

中国地质科学院

宜昌地质矿产研究所所刊

第 16 号

地质出版社

中国地质科学院

宜昌地质矿产研究所所刊

第 16 号

地质出版社

目 录

中国泥盆纪双壳类的分布及其古生物地理概貌·····	张仁杰 (1)
峡东地区奥陶纪腕足类群落与海平面升降变化·····	曾庆奎 (19)
筴类石炭纪二叠纪生物地层界线探讨·····	张志存 (43)
中国早第三纪古气候定性定量初步分析·····	何 卫 (51)
西华山花岗岩锆石的表面微结构特征·····	高善继 翟丽娜 应 兰 (61)
攀西地区某些伟晶镁铁岩的特征及成因初探·····	陈富文 (69)
江西黄沙脉钨矿床成矿流体性质的初步探讨·····	于国梁 (83)
黄陵背斜北部崆岭群的太古宙信息·····	郑维钊 刘观亮 汪雄武 (97)
大吉山钨矿的稳定同位素地球化学·····	庄龙池 林伟圣 谢廷焕 (109)
云南峨山花岗岩体的年龄及其地质意义·····	马国千 (121)
〔综述〕	
华南钨锡矿床与同时代的火山活动的关系问题·····	周圣牛 (131)

中国地质科学院
宜昌地质矿产研究所所刊
第16号

责任编辑：孙旭荣 徐涛 史欣然
地质出版社出版发行
(北京和平里)
地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所经销



开本：787×1092¹/₁₆ 印张：9 铜版页：5 页 字数：216,000
1991年1月北京第一版·1991年1月北京第一次印刷
印数：1—950册 国内定价：6.50元
ISBN7-116-00764-4/P·649

中国泥盆纪双壳类的分布及其 古生物地理概貌

张 仁 杰

〔内容提要〕 本文总结了我国泥盆纪双壳类化石的分布、组成及其特征,提出了15个泥盆纪双壳类化石组合,详细讨论了我国泥盆纪双壳类生物地理分区与特征,并初步划分出4个泥盆纪海相双壳类生物群落,其中一个为深水生物群落,其余为浅海近滨到陆棚生物群落。此外,本文还扼要讨论了双壳类的生活习性。

我国泥盆系十分发育,并以含有相当丰富而完美的各门类化石著称于世。其中珊瑚、腕足类等化石研究得较早而详细,而另外一些门类化石,如双壳类等虽然在地台型或地槽型沉积区都有着广泛的分布。但是,由于以往采集和研究不够,因而研究程度一直很低。这类化石被忽视的主要原因是因为它的延续时代较长,在地层划分、对比方面的意义不大。然而最近的研究表明,泥盆纪双壳类有着它自身的发育规律,有些属种的地史分布范围较窄,地理分布相当广,可以视作某一地区划分、对比地层的重要依据之一^[1-3]。对双壳类生活习性的研究结果进一步表明,它们在研究确定沉积条件、恢复沉积环境方面也有着十分重要的作用。总之,随着研究的逐步深入,双壳类在生物地层、生态地层和沉积环境等方面的研究中,将起到越来越重要的作用。

本文的目的在于总结我国已经报道的泥盆纪双壳动物群的地理和地史分布及其特征,讨论它们的生活习性,初步探讨我国泥盆纪双壳类生物地理分区,总结这个纪的双壳类化石组合,为今后进一步开展泥盆纪双壳类研究做准备。此外,本文只涉及泥盆纪海相双壳类化石。所总结的资料大多已经或即将公开发表。对引用的个别材料作了删节,一般没有涉及它们的分类位置的厘订。

一、中国泥盆纪双壳类的分布及 动物群面貌和特征

近几年来,随着地层古生物工作的深入展开,我国泥盆纪双壳类化石材料的增长速度十分迅速。1976年总结时,全国中、晚泥盆世双壳类仅有七个化石产地共7属7种^[4]。其中3个属种的产地或定名还不十分确定。1979年刘路总结时,全国的属的数目已将近40个^[5]。截止1981年底的资料,全国已有53个化石产地共26科64属118种泥盆纪双壳类^[6]。据本文不完全统计,截止1986年已经发表的材料,我国已有125处共发现泥盆纪双壳类化石39科113属(亚属)349种。尽管其中某些化石的分类位置可能还需要作进一步研究,但是它可以反映出我国这一时期双壳动物群的基本面貌。如果和全球泥盆纪双壳类35科124属的原记录^[7]相比,充分表明这一地史时期我国的双壳类化石相当发育、属种

分异度高。显然是世界上研究泥盆纪双壳类化石的最重要地区之一。

就地理分布情况而言，全国 10 个泥盆系沉积区中^[8]，除钦州区和东南区 外的其余八个区都有双壳类化石记录（图1）。其中特别是泥盆系出露完好的广西、滇东、湖南等地双壳类化石尤为丰富，研究比较详细^[1,6,9,10]。四川龙门山地区双壳类也相当丰富，据刘协章研究共有 22 属 60 余种^[11]。此外，新疆准噶尔、东北兴安岭地区，也有相当数量的化石记录^[12,13]。

就地史分布看，我国以早、中泥盆世双壳类为发育，其中早泥盆世 埃姆斯期 (Emsian) 为最繁盛时期，共有 22 科 57 属 135 种。至艾菲尔期 (Eifelian) 属种数量锐减，到吉微特期 (Givetian) 又明显增长，形成泥盆纪双壳类的第二次发育高峰（图2）。迄今我国发现的晚泥盆世双壳类化石属种数量还不多。除了人为的采集不够因素外，它可能与这一时期的岩性、岩相影响有关。

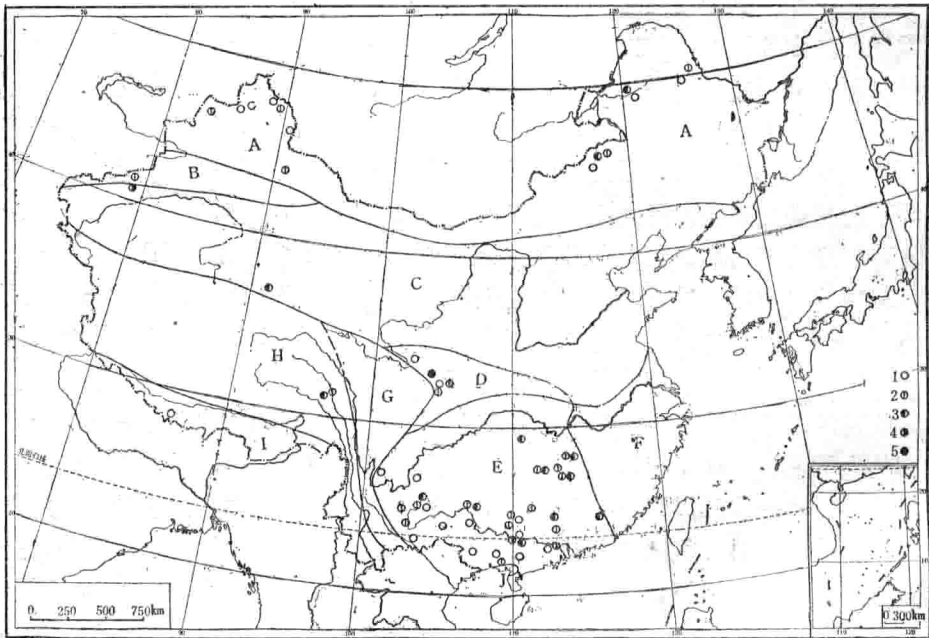


图 1 中国泥盆纪双壳类分布及沉积分区图

1—早泥盆世双壳类化石产地；2—中泥盆世双壳类化石产地；3—晚泥盆世双壳类化石产地；
4—早—中泥盆世双壳类化石产地；5—泥盆纪双壳类化石产地；A—准噶尔—兴安区；B—南
天山区；C—祁连区；D—龙门山—秦岭区；E—华南区；F—东南区；G—甘孜—丽江区；
H—藏北区；I—珠峰区；J—钦州区（沉积分区据文献〔8〕）

