

编辑前言 近年来,地层学这一古老的地质领域,发生了很大的变化,出现了许多新的分支学科,如层序地层学、旋回地层学、生态地层学,以及综合地层学等等。这些地层学的分支学科,虽然都是研究沉积地层的,但它们的学科理论、研究途径、工作方法等都大相径庭。例如生态地层学,就是以古生物群落生态和生物相为基础,由古生态学和生物地层学相互渗透而发展起来的。由于生态地层学特别强调解释有机界和生存环境之间的关系,因而特别为岩相古地理学、沉积地质学的同行所注目。为了较为系统的、有具体研究实例的介绍这一新兴学科,是我们刊出“华南泥盆纪埃姆斯期腕足类、双壳类群落、竹节石生物相及生态地层学”专辑的原因之一。

任何自然科学学科的兴起,都有其起步阶段,或者说在其发展初期都有大量急待发展和完善的方面,生态地层学也不会例外。但是,任何学科的兴起都总有其强大生命力,甚至有某种重大的突破,生态地层学当然也不会例外。为了让读者能全面地了解和认识这一新兴学科,是我们出此专辑的原因之二。

为了把《岩相古地理》办得更活跃一些,我们准备有选择地出一些专辑,集中刊出某一新兴分支学科或某一专项研究的成果。为此,以此专辑作一尝试,是出此专辑原因之三。对此,望读者不吝赐教。

《岩相古地理》编辑部

一、前言

以群落生态和生物相为基础的生态地层学是古生态学和生物地层学相互渗透而发展起来的分支科学。近十年来,无论其研究的深度和广度都有很大的发展。由于强调解释有机界和生存环境之间的关系,阐明并回答了许多传统地层学难以解决的问题。随着国际交流与合作的展开,国内学者纷纷撰文介绍有关概念、术语和工作方法。王钰、布柯、戎嘉余、杨学长(1987)关于中国阿什极尔阶—艾菲尔阶群落古生态的研究具有重要意义,建立和描述了华南埃姆斯阶11个腕足动物群落和一个塔节石群落。

本文旨在利用华南有利的地质条件,进一步通过实践不断积累资料,尽可能将生物地层、岩石地层、年代地层、古生物学、古生态学、沉积学和生态地层学的知识融为一体进行综合研究,以期利用复杂多样、丰富多彩的腕足动物、双壳动物群落和竹节石生物相来阐明华南埃姆斯阶的沉积环境,加强对盆地分析的研究。逐一对不同时间间隔、不同地区和不同环境(滨岸—浅水碳酸盐台地—台地边缘(包括礁相)—较深水盆地相等)进行研究,找出其特有的生物群落和标志,探讨这些群落的时空分布规律和环境受控因素。生物地层学往往强调不同地区动物群之间的共同点和相似性,并借以对比和划分地层。生态地层学和群落生态则强调不同地区、同一层位动物群之间的差异,并注意研究导致这些差异的环境因素。生物化石与岩石都能反映不同的环境,在某些情况下,前者比后者对环境更为敏感,具有更高的分辨率。正如王钰、布柯等(1987)所述,十分丰富和极贫乏的生物能区分许多地区沉积岩触变—扩胀(thixotropic—dilatant)两者的性质,而在这些地区沉积学家使用的参数是难以作出如此区别的。可见生态地层和群落生态的研究所具有的潜在价值。

本专辑第一、二、三节由鲜思远执笔编写;第四节由刘协章编写;第五节由饶靖国执笔。全文由鲜思远统纂定稿。

作者等先后对广西隆林含山和德峨、南宁亭子、象州大乐、南丹罗富和大厂、邕宁六景和五合、四川龙门山等剖面开展了野外工作,采集了大量古生物标本,对各生物层的埋藏和保存特征、围岩性质以及沉积标志作了观察。室内工作中还对若干剖面的库存标本进行了研究。野外工作期间得到广西地矿局张忠伟副总工程师,广西石油开发研究院陆锦标副院长、宁忠善高级工程师,桂林环保站站长刘金荣诸先生的多方帮助;初稿完成后,刘宝珺、陈源仁、项礼文、侯鸿飞、时言、段丽兰各位教授对全文进行了审查,提出了许多宝贵意见,笔者谨此向他们一一表示感谢!

二、区域古地理格局和岩相分带

华南区包括滇东、滇东南、黔南以及广西全区。湘中南和粤北埃姆斯阶为陆源碎屑沉积,含化石极少,无助于底栖群落生态环境的研究,本文未纳入研究范围。由于大规模加里东造陆运动波及全区以及随之长期抬升、剥蚀和改造的结果,形成了复杂的古地貌和古构造格局,根本上控制了泥盆纪沉积。除牛首山隆起、黔中古陆、江南古陆和云开古陆等主要正向单元外,滇东南、桂西、大明山一线相继褶皱隆起形成近东西向的山脉和丘陵。盆地内罗甸—南丹一线北东向分布的大断裂对泥盆纪沉积均有极重要的控制作用。广西钦州—防城—玉林一带,加里东运动没有对其产生影响,泥盆纪一直沿袭了志留纪时的海槽环境发展。滇东、桂西一带泥盆系普遍以角度不整合超覆于寒武系、奥陶系的不同层位上。在黔南独山一带,下泥盆统超覆于下志留统之上。江南古陆南缘,下泥盆统普遍不整合超覆于震旦系之上。在洛霍考夫期—布拉格期,钦防地区以外的广大地区大范围表现为极浅水潮坪、前滨或近滨的滨岸碎屑岩,生物化石主要为鱼类、双壳类、*Lingula* 和少量石燕贝类,实际上无脊椎生物出现了明显的间断,这一特征与全球的发展大体是一致的。至布拉格期末,由于海平面上升,海水进一步扩大,从根本上改变了陆源碎屑岩一统天下的局面,使埃姆斯期的岩相和古生物群落产生了明显的分异。

埃姆斯最早期 (*dehiscens* 带)

dehiscens 带下部 (图 II-1) 大体相当郁江期早期,由于海侵的扩大,以粗碎屑岩或红色层为特征的陆地边缘相带大面积缩小,除梧州、柳州东、贵阳—黄平以南以及隆林—罗平一带可能继续保留陆地边缘相带 (即滨岸碎屑相带) 外,大部为台地相带 (或内陆棚相带) 取而代之。滨岸碎屑相带可以黔南、桂北的丹林组 (上部)、滇东的桂家屯组 (大部) 砂岩、石英砂岩为代表,该相带相当底栖组合带 BA1 的位置。台地相带以广布于广西的郁江组、滇东南的坡脚组 (也包括四川龙门山区的甘溪组) 的砂泥岩和灰岩为代表,这一相带中底栖生物群落空前繁盛,均属于 BA2—3 的群落。

dehiscens 带上部 (图 II-2) 随海侵的逐渐扩大,海平面亦相对上升,岩相继续产生分异。其主要变化是: (1) 南丹、河池、百色等地区原来的开阔台地相带已为盆地相带黑色页岩取而代之; (2) 桂西、滇东南广大地区为斜坡相较深水碳酸盐岩所覆盖,大量底栖群落逐渐迁出上述两个相带,仅有零星的低分异度群落存在; (3) 台地相带变得更为狭窄,在大新—南宁—贵县蒙公一带出现了较多分异度和丰富度均较高的属 BA3 的底栖群落。

埃姆斯早期 (*perbonus* 带) (图 II-3)

本期为埃姆斯期最大的海侵幕,岩相产生了明显的分异,首次出现了南丹型 (盆地

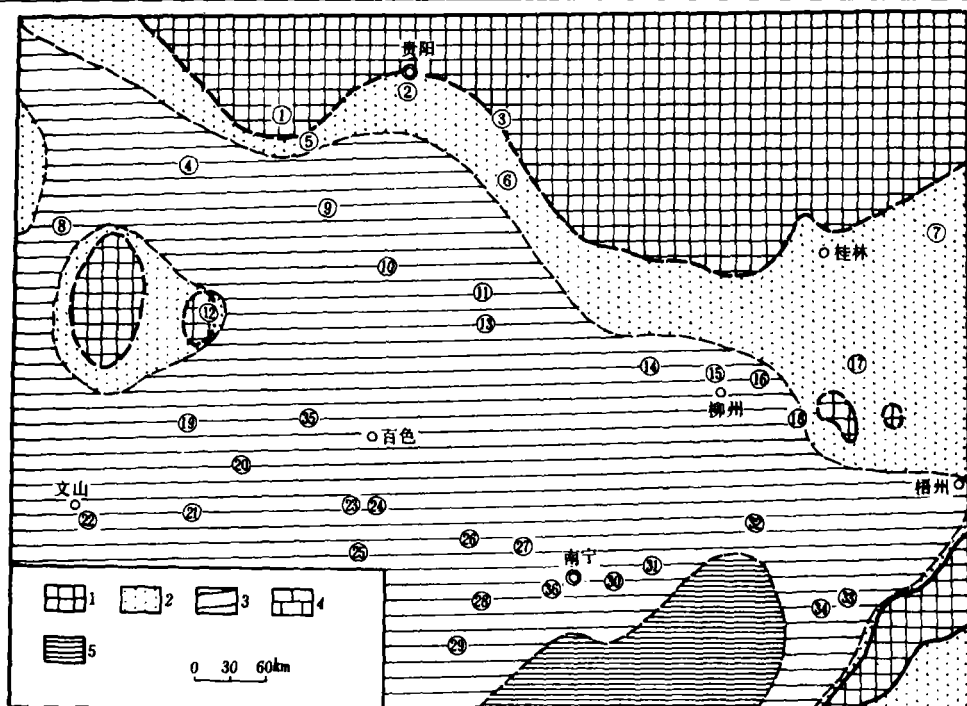


图 2-1 埃姆斯阶最早期 (dehusensis 带下部) 岩相图

Fig. 2-1 Earliest Emsian (the lower part of dehusensis zone) sedimentary facies map

剖面位置: ①普定大塘; ②贵阳乌当; ③都匀绿阴桥; ④普安罐子岩; ⑤紫云猴场; ⑥独山猴儿山; ⑦独山吴家; ⑧沾益翠峰山; ⑨紫云火烘; ⑩桑(郎)深1井; ⑪南丹罗富; ⑫隆林含山; ⑬南丹大厂; ⑭宜山洛西; ⑮柳州太阳村柳深1井; ⑯鹿寨四排; ⑰荔浦栗木寨; ⑱象州大乐; ⑲云南广南西洋街; ⑳富宁革当; ㉑麻栗坡董干; ㉒文山古木; ㉓德保钦甲; ㉔德保土敏; ㉕靖西现龙; ㉖天等把荷; ㉗隆安屏山; ㉘大新榄圩; ㉙崇左那艺; ㉚南宁五合; ㉛横县六景; ㉜贵县蒙公; ㉝北流大风门; ㉞玉林樟木; ㉟田林渭洋; ㊱南宁亭子新城

1-古陆; 2-滨岸相区, 相当底栖组合带 BA1 分布区; 3-台地相区 (或内陆棚相区), 相当底栖组合带 BA2—BA3 (静水) 分布区; 4-台地边缘-斜坡相区, 相当底栖组合带 BA3 (急流水)—BA4 分布区; 5-盆地相 (包括台盆相) 区, 相当底栖组合带 BA4—5 分布区; 6-台地边缘礁相, 相当底栖组合带 BA3 (急流) 分布区

相) 和象州型 (台地相) 两大主相分割天下的局面。离海岸线至少依次可划分出四个相带: 滨岸相带、台地相带 (包括局限台地和开阔台地, 也称内陆棚相带)、台地边缘和斜坡相带 (含礁相, 也称外陆棚相带) 及盆地相带 (含台盆相带)。滨岸相沉积在黔南以丹林群 (部分) 为代表, 桂东北以贺县群为代表, 滇东则以龙华山组为代表, 岩性分别为灰白色石英砂岩、紫红色砂泥岩和含砾砂岩。台地相带的岩性比较复杂, 包括碎屑岩和碳酸盐岩两大类。该相带内中一低分异度底栖生物群落特别发育, 生态位大致相当于 BA2—BA3 的位置。通常 BA2 的群落代表局限台地的产物。台地边缘和斜坡相带, 除桂西、滇东南一带比较宽阔外, 其余地区呈狭窄的带状分布于台地相带与盆地相 (或台盆相) 之间, 多由生物屑灰岩、白云质灰岩组成; 浮游的珠胚节石、菊石普遍存在, 反映了外陆棚较深水的环境; 底栖生物群主要为中—低分异度群落, 相当于 BA3 (急流)—BA4 的生态位。这一时期造礁活动已开始, 但礁体分布局限, 多为点礁和由层孔虫组成的层状礁, 见于南丹大厂、隆林德峨以及南宁亭子附近等地。盆地相带分布于盆地的中心部位, 根据桑深1井、区域资料以及岩相递变规律, 盆地相带的分布范围远比前人勾划的更为宽阔。盆地相带内含丰富的浮游生物化石: 珠胚节石、菊石、三叶虫、介形虫等, 所有底栖生物均属 BA4—BA5 (或 BA6?) 的腕足类、

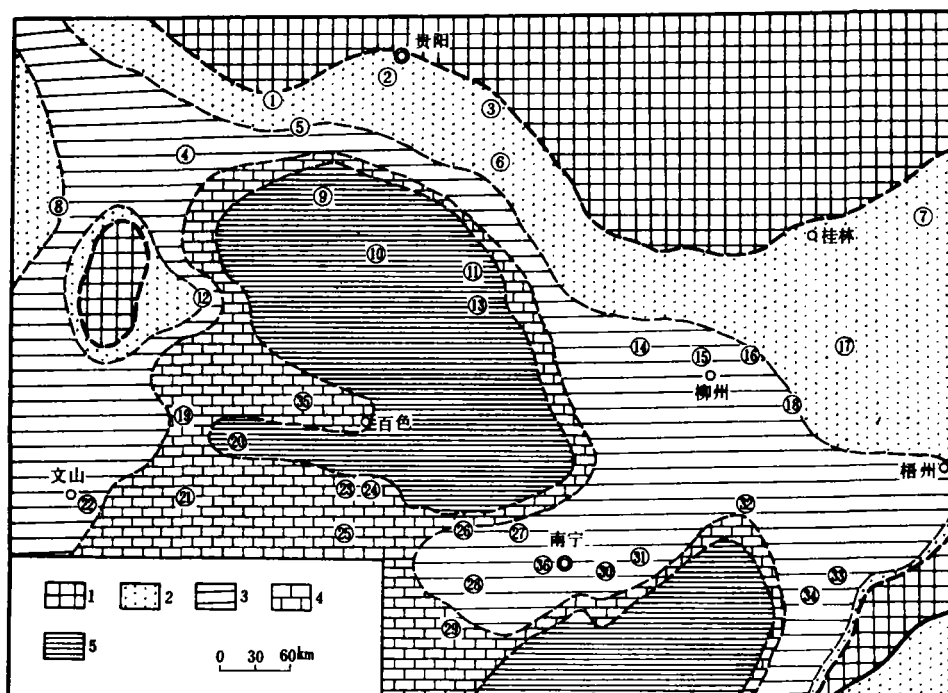


图 II-2 埃姆斯最早期 (*dehiscent* 带上部), 岩相图 (图例同图 II-1)

Fig. II-2 Earliest Emsian (the upper part of *dehiscent* zone) sedimentary facies map

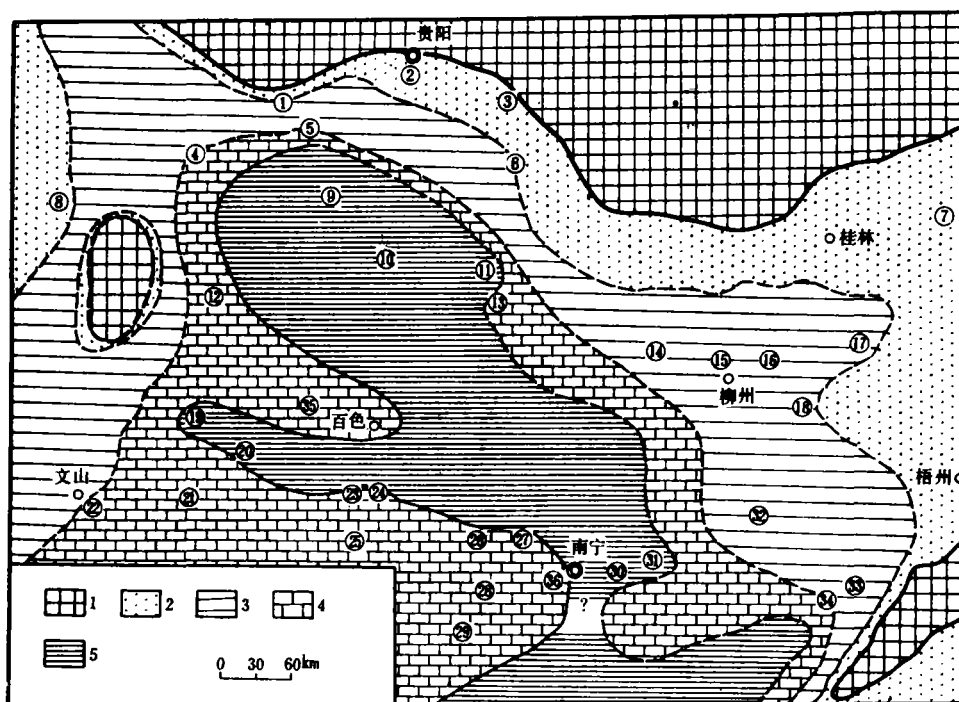


图 II-3 埃姆斯早期 (*perlonus* 带) 岩相图 (图例同图 II-1)

Fig. II-3 Early Emsian (*perlonus* zone) sedimentary facies map

双壳类群落。该相带主要由黑色泥岩、硅质泥岩和硅质岩组成。分布于南宁亭子—六景—五合一武鸣甘圩一线的深水硅质岩、硅质凝灰岩是否表明桑朗—南丹—河池台盆与钦防海槽彼此有勾通的可能性? 目前还不得而知, 但阐明这一点无疑对解释盆地的发展和性质具有重要意义。

埃姆斯中晚期 (*inversus* 带—*patulus* 带) (图 II-4)

这一时期岩相古地理基本继承了早期 (*perbonus* 带) 的格局, 各相带的界线没有大的变迁, 唯一明显的变化是进入 *serotinus* 带后造礁活动一度有所加强, 较多的点礁、堤礁散布于台地边缘和斜坡相带内, 以桂西、滇东南地区比较普遍, 普安罐子窑、南丹大厂、北流和隆林附近均有见及。造礁生物主要为层孔虫、床板珊瑚以及喜礁的腕足类 *Zdimir*, *Megastrophia* 和少量单体皱纹珊瑚, 底栖腕足类群落显示了低分异度、高丰度的特征, 是 BA3 急流环境中的产物。这一时期是华南埃姆斯期最主要的造礁期。

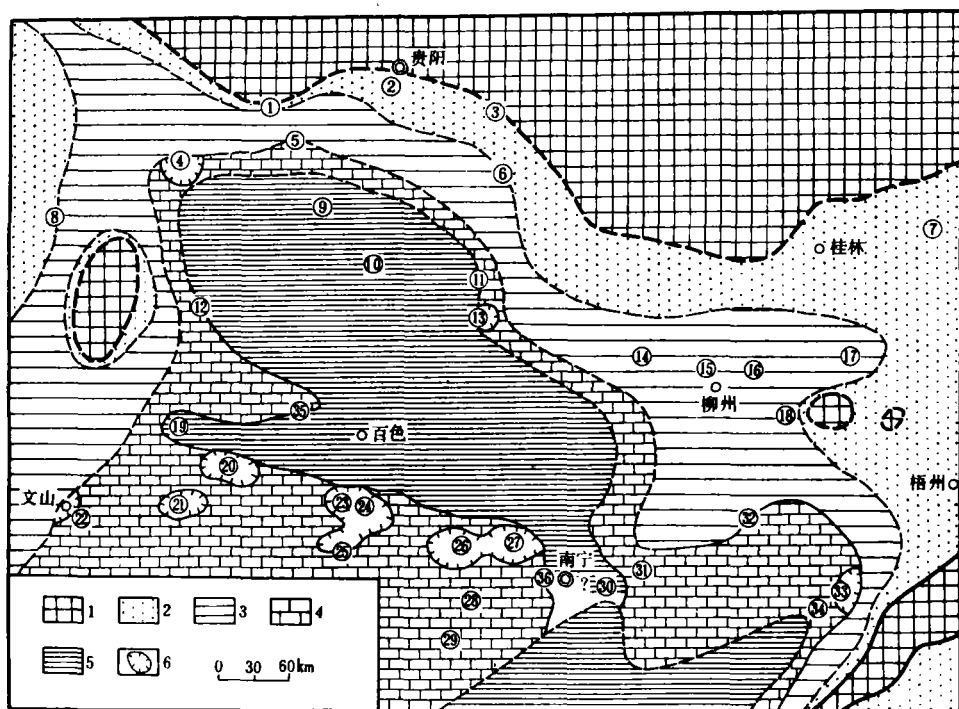


图 II-4 埃姆斯中晚期 (*inversus* 带—*patulus* 带) 岩相图 (图例同图 II-1)

Fig. II-4 Middle and late Emsian (*inversus* zone—*patulus* zone) sedimentary facies map

