



Palaeoworld

This is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship.

PALAEOWORLD Editorial Office

State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy

Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences

Beijingdonglu 39, 210008 Nanjing, PR China

e-mail: palaeoworld@nigpas.ac.cn

PALAEOWORLD online submission:

<http://ees.elsevier.com/palwor/>

PALAEOWORLD full-text (Volume 15 –) available at:

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/1871174X>

辽宁北票四合屯地区义县组下部的腹足类化石*

潘华璋 朱祥根

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

提要 描述了四合屯地区义县组下部的腹足类化石 4 属 5 种: *Amplovalvata* sp., *Probaicalia vitimensis* Martinson, *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker). *P.* cf. *philippii* (Dunker), 和 *Gyraulus* sp., 论述这个腹足类生物群的特征和地层时代, 探讨了它们古生态和古环境的特征。

关键词 义县组 腹足类 古生态 古环境

1 前言

辽宁北票四合屯地区是著名的热河生物群产地之一, 亦是世界闻名的鸟类化石和“带毛”恐龙化石的产地。多年来, 许多地质工作者在该地区开展了广泛的野外地质调查工作, 获得丰富的地层和古生物资料(汪筱林等, 1998; 金帆、张江永、周忠和, 1995; 侯连海, 1997; 陈丕基, 1988; 陈丕基等, 1980; 于菁珊等, 1987; 王思恩, 1980; 林启彬, 1976)。但热河生物群中的腹足类以往多见于辽宁西部的九佛堂组, 沙海组, 阜新组和内蒙古与其相当层位中(朱国信, 1976, 1980, 1988), 而义县组尚未见及, 仅仅在辽宁喀左和河北滦平的义县组中发现 *Probaicalia* 和一些腹足类口盖化石(王惠基, 1984)。本文所描述的四合屯地区义县组下部腹足类化石系笔者潘华璋于 1988 年随石油天然气总公司北方侏罗纪地层队和 1989 年随中国科学院南京地质古生物研究所热河生物群研究队赴辽宁北票四合屯地区采集的, 这些腹足类化石经笔者鉴定共计 4 属 5 种。文中描述的化石由袁留平扫描, 邓东兴和宋之耀摄影, 笔者在此表示衷心感谢。

2 地层和古生物特征

辽宁北票四合屯地区义县组下部尖山沟层厚度为 79.27m, 由 21 层不同岩层所组成, 中上部为碎屑岩, 下部为中基性火山岩, 底部为含砾砂岩和砾岩。腹足类化石主要产于第 19 层灰色页岩中, 有 *Probaicalia vitimensis* Martinson, 第 12 层粉砂岩中有 *Probaicalia vitimensis* Martinson, 第 10 层灰色粉砂岩中有 *Probaicalia vitimensis* Martinson 和 *Amplovalvata* sp., 鸟层以下的第 9 层有 *Amplovalvata* sp., *Probaicalia vitimensis* Martinson, *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker), *P.* cf. *philippii* (Dunker), 和 *Gyraulus* sp., 和第 7 层砂岩中产于 *Probaicalia vitimensis* Martinson。其中以第 9 层凝灰质粉砂岩中所产的