Fig. 1 Devonian bivalve localities and depositional regions in China

我国泥盆纪双壳类动物群以翼形类 (Pteriomorpha) 为最多，计 13 科 43 属 134 种，分别占总数的 36.1%、38 %和38.4 %，尤以 Pterineidae 最为发育、分异度高。这是泥盆纪双壳动物群的最重要的特点之一。这个科出现的 13 属中，以 *Actinopteria* 属最为发育、分布最广。同时它还包括地方性属 *Oxytomoidea*。Ambonychiidae 科有10个属，显示出强烈的地方性特色。该科除了 *Carinonychia*, *Nodonychia* 和 *Fasciculiptera* 外，还有欧、亚特有的属 *Follmannia* 以及普遍发育的属 *Mytilarca*。此外，Pterinopectinidae 的

Newellipecten 在我国泥盆系分布很广, 十分发育。双壳动物全部六个亚纲中隐齿类 (Cryptodonta) 在这个纪最不发育, 只有前鸟蛤类 (Praecardioida) 的 2 科 6 属 13 种, 但是其中的 *Buchiola* 有着较广泛的地理分布, 其地质历程也相对较窄。而波希米亚碳酸盐相区的属 *Antipleura*, *Necklania* 和分布于西欧—北美的 *Praecardium* 在华南均有发现。其余各亚纲如古栉齿亚纲、古异齿亚纲、异齿亚纲和畸铰亚纲出现的科的数量大体相等, 但属种分异程度相差悬殊。古异齿类代表有 6 科 20 属 71 种, 以 *Eoschizodus*, *Schizodus*, *Modiomorpha*, *Goniophora* 最为常见, 并有 *Beichuania*, *Goniophoriopsis*, *Lunania* Liu (MS) 等本土属。值得指出的是, *Tanaodon* 在华南及澳大利亚东北部吉微特期都有分布, 层位稳定。左、右两壳极不相等的 *Beichuania* 在四川、广西 Emsian 普遍发育。古栉齿类共发现 6 科 18 属 54 种, 其中 Antactinodontidae 的分类位置尚待进一步研究。本文暂归入此亚纲。该科的 *Dysodonta*, *Leiodysodonta*, *Antactinodion* 3 个属是华南及越南北方分布较广, 主要出现在早泥盆世早期的地方性种类。此外还包括 *Similoconcha*, *Phestioidea*, *Pseudonuculana*, *Scaphoconcha* 等本土属。总之, 这一亚纲中的地方性属比例高达 44.4% (如果不计 Antactinodontidae, 地方性属也达 33.3%)。异齿类的代表有 7 科 10 属 33 种, 以 *Paracyclas*, *Cypricardinia* 等世界性属最为常见。而 *Ganxiella*, *Eolucina* 为本土属。畸铰类共出现 5 科 16 属 44 种, 包括两壳极不相等的以 *Sinodora* 为代表的地方性种类 Sinodoraceae^[14]。

中国泥盆纪双壳类动物群与世界上许多地区、特别是西欧、北美 (东部) 地区同时期的双壳动物群很接近, 可以比较。我国已发现的 113 属泥盆纪双壳类中 30 属 (26.5%) 为世界性属, 另外 22 属 (19.5%) 分布于欧洲—北美洲及亚洲, 其余 61 属中, 以往只见于北美洲、西欧及澳洲的分别为 21 属 (占总数的 18.6%)、17 属 (15%) 和 2 属 (1.8%)。可见中国泥盆纪双壳类兼具西欧—北美双壳动物群的分子。全部 21 (18.6%) 个本土属都集中在华南, 特别是广西、滇东和四川龙门山地区。因此完全有理由认为, 在泥盆纪时期华南地区和莱茵地区一样是全球双壳类土著中心之一。

综上所述, 我国泥盆纪双壳类动物群有如下特征: (1) 双壳动物群十分发育, 自早泥盆世早期至晚泥盆世都有记录, 并以埃姆斯期最为繁盛。是世界研究泥盆纪双壳类的重要地区之一; (2) 华南地区双壳类动物群包括近岸、浅水、高能环境 (象州型) 的以底栖为主的 (包括潜穴、足丝附着表生、半内生等) 生物群落, 以及远岸、深水、低能环境 (南丹型) 的以薄壳、营假漂浮为主的生物群落; (3) 中国泥盆纪双壳类基本上是世界

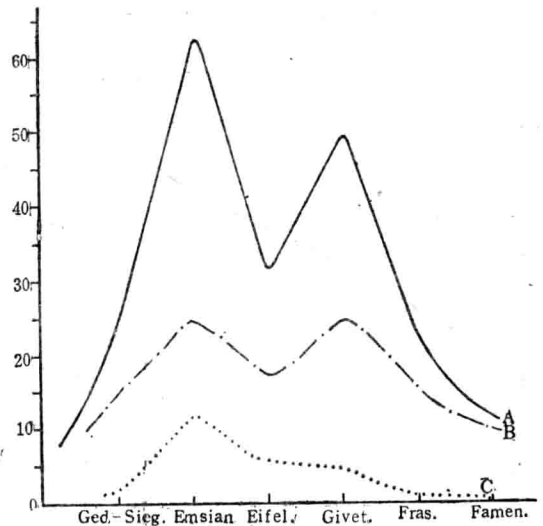


图 2 中国泥盆纪双壳类数量变化图
A—属的数量; B—科的数量; C—地方属的数量
Fig. 2 The curves showing the variations of Devonian bivalves in China

性的,它与西欧、北美东部同期双壳类十分相似并可以作比较。华南本土属发育相当的数量,在埃姆斯期其数量最多达13属,占该期属总数的24%;艾菲尔期的本土属虽只有7个,但占该期属总数的31.8%;吉微特期仅有4个地方性属,占8.5%,表明在中泥盆世后期这一地区的世界性及洲际范围分布属的比率相当高,动物群的地方性特色越来越不明显;(4)我国泥盆纪双壳类以Pterineidae发育为重要特征,并以Actinopteria, Leptodesma最为繁盛, Ambonychiidae次之,包括亚洲、欧洲特有属Follmannia。此外, Pterinopectenidae的Newellipecten和Pterinopecten在早泥盆世晚期也相当繁盛;(5)这一动物群种的大多数为地方性新种,仅有少量可以与西欧、北美比较的种。