三、埃姆斯阶底栖腕足动物群落及其生态环境

(一) 群落群 (集、组) 的选择和应用

全球生态地层分类的建立和完善是生态地层学的重要研究领域, 为此古生物学家们提出了一系列有关群落演化的构想、概念和术语, 以体现不同时空群落演化的性质和规律。在高于群落的单位中, 同源群落 (Homologous Community) 和群落群 (集) (Community Group) 两个术语既体现了群落生态习性方面的演化意义, 又具有生物本身形态、功能和谐系方面的演化性质。前者强调系统发育的同源关系, 忽略生态功能的相似性。事实上, 在实践中要建立同源群落的演化关系是相当困难的, 因为在不同地史时期中, 由于各类地质事件的

影响, 生物的巨大间断、不连续以及爆炸性的演化, 造成生物记录缺失。群落群(集)的概念则兼顾了上述两方面的因素, 既强调系统发育的同源关系, 又考虑了生物形态功能和生态环境的相似性, 较好的体现了生态演化系统的涵义。笔者注意到, Boucot 的群落群的划分有以下特点: 明显受 Zeigler 的晚兰多维列世五重式群落模式的影响, 以科为单位, 强调生物系统演化的特征和生态属性。但事实上在这些群落群中, 除了 Pentameridae, Leptocoelidae Gypidulinidae 群落群外, 其它几个群落群均难以在泥盆纪群落中应用。比如 Stricklandae 科的时限为 S_1-S_2 , 该科的分子及其后裔在泥盆纪之前已经绝灭; 又如 *Dicaelisia-Skenidoides* 群落群的分子和后裔迄今在华南区一直没有找到。王钰等 (1987) 认为通过大量样品的采集有可能发现, 笔者认为这种可能性极小。我们注意到与 *Dicaelisia-Skenidoides* 群落群有关的几个群落(含 *Septoparmella* 的 *Dicaelisia-Skenidoides* 群落, *Septoparmella* 群落, *Septoparmella-Aldanispirifer* 群落, 分别产自吉林二道沟组和广西灵山的吉丁阶 (王钰等, 1987), 均不含 *Dicaelisia* 和 *Skenidoides*。其中关键属均为与 Notanoplidae 有同源关系的 *Septoparmella*。尽管该属在生态环境上与 *Dicaelisia-Skenidoides* 群落群十分相似, 但并无同源关系。真正含有 *Dicaelisia* 和 *Skenidoides* 的群落产自吉林的二道沟组 (刘发, 1977), 时限为上志留统 Pridolian 阶, 生物地理区属北方区。

Boucot (1983) 以主要生物绝灭事件为依据将晚兰多维列期—弗拉斯期作为更高一级平底生态进化单元的间隔划分出来无疑是重要的、必要的, 但地质时期中频繁出现的、级别不等的各类地质事件同样对生物的演化、绝灭、间断和不连续产生重大影响。Walliser (1985) 的研究表明, 在泥盆系内部至少有 15 次全球地质事件, 其中涉及埃姆斯阶的就有 4 次。这些事件不仅可以根据黑色页岩和灰岩来判断, 也可通过生物事件来识别。这一事实表明生物及其群落生态的演化不仅受制于不同的生物地理区、生物的时限, 也受制于不同地质时期内的各类地质事件。因此在不同的生物地理区, 以更精确的时间间隔来建立各自更多的、彼此尽可能相似的群落群以反映千差万别的生态环境是十分必要的。根据华南埃姆斯阶的情况, 拟提出以下新的群落群与 Boucot 的群落群作对比 (表 III-1)。

表 III-1 本文提出的群落群与 Boucot 的群落群对比表

Table III-1 Comparison of the community groups proposed in the present paper and by Boucot

底栖组合带	Boucot (1975)	本文
BA1	未指定群落群	未指定群落群
BA2	Leptocoelidae 群落群	Leptocoelidae 群落群
BA3	Pentameridae 群落群	Gypidulinidae/Rhynchospiriferidae 群落群
	Gypidulinidae 群落群	Delthyridae 群落群
	<i>Striuspirifer</i> 群落群	
BA4	Stricklenadidae 群落群	未指定群落群
BA4 BA5	<i>Dicaelisia-Skenidoides</i> 群落群	<i>Plectodonta-notanopliids</i> 群落群
BA6	<i>Nourakia</i> 群落群	<i>Nourakia</i> 群落群

Plectodonta-notanopliids 群落群

该群落群都是由一些中等分异度、小型薄壳的腕足动物群落组成。*Plectodonta* 不仅在华南分布广泛, 易于识别, 在滇西下泥盆统 (Hans Jahnke and Shi yan, 1989) 以及国外许多地区, 如波兰 (Kozłowski, 1929)、捷克和斯洛伐克的波西米亚 (Barrande, 1879)、澳大利亚 (Chapman, 1913; Mitchell, 1923)、马来西亚 (Hamada, 1969)、北美 (Amsden, 1959) 等

地也很广泛。Boucot (1975) 认为温洛克阶由 *Dicaelasia-Skenidiodes* 群落群派生的群落群是 BA3 的 *Gypidulinidae* 群落群, 这种由更远岸、静水、高分异度群落群向更近岸、急流、低分异度群落群的发育演化结果值得注意。相似的发育演化结果在华南也表现得十分清楚, 但这种派生的演化发育关系至今尚难以圆满解释, 因为它们之间既无同源关系, 在环境上又无相似点。

Delthyridae 群落群

相当的群落群 Boucot (1975) 称为 *Strüspirifer* 群落群。这一庞杂的生态单位囊括了从志留纪发展而来的许多平行演化的群落。尽管这些群落与若干志留纪的群落在演化和生态上有千丝万缕的联系, 但由于高区域性特点, 泥盆纪的群落至少在科一级已发生了重大变化, *Strüspirifer* 群落群一名已难以体现泥盆纪各群落的特征, 显然不能作为通过志留纪—泥盆纪连续演化的、以科为单位的共同代表。考虑到 Delthyridae 科的成员在泥盆纪, 特别是埃姆斯阶广泛发育, 同时它出现恰好与 *Strüspirifer* 的绝灭在时间上大体是吻合的, 另外在生态环境上与 *Strüspirifer* 又十分相似, 笔者建议采用 Delthyridae 群落群一名似乎更为恰当。Delthyridae 群落群主要占据 BA2—BA3 的位置, 具有较宽阔的区域, 部分群落对环境有较高的忍耐度, 可出现在局限环境中, 以低分异度为特征。

(二) 埃姆斯阶腕足动物群落的演化

群落演化是指地质时期中同一地区一个似功群落为另一个似功群落所替代, 而非在特殊环境中一个群落为另一个在分类上无关的群落的替代 (王钰等, 1978)。通过分析, 我们可以逐地区、逐一时间间隔查明生物群落的演替和演化, 从而解释环境的演变, 并与区外进行对比, 找出它们之间的相似性和差异点, 最终为盆地分析提供背景资料。考虑到华南区埃姆斯阶腕足动物化石和生物地层学、年代地层学的研究已有坚实的基础, 以牙形石带为时间单位来反映这些变化是可能的。

埃姆斯最早期 (*dehiscens* 带) (表 III-2)

这一时期的生物在演化上显然与布拉格期的生物有密切的关系, 平底底栖群落中大部分属于 Delthyridae 群落群, 其中包括 *Huananochonetes-Xenostrophia* 群落, *Rostropsirifer-Leptanopyxis* 群落, *Rostropsirifer-Dicoelostrophia* 群落, *Rostropsirifer-Atrypa* 群落, *Miaohuangthyris-Latanotoechia* 群落。上述群落均分布于 BA2—BA3 (多数为 BA3)。这些产自郁江组不同层位的群落具高分异度的特点。广西象州妙皇 *Miaohuangthyris-Latanotoechia* 群落和四川龙门山甘溪组的 *Neoathyrisina-Parathyrisina* 群落中含相当丰富的 *Rostropsirifer*, 无疑在演化和生态上与 Delthyridae 群落群有着十分密切的关系。这些不同群落的出现反映小生境的差异, 其中岩底的性质是一个重要的因素。另外笔者注意到, 关键属 *Rostropsirifer* 在种一级的演化上有明显规律。从郁江组霞义岭段—石洲段—大联村段—六景段可依次出现 *R. papoensis*—*R. tonkinensis*—*R. ordinarius* ^{*R. multicoelatus*} ^{*R. lujiangensis*} 尽管其中有少量分子可能混生和重叠, 但演化的主线是十分清楚的, 特别是狭义的 *R. tonkinensis* (侯鸿飞、鲜思远, 1975; 王钰、戎嘉余, 1986) 主要分布于石洲段, 层位十分稳定。因此, 从一定意义讲, 郁江组的 4 个群落亦可称为异时同源群落。与 Delthyridae 群落群演化关系密切的另一个群落是分布于大瑶山西侧武宣二塘、象州妙皇、老虎头、大乐一带郁江组或相当层中的 *Orientospirifer* 群落, 该群落显然是由布拉格期那高岭组上延而来, 看起来该群落在演化上与志留纪的 *Strüspirifer* 群落群也有一定关系。与郁江组其它群落相比更靠近海岸线一侧, 常与 *Lingula* 群落相邻出现, 推测底栖组合带相当 BA2, 属局限

环境的产物。产自贵县蒙公郁江组的 *Coral-Rostrospirifer* 群落显然与 BA3 急流附近的礁环境有关, 成分中除了造礁的珊瑚外, 主要为 *Rostrospirifer* 等, 其生态演化隶属关系目前还不清楚。上述群落明显具区域的或土著的性质。*Hollandiella* 群落和 *Notanopia* 群落均产自广西德保上敏下泥盆统平恩组底部与郁江组之间的硅质泥岩和硅质岩中(相当六景的未命名组), 这两个低分异度、低氧、静水环境的群落目前可暂置于 *Plectodonta-notanopliids* 群落群似乎是合理的。Boucot (1975) 认为, 在十分局限的条件下, 在 BA4—5 的位置可能碰见这类群落。它们在华南虽属首次报道, 但在国外分布甚广, 都具有相似的生态环境, 均处于 BA4—5 的位置。*Notanopia* 群落最先发现于澳大利亚新南威尔士的墨尔本地区、维多利亚和 Orange 地区 (Gill, 1950) 以及欧洲、北美、中亚、北非许多地区相似的沉积环境中。类似的群落还有 *Boucotia* 群落和 *Callicalyptella* 群落 (Boucot, 1975)。

表 III-2 华南泥盆纪埃姆斯阶 (*dehiscens* 带) 群落结构表Table III-2 Emsian (*dehiscens* zone) community framework in South China

底栖组合带 (BA)			1	2	3		4	5	6
相对水深			较浅水 (透光带)					较深水—深水 (近透光带)	
沉积环境			滨岸相	局限台地	开阔台地		台地台盆边缘相或礁相	浅海盆地相、斜坡相、台盆相	
正常水流	中—高分异度	正常氧			Huananochonetes-Xenostrophia 群落 Rostrospirifer-Leptaenopyxis 群落 Rostrospirifer-Dicelostrophia 群落 Rostrospirifer-Atrypa 群落				Novatia 群落
				Miachuangthyris-Latanoluechia 群落					
急流	低分异度	低氧	Lingula 群落	Oenot-spirifer 群 落	Athyrisinaoidea-Parathyrisina 群 落				
静水								Coral-Rost rospirifer 群落	
								Deltospirifer 群落 Hollandiella 群落 Deltospirifer 群落 Notanopia 群落	
非海相环境			半咸水	平均高潮线 (潮间带) → ← 平均低潮线 (潮下带)		↑ 光合作用和造礁作用下限		可能缺氧基底	

埃姆斯早期 (*perbonus* 带) (表 III-3)

在区域上分布最广的仍属 *Delthyridae* 群落群的单位, 这些在演化上和生态上有亲缘关系的群落包括 *Houellella-Reticulariopsis* 群落, *Acrospirifer-Orientospirifer* 群落, *Orientospirifer* 群落, *Glyptospirifer-Xenostrophia* 群落, *Athyrisina* 群落, *Planoduovillina-Mulrostrophia* 群落以及 *Euryspirifer* 群落。值得讨论的是产自四川龙门山谢家湾组的 *Euryspirifer* 群落, 广西的 *Orientospirifer* 群落和 *Acrospirifer-Orientospirifer* 群落, 它们的共同特点是低分异度、高丰富度, 在演化上显然与 *Delthyridae* 群落群有同源关系。这些群落可以分别出现在 BA4—5 和 BA2 的位置。王钰等 (1987) 认为这些群落的低分异度、高丰富度特征是多种局限因素造成的结果。

值得讨论的问题是为什么龙门山的 *Euryspirifer* 群落比广西的 *Euryspirifer-Athyrisina* 群落在时限上出现要早 (层位至少相差两个牙形石带, 龙门山限于 *perbonus* 带, 广西则限于 *seroti-*

us 带)? 同样在龙门山区, *Athyrisinidae* 科腕足类亦比广西地区普遍出现要早。查明这一“时差”现象无疑对埃姆斯期腕足类群落的演化、迁移的规律是一个重要的线索。

Hollandiella 群落, *Murifellia* 群落是产自广西德保上敏下泥盆统平恩组两个低分异度、高丰度、较深水安静环境中的生态单位。*Hollandiella* 是另一类 *notanoplids*, 显示了该群落与 *Plectolonta*-*notanoplids* 群落群有一定亲缘关系。底栖组合带应属 BA4—5。产自桂西南丹型灰岩相带中的 *Trilobaloechia-Cyrtina* 群落与 Johnson (1967) 的 *Cyrtina* 群落有些相似, 都是由一些小个体腕足类组成, 不同在于我们的群落分异度很低, 且有大量浮游的珠胚节石出现, 因此推测生态位可能比 *Cyrtina* 群落离岸更远, 大致在 BA4—5 的位置, 最大可能相当 BA4, 属较深水、安静环境中的产物。南宁亭子新坡组的 *Leptathyris-Spinatrypina* 群落在生态环境和演化上与产自美国内华达艾菲尔阶灰岩中的 *Leptathyris* 群落 (Johnson, 1970)、加拿大育空地区的 *Vugrania-Skenidioides* 群落 (Ludvigsen, 1970; Lenz and Pedder, 1972) 有密切的亲缘关系 (鲜思远, 1990), 后一群落除见于加拿大北部和极区 (北极群岛、育空地区、英属哥伦比亚、阿拉斯加界线区) 外, 还广泛见于新地岛、西伯利亚和中亚地区 (Boucot et al, 1969)。该群落是一个典型高分异度的例子, 应属 BA4—5 的位置 (王钰等将其置于 BA3—4 的位置)。在演化上是否与 *Delthyridae* 群落群有关尚需进一步研究。

表 III-3 华南泥盆纪埃姆斯阶 (*perbonus* 带) 群落结构表

Table III-3 Emsian (*perbonus* zone) community framework in South China

底栖组合带 (BA)			1	2	3	4	5	6
相对水深			较浅水 (透光带)				较深水—深水 (近透光带)	
沉积环境			滨岸相	局限台地	开阔台地	台地台盆边缘相或礁相	浅海盆地相、斜坡相、台盆相	槽盆相
正常水流	中分异度	正常氧			<i>Athyrisina</i> 群落 <i>Planobornellina-Maluostrophia</i> 群落			<i>Nowakia</i> 群落
	低分异度			<i>Euspirifer</i> 群落	<i>Glyptospirifer</i> - “ <i>Xenostrophia</i> ” 群落			
急流	低分异度	低氧					<i>Hollandiella</i> 群落 <i>Murifellia</i> 群落 <i>Triloboloechia-Cyrtina</i> 群落	
静水	中分异度	正常氧		<i>Howellella-Reticulariopsis</i> 群落			<i>Leptathyris-Spinatrypina</i> 群落	
	高度		<i>Oreodospirifer</i> 群落 <i>Acrospirifer</i> - <i>Oreodospirifer</i> 群落					
非海相环境	半咸水	平均高潮线 (潮间带) → ← 平均低潮线 (潮下带) →	光合作用和造礁作用下限				↑ 可能缺氧基底	

埃姆斯晚期 (*inversus* 带) (表 III-4)

Trigonospirifer-Homoctenoides 群落显然与 *Delthyridae* 群落群在形态和环境上关系密切, 也很可能有直接的演化关系。这一时间间隔内, *Delthyridae* 群落群的分异度明显降低, 除了 *Trigonospirifer-Homoctenoides* 群落见于桂中鹿寨、象州大乐、武宣、荔蒲一带下泥盆统大乐组石

朋段及相当地层外,滇、桂、黔其它广大区域内迄今很少发现相似的群落。虽然笔者在群落结构表中将其置于 BA3 的位置,但也不排除可能存在于 BA2 的位置上,大量的 *Homotrypa* 与其共生说明是潮下低能环境。*Mesodouillina* 群落的演化关系目前还不清楚,但其生态环境与 *Gypiduliniidae* 群落十分相似,为高能水动力条件的产物 (BA3 急流环境)。属于 BA4—5 的群落目前发现的有以下三个:“*Leiorhynchus*”群落,“*Guizhiella*—“*Leiorhynchus*”群落和 *Sibirispira-Cyrtina* 群落。这些中—低分异度、高丰度的群落及其产出环境在国外都有其相似的样板,在演化上隶属哪个群落群虽不清楚,但其底栖组合带在世界许多地区都被证实是 BA4—BA5。在 *Guizhiella*—“*Leiorhynchus*”群落含有较多的“*Leiorhynchus*”,而关键属 *Guizhiella* (鲜思远,1987)是一个典型的 notanopliids,由此推测,该群落在生态上与 *Plectodonta*-notanopliids 群落群有一定演化关系。这两个群落的分布较局限,目前仅见于桂西的南丹型灰岩相带地层中,在南丹一带的黑色泥岩相带中缺失,可能与岩底的性质、水化学特征乃至水深有密切关系。*Sibirispira-Cyrtina* 群落与产自阿帕拉契区 Coeyman 灰岩中的 *Cyrtina* 群落 (Boucot and Johnson, 1967) 的生态位有些相似,尽管它们各自所处生物地理区不同。这一时间间隔的群落数目不多,极大可能与全球性生物事件有很大关系,对此本文将在下面章节讨论。

表 III-4 华南泥盆纪埃姆斯阶 (*inversus* 带) 群落结构表Table III-4 Emsian (*inversus* zone) community framework in South China

底栖组合带 (BA)			1	2	3		4	5	6
相对水深			较浅水 (透光带)				较深水—深水 (近透光带)		
沉积环境			滨岸相	局限台地	开阔台地	台地台盆边缘相或礁相	浅海盆地相、斜坡相、台盆相		槽盆相
正常水流急流 静水	中—低分异度	正常氧							Norwakiella 群落
						Mesodouartina 群落			
		低氧					“Leiorhynchus” 群落 Guizziella-Leiorhynchus 群落		
		正常氧			Trigonospirifer-Homotrypa 群落		Sibirispira-Cyrtina 群落		
非海相环境	半咸水		平均高潮线 (潮间带) → ← (潮下带)	平均低潮线	↑ 光合作用和造礁作用下限			↑ 可能缺氧基底	

埃姆斯晚期 (*serotinus* 带) (表 III-5)

这一时期 *Delthyridae* 群落群中最有代表意义的单位是 *Otospirifer-Athyrisina* 群落, *Athyrisina* 群落以及 *Euryspirifer-Athyrisina* 群落,都是一些低到中等分异度、高丰度的单位。这些群落中的主要分子具有极高的区域性、土著性,都是 *Delthyridae* 群落群中若干平行演化分支的一部分,都具固有保守的生态习性,总是占据 BA2—3 的位置。属 *Gypiduliniidae* 群落群的典型单位是 *Zdianir* 群落,有关的生态演化和环境, Ivanova (1962)、Anderson and Makurate (1973)、Boucot (1975) 鲜思远等 (1980)、王钰等 (1987) 都作过许多论述。这是一个由单一属种组成的、以高丰富度低分异度为特征的群落,分布局限于台地边缘高能急流扰动的环境中 (BA3)。这种固有保守的生态环境意义在群落发生、发展的整个演化过程中始终没有

发生改变。隶属于 *Gypiduliniidae* 群落群的另一个单位是 *Gypidula* 群落, 目前仅见于贵州独山龙洞水组底部厚 1m 左右的灰岩中。与 *Zdimir* 群落环境相似的另一个单位是 *Prolazut-kinia-Stomatoporoide* 群落, 虽然目前该群落更高一级的生态地层单位尚未确定, 推测可能是与 *Gypiduliniidae* 群落群有关的、相同或相似环境中平行演化的一个分支, 可暂时归入 *Rhynchospiriferidae* 群落群中, 时代限于埃姆斯晚期一晚泥盆世。

表 Ⅲ-5 华南泥盆纪埃姆斯阶 (*serotinus* 带) 群落结构表Table Ⅲ-5 Emsian (*serotinus* zone) community framework in South China

底栖组合带 (BA)			1	2	3	4	5	6
相对水深			较浅水 (透光带)				较深水—深水 (近透光带)	
沉积环境			滨岸相	局限台地	开阔台地	台地台盆边缘相或礁相	浅海盆地相、斜坡相、台盆相	槽盆相
正常水流	低分异度	正常氧			<i>Olospirifer-Athyrisina</i> 群落 <i>Athyrisina</i> 群落			<i>Nowakia</i> 群落
	低分异度			<i>Euryspirifer-Athyrisina</i> 群落				
急流	低分异度	低氧				<i>Zdimir</i> 群落 <i>Gypidula</i> 群落 <i>Prolazutkinia-Stomatoporoide</i> 群落		
静水	低分异度						<i>Buchiola-Reticulariopsis</i> 群落 <i>Plectodonta-Cryptotrypa</i> 群落	
非海相环境	半咸水	平均高潮线 (潮间带) ← 平均低潮线 (潮下带) →					↑ 光合作用和造礁作用下限	↑ 可能缺氧基底