* 中国科学院资源与生态环境研究“九五”重大项目(K2951-B1-410)资助课题。

腹足类化石个体最为丰富,余下各层个体均很稀少,这个腹足类生物群虽然属种不多,化石亦保存一般,但有一个明显特征,它们绝大多数均是壳体微小类型,壳体一般在5mm以下,以 *Ptychostylus* 和 *Gyraulus* 为代表,尤其前者最为突出。这个腹足类生物群主要由前鳃亚纲的 *Amplovalvata* sp. 和 *Probaicalia vitimensis* Martinson, 肺螺亚纲基眼目耳螺科的 *Ptychostylus* cf. *philippii* (Dunker), *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker) 和扁卷螺科的 *Gyraulus* sp. 所组成,其中 *Ptychostylus* 属在我国尚属首次报道,*Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker) 是该属的模式种 (type species), 最初发现于德国西北部 (Obernkirchen coal mines) 的“*Wealden*”页岩中,然后在英国南部地区 (Dorset) 普尔别克群中部 (Middle Purbeck) 的 Upper Building Stones 底部, Cinder 层顶部和 Cherty Freshwater 层中均有记录,常与 *Ptychostylus philippii* (Dunker) 共生,而且在地层中 *Ptychostylus philippii* (Dunker) 比 *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker) 更为常见,这一现象亦存在于辽宁四合屯地区义县组下部地层的腹足类生物群中,如 *Ptychostylus philippii* (Dunker) 的个体数量远比 *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker) 多得多,而且,前者在尖山沟剖面亦可见及。*Probaicalia* 属是东亚地区上侏罗统至下白垩统中特有分子,在我国北部和东南部地区 (安徽和福建以北) 均有广泛分布 (余汶, 潘华璋, 1980; 朱国信, 1976, 1980), 亦是热河生物群中的常见分子, *Probaicalia vitimensis* Martinson 最初见于原苏联维提姆高原盆地上侏罗统至下白垩统,然后在蒙古东南部上侏罗统至下白垩统亦有发现,此种在我国广泛分布于辽宁阜新下白垩统沙海组,甘肃酒泉盆地赤金堡组和下沟组,河北大灰厂组,山东蒙阴蒙阴组和西洼组,安徽舒城黄石滩毛坦厂组和南陵蝌蚪山组,和浙江建德寿昌组,亦常与 *Probaicalia gerassimovi* (Reis) 共生。*Amplovalvata* 属是美国莫里逊组 (Morrison Formation) 的重要分子 (Yen, 1952), 而且也是我国侏罗纪地层中的常见分子,以中侏罗世最为繁盛 (潘华璋, 1977, 1982), 此属在四合屯地区义县组下部地层中仅发现一个未定种,而且个体稀少,保存很差,可能不是原地埋葬的分子,这里不作详细论述。*Gyraulus* 属是我国中生代陆相地层中常见分子。综合上述腹足类生物群的分布和对比,不难看出,四合屯地区义县组下部地层中的腹足类生物群既有上侏罗统至下白垩统中常见分子,又有德国西北部 (Obernkirchen coal mines) 的“*Wealden*”页岩和 Serpulite 地层以及英国南部地区 (Dorset) 普尔别克群中部的 Upper Building Stones 底部, Cinder 层顶部和 Lower Building Stones 的顶部的重要分子,说明它们之间关系亦比较密切,故义县组下部地层大致可与德国西北部 Serpulite 和英国南部地区 (Dorset) 普尔别克群中部相对比,这个腹足类生物群具有明显的早白垩世早期的特征。

关于义县组的时代问题是一个长期困扰中国地质古生物学的难题,至今未取得一致意见。但从义县组古生物的信息显示,义县组的地层时代,不是侏罗纪最晚期,就是早白垩世早期,根据义县组下部腹足类生物群的分布和对比,笔者认为义县组下部地层归入早白垩世早期是比较合适的。