二、中国早—中泥盆世双壳类生物地理分区

上述比较丰富的化石材料,为探讨我国泥盆纪双壳类生物地理区打下了良好的基础。然而,由于研究程度很不平衡,给分析、对比各地区双壳类生物群特点、以至生物地理区界线的划定等带来一些困难。还由于将近半个多世纪以来,国际上对泥盆纪双壳类的研究进展缓慢。上世纪末报道的大量北美和西欧泥盆纪双壳类动物群资料,迄今还没有进行系统、深入的再研究和必要的厘订。这也给研究全球泥盆纪双壳类生物地理分区、探讨各区动物群的特征等带来许多困难。基于上述因素,本文在讨论我国泥盆纪双壳类生物地理分区时,难以严格地使用共同属的比例,而以属为基础,采用统计和比较,特别是对特征属作综合的比较和分析的方法,初步划分出我国早、中泥盆世双壳类生物地理区(省),即华南区(以下简称南区)、准噶尔—兴安区(以下简称北区)、塔里木—华北区(以下简称中区)和西藏—滇西区(以下简称西区)(图3)。它们可能都属旧世界大区内部级别大体相等的二级生物地理分区单位。以下将按吉丁—西根期、埃姆斯期、艾菲尔期和吉微特期等四个时间单位,分别讨论各区的特征,其中着重讨论分区特征最显著的南区及与之呈鲜明对比的北区。由于中区和西区迄今发现的双壳类化石记录还不多,它们虽然也多少显示出一些分区的迹象,但还不能满足古生物地理分区的需要。因此,这两个区的划分很大程度上是参照其它门类化石(如腕足、珊瑚及非海相化石)的分区情况及大地构造等因素的基础上提出来的。它是否完全符合双壳类的分区特征,尚待今后更多的实际资料以进一步验证及补充、修改。总之,由于我国及全球泥盆纪双壳类研究程度还不高,本文提出的双壳类生物地理分区方案是初步的、比较粗略的,尚有待不断完善。

1. 吉丁—西根期 (Gedinnian-Siegenian)

迄今华南区共发现该期双壳类10科15属[Nuculoidea, Dysodonta, Leiodysodonta, Leptodesma (Leptodesma), Ptychopteria (Actinopteria), Modiomorpha, Radiatodonta, Eoschizodus, Prosocoelus, Mecyodon, Cypricardella, Paracyclas, Orthonota, Sanguinolites, Edmondia]。其中Antactinodontidae的Dysodonta和Leiodysodonta为地方性科和属,至今在本区(滇东、广西)及越南北部以外的地区还没有发现过。它们是我国泥盆纪发现的最早的双壳类化石之一,也是上述地区这一时期最常见和最发育的化石,表现出强烈的地方性色彩。这一动物群还包括Radiatodonta, Prosocoelus和Mecyodon等西欧属。其余的10属大部为世界性属。北区同期双壳类共9科14属[Cyrtodonta, Mytilus (Mytilus),

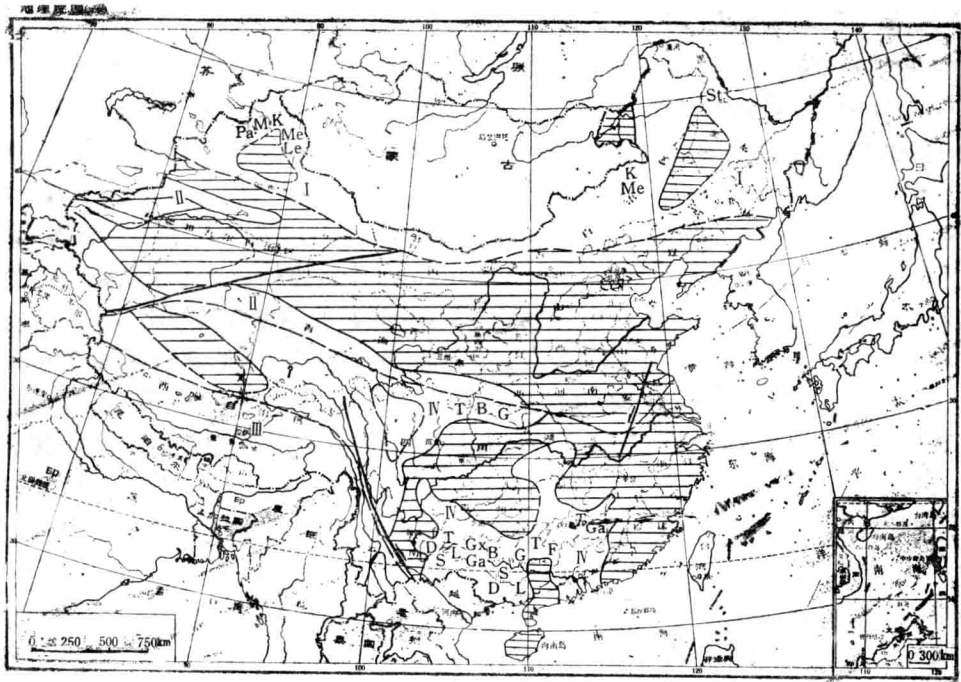


图 3 中国早、中泥盆世双壳类生物地理分区

I—准噶尔-兴安区; II—塔里木-华北区; III—滇西-西藏区; IV—华南区
准噶尔-兴安区特征化石: 中泥盆世 K—*Kochia*; M—*Megalodon* (*Megalodon*); 早泥盆世 Le—*Leiopecten*; Pa—*Palaeopecten*; Me—*Megambonia*; St—*Stappersella*
华南区特征化石: 中泥盆世 T—*Tanaodon*; F—*Fasciculipecter*; Ga—*Glyptoleta*; 早泥盆世晚期 S—*Sinodonta*; B—*Beichuanella*; G—*Ganxiella*; Gx—*Guangxiconcha*; 早泥盆世早期 D—*Dysodonta*; L—*Leiodysodonta*

图中横线表示的区域为古陆

Fig. 3 Early and Middle Devonian bivalve biogeography of China

Streptomytilus, *Ptychopteria* (*Ptychopteria*), *P.* (*Actinopteria*), *Leiopecten*, *Palaeopecten*, *Modiomorpha*, *Megambonia*, *Goniophora* (*Goniophora*), *Eoschizodus*, *Paracyclas*, *Edmondia*] 其中没有任何地方性属。北区同期双壳类动物群与南区有着明显的区别。南区的 *Dysodonta* 和 *Leiodysodonta* 迄今还没有在北区发现。南区和北区只有 *Actinopteria*, *Modiomorpha*, *Paracyclas*, *Eoschizodus* 和 *Edmondia* 等 5 属相同。它们大多为世界性属。北区动物群与邻近的苏联哈萨克斯坦巴尔喀什湖沿岸的西根期双壳类动物群^[15] 十分接近, 特别是它们共有的 *Leiopecten* 和 *Megambonia* 以及北区出现的 *Palaeopecten* 等属, 迄今还没有在南区的泥盆系中发现。以上种种表明, 自早泥盆世早期, 我国南、北两区的双壳类动物就显示出强烈的分区性。

2. 埃姆斯期 (Emsian)