埃姆斯最晚期 (*patulus* 带) (表 Ⅲ-6)

首先讨论 *Neocoelia* 群落的归属。*Neocoelia* 在分类上属 *Anoplotheceidae* 科, 难以直接归入 *Leptocoeliidae* 群落群。但该属与产自英国晚兰多维列期—温洛克早期 *Sodus* 页岩中的 *Eocoelia* 无论在形态分类、生态功能以及环境意义上都有十分密切的关系。静水低分异度的 *Neocoelia* 群落当时仅见于龙门山甘溪剖面养马坝组 (B92 层) 砂岩夹层中。从上覆群落以及下伏群落 (均为 BA3) 的关系推测, 本文将其置于 BA2 的位置似乎是恰当的。迄今为止, 与 *Leptocoeliidae* 群落群有直接演化关系的单元在华南尚未发现。根据笔者的经验, 占据 BA2 位置的多为石燕类, 因此, 采用 *Leptocoeliidae* 群落群一名是否适合华南的情况还值得探讨。属急流低分异度 BA3 位置的 *Zdimir* 群落是由下伏 *serotinus* 带上延而来, 可明显划分为两个亚群落: *Z. -Megastrophia* 亚群落和 *Z. -Aviformia* 亚群落, 前者主要分布于广西及云南东南部台地边缘相或礁相地层中, 后者见于四川龙门山地区。现在还很难看出它们在小生境上有多大的差别, 是否与生物地理分区有关是今后工作应予注意的。*Buchiola-Reticulariopsis* 群落中含有许多 *notanopliids* 类分子, 如 *Costanoplia*, *Paraplicanoplia*, *Tangziangia*, 另外大量浮游的珠胚节石、棱菊石的存在说明应属 *Plectodonta-notanopliids* 群落群的一个单位。这一时期 BA3 静水位置仍然为 *Delthyridae* 群落群中一些土著群落所占据, 不同的是在这些群落中, 关键分子在属一

表 Ⅲ-6 华南泥盆纪埃姆斯阶 (*patulus* 带) 群落结构表Table Ⅲ-6 Emsian (*patulus* zone) community framework in South China

底栖组合带 (BA)			1	2	3	4	5	6
相对水深			较浅水 (透光带)			较深水—深水 (近透光带)		
沉积环境			滨岸相	局限台地	开阔台地	台地台盆边缘相或礁相	浅海盆地相、斜坡相、台盆相	槽盆相
正常水流	中分异高度	正常氧			<i>Xenospirifer fongi-Eospiriferina</i> 群落 <i>Chonetes-Eospiriferina lachrymosa</i> 群落			<i>Novakia</i> 群落
	低分异度					<i>Zidmir</i> 群落 <i>Z-Megastrophia</i> 亚群落 <i>Z-Aviroformia</i> 亚群落		
急流	低分异度			<i>Neocoelia</i> 落群				
静水	低分异度						<i>Duchiolia-Reticulariopsis</i> 群落	
非海相环境	半咸水	平均高潮线 (潮间带) → ← 平均低潮线 (潮下带) → ↑ 光合作用和造礁作用下限						↑ 可能缺氧基底

级上有明显的变化。

(三) 关于低分异度群落环境的判别

生态地层,特别是生态群落研究的成果表明,由近岸至远岸,随海水的不断加深,生物(腕足动物)在个体大小、属种分异度、生物密度等方面有如下变化规律:一般来说海水由浅而深,化石个体由大而小,属种分异度由低—高一低变化,生物密度由密而疏(图Ⅲ-1)。上述结论说明海水深度是控制群落变化最重要的因素之一。但事实上,造成生物环境多变的因素是各方面的,不管哪种因素都或多或少的影响生物群落的生存、繁衍和演化,如海底坡度、底岩的性质、水动力条件,沉积速率,海水的含盐度、含氧量、透光性、混浊度等物理化学条件以及食物补充和营养源等,当然这些因素与海水的深度又有密不可分的关系。此外,生物自身对环境的忍耐度和适应性也是不可忽视的。由于这些因素的影响,低分异度群落不仅可以出现在潮间带,而且可以出现在潮下带,包括 BA1—BA5 所有的底栖组合带中。华南的材料很好的说明了这一点。在我们发现和建立的群落中,这类低分异度、高丰度的群落至少占整个群落总数的 37.7%。因此,如何判别其底栖组合带或生态位是当前理论和实践中非常重要的问题。Boucol (1975) 在低分异度群落的意义一节中作了较多的讨论,他认为低分异度群落可自然的划分为两组:第一组几乎完全由单一种类、急流水群落组成,主要出现在 BA3 位置上,少数出现在 BA2 和 BA4 中;第二组几乎完全由 1—4 个或 5 个种类的群落组成,主要出现在 BA2 的安静水环境中,有些见于 BA3 中,少数见于远岸的位置。BA1 群落的分异度是非常低的,在沉积位置上更靠近非海相的环境,一般比较容易识别,而 BA3 急流低分异度群落可以通过他们反映的特殊环境条件来判定。一般来说,离岸的远近可以反映深度的变化,但实际上大陆架的坡度、地貌是不规则的,在许多情况下在

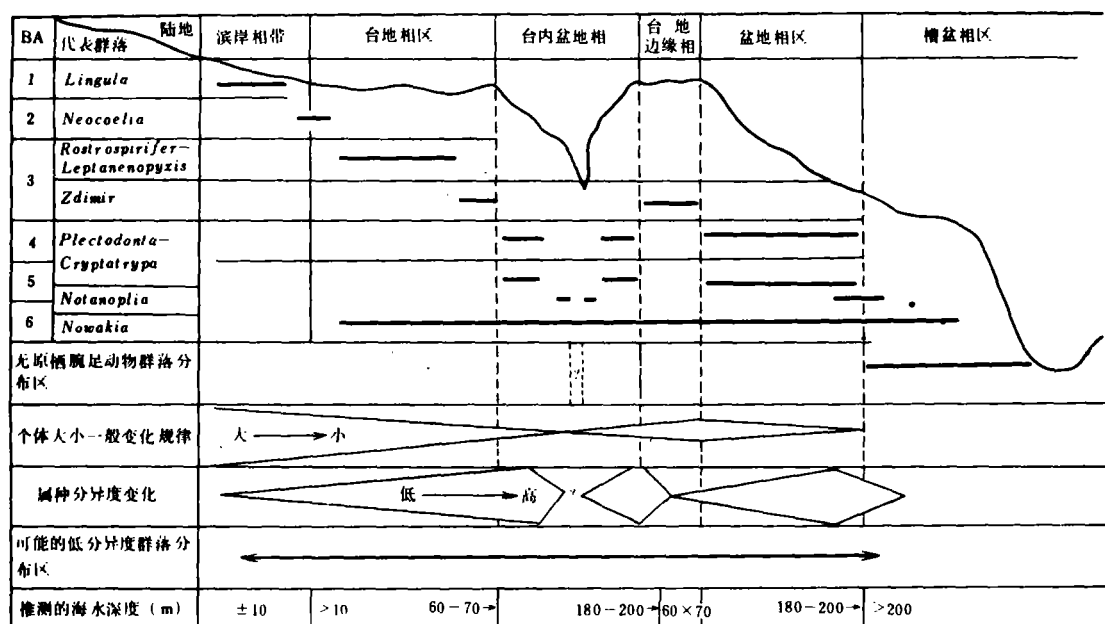


图 3-1 各底栖组合带及其代表群落的生态位与变化规律

Fig. 3-1 Ecologic positions and changes of the representative communities in various benthic assemblage zones

离岸较远的区域常出现沙坝、礁体和海沟，沙坝的后方还可以出现潟湖和静水环境，这往往是静水群落理想的栖息环境，而沙坝、礁体等也可吸收来自近岸区域大量搅动的能量从而形成高能环境。这就是 BA3 急流群落主要的栖息地带。华南特定环境中常见的 *Zdimir* 群落就是一个很好的例子。对大量 BA2 静水低分异度群落的解释从理论上似乎已经得到答案，一般认为主要是受宽的盐度变化范围、大气暴露以及水温的影响，如像在近岸、潮间潟湖和闭塞海湾沉积中出现的群落一样。但在很多情况下，BA2 向 BA3 变化的界线是不易划分的。笔者注意到，与 BA2 群落共生的往往有较多的双壳动物化石，有时呈层发育，其个体一般比 BA3 位置的更大。另外，BA2 的位置常常可见到鸟眼构造和泥裂，岩石成分中含有较高的碳酸镁质（表 3-7）。在华南的材料中，我们发现具有相当数量低分异度的群落是属于 BA4—BA5 的，比如广泛见于南丹、桂西、滇东南一带南丹型沉积中的 *Hollandiella* 群落，*Murifellella* 群落，“*Leiorhynchus*”群落，*Guiziella*—“*Leiorhynchus*”群落，*Deltospirifer* 群落以及 *Notanopia* 群落等。我们注意到这些群落都有以下特点：（1）群落的分异度非常低，一般由单一属种或 1—2 个属种组成；（2）化石的个体较小，多在 3—5mm 之间，属小型薄壳类腕足动物，通常两壳轮廓扁平。如果是由稍大的石燕类组成，那么壳线一般均不发育，甚至壳面完全光滑；（3）生物密度并不受控于海水深度变化的一般规律，介壳往往形成生物层或生物夹层，其厚度一般仅数十公分至数公尺，超过 10m 者少见；（4）含化石的围岩多为黑色泥岩、灰岩、硅质岩、硅质泥岩或硅质灰岩，这些岩石的有机质丰度相对较高；（5）共生的其它生物主要为浮游的珠胚节石和菊石。当然还可以举出一些特点，但根据以上特点足以可将 BA4—5 与 BA1—3 低分异度的群落区别开来。

（四）南丹型泥盆系沉积深度的解释和讨论

50—70 年代初，贵州石油地质工作者首先识别南丹型泥盆系，并划归半深海相沉岩相。近 30 年来，随着南丹型泥盆纪地层、古生物、沉积相研究的不断深化，对其沉积环境的

表 Ⅲ-7 各底栖组合带低分异度腕足动物群落的一般特征

Table Ⅲ-7 General features of the low-diversity brachiopod communities in various benthic assemblage zones

底栖组合带	生态位置	属种数目	壳体大小	生物密度	外形特征	主要类别	水动力条件	共生化石	岩性特征
1	潮间带	1—2	小	很大	厚壳双凸型	舌形贝类及货贝类、小咀贝类	近岸高能	鱼类、双壳类及半内生动物的、疑源类	碎屑岩类
2	内陆棚	1—3	中等	很大	厚壳双凸型	以壳线发育的石燕贝为主	静水	大量双壳类	碎屑岩类及碳酸岩类
3	潮下带	由单一属种组成	中等—巨大	很大	厚壳双凸型顶区强烈加厚	以五房贝类和腹基面发育的石燕贝为主	急流	造礁的层孔虫、复体珊瑚	以碳酸盐岩类为主
4	外陆棚	2—4	很小 (3—5mm)	较大	薄壳型轮廓扁平	以无皱贝类为主	静水	大量浮游的珠胚节石、菊石等	黑色泥岩、灰岩和硅质灰岩、泥岩
5	外陆棚	1—2	很小 (3—5mm)	大	薄壳型轮廓扁平	以无皱贝类为主	静水		

认识有了很大提高,许多人已逐渐放弃过去的概念,改而使用浅海深水相(鲜思远,1980),凹槽台地相(关士聪等,1980),台沟(盆)相(周怀玲等,1987)等名称。后两种观点认为,南丹型泥盆系是台地内浪基面之下一氧化界面附近、远岸深水、安静闭塞环境的产物,沉积深度在70—100m之间。关于古环境的测深问题,目前各家意见不尽一致,本文仅根据腕足动物群落反映的深度试作如下讨论。王钰等(1987)在南丹型泥盆系中曾经建立了三个底栖群落:*Buchiola-Reticulariopsis*群落,*Cryptatrypa-Strophochonetes*群落,*Plectodonta-Reticulariopsis*群落,认为它们都是BA4—5的产物。根据腕足动物群落的特征,这一意见显然是可信的。如果这样,关士聪等(1980)划分的浅海盆地相的深度应在60或70—150或160m的范围内。一般认为活动礁体的生长不超过60m之下,正如礁群落复体一样主要局限于BA3(急流)的位置,即BA3的外深度界线在多数情况下大约不超过60m,而整个志留一泥盆纪壳相底栖生物的外线深度在150—180m之间(Boucot, 1975)。

值得注意的是整个南丹型泥盆系的沉积深度各地很可能是不一致的,是否存在BA6或更深位置的沉积值得研究。鲜思远等(见中国的泥盆系,167页,1988)曾经注意到,贵州南部桑(郎)深1井已超过1000m,钻遇地层为一套无化石暗色泥岩,显然,不含化石的特征与典型南丹型泥盆系的定义并不完全吻合。笔者详细观察了这套岩芯,上部约200m为含珠胚节石*Nowakia*,*Viriatellina*,*Styliolina*的黑色页岩,时代大体可对比为艾菲尔阶,下部800m完全不含化石和任何生物搅动的痕迹(图Ⅲ-2),时代大致为埃姆斯阶。笔者认为这套地层就是BA6或更深位置的沉积,其深度至少在200m之下。其理由:(1)总的来说,志留一泥盆系壳相底栖动物的外深度线为150—180m的范围,说明BA6或更深水的位置并不存在底栖壳相无脊椎动物,但这并不意味着这些沉积中不含浮游生物(如竹节石、笔石、牙形石、疑源类、几丁虫、放射虫和遗迹化石);(2)缺失底栖动物化石用缺氧事件的理论易于解释,然而无助于对缺失浮游生物的解释,因为含氧带和贫氧带的浮游生物死后总是要散落在海底岩面上最终保存下来。但桑郎一带的情况并非如此,说明无化石暗色页岩的环境比BA6的位置还要深,因为当达到或超过碳酸钙补偿深度时,以文石、方解石为成分的珠胚节石、菊石和其它浮游生物的壳体就难以保存了。当然泥盆纪时的CCD线不可与现代海洋的CCD线(3000—4000m)类比,这仅仅是一种推测。Rowe(1971)根据现代海洋的

研究认为,现代海底每个地区壳相底栖生物的密度从陆棚到深海有明显衰退的趋势,BA5 或 BA6 更远岸的位置明显缺失壳相底栖生物化石。另一个间接证实华南存在 BA6 位置的例子是广西德保上敏一带 *Notanoplia* 群落的发现(表 III-2),因为低分异度的 *Notanoplia* 群落以及星鱼群落的出现标志环境接近于 BA5 和 BA6 之间的界线(Boucot, 1975),笔者还注意到产上述群落的岩层为泥岩、硅质岩,而这些岩石多半是碳酸钙补偿深度之下深水环境的产物。总之,南丹型泥盆系并非铁板一块,各地的沉积深度可能是不一致的,有的地区有可能超过 200m 之下。

(五) 关于浮游(或游泳)竹节石群落的性质和深度分带意义

在研究底栖群落的生态位的同时,有目的的注意浮游或游泳群落的特征和深度分带性是十分

有趣的课题。过去一些资料往往将单纯的不含底栖动物化石(特别是腕足动物)的浮游群落做为 BA6 完全缺氧海底的代表群落,如志留纪以笔石为代表,泥盆纪则以塔节石为代表,其它时代地层还可以疑源类、几丁虫、放射虫、牙形石和菊石等为代表。事实上,浮游和游泳群落都有一定的、较宽的深度空间和环境范围,以 *Nowakia* 为例,其环境分布范围可能为 BA6—BA3,而王钰等(1987)则认为限于 BA5—BA3 的界线附近。但不管哪种意见都说明 *Nowakia* 并非是随处可见的远洋浮游生物,它的出现也严格受控于一定环境和深度带。在华南, *Nowakia* 主要分布于 BA4—BA5 的南丹型地层中,其次也见于 BA3 的下部,而 BA3 的上部至 BA1 的台地相地层不含或极少含 *Nowakia*。经过详细研究,过去有关象州型 *Nowakia* 的许多报道是有疑问的或不确切的。关于志留纪的远洋浮游生物问题, Boucot (1975) 曾认为在奥陶—志留系界线上的笔石动物群明显变化与底栖浅水无脊推动物的变化是一致的,也许说明笔石也并不属远洋浮游生物。在广西马鞍山剖面 F/F 界线上,我们同样见到类似的变化,大量底栖的腕足类、介形虫与浮游的竹节石一样,大体上是在同一死亡线上绝灭的,因为 F/F 界线正好是海平面下降的一个重要转折点。

法门初期开始的大幅度海平面下降事件不仅对底栖生物的演化、绝灭有重大影响,而且对浮游的竹节石有同样的影响。在华南许多埃姆斯阶地层中都可以找到类似的例子。总之,笔者认为浮游生物,特别是浮游和游泳的竹节石都是一定环境的产物,它们的出现代

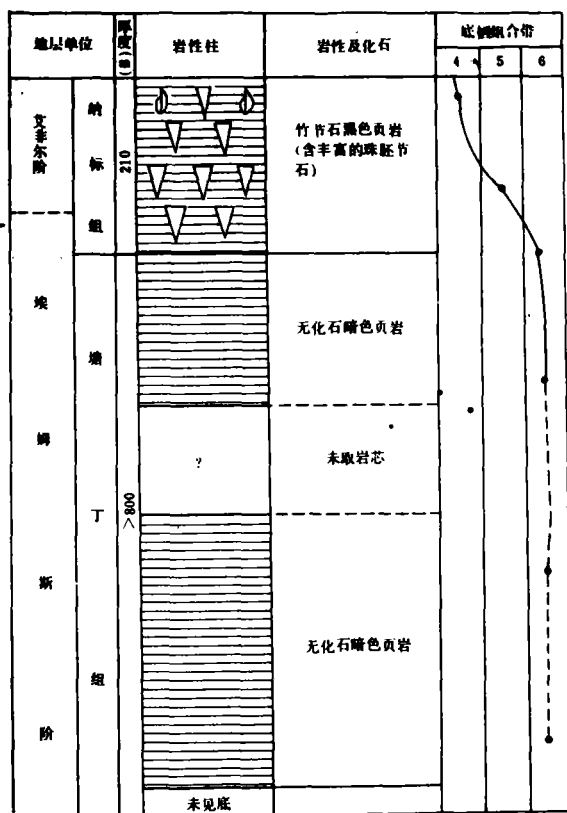


图 3-2. 贵州桑郎桑深 1 井柱状剖面及底栖组合带

Fig. 3-2 Lithologic column and benthic assemblage zones in No. 1 deep borehole in Sanglang, southern Guizhou