3 古生态解释

辽宁四合屯地区义县组下部地层中的腹足类生物群由于受当时火山喷发作用的影响,使这些处于生活状态的腹足动物突然死亡,所以,它们的原始生态特征保存相当完好,如鸟

层以下的第9层,采集号为12的样品中,几乎所有腹足动物的壳口均向下,以背视方式保存在岩石层面中,其排列没有任何方向性,这就反映了这些正处于生活状态的腹足动物正附着在泥沙湖底或者爬行在泥沙湖底;另一方面在岩石层面中还保存了很多微小似管状的遗迹化石,这些微小似管状的遗迹化石亦有可能是这些微小腹足动物(*Ptychostylus*) 在泥沙湖底爬行留下的遗迹,因为褶柱螺(*Ptychostylus*)壳体呈长卵柱形,螺环面微凸,且饰有明显圆凸轴肋,螺环具圆凸的肩部,壳口前端狭窄,轴唇具轴褶,根据腹足动物的形态功能分析,这些特征可能是属于底上生活方式,这些底上腹足动物在泥沙湖底的爬行,就会在湖底留下一条条不规则的凹下的痕迹(笔者潘华璋在调查现生腹足类生态时,观察到这些特征),由于后来的成岩作用下,才形成这些微小似管状的遗迹,或者是其他微小生物在湖底活动时留下的遗迹,确切的结论有待于进一步工作和探讨。此层的腹足类个体非常丰富,壳体很微小,在277cm²面积的岩石标本表面中,共发现有117个腹足类个体,这显示了此层的腹足类生物群丰富度高,但分异度很低,其中,前鳃亚纲的前贝加螺(*Probaicalia*)在整个腹足类生物群中占25.86%,肺螺亚纲占74.20%,其中褶柱螺(*Ptychostylus*)占66.45%,和小旋螺(*Gyraulus*)占7.75%,从上述腹足类生物群数量比例中,不难看出肺螺亚纲在这个生物群中占有绝对优势,而耳螺科的褶柱螺(*Ptychostylus*)是这个腹足动物群中的优势属。如此大量的腹足类化石,在四合屯地区义县组下部地层中,目前,仅发现在采集号为12的样品中。根据现生腹足类生态分析,具有高丰富度和低分异度的腹足类动物群一般生活于潟湖或半咸水环境。腹足类动物群的这种现象,作者在我国其它地区的一些地层中亦可见及,如在研究中原油田早第三纪腹足类,一些潟湖环境中的腹足类化石就具有这种特性,同样在我国东南沿海红树林环境中的腹足类动物群亦具有这种高丰富度和低分异度特性,所以,不论是内陆湖泊,还是滨海环境中,具有这种高丰富度和低分异度的腹足类生物群,它们的生态环境一般均属于潟湖或半咸水沉积环境。四合屯地区义县组下部(采集号为12)的样品中腹足类生物群亦具有这种高丰富度和低分异度特性,而且肺螺亚纲占有绝对优势,所以,推测它们亦可能是近岸半咸水环境的产物。另一方面从现生耳螺科(*Ellobiidae*)的分子亦主要生活在半咸水环境中也可以得到证明。再从褶柱螺(*Ptychostylus*)分布来看,此属在德国西北部主要分布于Serpulite地层中,常与水螺*Hydrobia*和类新中齿蚬类*Neomiodontiden*共生,亦代表半咸水环境的产物(Huckriede 1967, S. 86, . 203);在英国南部地区(Dorset)主要分布于普尔贝克群中部(Middle Purbeck)的Lower Building Stones(即Cherty Fresh-Water Beds层上部), Cinder层顶部和Upper Building Stones底部,而Lower Building Stones紧近海相层Cinder层底部, Upper Building Stones底部亦紧近海相层Cinder层顶部,有时亦与*Corbula*共生,和龟,鱼和半咸水的软体动物共生(Arkell, 1941, p. 112 - 114.; Cope J. C. W. . . . *et al.* 1969, p. 61 - 63),从褶柱螺(*Ptychostylus*)在英国南部地区分布来看,不难看出,它均与海相层Cinder层有关,表明此属在英国南部地区亦是生活在潟湖环境中。

除此以外,根据现代湖泊沉积的研究表明,湖泊沉积作用受湖水化学成分和滨线变动范围两大基本因素所控制和局部地区火山作用的影响,而湖水的盐度又受降水量注入量和流出量加蒸发量之比和湖内的沉积与溶解之比所支配,对湖泊来说,火山活动导致碳酸钠浓度增高和火山碎屑大量增加的地方,就会产生复杂而异常的沉淀和反应产物(Reading, 1983, p. 82, 89.)。由于火山作用的影响,气候变化异常,而湖泊对频繁的气候变化很敏感,特别是内陆湖泊对气候极小的变化反应也十分敏感,而且,湖水的水质也极不正常,根据现

代生态学家的见解,环境的稳定是发育一个繁茂种群的关键因素,所以,在上述这种极不稳定的恶劣环境下,这就根本不可能发育一个繁茂的种群,生物多样性就很低,生长个体比较小,生长发育比较差。