这是我国泥盆纪双壳类最繁盛时期。南区双壳类动物群共 22 科 54 属 (*Similoconcha*, *Nuculoidea*, *Antactinodon*, *Leiodysodonta*, *Nuculites*, *Palaeoneilo*, *Nuculana*, *Phestioidea*, *Scaphoconcha*, *Necklania*, *Antipleura*, *Parallelodon*, *Phithonia*, *Carinonychia*, *Congeriomorpha*, *Myalina*, *Guangxiconcha*, *Pterochaenia*, *Pterinea*, *Actinodesma*, *Cane yella*, *Leiopteria*, *Leptodesma*, *Limoptera*, *Ptychopteria*, *Actinopteria*, *Wuxuanites*, *Pterinopecten*,

Newellipecten, *Fascinewellipecten*, *Lyriopecten*, *Modiomorpha*, *Cymatonota*, *Goniophora*, *Sphenotomorpha*, *Radiatodonta*, *Goniophoriopsis*, *Spathella*, *Eoschizodus*, *Schizodus*, *Beichuania*, *Ganxiella*, *Paracyclas*, *Orthonota*, *Glossites*, *Cimitaria*, *Pholadella*, *Sanguinolites*, *Grammysioides*, *Protomya*, *Edmondia*, *Sinodora*, *Yangella*, *Deceptrix*), 包括 *Similoconcha*, *Antactinodion*, *Leiodydonta*, *Phestioidea*, *Scaphoconcha*, *Carinonychia*, *Guangxiconcha*, *Goniophoriopsis*, *Beichuania*, *Ganxiella*, *Sinodora*, *Yangella* 等 12 个本土属及 *Antactinodontidae*, *Sinodoridae* 和 *Beichuaniidae* 3 个地方性科。本区双壳类的地方性属的比例略低于该区同期腕足类 (27%) 和珊瑚 (26%) 的地方性属的比例^[16, 17]。上列地方性属中, *Guangxiconcha* 在广西南丹罗富、河池等地塘丁组—纳标组下部 (Zlichovian—Dalejian) 非常繁盛, 在双壳动物群中占绝对优势。*Beichuania* 和 *Ganxiella* 在龙门山及广西都有分布, 而 *Yangella* 和 *Scaphoconcha* 目前仅见于四川龙门山地区。其余 8 个地方属大部分只见于广西, 少量在滇东地区也可见及。需要指出的是, 该动物群还包括 9 个北美东部属 (如 *Nuculoidea*, *Ptychopteria*, *Wuxuanites*, *Phthonia*, *Cimitaria*, *Caneyella*, *Sphenotomorpha*, *Cymatonota*, *Protomya*), 6 个莱茵—波希米亚属 (如 *Antipleura*, *Necklania*, *Radiatodonta*, *Newellipecten*, *Fascinewellipecten* 等) 以及北美西部属 *Congeriomorpha* 等。很明显, 这是混生动物群。北区同期双壳类动物群只有 10 科 16 属 (*Nuculoidea*, *Nuculites*, *Palaeoneilo*, *Ambonychia*, *Stappersella*, *Actinodesma*, *Leptodesma*, *Newellipecten*, *Lyriopecten*, *Megambonia*, *Cypricardina*, *Prosocoelus*, *Orthonota*, *Glossites*, *Cardiomorpha*, *Pterinopecten*), 迄今也没有发现任何地方性属。其中, *Nuculoidea*, *Nuculites*, *Palaeoneilo*, *Leptodesma* (*Leptodesma*), *Actinodesma* (*Actinodesma*), *Pterinopecten*, *Newellipecten*, *Orthonota*, *Glossites* 等 9 属与南区共有, 它们大多为世界性属或分布范围很广的属。值得注意的是, *Megambonia* 和 *Stappersella* 迄今在南区还没有报道。同样, 南区该期所有的地方性属, 也没有在北区出现。

3. 艾菲尔期 (Eifelian)

目前我国对这一时期的双壳动物群的研究还不够详细。南区共有 13 科 22 属 (*Similoconcha*, *Nuculopsis*, *Nuculana*, *Glyptoleta*, *Pseudonuculana*, *Buchiola*, *Mytilarca*, *Nodonychia*, *Guangxiconcha*, *Limoptera*, *Oxytomoidea*, *Ptychopteria* (*Actinopteria*), *Pterinopecten* (*Newellipecten*), *Goniophora* (*Goniophora*), *G.* (*Cosmogoniophora*), *Tanaodon*, *Eolucina*, *Sphenotus*, *Sedgwickia*, *Cardiomorpha*, *Sinodora*)。其中 *Similoconcha*, *Pseudonuculana*, *Nodonychia*, *Guangxiconcha*, *Oxytomoidea*, *Eolucina*, *Sinodora* 等 7 个本土属占 31.8%。这是我国泥盆纪双壳类地方性属的比例最高的时期。此外, 还有澳大利亚的特有属 *Glyptoleta*。北区艾菲尔期双壳类动物群共包括 9 科 14 属 *Buchiola*, *Leptodesma* (*Leptopteria*), *L.* (*Leptodesma*), *Ptychopteria* (*Ptychopteria*), *P.* (*Actinopteria*), *Kochia*, *Pterinopecten* (*Pterinopecten*), *Lyriopecten*, *Modiomorpha*, *Goniophora* (*Goniophora*), *Cypricardina*, *Cypricardella*, *Megalodon* (*Megalodon*), *Grammysia*, 其中没有任何地方性属, 只有 *Buchiola*, *Actinopteria*, *Goniophora* (*Goniophora*) 3 个世界性属与南区同期双壳动物群相同。此外, 南区的全部 7 个地方性属及 1 个分布于澳大利亚—华南的区域性属在北区都没有出现。同样, 北区的 *Kochia*, *Megalodon* (*Megalodon*), *Grammysia* 等,

迄今在南区也还没有报道,虽然两属具世界性分布,而 *Kochia* 是莱茵一波希米亚的地方性属。

4. 吉微特期 (Givetian)