表一定的深度范围, 这些不同的深度范围与底栖组合带反映的深度大体是可以——对比的 (图 III-3)。

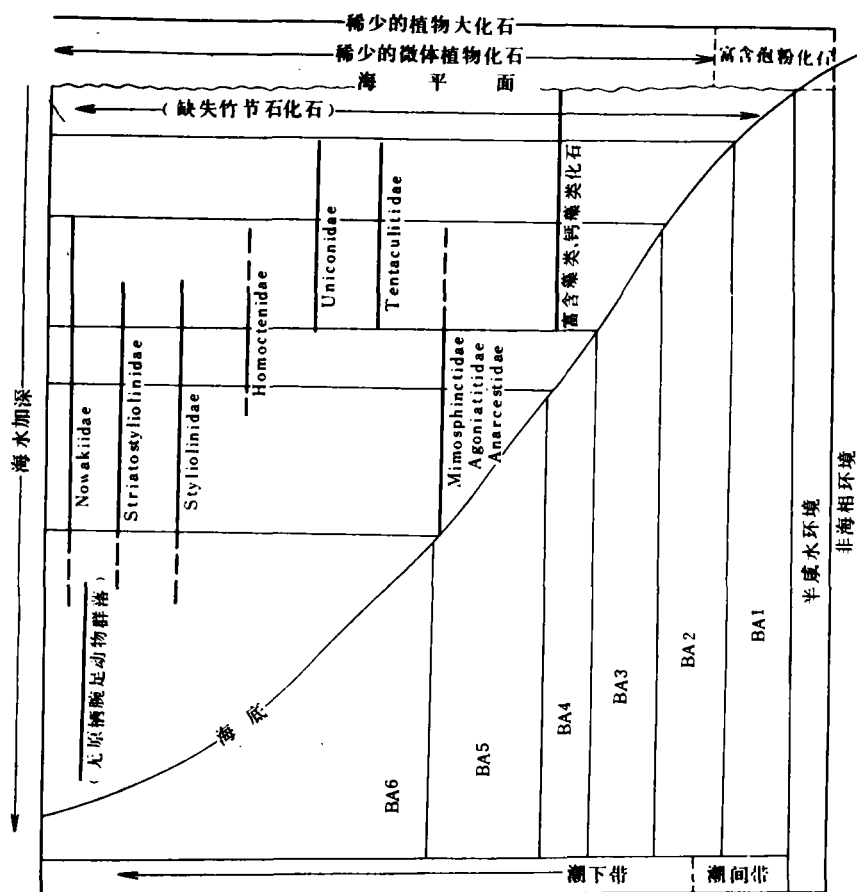


图 III-3 浮游 (或游泳) 群落的生境与深度分带图

Fig. III-3 Habitat and depth zonation of planktonic (or swimming) communities

(六) 群落演替与海平面变化

通过群落演替的研究, 在华南埃姆斯期至少可以十分清楚的勾划出两次较大的海侵和一次较大的海退。最大一次海侵相当于埃姆斯早期 (*perbonus* 带), 次一级的海侵出现在埃姆斯晚期 (*serotinus* 带), 其间 (*inversus* 带) 全区表现为大范围的海退。如果将这些变化与国外资料对比, 还可以确定哪些是全球性的, 哪些是区域性的。尽管埃姆斯期时华南古地理复杂多变, 但这一总的趋势反映得相当明显, 特别在台地相区。东京石燕动物群 (相当 BA3) 的 *Humanochonetes-Xenostrophia* 群落, *Rostrospirifer-Leptaenopyxis* 群落, *Rostrospirifer-Dicoelostrophia* 群落, *Rostrospirifer-Atrypa* 群落, *Leptathyris-Spinatrypa* (部分) 群落的绝灭和 *Notanoplia* 群落 (BA4—5) 的出现是一个明显的标志。在地层上也有明显的变化, 以六景剖面为例, 含大量底栖生物化石的郁江组为一套台地相沉积, 上覆未命名组为一套台盆相或台盆边缘相沉积 (浮游生物骤增, 含大量竹节石、菊石)。在其它剖面上 (图 III 4—III 7) 也有类似的变化。第二次海侵以 BA3 的 *Zdimir* 群落 (六景剖面那叫组上部, 龙门山剖面养马坝组顶部), *Prolazulkinia-Stomatoporoid* 群落 (大乐剖面大乐组丁上岭段) 的出现为标志, 代表 *inversus* 带海退之后的又一次海侵。这次海侵在许多地区形成了大小不等的礁体和附礁腕足动物群落, 但相比之下, 这次海侵的规模较之 *perbonus* 带要小。

inversus 带时期在全区普遍表现为海退, 并引起海平面下降, 相当的地层, 如那叫组中下部、侣塘组及大乐组下部、官桥白云岩 (二塘剖面) 均表现为局限台地相或潟湖相沉积, 这些沉积中化石十分贫乏, 唯龙门山地区因海底地形相对低洼, 沉积了斜坡相地层, 海水相对较深, 但腕足动物的分异度明显降低, 许多层位都不含或少含化石。在较深水的盆地相沉积区, 如广西大新榄圩、隆林含山等地, 相当于 *inversus* 带的层序中出现了 BA4 的 *Sibirispira-Cyrtina* 群落, 成员都是一些个体较小 (5—15mm) 的厚壳型腕足动物, 它们的出现并非偶然, 应视为深水相层序中海水相对变浅的征兆。上述根据腕足类群落识别的海平面升降变化在华南各地都可以普遍见及, 笔者认为这些变化与全球性海平面升降有密切的关系 (详见下文)。

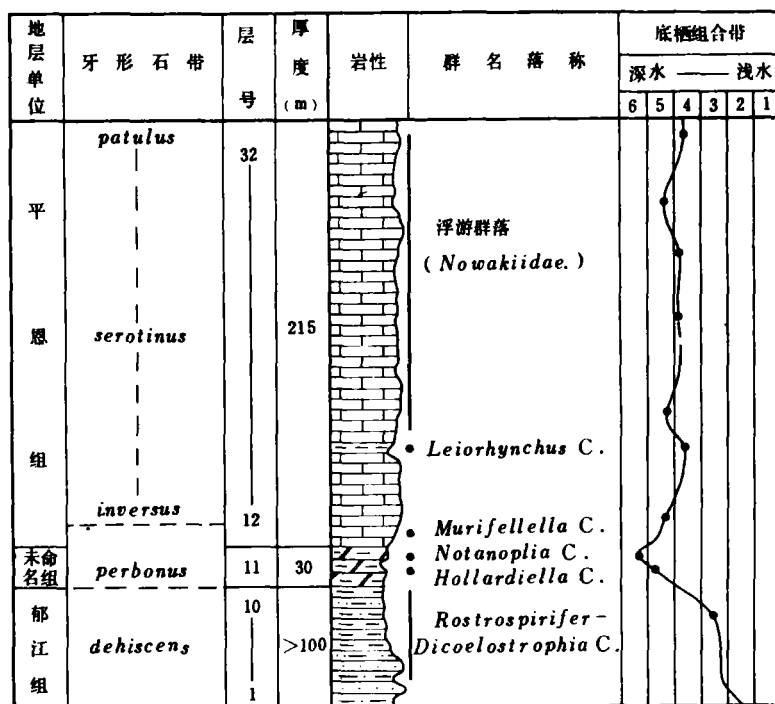


图 3-4 广西德保上敏下泥盆统剖面与海平面变化曲线

Fig. 3-4 Lower Devonian section and curves of sea-level changes in Shangmin, Debao, Guangxi

(七) 海侵、海退与生物绝灭事件

Walliser, O. H. (1985) 曾指出, 在泥盆系内部有 15 次主要事件, 每次事件在生物和岩石两方面都有明显的反映。其中与埃姆斯阶有关的就有三次: 一次是在西根阶 (布拉格阶) 与埃姆斯阶的界线附近; 另外两次则在埃姆斯阶内部, 相当竹节石 *elegans* 带和 *cancellata* 带, 与牙形石带对比, 大体相当于 *inversus* 带的间隔。如前所述, *inversus* 带时期在整个华南都是生物极度贫乏的时期 (如那叫组、侣塘组、大乐组下部, 二台子组下部等), 腕足动物的分异度和生物量都大大降低和减少。在许多剖面上, 腕足类属分异度曲线都表现为低谷 (图 3-8), 相当 *dehiscens* 带和 *perbonus* 带地层中大量的腕足动物均付绝灭, 在广西地区仅少数属, 如 *Acrospirifer*, *Hovellella*, *Atrypa*, *Schizophoria* 等属可上延到新的地层中去, 因此, 总的来说 *inversus* 带的生物事件在各地都有程度不等的、明显的反映, 其中东京石燕动物群的绝灭就是一个绝好的例证 (图 3-9)。从六景剖面来看, 东京石燕动物群的绝灭似乎发生

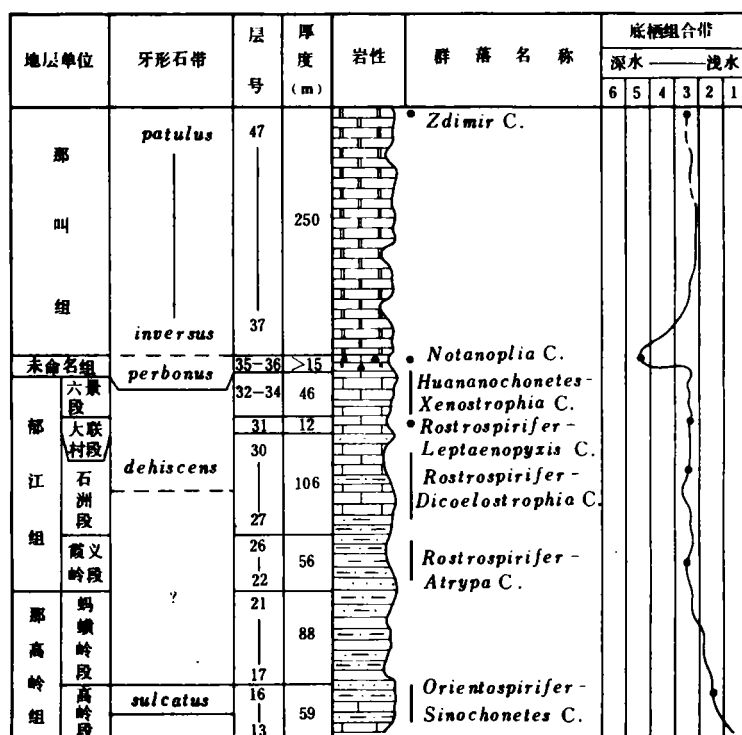


图 III-5 广西六景下泥盆统剖面与海平面变化曲线

Fig. III-5 Lower Devonian section and curves of sea level changes in Liujing, Guangxi

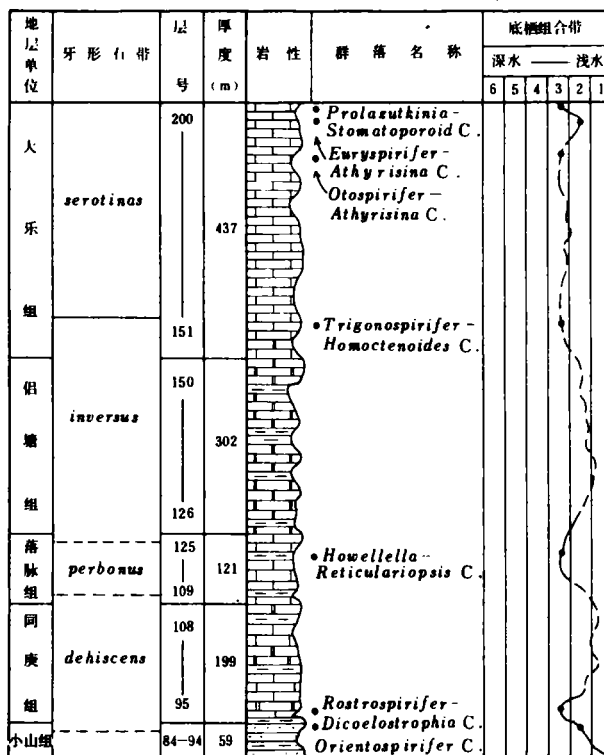


图 III-6 广西象州大乐下泥盆统剖面与海平面变化曲线

Fig. III-6 Lower Devonian section and curves of sea-level changes in Dale, Xiangzhou, Guangxi

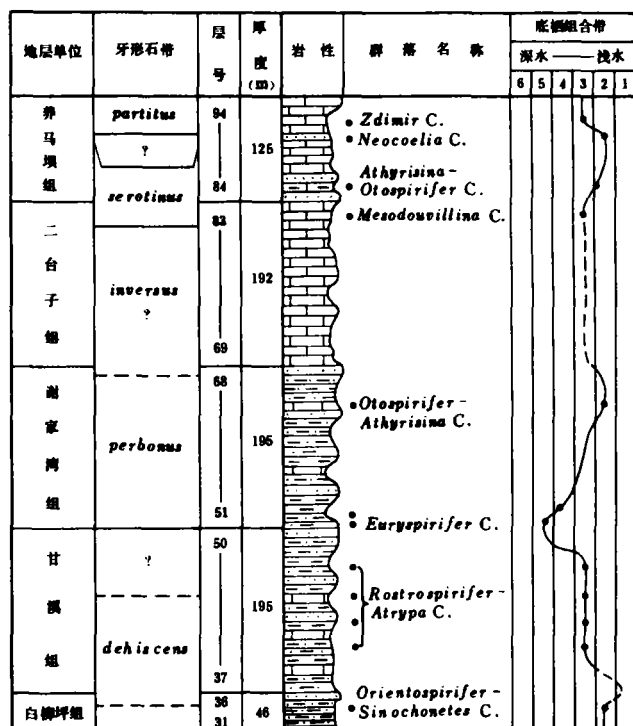


图 7-7 四川龙门山甘溪下泥盆统剖面与海平面变化曲线

Fig. 7-7 Lower Devonian section and curves of sea-level changes in Ganxi, Longmen Mountain area, Sichuan

在郁江组与未命名组（相当新坡组）之间，即 *perbonus* 带/*dehiscens* 带之间。但六景一个剖面的情况并不能代表该动物群的全部延伸范围，因为在亭子大联村剖面，该动物群的许多重要分子，如 *Rostrospirifer*, *Eosophragnophora*, *Deltospirifer*, *Cyrtina*, *Punctatrypa*, *Megastrophoria*, *Houvelletella*, *Uncinulus* 等仍然可以上延到新坡组（相当竹节石 *barrandei* 带或牙形石 *perbonus* 带上部至 *inversus* 带下部（鲜思远，1990）。因此，可以认为东京石燕动物群绝灭的界线是在竹节石 *barrandei* 带上部或大致相当于 *perbonus* 带/*inversus* 带的界线附近。这一事件看来与 Walliser 所指的 *elegans* 带全球事件有密切的关系，而事件的直接原因又与全球海平面下降有关。另外，笔者注意到，在郁江期末（相当 *dehiscens* 带顶部）很可能发生过一次短暂而规模较大的海退，至少有两点证据可以说明：（1）东京石燕动物群中 75% 的属是绝灭于这一界线；（2）郁江组顶部有一层紫红色泥岩、泥灰岩。这套厚度不大的“红色层”在六景—长塘—五合一—南宁亭子一带十分清楚，很可能就是瞬时海退、海平面下降的标志。

（八）结论

1. 与国外相比，华南泥盆纪埃姆斯阶许多腕足动物群落在环境上和层位上具有惊人的相似性和可比性，有些群落，特别是较深水环境中的群落，在国外可以直接找到它们的样板；另一方面，华南埃姆斯阶腕足动物群落具有明显的地方色彩，新建立的许多群落丰富了全球泥盆纪群落的资料。

2. 首次以牙形石带为时间间隔讨论华南埃姆斯阶群落的演化，提高了盆地分析精度。

3. 不同的群落有特定的不同环境，这种固有的保守生态习性与群落中主要成员的形态变化和演化无重大关系，但少数对环境忍耐度高的分子可以见于不同的生境和群落中。

4. 分异度的特征对群落及环境的研究具极高的价值，但低分异度群落又可以出现在

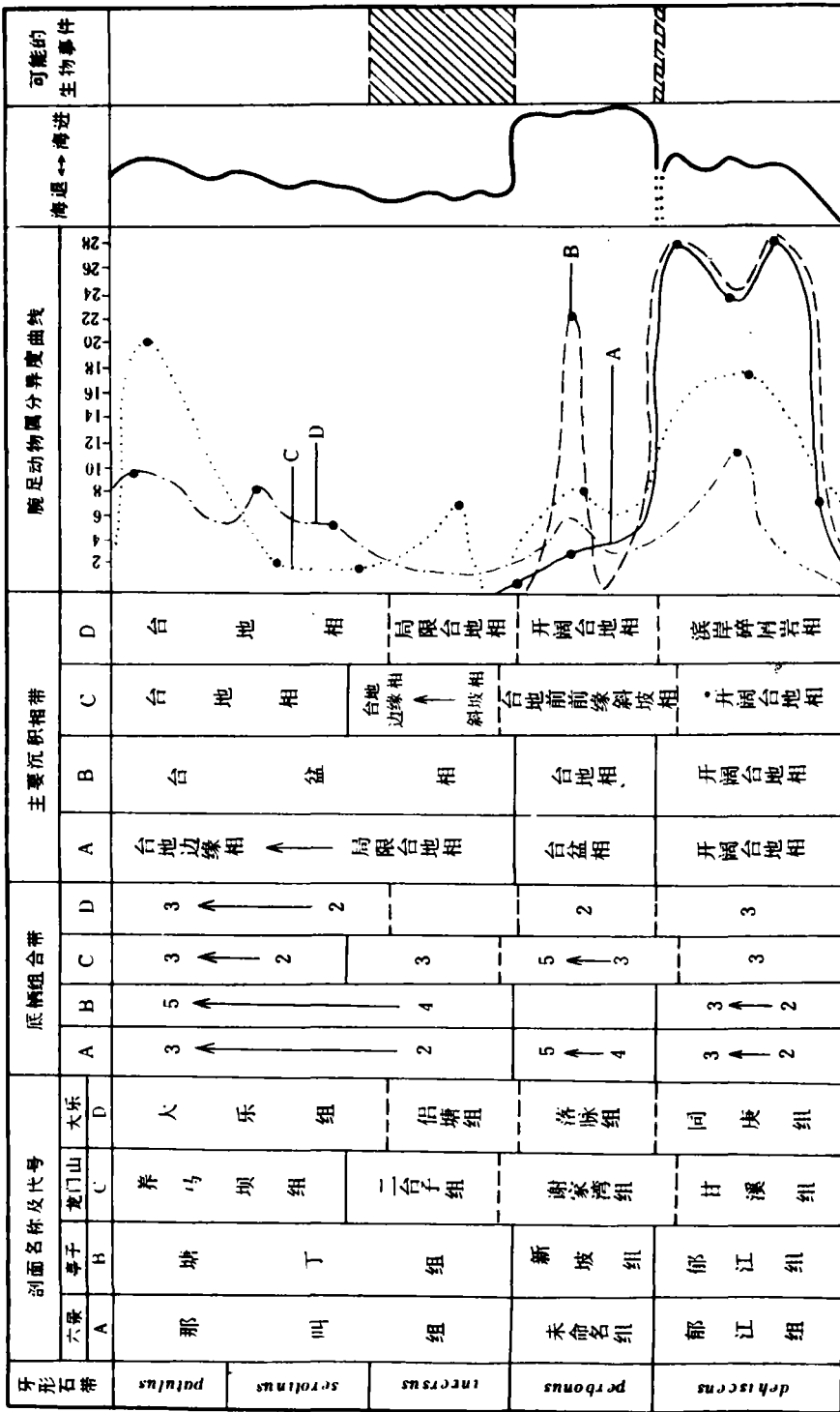


图 8-8 六家等剖面腕足动物属分异度曲线与海进、海退、可能的生物事件关系图
 Fig. 8-8 Relationship between the diversity curves of the genera of brachiopods and transgression, regression and possible biologic events in the Liujiang section etc.

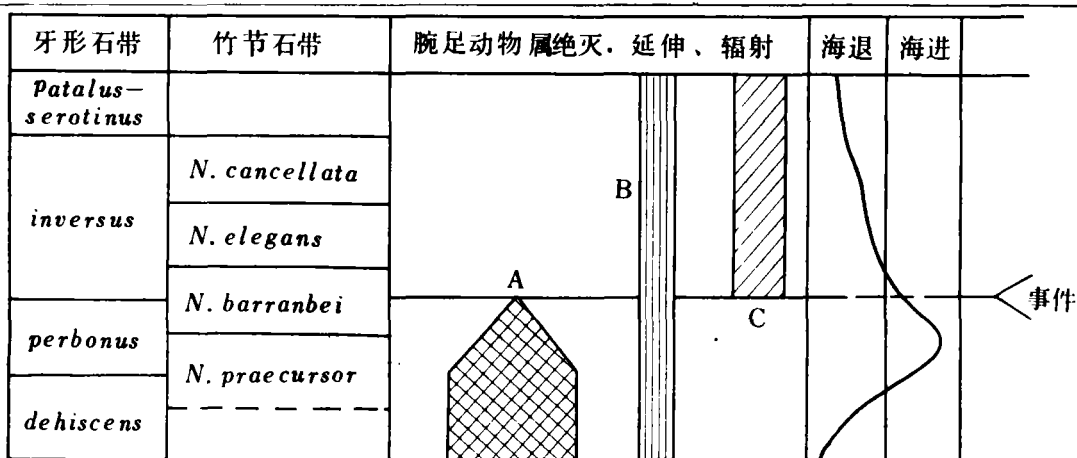


图 9-9 *perbonus* 带/*inversus* 带界线附近绝灭、延伸和新生的主要腕足动物属示意图

A-代表东京石燕动物群的绝灭, 主要的属: *Rostrosperifer*, *Duxelutrophia*, *Eosophragmophora*, *Praetutrypa*, *Leptaenospirifer*, *Xenutrophia*, *Lachmatrypa*, *Levenea*, *Huananxuchonetes*, *Parathyrisina*; B-代表可以上延的属: *Houellella*, *Acrospirifer*, *Parachonetes**, *Elymsospirifer**, *Lunquella** (*据龙门山剖面资料); C-代表新生的属: *Euryospirifer**, *Otospirifer*, *Trigonospirifer*, *Athyrisina* (**据龙门山剖面资料, 见于 *perbonus* 带上部)

Fig. 9-9 Schematic representation of extinct, extended and newly-born main genera of brachiopods near the *perbonus* zone-*inversus* zone boundary

BA1—BA5 的不同环境中, 其环境的判别必须依靠其它参数和特征加以确定。

5. 浮游的 *Noutakia* 群落并非远洋生物, 和其它浮游和游泳的竹节石一样受控于一定的环境、或与各自相当的底栖组合带的深度层。

6. 通过群落分析, 可识别出华南埃姆斯期曾发生过两次较大的海侵 (分别为 *perbonus* 带和 *serotinus* 带—*patulus* 带) 和一次较大的海退 (*inversus* 带), 这次海退导致了东京石燕动物群的绝灭。

(九) 腕足动物群落的特征及描述

Acrospirifer-*Orientospirifer* 群落 (表 3-2)

名称: 本文命名于此。群落十分类似于王钰等 (1987) 的 *Houellella*-*Reticulariopsis* 群落, 但 *Houellella* 已不占优势, 代之而起的是 *Acrospirifer* 和 *Orientospirifer* 两属。分异度也明显下降, 群落成员仅包括 3 个腕足类属 (表 3-8)。