在辽宁四合屯地区义县组下部沉积时期,腹足类生物群所处的环境正如上述所说,由于受当时频繁的火山喷发影响,大量火山碎屑沉积,气候变化异常,导致湖水中碳酸钠浓度增高,出现了一个高丰富度和低分异度的腹足类动物群。

综上所述,这个腹足类动物群不论从它的特征,它的横向分布和它的生态特征来看,还是从现代湖泊沉积的研究来看,均表明它们是代表一个以泥沙为底层的近岸半咸水环境下产物。

4 属种描述

前鳃亚纲 Prosobranchia

盘螺科 Valvatidae

大盘螺属 Genus *Amplovalvata* Yen, 1951

大盘螺(未定种) *Amplovalvata* sp.

(图版 II, 图 7-9)

1983 *Amplovalvata* sp., 潘华璋, 第 213 页, 图版 1, 图 3-6。

壳体中等大小,似陀螺形,壳宽约为 1.1cm,明显挤压,仅见顶视,斜视和底视,由 3 个螺环所组成。螺环面圆,缝合线深陷。具明显脐孔。壳口似圆形。壳面饰有明显的细生长线。

讨论 当前标本虽然保存欠佳,但从中等大小壳体,似圆形的壳口和明显脐孔等特性来看,归入 *Amplovalvata* 是比较合适的。此标本的一般形状特性和壳体大小均与山东蒙阴的蒙阴组所产的 *Amplovalvata* sp. 基本相同,只因保存太差,未定种名。

微黑螺科 Micromelaniidae

前贝加尔螺属 Genus *Probaicalia* Martinson, 1949

维其姆前贝加尔螺 *Probaicalia vitimensis* Martinson

(图版 II, 图 10-12)

1956 *Probaicalia vitimensis*, Martinson, p. 32, pl. 4, fig. 34.

1961 *Probaicalia vitimensis*, Martinson, p. 256, pl. 22, fig. 42.

1980 *Probaicalia vitimensis*, 余汶, 潘华璋, 第 154 页, 图版 4, 图 4, 5, 8-10。

1980 *Probaicalia vitimensis*, 潘华璋, 第 39 页, 图版 14, 图 23-25。

标本度量(mm)

登记号	壳高	壳宽	壳口高度	壳口宽度
131097	4.08	1.91		
131103	4.01	1.90		
131104			1.80	1.80

壳体小,高锥形,约由 6-7 个螺环所组成。壳顶破损,螺塔高锥形,螺塔部螺环中部饰有 2 条粗旋棱,缝合线深。上缝合线和上粗旋棱之间螺环面明显倾斜,2 条粗旋棱之间螺环

面明显凹下,下粗旋棱和下缝合线之间螺环面明显倾斜。末螺环面明显圆凸,饰有3条等距分布的粗旋棱和细生长线,各粗旋棱之间螺环面微凹下。底部微凸,无脐孔。壳口略破损,近卵形,上端角状,下端圆角状。壳面饰有明显细生长线。

比较 从此种的壳饰特征来看,它与 *Probaicalia gerassimovi* (Reis) 较为相似,但不同之处是后者具有10个规则增长的螺环,稍大和塔形的壳体。

肺螺亚纲 Pulmonata

耳螺科 Ellobiidae

褶柱螺属 Genus *Ptychostylus* Sandberger, 1870

模式种 *Melania harpaeformis* Koch and Dunker

属征 壳体微小,长卵柱形,螺环比较高,呈似台阶状。壳面饰有明显圆凸轴肋;末螺环约占壳高2/3。无脐孔。壳口窄卵形,上端角状,下端圆,无缺凹,外唇简单,轴唇狭窄,且略厚,具有一个明显轴褶。

讨论 关于 *Ptychostylus* 属的分类位置有不同意见,Wenz (1959) 将此属归入 Thiaridae, Arkell (1941), Huckriede (1967) 将此属归入 Ellobiidae, 作者根据一般的壳形特征亦暂将此属归入耳螺科(Ellobiidae), 因为当前标本的壳口前端特征保存欠佳,如果壳口前端具有一个缺凹,此属应归入 Thiaridae。

时代和分布 早白垩世;欧州和中国北方。

钩形褶柱螺 *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker)

(图版 I, 图 1-7; 图版 II, 图 1)

1941 *Ptychostylus harpaeformis*, Arkell, p. 112, figs. 40, 41.