该期是我国泥盆纪双壳类发育的另一高峰期。南区共有 24 科 47 属 (*Ctenodonta*, *Deceptrix*, *Similoconcha*, *Palaeonucula*, *Bicrenula*, *Palaeoneilo*, *Glyptoleta*, *Praecardium*, *Necklania*, *Buchiola*, *Opisthocoeus*, *Cyrtodonta*, *Pteronites*, *Follmannia*, *Byssopteria*, *Mytilarca*, *Fasciculiptera*, *Mila*, *Actinodesma* (*Ectenodesma*), *Leptodesma* (*Leiopteria*), *L.* (*Leptodesma*), *Pteronitella*, *Limoptera*, *Pithchoteria* (*Actinopteria*), *Cornellites*, *Pterinopecten* (*Newellipecten*), *Crenipecten*, *Modiomorpha*, *Goniophora* (*Goniophora*), *Paraphthonia*, *Sphenotomorpha*, *Radiatodonta*, *Spathella*, *Tanaodon*, *Lunania*, *Nyassa*, *Cypricardinia*, *Tusayana*, *Paracyclas*, *Orthonota*, *Glossites*, *Sphenotus*, *Paleodora*, *Chaenomya*, *Edmondia*, *Sinodora*), 其中, *Similoconcha*, *Fasciculiconcha*, *Lunania* Liu (MS), *Sinodora* 为本土属, 并以 *Fasciculiptera* 在广西分布较广。此外, *Tanaodon* 和 *Glyptoleta* 是华南和澳大利亚东南部特有属^[6, 18], 显示出这两个地区当时存在着一定的联系。特别是前一属, 它在滇东、广西、四川龙门山地区、湖南等地及澳大利亚的北昆士兰吉微特期地层广泛发育, 可视为这些地区的特征化石之一。此外, 该动物群还包括欧洲、亚洲的特有属 *Follmannia*, 亚洲—澳大利亚特有属 *Chaenomya* 及北美西部的特有属 *Tusayana*。由此可见, 这也是一个混生动物群, 但兼有明显的地方特色。由于采集不够, 北区同期双壳类迄今只有 3 科 4 属 (*Pterinopecten* (*Pterinopecten*), *Pseudaviculopecten*, *Paracyclas*, *Megalodon* (*Megalodon*)), 显然远不能满足研究生物地理分区的需要。值得指出的是, 其中的 *Pseudaviculopecten*, *Megalodon* (*Megalodon*) 在华南区还没有报道, 而南区的全部地方性属及 *Tanaodon* 和 *Glyptoleta* 在北区也没有发现, 显示出两区之间的差异。

综上所述, 根据早、中泥盆世双壳类动物群, 可以比较清楚地划分出华南区。而且根据龙门山、滇东—桂中、桂西北、湘中等地双壳类动物群之间存在的差异, 华南区还可以进一步划分出若干次一级的生物地理亚区或生态区。关于这一点将另文详细讨论。另据 *Dysodonta*, *Leiodysodonta*, *Tanaodon*, *Ganxiella*, *Beichuanania* 等属的分布情况, 将华南区的南界和北界初步划在越南北方和龙门山区北缘。由于缺乏青海及塔里木周缘的资料, 因此, 华南区北界西段的具体位置目前还难以肯定。这个区的西界则参照王钰等 (1984) 提出的方案^[17]。目前, 准噶尔—兴安区的双壳类化石材料虽然较南区贫乏, 而且没有任何地方性属。但它与南区的生物群面貌明显不同, 而与苏联哈萨克斯坦巴尔喀什地区同期动物群十分接近。它们共有的 *Megambonia*, *Leiopecten* 及北区的 *Kochia*, *Megalodon* (*Megalodon*), *Pseudaviculopecten*, *Palaeopecten*, *Strappersella* 等在华南区全部没有发现。同样, 南区的所有地方性属、华南—澳大利亚特有属等在北区也没有记录。可见它是独立于华南区的另一个生物地理区。

滇西—西藏区早泥盆世仅有聂拉木县凉泉组产出的 *Leiopteria*; 昌都附近吉微特期有 *Palaeoneilo*, *Nuculoidea*, *Phestia*, *Carydium*, *Leptodesma* (*Leptodesma*), *Eoschizodus*, *Paracyclas*; 晚泥盆世含 *Rhenania*。显然, 这一地区的双壳类动物群还采集、研究得很不充分。因此, 也还不足以据此讨论生物地理分区。需要指出的是, 该区吉微特期双壳类几

乎都是世界性属。以往认为 *Carydium* 是莱茵一波希米亚的地方属, 但据 Bailey (1986) 研究证明, 它在北美也存在^[19]。此外, 邻近华南区吉微特期的特有属, 如 *Tanaodon* 和 *Fasciculiptera* 在西区也都没有记录, 而本区弗拉斯期出现的 *Rhenania* 在我国其余地区还没有报道。这一现象是否意味着在晚泥盆世本区的动物群与其它区还存在明显的差异, 还有待进一步证实。据俞昌民等的研究, 本区的珊瑚化石与华南区有着明显的差异^[20]。这也是后来一些研究者划分出西藏-滇西生物地理区的主要依据。侯鸿飞等认为, 本区发育大量西欧类型的生物群而缺少地方性分子, 它与华南区的差异可能是由于大洋障碍引起的^[21]。

塔里木-华北区现有的双壳类化石记录更少, 仅有新疆柯坪、乌什一带中泥盆统埃尔特格组的 *Modiomorpha* 和 *Cardiomorpha*, 托格买提组的 *Paracyclas*, *Megalodon* (*Megalodon*); 青海祁漫塔格上泥盆统哈尔扎组的 *Ptychopteria*, *Protomya*。因此, 目前还不能对其古生物地理分区作出判断。但是其中的 *Megalodon* (*Megalodon*) 迄今还没有在南区 and 西区发现。现参照其它化石门类的研究结果^[17], 本文暂时将它视为单独的双壳类生物地理区, 其性质及确切界线均有待进一步研究。

最近一、二十年间, 国外许多学者对世界泥盆纪古生物地理分区进行了研究。其中布柯等据早泥盆世腕足类化石划分全球为旧世界大区 (Old World Realm)、阿帕拉契大区 (Appalachian Realm) 和马尔维诺克非洲大区 (Malvinokaffric Realm) 等三个古生物地理大区的意见具有一定的代表性^[22]。王鸿祯等 (1984) 据泥盆纪珊瑚化石也划分出三个生物地理大区, 但含义不同。它们是北方大区 (Boreal Realm) (包括加拿大和亚洲北部)、特提斯大区 (Tethyan Realm) (包括东特提斯区和阿帕拉契区) 及马尔维诺克非洲大区 (Malvinokaffric Realm) (范围与布柯等1969的方案相似)^[23]。这一意见已受到国际上广泛重视, 并为我国一些研究者采纳^[16, 24, 25]。近年来, 国内不少研究者对中国泥盆纪古生物地理分区开展了广泛探讨。如俞昌民等据珊瑚化石提出中国南方存在着东、西两个珊瑚群, 并指出它们可能是由于动物地理区的限制造成^[20]。王钰等据腕足类讨论了我国早泥盆世一中泥盆世早期的生物地理分区, 重点讨论了华南区的确定及其界线^[17]。王治平据四射珊瑚划分出北方大区 (包括准噶尔-兴安区)、特提斯大区 (包括扬子区、塔里木-华北区) 和澳大利亚-太平洋大区 (包括滇西-西藏区和吉中区)^[16]。赵锡文分出晚泥盆世特提斯大区 (包括中国中部区和西藏-滇西区) 及北方大区 (包括中亚-蒙古区)^[24]。虽然上述各家的分区单元意见基本相同, 但是在它们的生物地理大区归属问题上, 即我国泥盆纪时期究竟包括几个生物地理大区 (一个、二个或三个), 意见还颇不一致。笔者认为, 本文讨论的华南区、准噶尔-兴安区、塔里木-华北区及西藏-滇西区等可能为四个级别基本相等的双壳类生物地理区 (省), 均可归入热带-亚热带的旧世界大区。主要依据有: (1) 我国, 特别是华南区泥盆纪双壳类属种分异度高, 并有相当数量的地方性或区域性属, 尽管北区没有发现地方性属, 但属种分异度相当高; 中区和西区已报道的化石记录较少, 但属种并不单调。这与凉水地区属种单调、并以古栉齿类为主的双壳动物群明显不同^[26]; (2) 北区及中区出现马尾蛤类 *Megalodon* (*Megalodon*); 这类化石一般见于生物礁发育的低纬度地区, 代表热带种类; (3) 各区都有相当数量的热带-亚热带的西欧属; (4) 据 P. Hckel & B. J. Witzke (1979) 恢复的世界中泥盆世古地理再造, 我国华