时代: 据牙形石资料 (韩迎建面告) 应属下埃姆斯阶 *perbonus* 带。

成分: 是一个低分异度、高丰度的群落。占优势的属种为 *Acrospirifer*, 其次为 *Orientospirifer*。据陈秀琴 (1983) 研究, 伴生的腕足动物仅 1 个属, 即 *Houellella*, 成分十分单一。围岩性质表明, *Acrospirifer* 可能是一个喜灰泥质基底的腕足动物。其中喜砂泥质的扭月贝类、戟贝类几乎完全缺失。群落中伴生有较多的厚壳类竹节石 (*Dicriococcos*)、介形类、鹦鹉螺类、三叶虫以及少量床板珊瑚 *Favosites* 等。

模式产地: 广西象州大乐侣塘下泥盆统落脉组。

地理分布: 广西象州、鹿寨、荔蒲一带。

生态及沉积环境: 壳体铰合的性质、灰泥质充填以及高丰度、低分异度的特点说明该群落的生境属于近岸浅水较安静的环境, 接近于 BA2 的位置。大量钙质成分的增加、沙泥质成分的减少说明水体已逐渐加深, 较之下伏的 *Orientospirifer* 群落离岸更远。沉积物主要为中—薄层状泥灰岩、生物灰岩, 具水平层理, 反映了比较安静而有底流的环境。由于靠近

滨岸碎屑岩相区,经常受到陆源物质的干扰,海水不清洁。一些能忍受混浊海水或自洁能力较强的底栖生物得以发育,而对海水清洁度要求较高的珊瑚类则非常稀少(据周怀玲)。笔者认为较细的灰泥质基底也是该群落得以发育的一个重要因素。另外,二塘组中含有较多的浮游生物化石(王成源,1979)、竹节石(俞昌民、殷保安,1978)、菊石(贾慧贞、杨德骊,1978),说明二塘组比落脉组沉积时水体要深。综合上述,将 *Acrospirifer-Orientospirifer* 群落归入 BA2,而将 *Houellella-Reticulariopsis* 群落置于 BA2—BA3 的位置是合适的。

表 Ⅲ-8 *Acrospirifer-Orientospirifer* 群落统计表Table Ⅲ-8 Statistics of *Acrospirifer-Orientospirifer* Community

名 称	铰合标本	腹 壳	背 壳	总 数	%
<i>Acrospirifer opiparus</i>	106	340	29	475	67.3
<i>Orientospirifer minor</i>	19	97	55	171	24.2
<i>Houellella secunda</i>	3	38	19	60	8.5
总 数	128	475	103	706	

群落群: Delthyridae

Athyrisina 群落 (Ⅲ-2)

名称: 本文首次提出,部分相当于王钰等(1987)的 *Houellella-Reticulariopsis* 群落。

时代: 早埃姆斯期 *perbonus* 带。

成分: 由单一的 *Athyrisina* 组成。

模式产地及地理分布: 见本文 *Houellella-Reticulariopsis* 群落。

生态及沉积环境: 生境大致与 *Houellella-Reticulariopsis* 群落相似,均属于滨岸透光带的产物,同属 BA2—3。两者成分不同反映了彼此间存在差异。

群落群: Delthyridae

Athyrisinoidea-Parathyrisina 群落 (表 Ⅲ-1)

名称: 本文命名。

时代: 早埃姆斯期 *dehiscens* 带。

成分: 占优势的 *Athyrisinoidea* 富集呈层,依次为 *Parathyrisina*, *Rostrospirifer*, ? *Sinochonetes*, *Orientospirifer* (少量); 共生的双壳类 *Beicluania*, *Ganxiella*, *Eoschizodus* 也十分丰富。

模式产地: 四川龙门山剖面甘溪组 B8 层、B46 层(侯鸿飞、万正权等,1988)。

生态及沉积环境: 土著分子 *Athyrisinoidea*, *Parathyrisina* 和其它腕足类化石分别保存于灰色中层状含泥质泥晶生物屑灰岩和薄层状含钙粉砂质泥岩中,水平层理发育。化石多数为铰合的个体、少量为分离的两壳,是一高丰度、中等分异度的群落,属潮下透光带较浅水、安静环境的产物,与 BA3 的条件大体一致。

群落群: Delthyridae

Buchiola-Reticulariopsis 群落 (表 Ⅲ-5)

名称: 王钰等(1987)命名,本文涵义与其相同。

时代: 晚埃姆斯期至早艾菲尔期,相当竹节石 *Novakia multicostata* 带—*Novakia maureri* 带、牙形石 *serotinus* 带。

模式产地: 广西南丹罗富下泥盆统纳标组中上部。

地理分布: 广西南丹罗富、贵州麻尾、紫云火烘、望谟桑朗一带。

成分: 富含双壳类 *Buchiola* 及少量小型薄壳腕足类: *Plectodonta*, *Costanoplia*, *Parustanoplia*。

Loufsuia, *Paraplicanopia*, *Tangxiangia*, *Nabiaioia*; 大量竹节石: *Nowakia*, *Viriatellina*, *Costulatostyliolina*, *Styliolina*, *Metastyliolina*; 菊石: *Pinacites*, *Anarcestes*; 三叶虫: *Cyphaspides* (许汉奎, 1977、1979; 鲜思远, 1980; 阮亦萍, 1979)。

生态及沉积环境: 野外观察表明这些小型薄壳的腕足动物均以两壳分离的形式散布于层面上。大套的黑色泥岩具水平层理, 岩石颗粒很细, 见有黄铁矿星点分布, 应属贫氧环境的沉积物。此外, 大量的浮游生物化石有珠胚节石、菊石、介形虫等, 三叶虫有时富集呈层。该群落的生境与本文 *Plectodonta-Reticulariopsis* 群落、欧洲东南部的 d'Ossa-Morena 腕足动物群 (Racheboef and Robardet, 1968) 以及澳大利亚东部的 *Maocristrophia* 群落非常相似, 底栖组合带应为 BA4—5。

群落群: *Plectodonta-notanopliid*

Coral-Rostrospifer 群落 (表 III-1)

名称: 本文命名于此。

时代: 相当于牙形石 *dehiscens* 带上部。

成分: 主要由造礁及复体皱纹珊瑚 *Xystrophylloides* 和床珊瑚组成。附生的腕足动物是一些个体中等的 *Rostrospifer* 和少量 *Atrypa*。共生的还有少量腹足类、双壳类、三叶虫等。

模式产地: 广西贵县蒙公下泥盆统郁江组。

地理分布: 目前仅见于大瑶山西南侧。

生态及沉积环境: 岩石由深灰色中一厚层状珊瑚灰岩和灰岩组成。珊瑚呈圆丘状、馒头状、扇状和圆饼状。周怀玲 (1988) 认为这种珊瑚层反映了浑浊水较局限的环境。腕足类属种单调, 主要以石燕类为主, 其生态位相当 BA3, 属急流环境的产物。

群落群: 未确定。

Deltospirifer 群落 (表 III-1)

名称: 本文首次提出。

时代: 含牙形石 *dehiscens* 以及上覆地层含菊石 *Anetoceras*, *Erbenoceras*, 珠胚节石 *Nowakia praecursor*, 相当牙形石 *dehiscens* 带。

成分: 由单一的 *Deltospirifer* 组成。

模式产地: 广西靖西三叉河剖面下泥盆统三叉河组。

地理分布: 广西西部。

生态及沉积环境: 丰富的 *Deltospirifer* 呈层富集于厚 2m 的灰黑色中一薄层状泥晶灰岩中, 都是属于原地埋藏的较合的完整标本, 未见其它化石共生, 是一典型低分异度、高丰度的群落。反映了较深安静水、比较局限的环境。根据下伏郁江组群落 (BA3) 和上覆平恩组群落 (BA4—5) 推测, 其底栖组合带应为 BA4。

群落群: *Delthyridae*

Euryspirifer-Athyrisina 群落 (表 III-4)

名称: 与侯鸿飞、鲜思远 (1975) 的同名组合带一致, 与王钰等 (1987) 的 *Euryspirifer-Kurungia* 群落部分相当。

时代: 晚埃姆斯期 *serotinus* 带。

成分: *Euryspirifer*, *Athyrisina* 在群落中占优势地位, 其次为 *Alatiformia*, *Houillia*, *Atrypa*, *Nadistrophus* 等、属于低—中等分异度的群落。

模式产地：广西象州大乐下泥盆统丁山岭段。

地理分布：广西中部地区、黔南，四川龙门山区（出现层位比黔、桂两省区要低），相当于 *perbonus* 带（熊剑飞，1983）。

生态及沉积环境：*Euryspirifer* 地理分布广泛，在欧洲见于捷克和斯洛伐克的波西米亚（Havlicek, 1957），西班牙北部的 Cantabrian Cordillera 山区（Wallace, 1972）。主要产于灰岩及页岩中，如西班牙区的 Santa Lusia 灰岩的上部和 La Vid 页岩的上部。国内广泛见于广西大乐组丁山岭段的灰岩、四排组的泥岩中；贵州见于舒家坪组的粉砂岩中；云南东北部昭通一奕良一带边箐沟组的泥岩和泥灰岩中。Wallace (1973) 和 Boucot (1975) 根据壳体铰合以及基质为页岩的性质将西班牙的 *Euryspirifer* 群落置较深水安静环境的 BA4—5。华南的 *Euryspirifer* 群落则主要生活在内陆棚较浅水的区域，较安静水、混浊水以及水动力较强的环境中都有可能存在。生态位为 BA2—3。

群落群：Delthyridae

Glyptospirifer- "Xenostrophia" 群落（表 III-2）

名称：本文命名于此。

时代：根据地层层序和大化石对比，大体相当郁江组和四排组之间的层位（鲜思远、周希云，1978），可对比为牙形石 *perbonus* 带。

成分：为一低分异度、高丰度的群落。成分中除占优势的 *Glyptospirifer*, "Xenostrophia" 之外，仅有少量 *Acrospirifer*（表 III-9）。与其共生的有大量双壳类 *Ganxiella* 等。

表 III-9 *Glyptospirifer*- "Xenostrophia" 群落统计表

Table III-9 Statistics of *Glyptospirifer*- "Xenostrophia" Community

名 称	铰合标本	腹 壳	背 壳	%
<i>Glyptospirifer</i>	581	/	/	75.3
"Xenostrophia"	156	/	/	20.2
<i>Acrospirifer</i>	35			4.5
<i>Bivalvia</i>	大量			

模式产地：广西隆林德峨下泥盆统“坡脚组”。

地理分布：目前仅发现于广西隆林地区的德峨新寨、小德峨、岩茶、扁牙、蛇场。

生态及沉积环境：*Glyptospirifer*, "Xenostrophia" 产于粉砂质泥岩、泥质粉砂岩中，化石富集呈层，都是完整的铰合个体。岩石中未见交错层理、板状层理等滨岸环境的沉积标志，从分异度和丰富度推断应属 BA2 的产物。

群落群：Delthyridae

Guixiella-Leiorhynchus 群落（表 III-3）

名称：相当于鲜思远（1987）的 *Guixiella* 群落。

时代：广西隆林含山下泥盆统平恩组中上部，同层含大量 *Nouvakia elegans*，可定为竹节石 *Nouvakia elegans* 带（鲜思远，1980、1987），相当牙形石 *inversus* 带下部。

成分：群落中 *Guixiella* 占绝对优势（57.7%），其次为 *Prokopia*，约占 21.8%，*Leiorhynchus* 和未确定属种者占 20.5%，是低分异度，中等丰度的群落（表 III-10）。共生的化石中有大量珠胚节石 *Nouvakia*, *Metastylolina*, *Stylolina* 以及少量三叶虫。

模式产地：广西隆林含山。

地理分布：广西西部、云南东南部。

表 III-10 *Guixiella-Leiorhynchus* 群落统计表Table III-10 Statistics of *Guixiella-Leiorhynchus* Community

名 称	分离标本	铰合标本	%
<i>Guixiella lamellosa</i>	45	/	57.7
<i>Protopia</i> of <i>Pygmaea</i>	17	/	21.8
<i>Leiorhynchus</i> sp.	16	/	20.5

生态及沉积环境：这些小型薄壳的腕足类化石几乎全部为两壳分离的标本，分散埋藏于厚度不及 10cm 的黑色、灰黑色泥岩中，颗粒极细，风化后呈黄色、灰黄色，不见任何风浪的痕迹。推测一般属较安静的环境，分离壳体的存在说明有底流活动。该群落生境位为 BA4—5。

群落群：*Plectodonta*-*notanopliids*

Hollardiella 群落 (表 III-2)

名称：本文首次描述。

时代：埃姆斯早期，相当竹节石 *N. praecursor* 带或牙形石 *dehiscens-perbonus* 带。

成分：主要由 *Hollardiella* 组成，伴生化石有少量“*Chonetes*”和大量珠胚节石 *Styliolina*。

模式产地：广西德保上敏。

地理分布：广西西部早泥盆世硅质岩相带。

生态及沉积环境：*Hollardiella* 是 *Notanopliidae* 科的成员，过去仅报道于摩洛哥前撒哈拉地区 (Drot, 1966)。在德保上敏一带产于硅质泥岩中，分布稀疏，均为完整的铰合个体。近年来，类似腕足动物群曾报道于 Iberique 半岛东南部的 d'ossa-Morenea 带中 (Racheboul & Robardet, 1986)，时代为洛霍柯夫阶一下埃姆斯阶。尽管上述三个产地相距遥远，但它们之间却有密切的亲缘关系和相似的生境位 (BA4—5)。值得注意的是，中国广西发现的 *Hollardiella* 群落分异度很低，而国外发现的两个动物群 (或群落) 其分异度相当高 (见表 III-11)。广西群落的分异度如此之低，表明其环境是十分局限的。

表 III-11 广西德保上敏与 Iberique 半岛 *Hollardiella* 群落对比表Table III-11 Comparison of *Hollardiella* Community from Shangmin, Debao, Guangxi and from Iberique Peninsula

广西德保上敏 (本文)	Iberique (Racheboul, P. and Robardet, M., 1986)
<i>Hollardiella</i> “ <i>Chonetes</i> ”	<i>Hollardiella</i> <i>Isurthis</i> (<i>Protocortezurthis</i>) <i>Plectodonta</i> (<i>Dale jolicous</i>) <i>Ctenochonetes</i> <i>Andalucinetes</i> Pentamerid <i>Eucharitina</i> <i>Lasaterypa</i> <i>Hysterolites</i> <i>Megasteris</i>

群落群：*Plectodonta*-*notanopliids*。

Howellella-Reticulariopsis 群落 (表 III-2)

名称：该群落由王钰等 (1987) 命名。

时代：早埃姆斯期 *perbonus* 带。

成分：王钰等 (1987) 的 *Howellella-Reticulariopsis*，系指产自武宣二塘二塘组泥灰岩中的腕足类动物群。主要成分为 *Howellella* 和 *Reticulariopsis* (表 III-12、13)。

笔者注意到,二塘组的腕足动物实际上可能包括两个不同的群落:下段以 *Athyrisina*, *Parathyrisina* 为特征,可称为 *Athyrisina* 群落;上段以 *Howellella*, *Reticulariopsis* 占优势,可称为 *Howellella-Reticulariopsis* 群落。

表 Ⅲ-12 *Howellella-Reticulariopsis* 群落统计表 (据陈秀琴, 1983)

Table Ⅲ-12 Statistics of *Howellella-Reticulariopsis* Community

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	总数	%
<i>Howellella</i>	102	103	47	252	53.9
<i>Reticulariopsis</i>	122	63	13	189	42.3
<i>Orientalospirifer</i>	18	?	?	18	3.8
总 数	242	166	60	468	

表 Ⅲ-13 *Athyrisina* 群落统计表 (据陈秀琴, 1983)

Table Ⅲ-13 Statistics of *Athyrisina* Community

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	总数	%
<i>Athyrisina</i>	206	90	?	296	54.3
<i>Parathyrisina</i>	1	/	/	1	6.2
<i>Athyris</i>	24	/	/	24	4.4
<i>Areostrophia</i>	1	/	/	1	0.2
<i>Katania</i>	22	/	/	22	4
<i>Devonochonetes</i>	/	19	?	19	3.5
<i>Howellella</i>	1	/	/	1	0.2
<i>Orientalospirifer</i>	15	90	76	181	33.2
总 数	270	199	76	545	

模式产地: 广西武宣二塘。

地理分布: 广西中部地区。

生态及沉积环境: 王钰等 (1987) 指出, 岩石学特征和许多铰合标本的情况表明了相当安静的环境。化石散布以及低的居群密度展示了对底栖动物十分不利的局限条件。没有见到薄的纹层和层理说明不大可能是低氧的环境。从岩石学和古地理位置分析, 生境极大可能属于 BA2—3。

群落群: *Delthyridae*。

Huananochonetes-Xenostrophia 群落 (表 Ⅲ-1)

名称: 由王钰等 (1986) 命名。

时代: 早埃姆斯期 *deliscens* 带上部。

成分: 王钰等 (1986) 分析了 4 个大样, 统计结果表明 *Huananochonetes*, *Xenostrophia* 作为优势属无疑是可信的。他们发现用不同方式获得的样品其统计结果不尽相同, 挖深到 15cm 之下所得样品与手捡的样品相比, 前者所获得的小标本百分比更高。该群落分异度和丰富度都极高。新的研究表明属的数目有增无减, 达 26 属之多, 计有: *Huananochonetes* (47—62%), *Xenostrophia*, *Kransia*, *Levenea*, *Eosophragmophoria*, *Rostrosperifer*, *Luanquella*, *Parachonetes*, *Dicoelostrophia*, *Cynostrophia*, *Leptaenopyxis*, *Schizophoria*, *Eoschuchertella*, *Latonatoechia*, *Lichnatrypa*, *Punctatrypa*, *Howellella*, *Glyptosperifer*, *Dellosperifer*, *Cyrtina*, *Parathyrisina*, *Athyris*, *Atrypa*, *Barbaolhyris*, *Gypidula*, *Leptagmia*

等 (侯鸿飞、鲜思远, 1975; 王钰、戎嘉余, 1986)。

模式产地: 广西横县六景。

地理分布: 广西中南部、西部, 云南东南部, 四川龙门山, 越南北部。

生态及沉积环境: 王钰等 (1987) 根据腕足类化石通常铰合的性质和泥质充填表明是安静环境的产物, 高的分异度、缺失 BA4 以及较深水的壳体、许多大个体的种与 BA3 一致, 而非 BA4 的环境, 认为该群落的生态位置属 BA3。笔者注意到, 本群落与郁江组的其它群落相比有明显的差异, 不仅分异度和丰富度要高, 而且小个体的属种在群落中占有相当高的比例, 如 *Eosophragnophoria* 11%、*Huananchoetes* 18%、*Kransia* 17% (王钰等, 1987, 表 10)。这显然与水体深度增加有关, 一般来说, 水体越深, 个体越小。另外越来越多的浮游生物 (珠胚节石、牙形石) 加入也说明这一点。围岩主要为含生物泥质灰岩, 泥灰岩, 具透镜状层理, 局部含硅质结核, 十分接近潮下半局限盆地的沉积环境 (周怀玲, 1987)。由于测深问题十分复杂和困难, 目前很难确定郁江组各个群落所显示的绝对深度。我们同意王钰等 (1986) 的意见, 将其置于 BA3 下部的位罝。

群落群: Delthyridae。

“*Leiorhynchus*”群落 (表 III-3)

名称: 这类高丰度、低分异度的 leiorhynchiids 群落的概念早已在文献中引证 (Savarese et al., 1986; 王钰、Boucot 等, 1987)。

时代: 王钰等 (1987) 列举的都是晚泥盆世弗拉斯期的例子。本文所指 “*Leiorhynchus*” 群落发现于晚埃姆斯晚期, 大体相当竹节石 *N. cancellata* 带—*N. richteri* 带。

成分: 由单一的 “*Leiorhynchus*” 组成。

模式产地: 广西德保上敏。

地理分布: 除 Malvinokaffric 域之外, 广泛分布于全球泥盆纪地层中。

生态及沉积环境: 清一色的 “*Leiorhynchus*” 标本密布于大套泥晶灰岩内, 厚约 20cm 的钙质泥岩夹层中, 排列无定向性, 两壳铰合, 多受挤压, 壳体扁平。未见其它门类化石伴生, 顶底板都是含珠胚节石的生物灰岩和泥晶灰岩, 推测该群落应属斜坡带较深—安静水环境的产物, 生物为 BA4—5。

群落群: 未指定。

Leptathyris-Spinatrypina 群落 (表 III-2)

名称: 该群落曾被命名为 *Vagrana-Leptathyris* 群落 (王钰等, 1987)。本文根据更精确的统计重新命名为 *Leptathyris-Spinatrypina* 群落。

时代: 早泥盆世 *perbonus* 带。大量发育竹节石 *Nowakia barrandei*; 菊石 *Anetoceras*, *Erbenoceras*, *Tiechlerceras*。

成分: 王钰等 (1979) 仅根据一个小的样品确定其优势属为 *Vagrana* 和 *Leptathyris*。笔者根据 1975—1987 年间四次采集的样品作了更精确的统计, 重新确定其优势属为 *Spinatrypina* *Leptathyris*。共生的腕足类化石相当丰富 (表 III-14), 是一个高分异度、高丰度的群落。其他门类的化石包括浮游的竹节石 *Nowakia*, *Viriatellina*, *Styliolina*; 菊石 *Anetoceras*, *Erbenoceras*, *Tiechlerceras*; 牙形石 *Polygnathus perbonus*; 未研究的海百合茎及颞部、球状床板珊瑚、皱纹珊瑚等。

