HWD37f2-42, *Spiriferella magna* Fredericks, 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
5. 样品号: HWD37f2-96, *Marginifera ovalis* Waagen, 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
6. 样品号: HWD36f1-115-2, *Marginifera typica* (Waagen), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
7. 样品号: HWD36f1-116, *Uraloproductus stuckenbergianus* (Krotow, 1885), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
8. 样品号: HWD36f1-118-2, *Marginifera typica* (Waagen), 侧视, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
9. 样品号: HWD36f1-133, *Hemiptychina* sp., 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
10. 样品号: HWD36f1-90, *Uraloproductus stuckenbergianus* (Krotow, 1886), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
11. 样品号: HWD36f1-93, *Paramarginifera gobiensis* (Chao), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.
12. 样品号: HWD36f1-114-2, *Marginifera typica* (Waagen), 腹壳, 产地: 杭乌拉, 埋汗哈达组.

化石保存于中国地质大学(武汉)地球生物系标本库.