1967 *Ptychostylus harpaeformis*, Huckriede, p. 201, pl. 15, figs. 11-12; pl. 12, figs. 1-8.

壳体微小,长卵柱形,由4个螺环所组成。壳顶圆,胎壳光滑,向下旋转(图版 I, 图 5),螺塔锥形,中等高;螺环比较高,呈似台阶状,具有圆凸的肩部,螺环面微凸。缝合线深,且稍倾斜。末螺环高大,似卵柱形,约占壳高2/3。壳面饰有明显圆凸粗轴肋和不明显细生长线,轴肋之间的螺环面宽度约等于轴粗,且明显凹下。壳口半卵形,上端圆角状,下端圆,轴唇具1个明显的位于轴唇中部的轴褶(图版 I, 图 4)。

标本度量(mm)

登记号	壳高	壳口宽度	壳口高度	壳口宽度
131086	1.80	1.00	0.90	0.73

比较 从当前标本具有微小壳体,长卵柱形的壳形,似台阶状螺环,壳面饰有明显圆凸粗轴肋和明显的轴褶等特征来看,辽宁北票四合屯的标本与德国西北部(Obernkirchen coal mines)的“Wealden”页岩, Serpulite 地层和英国南部地区(Dorset)普尔贝群中部(Middle Purbeck)的 Upper Building Stones 底部, Cinder 层顶部和 Cherty Freshwater beds 所产的 *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker) 极为相似,只是当前标本保存不够好,壳饰特征也不够清晰。

菲力浦褶柱螺(比较种) *Ptychostylus cf. philippii* (Dunker)

(图版 I, 图 8-16)

1941 *Ptychostylus cf. philippii*, Arkell, p. 114, fig. 45.

壳体微小,长卵柱形,由4个螺环所组成。胎壳光滑,向下旋转(图版 I, 图 16),螺塔中等高,呈圆锥形;螺环比较高,呈似台阶状,具有明显的肩部,上斜面微倾斜,环外近于直,螺环环绕达周缘之下。缝合线略深,且稍倾斜。末螺环高大,似柱形,约占壳高 2/3。壳面光滑,饰有不明显细生长线。壳口窄狭,半卵形,上端圆角状,下端破损,轴唇具 1 个明显的位于轴唇中部的轴褶。

标本度量(mm)

登记号	壳高	壳宽	壳口高度	壳口宽度
131089	2.58	1.10		
131098	2.16	1.00		
131090	3.05	1.40	1.40	1.31
131099	3.80	2.16	1.80	
131092	2.90	2.10		

比较 当前标本的一般壳体形状和特征与英国南部地区普尔贝克群中部(Middle Purbeck)的 Upper Building Stones 底部, Cinder 层顶部 和 Cherty Freshwater beds 所产的 *Ptychostylus cf. philippii* (Dunker) 相同,此种与 *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker) 极为相似,明显不同之处在于前者壳面光滑,缺少圆凸粗轴肋。

扁卷螺科 Planorbidae

小旋螺属 Genus *Gyraulus* Carpentier, 1837小旋螺(未定种) *Gyraulus* sp.