南、西藏(?)、塔里木及准噶尔等地块(后者属哈萨克斯坦地块之一部分)以及西欧等都位于赤道附近^[27]。

如前所述,我国泥盆纪双壳类既具有强烈的地方特色又兼具北美和西欧种类的混生动物群。对于这类混生现象的解释,通常认为是由于控制阿帕拉契区生物的南半球冷流与控制旧世界大区生物的赤道两侧的暖流交汇的结果。我国出现的21个北美属中,19属为东美区分子,其中15属见于华南区。南区还有同等数量的西欧属。可见在早、中泥盆世,华南区与北美东部(阿帕拉契区)及西欧(莱茵-波希米亚区)的联系十分密切。这一结论与贝利(Bailey)的研究结果是一致的^[19,28]。他指出美国阿帕拉契地区的中泥盆世Hamilton双壳类动物群与西欧莱茵地区早、中泥盆世双壳动物群相似,并认为这两地区的双壳类在泥盆纪曾发生过往返迁移。第一次发生在早泥盆世早期,少量阿帕拉契区双壳类(东美分子)东迁至欧洲。另一次在埃姆斯期之后,可能是受到加里东-阿卡德造山运动向西推进、浅海碎屑沉积范围扩大的影响,大量莱茵地区分子西迁至阿帕拉契区。总之,尽管华南区、莱茵区、阿帕拉契区的早、中泥盆世双壳类动物群之间存在着一些差异,但是它们之间的密切联系和相似性表明,这仅是同一生物地理大区内的次一级生物地理区之间的差异。据此,本文将华南区、阿帕拉契区及莱茵-波希米亚区等都归入旧世界大区。这一结论与王鸿祯将阿帕拉契区、华南区、西欧区等都归入特提斯大区的意见相吻合。由此可见,泥盆纪双壳类的生物地理分区与腕足类不完全相同。这一认识与Kriz, Bailey的看法是一致的^[7,28]。

由于准噶尔-兴安区早、中泥盆世双壳类动物群属种分异度高,并有典型的热带种类等特点,因此它似乎应归入热带-亚热带的旧世界大区。这一结论与王钰等的研究结果^[17]是一致的。

以往认为西欧地区泥盆纪双壳类动物群的分异度高,一些种类出现得较早,因而是许多种类的发源地^[7]。我国华南地区的双壳动物群分异度高,包括相当多的本土属和科。因此可以认为它是当时旧世界大区的另一个土著中心。这一点还有待进一步详细研究。我国北区迄今还没有发现地方性双壳类的属,除了人为因素外(采集、研究程度),可能与当时的古地理环境有一定关系,即早、中泥盆世时期华南海的海底地貌复杂,与外界交流的渠道不甚畅通(可能属陆表海的一部分),相反,北方海槽比较畅通。这一问题也有待更详细的古生物、岩相古地理等方面资料,再作深入的探讨。

三、中国泥盆纪双壳类化石组合序列

1986年,笔者等曾讨论过广西早、中泥盆世双壳类化石组合^[6]。现据双壳类的分布情况,提出我国泥盆纪双壳类化石组合,它们也代表着高峰带(延限带)。这些化石组合的时代是根据共生的其它门类化石,如牙形刺、竹节石、菊石、腕足类和珊瑚等而确定的。随着今后研究的深入,它们定将会得到不断补充修改以臻完善。

(一) 吉丁-西根期(Gedinnian-Siegenian)

华南区可以分出两个组合,自下而上为:

Dysodonta departi Mansuy—*Leiodysodonta guangxiensis* (Zhang)—*Leptodesma* (*Leptodesma*) *lianhuashanensis* Zhang 组合。它还包括 *Dysodonta angulata* Pojeta, Zhang & Yang, *Modiomorpha yunnanensis* (Guo), *Cypricardella* sp. 等。*Dysodonta* 在云南、广西、越南北方等地下泥盆统下部地层普遍发育。它和 *Leiodysodonta* 是滇东、广西下泥盆统最常见的两个属, 可视为这一时期的标准化石。该组合以云南东部的翠峰山群下西山村组、西屯组, 广西莲花山组横县段—六坎口段的化石组合为代表。

Leiodysodonta elliptica (Zhang)—*Snaguinolites nagaolingensis* Pojeta, Zhang & Yang—*Schizodus* cf. *cuneus* Hall 组合。此外还包括 *Ptychopteria* sp., *Radiatodonta*? sp., *Schizodus* aff. *appressus* (Conrad), *Prosocoelus orientalis* Zhang, *Mecyodon* cf. *carinatus* Goldfuss, *Paracyclas rugosa* (Goldfuss), *Orthonota* sp., *Edmondia* sp. 等。这一组合以 *Leiodysodonta* 分布较广, 而 *Dysodonta* 消失或极少出现为特征。以广西那高岭组为代表。

准噶尔—兴安区: *Megambonia hoboksarensis* Yang—*Leiopecten fuhaiensis* Yang—*Eoschizodus hoboksarensis* Yang 组合。以新疆西准噶尔的乌吐布拉克组化石群为代表。除上述代表性种外还包括 *Modiomorpha wutubulakensis* Yang, *Goniophora trapezoidalis* Kayser, *Mytilus elongans* Barrande, *Cyrtodonta simplex* Wilson, *Streptomytilus hoboksarensis* Yang, *Paracyclas rugosa* (Goldfuss), *Palaeopecten* sp., *Edmondia subovalta* Hall 等。此外, 小兴安岭泥鳅河组的 *Megambonia megale* Liang 及内蒙巴润特花组所产 *Ptychopteria* (*Actinopteria*) *maxima* Liang 等都可能属于本组合。

(二) 埃姆斯期早期 (Early Emsian)

华南区包括两个组合, 自下而上为:

Caneyella yujiangensis Pojeta, Zhang & Yang—*Cimitaria guangxiensis* Zhang—*Antactinodion biradiatum* Guo 组合。吉丁—西根期组合中的 *Dysodonta*, *Leiodysodonta* 在本组合基本绝灭, 并为 *Antactinodion* 所取代。但 *Pterinopectenidae* 还不十分发育, *Ambonychiidae* 的 *Mytilarca* 较为普遍。此外还包括 *Phestioidea obtus* Pojeta, Zhang & Yang, *Antipleura mengziensis* Guo, *Mytilarca* cf. *oviformis* Hall, *Actinodesma* (*Actinodesma*) *zhongguoensis* Zhang, *Ganxiella sinensis* (Pojeta, Zhang & Yang) 等。该组合以广西郁江组、云南坡脚组和四川甘溪组下部的化石组合为代表。