模式产地: 广西南宁新坡。

地理分布: 目前仅见于广西南宁亭子新坡, 类似的群落见于加拿大极区。

表 III-14 *Leptathyris-Spinatrypina* 群落统计表
Table III-14 Statistics of *Leptathyris-Spinatrypina* Community

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	总数	%
<i>Leptathyris planiconveza</i>	244	11	3	258	43
<i>Spinatrypina rotunda</i>	32	/	/	32	5.3
<i>Variatrypa leuicostata</i>	16	/	/	16	2.7
<i>leiorhynchids</i>	24	2	/	26	4.3
<i>Vogania circularia</i>	18	2	/	20	3.3
<i>V. fasciata</i>	12	/	/	12	2
<i>Zdimir sp.</i>	/	16	/	16	2.7
<i>Uvulites tanglingia</i>	12	/	/	12	2
<i>rhynchonellids</i>	14	/	/	14	2.3
<i>Carinata (B.) nanuigenia</i>	11	/	/	11	1.8
<i>C. (C.) multicoata</i>	8	/	/	8	1.3
<i>C. (C.) subcircularia</i>	16	/	/	16	2.7
<i>Rosophragmophoria sinensis</i>	7	/	/	7	1.2
<i>Hauviciatrypa hauviciensis</i>	7	/	/	7	1.2
<i>Cyrtia parvicostata</i>	8	/	/	8	1.3
<i>Delthyris braueriana</i>	6	/	/	6	1
<i>Uvulella parvula</i>	4	/	/	4	0.7
<i>Proatrypa bellula</i>	5	/	/	5	0.8
<i>Spinatrypa elliptica</i>	24	/	/	24	4
<i>S. tangziensis</i>	12	/	/	12	2
<i>Retinotrypa guangxiensis</i>	20	/	/	20	3.3
<i>Desquamaria subrectangulata</i>	6	/	/	6	1
<i>Werneckella ? sp.</i>	5	/	/	5	0.8
<i>Laureumonia ? alingna</i>	7	/	/	7	1.2
<i>Pentamerella acuminata</i>	4	/	/	4	0.7
<i>Rostrospirifer sp.</i>	4	/	/	4	0.7
<i>Gypida sp.</i>	6	/	/	6	1
<i>Megastrophia semispheroides</i>	2	/	/	2	0.3
Gen. et sp. indet	32	/	/	32	5.4

生态及沉积环境：大量铰合的壳体产于火山喷发的硅质凝灰岩和凝灰岩中。极高的分异度和较高的丰度以及大量共生的竹节石、菊石表明该群落的特定环境可能代表外陆棚安静条件、较深水的位置，其生态位为 BA4—5。火山活动过去在华南区很少报道，南宁亭子一带火山碎屑岩及其生物群的发现对解释新坡组的沉积环境具有重要意义。

从古地理位置看，我们的群落分布局限于南丹相与象州相界线附近并靠近深水一侧的南丹相沉积区内，推测群落赖以生存的栖息场所是发育在受控于海岸线的一些零星的礁丘中。围岩中凝灰岩的存在说明钦州海槽边缘曾有强烈的火山活动。综上所述，笔者认为该群落的生境有可能为 BA4—5，而不是 BA3。

群落群：Delthyridae。

Lingula 群落 (表 III-1)

命名：首先由 Ziegler (1965) 命名。

时代：化石产自那高岭组霞义岭段上部，根据上覆郁江组石州段及下伏那高岭组蚂蝗岭段的时代，大体相当早埃姆斯期 *dehiscens* 带 (下部)。

成分：由单一、分散的 *Lingula* 组成。其他化石有少量双壳类 *Mytila*, *Zdmonia*, *Eoschiuodus*

以及内生和半内生动物钻孔。

模式产地：广西六景蚂蝗岭新水渠。

地理分布：广西六景、伶俐、五合至亭子一带。推测广西大明山、大瑶山周缘均有分布。另四川龙门山平驿铺群中也有产出。

生态及沉积环境：笔者沿蚂蝗岭新水渠观察表明，该群落在层位上介于那高岭组 *Orientospirifer-Sinichonetes* 群落与郁江组石州段 *Rostrospirifer-Dicoelostrophoia* 群落之间，其岩性为一套褐黄色、灰绿色中层状泥质粉砂岩、粉砂质泥岩，厚度大于 50m。分两种情况产出：一种为无定向散布于岩层面之上，少数紧密叠置，是水动力较弱条件下、稍经水流搬运的结果；第二种属原地埋藏，*Lingula* 多以一定角度与层面斜交，少数垂直于层面，伴生的有双壳类和内生、半内生动物（也许就是 *Lingula* 本身）活动留下的钻孔。*Lingula* 群落的生境属 BA1。

群落群：未指定。

Miohuangthyris (M. S.) - *Latanotoechia* 群落 (表 III-1)

名称：该群落是本文以土著属种和优势属种联合命名的群落单位。

时代：地层中没有找到牙形石，根据层序和大化石对比，应相当郁江组上部或者牙形石 *dehiscens* 带上部。

成分：该群落的成分没有作精确的分析统计，根据笔者 1971、1974、1982 年三次采集的样品初步统计有以下腕足类属（按个体数目多寡及先后顺序）*Houellella*, *Rostrospirifer*, *Latanotoechia*, *Deltospirifer*, *Miohuangthyris* (gen. nov.) (M. S.), *Allyris*, *Elymospirifer*；共生的其他化石有珊瑚 *Favosites*, *Thaenopora*；双壳类 *Newellipecten*, *Ptychopteria*, *Paracyclus* 等。是一个中等分异度、高丰度的群落。*Miohuangthyris* (M. S.) 是一个无窗贝腕足类新属，它的出现给群落增添了土著色彩。

模式产地：广西象州妙皇。

地理分布：不详，推测主要分布于大瑶山西侧。

生态及沉积环境：完美的化石产自郁江组力马段（刘金荣，1978）的深灰色薄层状生物碎屑灰岩、疙瘩状泥灰岩中，未见分离的壳体。属潮下半局限安静环境，与 BA2—3 的生境位大体一致。

群落群：Delthyridae。

Muriferella 群落 (表 III-1)

名称：本文命名于此。

时代：共生组合中产有大量 *Nouakia praecursor*，可对比为牙形石 *dehiscens* 带上部。

成分：由单一的 *Muriferella* 组成，共生的化石多为浮游的珠胚节石 *Nouakia praecursor*, *Metastyliolina*, *Styliolina*。

模式产地：广西德保上敏。

地理分布：广西西部南丹型泥盆系灰岩相带分布区。

生态及沉积环境：*Muriferella* 都是一些较合的壳体，疏散保存于灰黑色中一薄层状生物泥晶灰岩中，属斜坡相带环境，与 BA4—5 生境一致，为较深静水、低氧环境产物。

群落群：*Plectodonta*-*notanopliids*。

Neocoelia 群落 (表 III-5)

名称：本文命名于此。

时代: 含化石 *Neocoelia* 的地层属于牙形石 *patulus* 带。

成分: 由 *Neocoelia* 组成的低分异度、高丰度的群落。

模式产地: 四川龙门山甘溪-沙窝子剖面 B91 层。

地理分布: 四川龙门山区。

生态及沉积环境: 呈介壳层分别产于厚 10—15cm 的灰黑色薄层状粉砂岩、泥晶生物屑灰岩中, 水平层理发育。壳体保存较完好, 多数铰合, 少数分离, 反映了波浪作用较小的水动物条件。沉积相被解释为浅水陆棚环境 (唐德章, 1988; 侯鸿飞等, 1988)。生境位暂置于 BA2。

群落群: *Leptocoelidae*。

***Orientospirifer* 群落 (表 III-1)**

名称: 本文命名于此。王钰等 (1987) 曾将发育于那高岭组类似的群落称为 *Orientospirifer-Sinochonetes* 群落。

时代: *dehiscens* 带—*perbonus* 带。

成分: 由清一色的 *Orientospirifer* 组成, 偶见 *Houellevella*。共生的其它化石有双壳类和厚壳型竹节石, 是一个典型的高丰度、低分异度的群落, 底栖组合带相当 BA2。成分单一的特点可将其与产自那高岭组的 *Orientospirifer-Sinochonetes* 群落区分开来。后者除占优势的 *Orientospirifer* 外, 还有大量的 *Protathyris*, *Sinochonetes*, *Kwangsihynchus*, *Aseptulum* 等 (侯鸿飞、鲜思远, 1975; 王钰等, 1987)。

模式产地: 广西象州妙皇。

地理分布: 广西大瑶山西侧。

生态及沉积环境: 化石主要富集于粉砂质泥岩和泥岩中, 在妙皇郁江组那宜段泥灰岩中也呈层富集。在上述岩层中水平层理发育, 具生物搅动和生物钻孔构造, 化石保存较好, 多为铰合个体, 反映了滨岸浅海局限的安静环境。*Orientospirifer* 很可能是喜泥质或砂泥质基底的腕足动物, 如妙皇上伦段白云岩层间的泥岩夹层、那宜段中部 106m 厚的页岩层以及大乐同庚组近 200m 厚的地层中均富含 *Orientospirifer uangi* (Hou)。从群落高丰度、低分异度的特点来看, 其生境位无疑为 BA2。

群落群: *Delthyridae*。

***Orbiculoidea* 群落 (表 III-3)**

名称: 本文命名于此。

时代: 奥陶纪一二叠纪。本文材料取自广西隆林含山下泥盆统平恩组中部。含大量竹节石 *Nowakia cancellata*, 可对比为牙形石 *inversus* 带。

成分: 属低分异度, 成分单一的群落。除优势属 *Orbiculoidea* 外, 见有 *Barroisella*? sp.。共生的其它化石主要为浮游的珠胚节石 *Nowakia*, *Metastylolina*, *Stylolina* 和少量三叶虫。

模式产地: 产西隆林含山。

地理分布: 广布全球, 在华南泥盆纪地层中也十分发育。已经报道的有广西南丹罗富纳标组 (许汉奎, 1979), 云南西部下泥盆统向阳寺组土瓜段 (Jahnk et Shi yan, 1989)。在马来西亚东北部也见有 *Orbiculoidea* 与大量竹节石 *Nowakia acuarria* (Richter), *Metastylolina* 共生 (Hamada, 1969)。由该属组成的群落近来在广西大乐剖面浅水沉积中也陆续发现。

生态及沉积环境: *Orbiculoidea* 是个体小、薄壳、形态扁圆的腕足动物, 从目前已知的许

多产地和层位得知, 多见于深水沉积的黑色泥岩中, 与其共生的都是浮游的竹节石、菊石、三叶虫等。*Orbiculoides* 和 *Lingula* 都是舌形贝目的分子, 但两者的分泌习性却截然不同。新的资料表明, *Orbiculoides* 在浅水环境中也陆续被发现, 如广西大乐剖面同庚组, 说明 *Orbiculoides* 是一个生境范围极宽的腕足动物。

群落群: 未指定。

Otospirifer-Athyrisina 群落 (表 III-4)

名称: 相当于侯鸿飞、鲜思远 (1975) 的同名组合带及王钰等 (1987) 的 *Rostrospirifer-Athyrisina* 群落。

时代: 晚埃姆斯期 *serotinus* 带。

成分: 属中等分异度、高丰度的底栖群落。优势属 *Otospirifer*, *Athyrisina* 占有很高的百分比。两个深挖 1m 左右的大样统计结果见表 III-15 和表 III-16。

表 III-15 *Otospirifer-Athyrisina* 群落统计表 (样品 A)

Table III-15 Statistics of *Otospirifer-Athyrisina* Community (Samples A)

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	总数	%
<i>Otospirifer daleensis</i>	362	6	/	368	53.7
<i>Otospirifer shapensis</i>	157	/	/	157	22.9
<i>Athyrisina squamose</i>	148	/	/	148	21.6
" <i>Indospirifer</i> " <i>quadruplicatus</i>	12	/	/	12	1.8
总 数	679	6	/	685	

表 III-16 *Otospirifer-Athyrisina* 群落统计表 (样品 B)

Table III-16 Statistics of *Otospirifer-Athyrisina* Community (Samples B)

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	总数	%
<i>Otospirifer daleensis</i>	270	/	/	270	56.6
<i>Otospirifer shapensis</i>	143	/	/	143	29.9
<i>Athyrisina squamose</i>	63	/	/	63	13.2
" <i>Nalinostrophia</i> " sp.	/	1	/	1	0.2
<i>Pharyspirifer</i> sp.	/	1	/	1	0.2
总 数	476	2	/	478	

模式产地: 广西象州大乐叨咽村附近。

地理分布: 广西中部、贵州南部。

生态及沉积环境: *Otospirifer* 和 *Athyrisina* 主要保存于泥晶灰岩及生物泥晶灰岩中, 基本上都是一些铰合的个体。共生的有较多半球状的 *Favosites*, *Mesofavosites*, 枝状的 *Syringopora*, 少量 *Cystiphyllodes*, *Strotophyllum*, *Holmophylloides*, *Pseudomicroplasma*, *Cystohexagonaria*。叨咽段中上部出现的 *Otospirifer-Athyrisina* 群落丰度极高, 有的层位当基质淋滤后余下几乎全部为腕足类壳体, 堆积达 40cm 厚。本文所指的 *Otospirifer-Athyrisina* 堆积层推测是在安静、局限、沉积物相对贫乏的环境中腕足动物不断繁殖、死亡、堆积、埋藏的结果。*Otospirifer* 的地质历程极短、大有昙花一现之势, 其演化、死亡的速率显然比其它腕足类要快。该群落的底栖组合带应为 BA3。

群落群: *Delthyridae*。

Planodouvilleina-Malurostrophia 群落 (表 III-2)

名称: 本文命名于此。

时代: 该群落出现于 *Glyptospirifer-Xenostrophia* 群落之上, 与 *Glyptospirifer-Xenostrophia*

群落应同属 *perbonus* 带。

成分：为低—中等分异度的群落，丰富度极高、占优势的成分主要为形态扁平的扭月贝 *Planodouvillina*, *Malurostrophia*, 其次为 *Glyptospirifer*, *Rostrosipirifer* (表 III-17)。与 *Glyptospirifer*-“*Xenostrophia*”群落相比, *Glyptospirifer* 的数量急骤减少, 同时缺失大量的双壳动物化石。

表 III-17 *Planodouvillina*-*Malurostrophia* 群落统计表

Table III-17 Statistics of *Planodouvillina*-*Malurostrophia* Community

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	总数	%
<i>Planodouvillina</i>	212	85	/	297	47.4
<i>Malurostrophia</i>	154	75	/	229	36.6
<i>Glyptospirifer cyrtusiformis</i>	60	/	/	60	9.6
<i>Rostrosipirifer cf. ordianus</i>	40	/	/	40	6.4
总 数	466	160	/	626	

模式产地：广西隆林德峨。

地理分布：广西隆林一带，主要见于小德峨、新寨、岩茶、隆或、偏牙等地。

生态及沉积环境：该群落的丰度、分异度尽管与 *Glyptospirifer*-“*Xenostrophia*”群落十分相似, 但优势分子的名称不同, 样品中含有较多分离的壳体, 双壳类化石大量减少。这两个群落之间存在密切的演化、演替关系。在剖面上可清楚的观察到“*Xenostrophia*”大量消失的界面大致上就是 *Planodouvillina*, *Malurostrophia* 大量出现的界面, 属正常含氧带、具底流环境的产物。生境位为 BA2—3。

群落群：Delthyridae。

Plectodonta-*Cryptatrypa* 群落 (表 III-4)

名称：相当于王钰等 (1987) 的 *Plectodonta*-*Reticulariopsis* 群落, Jahnke 和 Shi yan (1989) 的 *Plectodonta* 组合。

时代：下泥盆统纳标组, 相当牙形石 *serotinus* 带 (或竹节石 *cancellata* 带—*richteri* 带)

成分：我们认为优势分子应为 *Plectodonta*, *Cryptatrypa*, 依次才是 *Reticulariopsis*, *Perichonetes*, *Strophochonetes*, *Prokopia*, *Costanopia* 等, 共生的还有大量珠胚节石 *Nowakia*, *Styliolina*, *Viriatellina*, *Hemiplia*, *Costulatostyliolina*; 菊石 *Teichlericeras*, *Erbenoceras*, *Munagomatites* 以及双壳类、杆石类。

模式产地：广西南丹罗富纳标。

地理分布：华南南丹型泥盆系分布区。

生态及沉积环境：腕足类都是一些小型、薄壳的扭月贝类和褶无皱贝类, 多为分离的两壳散布于岩石层面上, 亦有相当数量标本两壳以 180° 角度张开而铰合的标本。岩性为黑色薄层状泥岩, 基质中含有分散的黄铁矿。对其环境目前有两种解释：一种认为是较深水环境、有底流存在、有过短距离的搬运; 另一种则认为由于贫氧, 贝壳不得不最大限度的将壳体张开以扩大与水体的接触面, 获得足够的氧气维持其生命。类似群落还发现于西班牙东南部的 Iberique 岛 (Racheboeuf and Robardet, 1986)。群落中均以小型薄壳类型的 *Plectodonta*, *Plicanopia*, *Reticulariopsis* 和戟贝类为主要特征, 显示它们之间有密切的亲缘关系和相似的生态环境。底栖组合带均为 BA4—BA5 (Racheboeuf and Robardet, 1986; 王钰、布柯、戎嘉余、杨学长, 1987)。

群落群：*Plectodonta*-*notanoplids*。

Notanoplia 群落 (表 III-1)

名称: 由 Boucot (1975) 提出, 他将凡是分别由 *Notanoplia*, *Boucotia*, *Callicalyptella* 组成的单一成分的群落均统称为 *Notanoplia* 群落。

时代: 含化石的层位紧覆于郁江组之上, 伏于含 *Nowakia praecursor* 的地层之下, 时代为早埃姆斯早期, 大致相当牙形石 *dehiscens* 带上部。

成分: 为成分单一的群落, 由大量 *Notanoplia* 和未研究的 chonetid 组成, 共生的浮游化石为珠胚节石类 *Styliolina*, *Metastyliolina* 和海百合茎。

模式产地: 广西德保上敏。

地理分布: 华南南丹型泥盆系硅质岩相带。相似的群落 (*Notanoplia* 群落) 见于澳大利亚南部维多利亚的 Melbourne 地区、新南威尔士 Orange 地区; 德国 Sauerland 东部 (Langenstrasse, 1972); 苏联矿区阿尔泰 (Grastianova, 1967) 以及捷克和斯洛伐克波西米亚地区 (Havlicek, 1973)。

生态及沉积环境: *Notanoplia* 和 chonetid 均是形态扁平、薄壳的小型腕足动物, 沿层面密布, 两壳多以 180° 角度张开。具有相似生态条件、保存特征、围岩性质和内部构造的属有: *Notanoplia* Gill, *Callicalyptella* Boucot et Johnson, *Boucotia* Gill, *Plicanoplites* Havlicek, *Costanoplia* Xu, *Paracostanoplia* Xu, *Paraplicanoplia* Xu, *Luofuia* Xu, *Tangxiangia* Xu, *Guizhiella* Xian 等。群落的底栖组合带为 BA4—5。

群落群: *Plectodonta*-*notanopliids*。

***Prolazutkinia*-Stromatopoid 群落 (表 III-4)**

名称: 本文命名。

时代: 晚埃姆斯期 *serotinus* 带。

成分: 以 *Prolazutkinia* 为优势属的中等分异度的群落, 其他成员有 *Reticulariopsis*, *Nadiastrophia*, 但数量很少 (表 III-18)。除腕足类外, 发育了大量介形虫和枝状、球状、饼状层孔虫, 最大直径逾 80cm。

模式产地: 广西大乐大乐组丁山岭段。

地理分布: 广西中部。

生态及沉积环境: *Prolazutkinia* 的壳体有 2/3 是铰合的, 1/3 为分离的, 说明较强的水动力环境, 并经过短距离的搬运。*Prolazutkinia* 具有发育的腹基面和肉茎孔, 粗大的肉茎固着于枝状层孔虫上、反映了很好的寄生附着关系。综上所述, 将本群落置于 BA3 急流环境是恰当的。

表 III-18 *Prolazutkinia*-Stromatopoid 群落统计表

Table III-18 Statistics of *Prolazutkinia*-Stromatopoid Community

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	壳瓣未定	总数	%
<i>Prolazutkinia lata</i>	272	44	48	12	376	85.3
<i>Reticulariopsis inference</i>	30	1	/	/	31	7
<i>Reticulariopsis</i> sp. nov.	30	/	/	/	30	6.8
<i>Nadiastrophia</i> sp.	/	4	/	/	4	0.9
总 数	332	49	48	12	441	
大量枝状层孔虫、介形虫						

群落群: *Gypiduliniidae*。

Rostrospirifer-Atrypa 群落 (表 III-1)

名称: 由王钰、戎嘉余 (1978、1986) 首次命名。

时代: 下泥盆统郁江组石州段, 相当牙形石 *dehiscens* 带。

成分: 见表 III-19。属群数超过 10 个, 是一个分异度较高的群落。笔者对五合的一个较大的样品统计结果表明, 群落优势分子应为 *Rostrospirifer*, 而非 *Atrypa*。因此将群落名称改为 *Rostrospirifer-Atrypa* 群落。

表 III-19 *Rostrospirifer-Atrypa* 群落统计表Table III-19 Statistics of *Rostrospirifer-Atrypa* Community