(图版 I, 图 2-6)

壳体微小,似盘旋,双凹形,由 2 个半逐步增长的螺环所组成,壳的上下两侧面均可见及内部各螺环,但下侧面内部各螺环暴露更明显。缝合线深。螺环的上侧面微凸,近缝合线处圆凸,呈一条不明显旋棱,且逐渐斜向螺环的下侧;螺环下侧面较平,其边缘具有 1 条圆角状旋棱。具宽且浅的脐孔。壳口似圆形且破损,外唇的下侧呈圆角状。壳面光滑,饰有不明显细生长线。

标本度量(mm)

登记号	壳高	壳宽	壳口高度	壳口宽度
131095	0.85	2.25	0.85	0.95
131100	0.60	1.42	0.60	0.62

比较 当前标本的一般壳体形状和特征与德国西北部 Serpulite 地层和英国南部地区普尔贝克群中部(Middle Purbeck)的 Upper Building Stones 底部, Cinder 层顶部 和 Cherty Freshwater beds 所产的 *Anisopsis fisheri* (Forbes MS) (Arkell) 极为相似,不同之处仅仅在于前者螺环上侧近缝合线处的旋棱和螺环下侧边缘的旋棱较圆,不够尖锐,而后的旋棱尖锐,呈棱状。

参 考 文 献

- 于菁珊,董国义,姚培毅,1987.辽西热河群双壳类的分布和对比.见:王五力,刘宪亭等著.辽宁西部中生代地层和古生物(三).北京:地质出版社.1-28.
- 王惠基,1984.上侏罗统的两种腹足类口盖化石.古生物学报,23(3):369-372.
- 王思恩,1990.热河动物群的起源,演化与机制.地质学报,64(4):350-360.
- 朱国信,1976.腹足类.见:华北地区古生物图册.内蒙古分册(二).北京:地质出版社.
- 朱国信,1980.腹足类.见:东北地区古生物图册,(二).北京:地质出版社.32-58.
- 朱国信,1988.吉林东南部侏罗-白垩系界线上淡水软体动物化石群.古生物学报,27(6):713-120.
- 余汶,潘华璋,1980.浙江皖南中生代非海相腹足类化石.见:中国科学院南京地质古生物研究所著,浙皖中生代火山沉积岩地层划分和对比.北京:科学出版社.135-172.
- 汪筱林,王元青,王原,徐星,唐治路,张福成,胡耀明,顾昱,郝兆林,1998.辽西四合屯及周边地区义县组下部地层序与脊椎动物化石层位.古脊椎动物学报,36(2):81-101.
- 里丁, H. G., (英)1986.沉积环境和相.北京:科学出版社.651.
- 金帆,张江永,周忠和,1995.辽宁西部晚中生代鱼群.古脊椎动物学报,33(3):169-193.
- 林启彬,1976.辽西侏罗系的昆虫化石.古生物学报,15(1):97-115.
- 侯连海,1997.中国中生代鸟类.台北:台湾省立凤凰鸟园.1-143.
- 陈丕基,1899.热河生物群的分布与迁移.古生物学报,27(6):659-683.
- 陈丕基,文世宣,周志炎等,1980.辽宁西部晚中生代陆相地层研究.中国科学院南京地质古生物研究所丛刊.1:22-55.
- 潘华璋,1977.云南中,新生代腹足类化石.见:中国科学院南京地质古生物研究所著,云南中生代化石(下册).北京:科学出版社.83-153.
- 潘华璋,1982.甘肃靖远王家山组腹足类化石.见:西安地质矿产研究所著.西北地区古生物图册,陕甘宁分册(三),中,新生代部分.北京:地质出版社.30-37.
- 潘华璋,1983.山东侏罗-白垩纪腹足类化石.古生物学报,22(2):210-219.
- Arkel W J, 1941. The Gastropods of the Purbeck Beds. Quart. Jour. Geol. Soc. London. 97:79-128.
- Cope J C W, Hallam A, Torrens H S, 1969. International Field Symposium on the British Jurassic. Excursion No. 1. Guide for Dorset and South Somerset. (MS) Geol. Depart., Keele University.
- Huckriede R, 1967. Molluskenfaunen mit limnischen und brackischen elementen aus Jura, Serpulit und Wealden NW - Deutschlands und ihre palaeogeographische Bedeutung. Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, Heft 67:266 S.
- Yen T C, 1952. Molluscan Fauna of Morrison Formation. Geol. Surv. Prof. Pap., 223-B. 21-51.