Pterinopecten (*Newellipecten*) *guangxiensis* (Zhang)—*Sinodora zhongguoensis* (Zhang)—*Beichuania ganxiensis* Liu 组合。它以 *Pterinopectenidae* 特别繁盛为特征。其中 *Newellipecten*, *Pterinopecten*, *Lyriopecten* 最为发育。此外, *Pterinoidea* 的 *Limoptera*, *Leptodesma* 也十分常见。Trigonioida 中两壳极不相等的 *Beichuania* 和 *Veneroida* 中壳体很长的属 *Ganxiella* 以及 *Anomalodesmata* 中两壳不相等的 *Sinodora* 等分布都相当广泛。在龙门山地区, *Ganxiella* 和 *Beichuania* 占绝对优势。此外, 本组合还包括 *Carinonychia triangularis* Pojeta, Zhang & Yang, *Wuxuanites lanceolatus* Pojeta, Zhang & Yang, *Limoptera minuta* Zhang, *L. lata* Liu, *Pterinopecten* (*Pterinopecten*) *wuxuanensis* Pojeta, Zhang & Yang, *Lyriopecten ganxiensis* Liu, *Modiomorpha paradoxa* (Zhang) 和

Sinodora concava Pojeta & Zhang 等。该组合以广西二塘组、落脉组，龙门山地区甘溪组中上部的双壳类组合为代表。

(三) 埃姆斯期晚期 (Late Emsian)

Sinodora bisulcata Pojeta, Zhang & Yang—*Parallelodon guangxiensis* Pojeta, Zhang & Yang—*Actinopteria sichuanensis* Liu 组合。上一组合中非常繁盛的 *Pterinopectinidae*, *Pterineidae*, *Ambonychiidae* 在本组合突然锐减。除了 *Actinopteria* 和少量 *Leptodesma* 外，它们几乎没有其它代表。畸铰类、前异齿类和古栉齿类相对比较发育，主要常见分子还有 *Beichuania transversa* Liu, *Orthonota guangdongensis* Zhang, *Sinodora semiglabra* Pojeta & Zhang, *Modiomorpha papilionaceus* Guo 等。广西四排组，龙门山谢家湾组的化石群可作为代表。

远岸、深水平静环境南丹型沉积的兹利柯夫期—达列耶期 (Zlichovian—Dalejian) 的双壳类动物群称 *Guangxiconcha hechiensis* Zhang—*Buchiola* 组合。其最主要特点为 *Guangxiconcha* 占绝对优势。此外，还包括极少量 *Actinopteria* 和 *Leptodesma*。以广西南丹塘丁组和纳标组下部化石为代表。塘丁组底部有 *Paracyclas*，但很少在以 *Guangxiconcha* 为绝对优势的底部以上的层位出现。

准噶尔—兴安区埃姆斯期为 *Megambonia kazakstanica* Krasilova—*Pterinopecten (Newellipecten) almantayensis* Yang—*Lyriopecten ulungurensis* Yang 组合。此外还包括 *Actinodesma (Actinodesma) unurensis* Liang, *Megambonia eurylinata* Liang, *Actinopteria ulungurensis* Yang, *Stappersella handaquiensis* Liang, *Leptodesma jinshuiensis* Liang, *Ambonychia delerensis* Liang 等。它以新疆准噶尔托让格库都格组、黑龙江喜桂图的霍龙门组为代表。内蒙古乌珠穆沁旗的敖包亭浑迪组的化石也归入这一组合。

(四) 艾菲尔期 (Eifelian)

华南区 *Oxytomoidea elegans* Pojeta, Zhang & Yang—*Nodonychia gordia* Pojeta, Zhang & Yang—*Actinopteria producta* Pojeta, Zhang & Yang 组合。就目前所知，*Nodonychia* 和 *Oxytomoidea* 两属仅见于艾菲尔期应堂组，因此可视作这一时期的标准化石。本组合还包括 *Sedgwickia yingtangensis* Pojeta, Zhang & Yang, *Goniophora (Cosmogoniophora) marija* P. Z. Y., *Sphenotus yingtangensis* P. Z. Y., *Glyptoleda elongata* Zhang, *Sinodora radiata* (Zhang) 等。以广西应堂组化石为代表。

准噶尔—兴安区 *Kochia altayensis* Yang—*Megalodon (Megalodon) xinjiangensis* Yang—*Grammysia toliensis* Yang—*Actinopteria altayensis* Yang 组合。其主要分子还包括 *Pterinopecten (Pterinopecten) toliensis* Yang, *Goniophora (Goniophora) eifeliensis* Kayser, *Cypricardinia scalaris* (Phillips), *Cypricardella bicostula* Krantz 等。以新疆准噶尔的库鲁木迪组为代表。此外，内蒙古乌珠穆沁旗温都尔敖包特组的 *Ptychopteria (Ptychopteria) muhaerensis* Liang, *P. (Actinopteria) muhaerensis* Liang, *Cypricardinia neimongolensis* Liang 等都归入本组合。

(五) 吉微特期 (Givetian)

华南区本期双壳类包括以下两个组合:

Tanaodon louderbacki Kirk—*Fasciculipectera guangxiensis* Zhang 组合。主要代表分子还有 *Nyassa dorsata* (Goldfuss), *Tusayana lijiangensis* Pojeta, Zhang & Yang, *Actinodesma* (*Ectenodesma*) *guangxiensis* P. Z. Y., *Mytilarca*, *Follmannia* 等。该组合以 *Tanaodon* 和 *Fasciculipectera* 发育为特征。前一属在四川龙门山地区金宝石组上部、广西东岗岭组最为普遍, 在澳大利亚昆士兰吉微特期 Burdekin 组也有分布, 可视为本期的标准化石之一。目前云南、广西西部埃姆斯期有数种化石存疑地归入这个属, 但由于标本保存程度较差, 是否确切地归入本属尚待今后考证。*Fasciculipectera* 在广西分布相当广泛。本组合以四川金宝石组顶部、广西东岗岭组下部 (并包括应堂组顶部) 的化石群为代表。

Ptychopteria (*Actinopteria*) *changshaensis* Zhang—*Follmannia rhomboidalis* (Ding)—*Necklania* 组合。其特点是 *Actinopteria* 相当繁盛, *Praecardiidae* 比较发育, 除 *Necklania* 外, *Praecardium*, *Opisthocoeus*, *Buchiola* 等较为常见。其主要分子还有 *Glyptoleta nuculiformis* Zhang, *Bicrenula hunanensis* Zhang, *Opisthocoeus hunanensis* Zhang, *Pteronitella hunanensis* Zhang, *Crenipecten primita* Zhang, *Buchiola minuta* Zhang, *Radiatodonta problematicum* Zhang 等。本组合以湖南棋梓桥组化石为代表。云南曲靖组含有特殊的地方性属 *Lunania* Liu (MS) 等, 也可归入此组合。

准噶尔-兴安区 *Pseudaviculopecten daheliheensis* Liang—*Pterinopecten* (*Pterinopecten*) *aihuensis* Liang 组合以黑龙江爱辉县根里河组的双壳类为代表。新疆准噶尔一带目前还没有发现本组合的化石。

(六) 弗拉斯期 (Frasnian)