名 称	全部为铰合标本	%
<i>Rostrospirifer papacensis</i>	135	28.4
<i>Atrypa variabilis</i>	100	21
<i>Schizophoria dorsosulcata</i>	70	14.7
<i>Glyptospirifer chui</i>	35	7.4
<i>Dicoelostrophia macronata</i>	40	8.4
<i>Elymuspirifer luzangensis</i>	30	6.3
<i>Megastrophia semispheroides</i>	25	5.3
<i>Athyris elongata</i>	15	3.2
<i>A. acuta</i>	10	2.1
<i>Rostrospirifer incrobenensis</i>	15	3.2
总 数	475	

模式产地: 广西横县六景。鉴于六景剖面已遭到不同程度的破坏、化石数量大为减少、化石的层位较混乱, 难以反映客观面貌。该群落比较理想的产地在五合水库一带。

地理分布: 王钰等 (1978) 认为该群落分布于华南区和越南北部。笔者认为实际上该群落主要见于大瑶山西南侧的蒙公—六景—南宁一带, 西大明山周缘的德保钦甲、西洋江流域、大新一崇佐一线, 而其它地区则难以见到。从目前掌握的资料推断, 该群落主要局限于贵县—六景—南宁—百色一线以南呈弧形展布的浅海泥岩、泥灰岩相带中, 南界包括越南北部地区。

生态及沉积环境: 腕足类化石保存极完美。王钰、布柯等 (1978) 认为该组合通常铰合的性质以及泥质充填物都表明水体是比较安静的, 其分异度也与 BA3 的环境一致。从六景段到莫丁组 (即未命名组), 岩性由灰岩、泥灰岩逐渐向硅质灰岩、硅质岩过渡, 化石个体逐渐变小, 浮游化石逐渐增多, 反映了海水逐渐扩大, 海平面逐渐上升的过程。

群落群: Delthyridae。

Rostrospirifer-Dicoelostrophia 群落 (表 III-1)

名称: 由王钰、戎嘉余 (1986) 命名。

时代: 郁江组霞义岭段, 早埃姆斯期 *dehiscens* 带。

成分: 属中一高分异度的群落, 占优势的属为 *Rostrospirifer* 和 *Dicoelostrophia*, 前者在霞义岭段中部开始大量出现, 富集呈层, 个体比郁江组其他层位出现的 *Rostrospirifer* 要小, 是那高岭晚期海退之后海侵时出现的产物, 伴生的腕足类有较多的 *Megastrophia*, *Athyris*, *Xenos-trophia*, 少量的 *Protochonetes*, *Howittia* 以及 *Calceola* (主要见于上部)。

模式产地: 广西横县六景。

地理分布: 广泛分布于广西大明山周缘、大瑶山西南缘、四川龙门山以及越南北部。

生态及沉积环境: 王钰、戎嘉余 (1986) 认为当时海域沉积物颗粒较粗, 以粉砂质、砂质为特征, 表明海水较浅、水动力较强, 其生态位为 BA3。

群落群: Delthyridae。

Rostrospirifer-Leptaenopyxis 群落 (表 III-1)

名称: 王钰、戎嘉余 (1986) 首先研究该群落, 因材料不足未予命名。笔者选择五合水库剖面进行了重新研究, 证实是一个中等分异度、特征稳定的群落, 特命名于此。

时代: 产自郁江组大联村段, 相当牙形石 *dehiscens* 带。

成分: 见表 III-20、表 III-21。与下伏 *Rostrospirifer-Atrypa* 群落及上覆 *Hannanochoneles-Xenostrophia* 群落的主要区别是缺失 *Atrypa* 和 *Eosophragmophoria*, *Deltospirifer*, 伴生的其他腕足类有: *Glyptospirifer chui*, *Dicoelostrophia mucronata*, *Megastrophia semispherioidea*, *Athyris grandis* 以及珊瑚 (表 III-20)。两个样品的统计均未发现 *Eosophragmophoria*, *Deltospirifer*, *Levenea*, 相反却出现了 *Dicoelostrophia*, 这一点与王、戎的描述不尽一致。笔者还注意到该群落的成分在属群上虽与上覆 *Hannanochoneles-Xenostrophia* 群落有密切关系, 但种群面貌确有很大不同, 如 *Rostrospirifer*, 本群落以 *Rostrospirifer tonkinensis* (狭义) (侯鸿飞、鲜思远, 1975, 图版 12, 图版 13, 图 1-7; 王钰、戎嘉余, 1986, 图版 67, 图 1-29、图版 68、图 1-13、图版 83、图 1-4, 图版 95、图 2-6) 的大量出现为特征。伴生的喙石燕的其它种 *R. hemirotunda*, *R. increbescens* 仅仅只有少量存在。这一发现不仅对阐明 *R. tonkinensis* 的演化、提高其地层对比价值具有重要意义, 而且对了解郁江组各群落的演替和演化也有一定价值。*Leptaenopyxis* 是最先侵入该群落的另一个机会种, 与 *R. tonkinensis* 共同出现构成了该群落的特征。

表 III-20 *Rostrospirifer-Leptaenopyxis* 群落统计表 (A)

Table III-20 Statistics of *Rostrospirifer-Leptaenopyxis* Community (A)

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	总数	%
<i>Rostrospirifer tonkinensis</i>	26	/	/	26	26
<i>R. hemirotunda</i>	29	/	/	29	29
<i>R. increbescens</i>	3	/	/	3	3
<i>Leptaenopyxis intermedia</i>	12	/	/	12	12
<i>L. sp.</i>	15	/	/	15	15
<i>Glyptospirifer chui</i>	11	/	/	11	11
<i>Dicoelostrophia mucronata</i>	2	/	/	2	2
<i>Megastrophia semispherioidea</i>	1	/	/	1	1
<i>Athyris grandis</i>	1	/	/	1	1
总 数	100	/	/	100	

表 III-21 *Rostrospirifer-Leptaenopyxis* 群落统计表 (B)

Table III-21 Statistics of *Rostrospirifer-Leptaenopyxis* Community (B)

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	总数	%
<i>Rostrospirifer tonkinensis</i>	23	/	/	23	25.2
<i>R. hemirotunda</i>	21	/	/	21	23.1
<i>Leptaenopyxis intermedia</i>	15	/	/	15	16.5
<i>L. sp.</i>	15	/	/	15	16.5
<i>Glyptospirifer chui</i>	12	/	/	12	13.2
<i>Dicoelostrophia mucronata</i>	3	/	/	3	3.3
<i>Megastrophia semispherioidea</i>	2	/	/	2	2.2
总 数	91	/	/	91	

生态及沉积环境：群落成员具苔底栖固着的习性。铰合的、泥质充填的完美标本及沉积物以灰质为主，缺少砂质的特征都反映了水动力较弱、安静水的环境，其生态位为 BA3 (王钰等 1986)。另外，王钰等在大联村段灰岩层面上找到了 *receptaculitids*，并建立了 *Receptaculitid* 群落。这一钙藻类化石广泛发育于世界各地奥陶纪—泥盆纪地层中，被公认是透光带良好的指相化石，生态位为 BA3。

群落群：Delthyridae。

Sibirispira-Cyrtina 群落 (表 III-3)

名称：本文首次命名。

时代：根据竹节石 *Nouakia richteri* 的出现，时代为中埃姆斯期，相当牙形石 *inversus* 带。

成分：为一低分异度的群落，占优势的属种为 *Sibirispira* 和 *Cyrtina* (表 III-22)，伴生的有为数不多的小型 *atrypid*，竹节石 *Nouakia* 以及个别球状床板珊瑚。

表 III-22 *Sibirispira-Cyrtina* 群落统计表

Table III-22 Statistics of *Sibirispira-Cyrtina* Community

名 称	全部为铰合标本	%
<i>Sibirispira ovata</i>	17	58.6
<i>Cyrtina</i> sp.	12	41.4
总 数	29	

模式产地：广西隆林含山

地理分布：广西西部南丹型泥盆系灰岩相带分布区。

生态及沉积环境：全部标本都是铰合的个体，分散保存于中—薄层状泥晶灰岩中。该群落与产自广西大新榄圩一带 *Trilobitoechia-Cyrtina* 群落所处环境有些相似。*Cyrtina* 是一个基面十分发育的小型石燕贝类，幼年期以肉茎固着方式生活，成年期以整个基面附着于颗粒很细的灰质或泥质基底生活。生境属 BA4 较深的静水环境。

群落群：未指定。

Trigonospirifer-Homoctenoides 群落 (表 III-3)

名称：本文命名于此。相当于侯鸿飞、鲜思远 (1975) 的 *Subcuspidella* 组合带和王钰等 (1987) 的 “*Subcuspidella*” - *Athyrisina* 群落。根据新的化石鉴定名单 (王钰、戎嘉余、陈秀琴, 1987) 和笔者的重新研究，群落名称宜作如上变更。

时代：化石产自大乐组石朋段，时代为早埃姆斯期 *inversus* 带 (王成源等, 1979)。

成分：分异度较低，以含大量铰合的 *Trigonospirifer* 为特征，伴以少量 *Athyrisina*, *Howittia*?, *Acrospirifer*, *Nadiastrophia*, *Desquamatia* (表 III-23)，化石丰富度较高，除腕足类外，含有丰富的竹节石、介形虫及少量三叶虫、鹦鹉螺化石。竹节石中以底栖或游泳类型为特征，缺失浮游的珠胚节石类 (*dacryoconarids*)。厚壳竹节石中除 *Dicroconcomus*, *Ukraininites*, *Tentaculites* 外，还有许多未定名的属种。这些竹节石大量充填于腕足类的壳体内或附着于腕足类的铰合面和壳体表面上，反映了明显的寄生关系，与腕足类 *Trigonospirifer* 等构成一特征的群落。

模式产地：广西象州大乐石朋。

地理分布：广西大瑶山西缘。

表 II-23 *Trigonospirifer-Homoctenoides* 群落统计表Table II-23 Statistics of *Trigonospirifer-Homoctenoides* Community

名 称	铰合标本	腹壳	背壳	总数	%
<i>Trigonospirifer trigonus</i>	280	60	20	360	60.4
<i>T. transversus</i>	130	25	17	172	28.9
<i>Athyrisina alumna</i>	30	/	10	40	6.7
<i>Houltia?</i> sp.	/	12	/	12	2
<i>Atrypa</i> sp.	/	7	/	7	1.2
<i>Nadastrophia</i> sp.	/	3	/	3	0.5
<i>Dequematia</i> sp.	2	/	/	2	0.3
总 数	442	107	47	596	

生态及沉积环境：腕足类化石以完整个体居多，显示了安静水的特点。Boucot (1984) 认为类似石燕属较长的腹基面和高大的三角孔是与生活于软泥基底环境相适应的。这种基底排斥了大部分其他的底栖动物。许多石燕和相类似具有展伸腹基面的腕足类被解释为生活于软底的变态形式。上述解释无疑对阐明 *Trigonospirifer-Homoctenoides* 群落的生态环境是有意义的。竹节石 *Homoctenoides*, *Ukrainites*, *Tentaculites* 的大量出现对说明环境也十分有价值。homoctenids 往往生活于斜坡或浅海较深水的位置，多营游泳生活方式，它们与浮游的珠胚节石类的生态有很大不同（鲜思远、王金星，1986）。石朋段的岩性为一套深灰色中层状泥晶生物灰岩，水平层理、波状水平层理，条带状和疙瘩状构造均十分发育。周怀玲（1987）认为这些沉积物属台内较低凹、较深水、低能环境的产物。综上所述，将该群落置于 BA3 的位置是可信的。

群落群：Delthyridae。

Trilobitoechia-Cyrtina 群落（表 II-2）

名称：本文命名。

时代：含有大量竹节石 *Nouakia barrandei* 和菊石 *Erbenoceras*，表明其时代为早埃姆斯期，相当牙形石 *perbonus* 带。

成分：群落中以 *Trilobitoechia* Xian（鲜思远，1991）和 *Cyrtina* 占优势，其次为未定属种 rhynchonellids, atrypids, 分异度、丰富度均属中等。与其共生的还有丰富的竹节石 *Nouakia*, *Metastylolina*；菊石 *Erbenoceras*, *Teichertoceras*。

模式产地：广西大新榄圩。

地理分布：广西西部南丹型泥盆系灰岩相带分布区。

生态及沉积环境：群落成员都是一些小型、厚壳、铰合的腕足类，个体一般介于 5—15mm 之间，化石分布稀疏。围岩为一套单一的薄层状生物泥晶灰岩，层理发育。生物化石显示了底栖和浮游类型兼具的性质，代表浅海陆棚较深静水、贫氧环境的产物，生境为 BA3—BA4。

群落群：未指定。

Zdimir 群落（表 II-5）

名称：由 Boucot (1975) 命名，本文涵义有所不同。Boucot 的 *Zdimir* 群落是泛指任何一个 gypidulids 的种或属单独富集形成的群落。本文则专指发育于早泥盆世晚期—中泥盆世早期、主要由 *Zdimir* 构成的群落，即狭义的 *Zdimir* 群落。

时代：各地 *Zdimir* 群落的时代不尽相同，龙门山甘溪剖面含 *Zdimir* 的层位为养马坝组 B92—93 层，应属 *partitus* 带（侯鸿飞等，1986）；广西北流贵塘组（王钰、朱瑞芳，1978）、

德保钦甲组(吴诒、颜成贤, 1980)大体相当 *serotinus* 带。因此该群落的地质历程可能为 *serotinus* 带—*costatus* 带。

成分: 以 *Zdimir* 富集为特征, 是一个成分较单一的群落。笔者曾观察过 10 余个 *Zdimir* 产地, 不同产地其共生组合或搭配分子有所不同: (1) 以广西北流贵塘组、南丹大厂相当地层为代表的是以 *Zdimir* 和 *Megastrophia* 占优势为特征; (2) 以龙门山养马坝组为代表的是以占优势的 *Zdimir* 和少量 *Aviformia* 伴生为特征; (3) 贵州普安罐子窑组则以 *Zdimir* 占优势为特征, 其中缺失 *Megastrophia* 和 *Aviformia* (表 III-24)。

表 III-24 华南各地 *Zdimir* 群落特征对比表

Table III-24 Comparison of the characteristics of *Zdimir* Community in different parts of South China

产地及层位	岩性	优势分子	伴生分子	其他门类生物	沉积环境
广西北流贵塘组	生物屑灰岩、生物屑泥晶灰岩	<i>Zdimir</i> <i>Megastrophia</i>	<i>Bifoliatrypa</i> <i>Acrospirifer</i>	大量层孔虫、床板珊瑚和四射珊瑚	点礁或层状礁
广西德保钦甲组	生物屑灰岩	<i>Zdimir</i> <i>Megastrophia</i>	<i>Cypidula</i>	<i>Acteostroma</i> <i>Thamnopora</i> <i>Pachylarionites</i>	点礁
广西南丹大厂贵塘组	亮晶生物灰岩、砂屑粒屑生物灰岩	<i>Zdimir</i> <i>Megastrophia</i>	<i>Desquamaria</i> rhynchonellids	大量层孔虫和少量四射珊瑚	点礁(礁核部)
贵州普安罐子窑组	微晶泥灰岩夹薄层状泥灰岩、礁状泥灰岩	<i>Zdimir</i>	<i>Cypidula</i> <i>Atrypa</i> <i>Isopoma</i> <i>Uncinulus</i>	层孔虫不发育, 含大量四射珊瑚	滩
四川龙门山养马坝组	生物屑灰岩、泥晶粉晶、砂屑生物屑灰岩	<i>Zdimir</i> <i>Aviformia</i>	<i>Atrypa</i> <i>Athyrisina</i>	<i>Atelophyllum</i> <i>Pavophyllum</i> <i>Lariolasma</i>	生物碎屑滩
云南文山纸厂古木组	生物屑灰岩、白云质泥质岩	<i>Megastrophia</i>	/	/	生物层礁
广西隆安屏山贵塘组	生物屑灰岩	<i>Zdimir</i> <i>Megastrophia</i>	<i>Cypidula</i>	含层孔虫和四射珊瑚	点礁
广西横县六景那叫组	白云质生物灰岩	<i>Zdimir</i>		/	滩

模式产地: 未指定。

地理分布: 广泛分布于老世界域, 尤以苏联北乌拉尔东坡 (Khodalevich, 1959)、南乌拉尔西坡 (Tjajzeva, A. P., 1962)、库兹巴斯盆地 (Rzhonsnitskaja, 1959)、库兹涅茨盆地、明斯克盆地、土文盆地 (Ivanova, 1952) 发育较好。在中国主要见于华南的广西、云南东部、贵州西部以及四川龙门山区 (王钰、朱瑞芳, 1978; 侯鸿飞、徐桂荣, 1964; 侯鸿飞、鲜思远, 1975; 万正权等, 1978)。

生态及沉积环境: 围岩主要为深灰色、灰黑色中—厚层状生物屑灰岩、生物粒屑灰岩、微晶泥灰岩、亮晶生物屑灰岩。在宏观上常为礁灰岩或介壳灰岩 (近距离搬运)。*Zdimir* 这一大型的壳体顶区壳质强烈加厚, 体积和重量的扩大和增加以及喙部朝下的原始生态方式主要是为了抗浪并求得壳体的稳定, 以利于衍生繁殖。分异度低的原因可能是特定的环境对其他腕足类有排他性。该属的古地理分布也十分有规律, 鲜思远 (1980) 曾将南丹型泥盆纪地层划分为三个并存的岩相带, 指出 *Zdimir* 相带 (或过渡相带) 是介于象州型和南丹型之间的沉积相带, 一侧为浅海浅水环境形成的石灰岩, 另一侧为较深水环境形成的泥灰岩或泥岩。实际上, *Zdimir* 分布的范围恰好是生物礁和礁丘的分布位置。根据 *Zdimir* 的存在可比较容易的推测出古陆或开放海域的大致方向。

关于 *Zdimir* 的生活环境, Ivanova (1962)、Boucot 和 Siehl (1962)、Boucot (1975)、王钰等 (1987) 都作过讨论。Ivanova 从近岸到远岸划分出 4 个相带: (1) 滨岸带; (2) 近岸浅水带; (3) 斜坡浅水带; (4) 较深海带。*Zdimir* 正好生活于他的第 4 个相带中。他认为

目前还难于解释 Zdimir 分布的局限性, 然而正好是这种局限性提供了答案, 即该属如若是狭相的动物, 那么有可能仅仅存在于正常盐度海较深的水体中。我们注意到, 中国的情况与苏联有相似之处。但笔者认为, Zdimir 群落是浅海浅水高能环境的产物, 而非深水环境的产物。Boucot (1975) 将 Zdimir 群落或五房贝类的群落统统归入 Gypiduliniidae 群落群, 认为这一群落长期以来 (志留纪—泥盆纪) 在生态上无重大改变, 代表 BA3 急流水中的产物。

四、双壳类群落和生活习性

(一) 概述

双壳类在古生代演化较慢, 在地层划分和对比上的作用往往被忽视。通过近年来的生物地层工作和野外观察, 发觉华南泥盆纪双壳类分布非常广泛, 属种很丰富, 在浅海碎屑岩中尤其如此; 于不同环境不同相区中, 显示明显的分异度梯度和相对丰度的变化。因此, 不仅双壳类群落可以作为地层划分对比和恢复古环境的良好工具, 而且其某些分类单元的生态特征可以成为大范围内地层对比的标志和地质记录中的等时面。本文在人们多年的生物地层工作基础上, 结合笔者近期的野外研究, 主要依据群落是数量上占支配地位, 并显示与自然环境参数有某种联系的物种联合复现的原则, 初步地识别和新建下列六个双壳类群落: *Nuculoidea-paracyclas* 群落, *Sinodora-Neuellipecten* 群落, *Nuculites-Actinopteria* 群落, *Skyphoconcha-Ganxiella* 群落, *Mytilarca* a-“*Guangziconcha*” 群落和 “*Guangziconcha*”-*Cypricardinia* 群落。在描述和分析群落的同时, 也较详细地讨论了群落中常见分类单位的功能形态和习性, 并着重阐述了南丹地区早中泥盆世塘丁组和纳标组中 “*Guangziconcha*”, *Pterochaenia*, *Buchiola*, *Mytilarca* 等这些所谓的假漂浮双壳类的生态, 以及造成它们发育、分布和死亡格局的海洋学动因, 进而对群落生活环境做出推测。这六个群落基本上反映了从滨岸到滨外带环境和深度梯度变化 (表 IV-1)。

表 IV-1 四川、广西早泥盆世埃姆斯期双壳类平底群落

Table IV-1 Emsian (Early Devonian) level-bottom bivalve Communities in Sichuan and Guangxi

底栖组合	正常流水活动		明显至弱流水活动	静水至弱水流活动	静水低分异度
	高分异度	中—高分异度	中至低分异度	低分异度	贫氧
1			<i>Nuculoidea-Paracyclas</i> 群落		
2				<i>Sinodora-Neuellipecten</i> 群落	
3	<i>Skyphoconcha-Ganxiella</i> 群落	<i>Nuculites-Actinopteria</i> 群落			
4					<i>Mytilarca</i> -“ <i>Guangziconcha</i> ” 群落 “ <i>Guangziconcha</i> ”- <i>Cypricardinia</i> 群落

(二) 群落和个体古生态

1. *Skyphoconcha-Ganxiella* 群落 (表 IV-2)