FOSSIL GASTROPODS OF THE LOWER PART OF
YIXIAN FORMATION FROM SIHETUN AREA,
WESTERN LIAONING, CHINA

PAN Hua-Zhang and ZHU Xiang-Gen

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Key words: Yixian Formation, Gastropod, Palaeoecology, Palaeoenvironment

Summary

Sihetun Area, Western Liaoning is one of the most famous location for Jehol fauna in China, yielding the famous bird fossils and feathered dinosaurs. The present paper is concerned with the fossil gastropods collected from the lower part of the Yixian Formation in Sihetun Area, Western Liaoning and here 5 species (including indeterminate species) in 4 genera are described.

Characteristics and Geological Age of the Gastropod fauna

These gastropod fossils are mainly preserved in the tuffaceous siltstone of bed 9, they contain *Amplovalvata* sp., *Probaicalia vitimensis* Martinson, *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker), *Ptychostylus* cf. *philippii* (Dunker) and *Gyraulus* sp. *Ptychostylus* is the first recorded in China. *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker) was the first discovered in the "Wealden" Shales of Obernkirchen coal mines and the Serpulite from North-West Germany, and also found at basal part of the Inter-marine or Upper Building Stones, at tops of the Cinder Bed and Cherty Fresh-water Beds of Middle Purbeck of Dorset, South England. It is often associated with *Ptychostylus* cf. *philippii* (Dunker). The latter is more common than the former. *Probaicalia* is special element in the East-Asia during the Upper Jurassic-Lower Cretaceous, it is also widely distributed in Lower Cretaceous rocks of northern and southeastern China. (Yu Wen and Pan Hua-zhang, 1980; Zhu Ke-xin, 1976, 1980).

All of these indicate that the gastropod fauna of the lower part of Yixian Formation from Sihetun area, western Liaoning is closely comparable to those of the "Wealden" Shales of Obernkirchen coal mines and the Serpulite from North-West Germany and at basal part of the Inter-marine or Upper Building Stones, at tops of the Cinder Bed and Cherty Fresh-water Beds of Middle Purbeck in Dorset, South England.

The age of the Yixian Formation has been a topic of long debate, either late-Late Jurassic or early-Early Cretaceous. Based on gastropod characters, the lower part of Yixian Formation may be referred to the early-Early Cretaceous (about Barriasian).

Palaeoecological and palaeoenvironmental analysis

The gastropod fauna from the lower part of the Yixian Formation of Sihetun area, western Liaoning was suddenly dead by the influence of volcanic eruption, so the ecological characters for the fauna are well-preserved, for example, all of the gastropod shell (*Ptychostylus* and *Probaicalia*) were preserved by dorsal view on a bedding plane in bed 9, and did not show any particular orientation. All factors indicate these gastropods can be regarded as autochthonous and lived together at the site and their state of preservation suggests that it occurs in living position. By analogy with functional morphology, *Ptychostylus* and *Probaicalia* may be interpreted as an epifaunal, herbivorous feeders. There are only a few broken shells for *Amplovalvata* and it may be carried there from elsewhere.

This is a high density and limited diversity gastropod fauna, scattered in the tuffaceous siltstone of bed 9 with a density about 117 specimens per 227cm² on a bedding plane. It contains *Amplovalvata*, *Probaicalia*, *Ptychostylus* and *Gyraulus* chiefly characterized by very small shell (under 5mm in height). There is an evidence that the gastropod fauna can be induced by