目前本期化石资料不多, 华南区以湖南余田桥组双壳类为代表, 暂称 *Buchiola retrostriata* Buch—*Eolucina sinensis* Ding 组合。其主要成员还有 *Leptodesma* (*Leptodesma*) *suborbiculatum* Ding, *Ptychopteria* (*Actinopteria*) *liuyanensis* Ding, *Paracyclas hunanensis* Ding 等。云南一打得组、贵州望城坡组的双壳类均可归入这一组合。

(七) 法门期 (Famennian)

迄今我国有关这一时期的双壳类化石材料较少。华南区以湖南锡矿山组化石为代表, 称 *Necklania hunanensis* Ding—*Pterinopecten* (*Pterinopecten*) *lanshanensis* Zhang 组合。其它主要成分有 *Schizodus hengshanensis* Zhang, *Cypricardinia* cf. *indenta* (Conrad) 等。江西三门滩组的 *Pteronites cuneatus* Liu (MS), *P. palaformis* Liu (MS) 等也可归入本组合。

准噶尔-兴安区晚泥盆世的双壳类化石材料不多。暂称 *Kochia daminshanensis* Liang—*Lyriopecten cailunguoshaoensis* Liang 组合。以黑龙江大民山组化石为代表。此外, 内蒙古东乌珠穆沁旗才伦廓少组的 *Mytilarca cailunguoshaoensis* Liang, *Preavicula cailunguoshaoensis* Liang 等和新疆和布克赛尔的洪古勒楞组的 *Eoschizodus honggulelengensis*

表 1 中国泥盆纪双壳类化石组合序列
Table 1 Devonian bivalve assemblages of China

	华 南 区 South China Region	准噶尔-兴安区 Junggar-Hinggan Region
Famennian	<i>Necklania hunanensis</i> - <i>Pterinopecten lanihanensis</i> assemblage	<i>Kochia 'daminshanensis</i> - <i>Lyriopecten cailunguoshensis</i> assemblage
Frasian	<i>Buchiola retrostriata</i> - <i>Eolucina sinensis</i> assemblage	
Givetian	<i>Actinopteria changshaensis</i> - <i>Follmannia rhomboidalis</i> - <i>Necklania</i> assemblage <i>Tanaodon londerbucki</i> - <i>Fasciculipecter guangxiensis</i> assemblage	<i>Pseudaviculopecten daheliensis</i> - <i>Pterinopecten aihuensis</i> assemblage
Eifellian	<i>Oxytomioidea elegans</i> - <i>Nodonychia gordia</i> - <i>Actinopteria producta</i> assemblage	<i>Kochia aliayensis</i> - <i>Megalodon xinjiangensis</i> - <i>Grammysia toliensis</i> assemblage
Emsian	Upper <i>Sinodora bisulcata</i> - <i>Parallelodon guangxiensis</i> - <i>Actinopteria sichuanensis</i> assemblage	<i>Megambonia kazakhstanica</i> - <i>Newellipecten almantayensis</i> - <i>Lyriopecten ulungurensis</i> assemblage
	Lower <i>Newellipecten guangxiensis</i> - <i>Sinodora zhongguoensis</i> - <i>Beichuania ganxiensis</i> assemblage <i>Cancycella yujiangensis</i> - <i>Cimitaria guangxiensis</i> - <i>Antactinodion biradiatum</i> assemblage	
Gedinnian-Siegenian	<i>Leiodysodonta elliptica</i> - <i>Sanguinolites nagaolingensis</i> - <i>Schizodus</i> cf. <i>cuneus</i> assemblage <i>Dysodonta depariti</i> - <i>Leiodysodonta guangxiensis</i> - <i>Leptoderma-lianhuashanensis</i> assemblage	<i>Megambonia hobokasarensis</i> - <i>Leiopecten fuhaiensis</i> - <i>Eoschizodus hobokasarensis</i> assemblage

Yang等也归入同一化石组合。

综上所述,我国泥盆纪双壳类组合见表1。

四、中国泥盆纪双壳类生活习性及其群落

(一) 中国泥盆纪双壳类生活习性概述

双壳类生活习性(或称生活方式)是指这类动物为了获得生存需要的空间、食物和其它外部需要而形成的基本行为特点。主要涉及这类动物的生活位置、运动或附着方式和摄食方式。由于内部构造在化石中保存程度有限,因此对化石双壳类生活习性研究的详细程度受到一定影响。通常是通过对现生双壳类生活习性的观察、结合形态功能分析、演化过程中的趋同现象等作综合分析、判断。因此多少带有人为因素。研究双壳类的生活习性,可以为确定当时的沉积条件、恢复古环境提供依据,目前受到广泛的注意。

根据生活位置,双壳类可以分为内生动动物群(infauna)、半内生动动物群(semi-infauna)和表生动动物群(epifauna)三类。按运动-附着方式分为潜穴(burrowing)、足丝附着(byssally attached)、钻孔(boring)、巢穴(nestling)、固着(cemented)、游泳(swimming)和躺卧(reclining)等七类^[29]。一般来说,潜穴和躺卧种类生活在软的底层中;而钻孔、巢穴和固着的种类则生活在硬的底层。其中潜穴生活是现代海生双壳类的主要生活方式,足丝附着者次之。在不同地质时期,采用上述各种附着方式种类所占的比例不同。一般认为固着生活的种类向着赤道方向显著增加。双壳类摄取营养的方式有沉积摄食(deposit feeding)和滤食(suspension feeding)两类。总的说来,营前一种摄食方式的种类生活在静水、细粒沉积、软底层的环境中,采取后一种摄食方式的种类,即使在较动荡、颗粒较粗的沉积物及较硬的底层条件下,也比较丰富。据研究,除了现生的Nuculidae, Nuculanidae, Tellinidae, Semelidae等4科为沉积摄食种类外,其余双壳类均为滤食者。而且上述4科浅水生活的双壳类对沉积摄食方式的依赖程度也不同。如Nuculanidae和一些Tellinids,也部分采用滤食方式,或兼具这两种方式^[29]。

我国目前已发现的泥盆纪双壳类113属中,营自由潜穴生活的共47属,占41.6%。它包括全部沉积摄食的古栉齿类,如Ctenodonta?, Palaeoneilo, Nuculites, Bicrenula, Nuculoidea, Nuculopsis, Nuculana, Phestia和Glyptolea;大多数畸铰类,如Orthonota, Glosites, Sanguinolites, Edmondia和Sinodora;部分异齿类Paracyclas, Eolucina, Palaeolucina, Ganxiella;及一些古异齿类Schizodus, Beichuania, Rhenania等。其中Paracyclas和Eolucina可能潜穴较深,而Nuculoidea, Bicrenula等没有水管,潜穴很浅。表生动动物群共41属(36.3%),除Kochia, Antipecten可能是躺卧在软的底层之上的种类外,其余几乎全部都是足丝附着的翼形类,如Pterinopecten, Newellipecten, Lyriopecten, Fasciculipecteria, Ambonychia, Follmannia, Mytilarca, Carinonychia, Nodonychia, Actinodesma, Ectenodesma, Pteronitella, Limoptera, Oxytomoidea, Wuxuanites, Crenipecten等。而Guangxiconcha, Pterochaenia和Buchiola为假漂浮种类。半内生动动物群包括25属(22.1%)。其中Tanaodon, Tusaiana, Sphenotus和Mecyodon等为不具足丝的部分潜穴者,其余都可