higher salinity. First the fauna is the most abundant and dominated overwhelmingly by *Ptychostylus*, constituting about 66.45% of the total number of specimens in the gastropod fauna. Numerically (25.86%), the second most important constituent of the gastropod fauna is *Probaicalia*, other element present is *Gyraulus* (7.75%). By the analogy with the ecology of modern gastropod, population of the gastropod increased in number but diminished in size, it is represented by the character of brackish water fauna. These shells were smaller in size from Sihetun area than other places. Secondly *Ptychostylus* was mainly occurred in the Serpulite of North-West Germany associated with *Hydrobia* and *Neomiodontiden* (bivalve), they show also the brackish water fauna. *Ptychostylus* from Inter-marine Beds or Upper Building Stones near marine Cinder Beds, and *Corbula* Beds of Middle Purbeck Beds in Durlston Bay, England is associated with turtles, fish and *Neomiodon* of brackish water affinities. Generally it is considered as the Purbeck Beds were deposited in a lagoonal area. Based on the its distributed characters, It is thought that the fauna of the dominant *Ptychostylus* with a great number of individual from bed 9 of Sihetun section inhabited a shallow, possibly brackish water environment. *Probaicalia* and *Gyraulus* may be cosmopolitan, and much tolerant to brackish water probably.

On the other hand, deposition of modern lake shows that sediments in a lake are controlled by the chemical composition of lacustrine water, the change of lacustrine shorelines and the influence of volcanic eruption locally. The composition of Na_2CO_3 could be increase by volcanism in lake, there are a great deal of pyroclastic debris deposited there, where is caused complex, unusual deposition and extreme variety of the weather. (Reading 1983, p. 82, 89) Modern ecological thinking suggests that environmental stability is a key factor in establishing a diverse population. The unstable setting above mentioned may be unsuitable for a diverse population to live in.

During the deposition of the lower part of the Yixian Formation, volcanoes might explode violently and there were a great deal of pyroclastic debris deposited in western Liaoning. Those might be caused abnormal weather and increasing consistence of Na_2CO_3 in lacustrine water, so there were the higher density and limited diversity gastropod fauna under the setting.

All the above factors suggest that this gastropod fauna may lived in brackish water with muddy sand substrate near shore littoral - lacustrine environment.

图 版 说 明

本文描述的标本均采于辽宁北票四合屯地区义县组下部,保存在中国科学院南京地质古生物研究所。

图版 I

1-7. *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker)

1. 背视, $\times 20$, 采集号:98NE12, 登记号:131083。

2,3. 口视,背视, $\times 12$, 采集号:97NE12, 登记号:131084

4. 显示轴褶, $\times 20$, 采集号: 97NE12, 登记号: 131085。
5. 口视, $\times 30$, 采集号: 98NE12, 登记号: 131086。
6. 背视, $\times 18$, 采集号: 98NE12, 登记号: 131087。
7. 侧视, $\times 20$, 采集号: 98NE12, 登记号: 131088。
- 8-16. *Ptychostylus* cf. *philippii* (Dunker)
 - 8, 9. 背视, 背视, $\times 12$, 采集号: 97NE12, 登记号: 131089, 131098。
 - 10, 11. 口视, 背视, $\times 22, \times 18$, 采集号: 98NE12, 登记号: 131090, 131099。
 - 12, 13. 口视, 背视, $\times 20, \times 18$, 采集号: 98 NE12, 登记号: 131091。
 14. 背视, $\times 22$, 采集号: 98 NE12, 登记号: 131092。
 - 15, 16. 幼体口视, 显示胎壳, $\times 50, \times 120$, 采集号: 98 NE12, 登记号: 131093。

图版 II

1. *Ptychostylus harpaeformis* (Koch and Dunker)
 1. 背视, $\times 12$, 采集号: 97 NE12, 登记号: 131094。
- 2-6. *Gyraulus* sp.
 - 2-4. 顶视, 口视, 底视, $\times 20$, 采集号: 97 NE12, 登记号: 131095。
 - 5, 6. 口视, 底视, $\times 40$, 采集号: 98NE12, 登记号: 131100。
- 7-9. *Amplexalvata* sp.
 - 7-9. 底视, 斜视, 顶视, $\times 2$, 采集号: 98NE12, 98NE 13, 98NE 14, 登记号: 131096, 131101, 131102。
- 10-12. *Probaicalia vitimensis* Martinson
 - 10-12. 背视, 背视, 口视, $\times 12, \times 12, \times 20$, 采集号: 98 NE12, 登记号: 131097, 131103, 131104。
13. 显示腹足类保存状态, $\times 3$ 。