名称: 本文首次命名。

时代：早泥盆世埃姆斯期早期。命名地时代为 *Polygnathus deliscens* 带—*Polygnathus perbonus* 带。

成分：主要是双壳类、腕足类和竹节石类。其中双壳类计有18个属24个种，优势分子为：*Skyphoconcha*, *Ganxiella*, *Beichuania*, *Eoschizodus*, *Yangella*, *Limoptera*；此外还有鸚鵡螺类、单复体珊瑚和床板珊瑚类、三叶虫类。

表 IV-2 *Skyphoconcha-Ganxiella* 群落

Table IV-2 *Skyphoconcha-Ganxiella* Community

标本数和百分比	GB46		GB47		HB46		HB47		BB46-BB47	
属种名	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比
<i>Ctenodonta elliptica</i>	2		1	0.48					1	0.18
<i>Nuculoides ganxiensis</i>	61	11					14	2		
<i>Skyphoconcha beichuanensis</i>	148	28					94	13.4	40	7.3
<i>Procardium</i>	2	0.37	1	0.48						
<i>Mytilarca ganxiensis</i>	12	2.2	2	1			21	3		
<i>Mytilarca fastigata</i>	7	1.3								
<i>Mytilarca porreta</i>	4	0.7			2	6				
<i>Actinopteria longmenshanensis</i>	4	0.7	5	2.4	1	3	2	0.3		
<i>Actinopteria elegantula</i>	3	0.5			1	3				
<i>Actinopteria multispinata</i>	2	0.37					9	1.2		
<i>Actinopteria posteroprutusa</i>	3	0.5			5	15.6			5	0.9
<i>Limoptera lengjiacouensis</i>	32	6							2	0.35
<i>Limoptera lata</i>	12	2.2								
<i>Limoptera ganxiensis</i>	28	5	4	2					14	2.6
<i>Limoptera sulcirostrata</i>	4	0.7								
<i>Eoschizodus ganxiensis</i>	3	0.5	3	1.4			3	0.42		
<i>Eoschizodus fidelis</i>	96	17	96	46			180	25.2	284	50.7
<i>Eoschizodus tergicucumans</i>			15	7	15	47	15	2.1		
<i>Eoschizodus beichuanensis</i>	2	0.35	4	2						
<i>Eoschizodus inflatus</i>	6	1.1	6	3						
<i>Eoschizodus truncatus</i>	4	0.7								
<i>Yangella cuneatiformis</i>	4	0.7					8	0.50		
<i>Yangella sichuanensis</i>	4	0.7	1.2	5.8			22	3.6	72	13
<i>Beichuania ganxiensis</i>	10	2	10	4.7			82	11.7	16	3
<i>Beichuania quadrulatus</i>	68	12			8	26	8	1.1		
<i>Beichuania sinensis</i>							3	0.3		
<i>Paracyclas rugosa</i>	3	0.5								
<i>Ganxiella ensiformis</i>	8	1.5	12	5.8			16	2.3	32	6
<i>Ganxiella longa</i>	20	4	36	17.4	10	24	222	31.6	90	16.3
<i>Orthonta</i>	3	0.5	1	0.48						
<i>Camilaria sichuanensis</i>	3	0.5					7	1		
<i>Sanguinolites lengjiacouensis</i>	11	2								
总数	539		207		32		711		559	

典型产地和层位：四川北川甘溪组中上部，即桂溪至沙窝子泥盆系剖面的 B46—B47 层。

地理分布：四川龙门山地区。

生态和沉积环境：该群落产于灰色薄层状含钙粉沙质泥岩、泥质粉砂岩和黑色页岩中，分异度高。从营养结构看属混合型，以食悬浮物类型为主，食沉积物者居次。双壳类中，唇触食沉积物的约 17%，足丝附着的表栖/半内栖食悬浮物的占 27.5%，内栖食悬浮物型为 52%。食沉积物营养组核心分子 *Skyphoconcha* 主要见于泥页岩中，两瓣绝大多数较合保存，流

线型, 前腹方伸展, 表面光滑, 适度凸, 壳质中等厚, 属潜穴深而快的动物, 能适应于有机质多、含水量高、混浊度大的泥质基底, 并对沉积速度较高的环境有一定的适应性。*Nuculoides* 高长比例大, 横切面圆, 但前腹方强凸, 为潜穴深度和速度中等的双壳类。

食悬浮物营养组的成分多。*Mytilarca* 大量产于泥砂岩中, 成堆分布, 无前叶, 壳横切面呈底宽的等腰三角形, 前下缘凹曲显, 生活习性和环境与现生活于水深 16m 左右的 *Mytilus*, *Modiolus* 相似, 属喜群居的外栖足丝固着类型。*Lyriopecten* 和 *Limoptera* 两属大多发现于粉砂质泥岩内, 壳体正, 前耳弱, 右瓣足丝缺口深显, 两壳饰差别大, 凸度亦很不一致, 可能为表栖足丝固着者, 以右瓣在下、接合面与基底成低角度附着于物体上生活。*Actinopteria longmenshunensis*, *Actinopteria posteroprotrusa*, *Actinopteria eleganta*, *Actinopteria multispinata* 等四个种中, 前两者前斜, 前耳宽圆, 足丝凹曲宽深, 左瓣凸而发育着脊和刺状突起; 后两种壳体正, 壳质厚, 高大于长, 左瓣明显凸于右瓣, 射饰强, 但足丝凹曲宽。斯塔勒 (Stanley S. M. 1970) 将壳体斜, 前叶和前耳显著的类型归入半内栖足丝固着动物。野外观察似难以支持其意见。因此, 我们将这四个种均归入平躺的表栖足丝固着型。*Ganzsiella* 壳长而大, 可达 130mm 以上, 后端截顶状, 前腹缘内凹宽深, 常见垂直层面埋藏于砂质泥岩中, 生活时可能是以前端垂直插入泥质基底, 后缘略突出于沉积物—水界面之上, 属半内栖至内栖的足丝固着类型。这种壳饰发育、个体大的类型深埋入基底, 一方面能保持自身的稳定, 同时能更好地突出于沉积物—水界面之上, 对生活在定期遭受高沉积速率的海底上有特殊的优越性。龙门山地区的 *Eoschizodus* 的壳体可归为两种形态: 一为斜三角形, 高长比率小于 1, 另一为前后对称的等腰三角形。前者前腹方伸凸, 后端斜切状, 后顶脊显, 表面光滑, 属浅而快速潜穴的类型; 后者壳顶高耸, 位于铰缘中央, 潜穴浅而缓慢。*Yangella* 呈楔形, 前腹部宽凸, 显示足发育, 壳体特征极接近斜长三角的 *Eoschizodus*, 为无水管的浅潜穴者, 潜穴速度可能大于后者。*Beichuonia* 壳形很特殊, 右壳强凸, 顶脊为棱状, 壳顶高耸呈钩状, 左瓣平盖状, 嘴退化。铰合的个体在岩层中以左瓣在下, 右瓣在上保存, 生活时期以右瓣完全陷入泥沙质基底, 左瓣盖于其上地平躺着的的可能性似小。其具有 *Yangella* 的一切特征, 例如, 足强大, 前部扁, 后顶脊刀状等, 左壳近背方有斜向凹槽, 有利于克服由于两瓣大小极不平衡而为取潜穴生活方式带来的困难。因此我们推测, 这种动物为潜穴浅而缓慢的类型, 生活时其两壳结合面与基底成锐角, 后端接近沉积物—水界面。*Sanguinolites* 壳长, 腹缘显示内凹, 为内足丝固着型。*Orthonota* 的形态接近奥陶纪的 *Cymatomata*, 为浅内栖滤食者。从上述各分类单位的生态分析, 可以看出双壳类中各种生态类型基本上都存在, 以食悬浮物者最丰富, 若加上腕足类, 则滤食性生物成分分异度更高; 羽蛤科和羽海扇科中的表栖足丝固着类相当发育, 壳体厚大, 放射脊特强而凸, 具刺和鳞片。这说明当时的气候比较温暖, 海域基底具一定程度的稳定性, 沉积速率中等, 海水混浊度不高, 悬浮食物丰富, 为内栖和外栖滤食性生物提供了较佳的生活环境; 沉积物中有机物质也较多, 允许食沉积物的类型成功地群集。

甘溪组 B46—B47 层中, 双壳类各分类单元的壳体保存较好, 内栖食沉积物者基本上为两瓣铰合保存, 内栖滤食性生物铰合保存的也不少, 并能见到很完整的韧带, 但总的说来, 两壳分离的百分率大于铰合者; 分离的介壳凸面向上居大多数; 分选和破碎指数很低, 大小悬殊的个体混杂; 壳体表面未见明显的磨损作用, 但有显著的生物侵蚀现象, 如藻类钻孔和生物结壳。分离骨骼的分布受到多种互相有关因素的控制, 只有某些因素才涉及有意

义的水流搬运作用。分离作用最大之处往往发生于沉积速率低和介壳堆积物受到正常波浪持续改造的环境。在流水影响不太大、长期暴露的海底仍能发生相当大的壳瓣分离现象。研究地区存在一些不连续的极薄介壳层和连续的薄介壳层,这些地方的介壳分离量最大,以凸面向上占优势。这样的层一般称为凝缩层,系背景沉积速率低或流水对沉积物持续地簸选(分异搬运作用)的产物。因此,该两层中的双壳类和腕足类两壳分离可能大多是由于在沉积速率低的情况下,动物死后曾一段时期暴露于海底表面,肌肉腐烂,经弱流水作用而造成的。此外,层内常见有保存于生活位置的单体珊瑚,完整的和分离的多骨骼元素的三叶虫类,完好的竹节石类和鹦鹉螺类,而围岩又为细粒泥砂质岩类,水平层理发育,说明生物属原地埋藏,代表当时海底生物群落。这些生物的埋藏特征和围岩关系表明它们的埋藏相大致相当于斯伯尔和布勒特所提出的三叶虫埋藏相3,属滨外环境。

很长时间以来,古生物界认为双壳类在古生代绝大部分时间内只限于近滨内陆棚,二叠纪才迁至滨外带。最近在美国俄亥俄晚奥陶世滨外粘土岩相中找到大量的双壳类 *Coralidonus*, *Modiolopsis*, *Orthodesma*, *Pholamorphia*, *Ambonychia*, *Cuneamya*, *Cynatonota*, *Psiloconcha*, *Nuculites* 以及三叶虫和鹦鹉螺类。此双壳类集群分异度高,各分类单元壳体很大,以滤食性的属占支配地位。岩相分析和生物特征表明,它们生活于正常浪基面之下至平均风暴浪基面之上的底域位置。当前的群落在分异度、组分营养结构类型、个体大小和围岩性质等,均与俄亥俄地区的接近。两者应居类似的生态位。

群落中的腕足类与双壳类处于同等重要的地位,以 *Rostrospirifer*, *Dicoelostrophia*, *Acrospirifer*, *Parathyrisina* 等大量出现和富集为特点。它们分别为王钰和戎嘉余所建立的广西早泥盆世郁江期 *Atrypa-Rostrospirifer* 群落,王钰、布科和戎嘉余等研创的 *Rostrospirifer-Athyrisina* 群落,达维和布科命名的北美科迪勒拉布拉格期 *Acrospirifer-Renssellaria* 群落和 *Acrospirifer-Atrypa* 群落中的重要或优势组分,生态位为底栖组合带3。值得提出的是,双壳类群落中尚含有数量可观并保存完好的营游泳生活的鹦鹉螺类和浮游的珠胚竹节石类。这些生物大量出现时对判断水深不是没有意义的。

由上面分析知, *Skyphoconcha-Ganzriella* 群落分异度相当高,除以滤食性的双壳类和腕足类为主外,浮游竹节石和游泳的直角石也不少,而且保存很好,均产于水平层理较发育的泥砂质岩内,其生态位可归入底栖组合带3,水深约25—60m,即正常好天气浪基面之下至平均风暴波基面之上。产本群落的岩层曾被认为具单一生物和泥质结构以及水平层理而归入潟湖相(唐德章,1988)。正如上所述,这些岩层中的动物群为多门类性质的,属正常盐度的生物,而且他们的各分类单位个体大,钙质壳或体壁一般很厚,具粗糙的装饰,都是正常发育的产物。这表明当时海域属气候温暖、盐度正常、流水活动适度、食物丰富的开放性陆棚区,并非系潟湖环境。

2. *Nuculites-Actinopteria* 群落 (表IV-3)

名称: 本文新建。

时代: 早泥盆世早埃姆斯期晚期。命名地时代为 *Polygnathus perbonus* 带。

成分: 主要由双壳类 *Nuculites*, *Nuculoidea*, *Actinopteria*, *Eoschizodus* 和腕足类 *Euryspirifer* 组成。特征种有: *Nuculites hongqiensis* (sp. nov.), *Nuculoidea subminuta* (sp. nov.), *Actinopteria sichuanensis*, *Eoschizodus ganziensis*, *Beichuania trigona*, *Euryspirifer beichuanensis*, *Euryspirifer kumaliuensis*, *Euryspirifer paradoxus sichuanensis*。此外,尚可见到一些海百合基、较多的鹦鹉螺和竹节石、少量腹足

类和单体珊瑚。

典型产地和层位：四川北川甘溪地区谢家湾组梅家院段中下部 B51—B52 层。

地理分布：龙门山地区。

生态和沉积环境：此群落见于灰色薄至中厚层状含钙泥质粉砂岩、泥质粉砂岩和含砂泥岩中。围岩具水平层理，小型沙纹层理和波痕，遗迹化石十分发育。群落中双壳类的营养结构仍为混合型，但内栖食沉积物者比例增大，约 40%，主要是 *Nuculites*, *Nuculoidea*。外足丝食悬浮物的组分为 20%，以 *Actinopteria* 为代表。内栖/半内栖滤食性的占 40%。腕足类均属表栖滤食者。*Nuculites*, *Palaeoneilo*, *Nuculoidea* 等均产于深灰色泥岩内。*Nuculites* 壳很长而扁，前后端狭窄，嘴低，属有水管的深而快速潜穴者。*Nuculoidea*, *Palaeoneilo* 壳短，嘴高耸，属潜穴浅和移动迟缓型。*Actinopteria wani*, *Actinopteria subquadrata*, *Actinopteria protenta*, *Actinopteria ganshiliangensis*，它们主要见于泥质粉砂岩里，成群成堆地产出，局部形成薄介壳层；保存完好，铰合个体多，分离的壳瓣也常见，属原地埋藏的喜群居生活类型；体大，壳壁厚，右瓣平或内凹，饰弱，左壳凸而脊强，足丝凹曲和缺口显著；呈右壳在下，左壳在上埋藏，生活方式很可能类似现代潮下内带的 *Pinctata*，以右瓣在下，左壳在上平躺于基底，属外足丝固着型。*Eoschizodus*, *Beichmania* 均产于泥质粉砂岩内，多为两瓣铰合保存，显系原地埋藏。*Modiomorpha* 常见于泥岩和具小型交错层理的粉砂岩中，垂直层面保存，壳大，侧槽和腹内凹显，为内栖足丝型，生活时，整个壳体垂直埋入基底，后端接近沉积物—水界面。*Grammysioidea* 产于粉砂岩中，具侧槽和腹凹，属足丝固着。*Radiatodonta elongata* 壳长、凸度小，为内栖潜穴者。*Cunitaria* 广泛地分布于我国南方早泥盆世埃姆斯期粉砂质岩层中，前后两端张开宽，无盾纹面，壳薄，壳顶不突出，顶脊显，两瓣始终铰合，垂直层面埋藏，表明其生活时期逃逸能力弱，很可能幼年期为快速浅潜穴者，成年期变为深潜穴至钻孔类型。*Paracyclas* 两个种呈圆形，表面有叠瓦状同心层，为缓慢潜穴类型；同心层可能有利于动物潜穴在泥砂质基底中。

地史时期原鳃类的生态和环境分布在很大程度上依据与现生的原鳃目各分类单元类比去推测。现代原鳃目 *Nuculids*, *Nuculonids* 生活于富有机质的泥质基底中，食颗粒状有机质，潜穴迅速，于陆棚和深达 5000m 以上的海沟中均有分布。Parker (1956) 研究过密西西比三角洲滨外带群落，发现群落中常见分子 *Nuculana*, *Nucula*, *Yoldia* 均生活在水深 27—92m 的粉砂质粘土基底里。Sparck (1937) 研讨过冰岛附近全新世的 *Yoldia hyperborea* 群落，其中占支配地位的原鳃类 *Yoldia*, *Nucula*, *Leda* 产于水深 10—70m 的泥质基底内。Scott (1974) 对新墨西哥、科罗拉多、俄克拉何马和堪萨斯等地的早白垩世底栖群落进行过调查，认为 *Nucula*-*Nuculana* 群落生活在水流和波浪作用很弱的、浪基面以下的广海环境中。Thomas E. Y 等 (1981) 研建的 *Astartella* 群落和 *Anthraconeilo* 群落中，原鳃类占重要地位，分属近滨和滨外带的产物。Bailey (1983) 研究了美国纽约盆地泥盆纪马塞路组的双壳类群落，其中 *Nuculoidea* 群落内 *Nuculoidea*, *Palaeoneilo*, *Nuculites* 相当丰富，产于粉砂质泥岩中，可能属近滨带的栖息者。由上可见，原鳃类各成员生态和分布主要受基底性质，即沉积物粒度和结构的控制，从近滨到滨外带，从富氧至贫氧环境都有，但多数见于滨外带较平静的泥质基底环境。

现生的足丝附着和斜躺的双壳类，据观察，绝大多数生活于 180m 水深范围内。以长的足丝附着，并能自由摆动的双壳类，像 *Pteria*, *Pinctata* 以及某些 *Isognomonidae*, *Pectinidae* 等都栖息于浅水内潮下带(低潮线至 100m 深)环境，几乎全都限于陆棚区。泥盆纪的 *Pterinea*, *Cornel-*

lites, 现被归入 *Actinopteria*, 生活习性与现生的海扇类中一些属可能相似, 为足丝附着类型。美国纽约上泥盆统潜勒斯群 (Genesee Group) 中的生物, 按 Thayer (1974) 的意见, 可分为 *Ambocoelia* 群落, *Schizophoria-Strophomenid* 群落或 *Rhipidomella-Leiorhynchus* 群落和 *Nuculites-Palaeosolen* 群落。其中 *Ambocoelia* 群落栖居于深水盆地边缘, *Schizophoria-Strophomenid* 群落和 *Rhipidomella-Leiorhynchus* 群落生活在滨外带, *Nuculites-Palaeosolen* 群落栖息于近滨环境, 生态位为底栖组合带 2。 *Actinopteria* 常见于后面三个群落中, 其生境为底栖组合带 2—3。 *Euryspirifer* 在群落中很发育, 在西班牙早泥盆世 *Euryspirifer paradoxus* 群落 (BA3) 和我国广西 *Euryspirifer gijianensis-kuangia* 群落 (BA3) 中占重要位置。因此, *Nuculites-Actinopteria* 群落, 根据动物群的多样性、群落的分异度和各分类单元的生态特征以及前人对 B51—B52 层岩性和岩相所做的分析等推测, 它可能居住于正常浪基面之下、盐度正常的开放性陆棚区, 相当于底栖组合带 2 的最下部至底栖组合带 3 的上部。

表 IV-3 *Nuculites-Actinopteria* 群落Table IV-3 *Nuculites-Actinopteria* Community

属种名	样品号		GB51		GB52		HB51		GB52		KB2	
	标本数	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比
<i>Nuculoidea subminuta</i> n. sp.									234	24.5		
<i>Nuculoidea shauanensis</i> n. sp.									114	12		
<i>Palaeosolen</i>				2	0.23				23	2.4		
<i>Nuculites honguiensis</i> n. sp.				290	33				204	21.4		
<i>Skyphoconcha beichuanensis</i>				2	0.23				8	0.84		
<i>Mytilarca gauziensis</i>	5	8.7	1	0.11								
<i>Actinopteria subquadrata</i>	5	8.7	32	3.6					14	1.47	18	35
<i>Actinopteria sichuanensis</i>	10	17.6	176	20					36	3.7		
<i>Actinopteria wani</i>			3	0.34								
<i>Actinopteria ganshiliangensis</i>			1	0.11								
<i>Actinopteria prolata</i>			9	1.02								
<i>Lynceopecten fortis</i>			5	0.57					1	0.1		
<i>Mutimorpha</i>			7						6	0.63	6	11.7
<i>Radiolodonta elongata</i>			4	0.46								
<i>Puschizodus gauziensis</i>	5	8.7	138	15.7	10	41.6			115	12.1		
<i>Puschizodus fidelis</i>									12	1.2	10	20
<i>Puschizodus subtergiconcavus</i>			54	6.1					16	1.68		
<i>Puschizodus beichuanensis</i>			2	0.23								
<i>Puschizodus inflatus</i>											4	8
<i>Puschizodus subsymmetricus</i>			70	8					22	2.3		
<i>Yangella sichuanensis</i>			2	0.25								
<i>Beichuanina gauziensis</i>									5	0.52		
<i>Beichuanina retangulara</i>	5	8.7	24	2.7	8	33.3			24	2.6		
<i>Beichuanina trigona</i>			3	0.34							9	1.76
<i>Beichuanina guangzhouensis</i>			12	1.36					40	4.2		
<i>Paracyclas rugosa</i>			10	1.1					38	4		
<i>Paracyclas</i>							6	25				
<i>Ganzella longa</i>	2	3.5	3	0.34					4	0.42		
<i>Orthonota</i>									1	0.4	4	8
<i>Grammysioidea simplex</i>	10	17.6	2	0.23								
<i>Grammysioidea gauziensis</i>			3	0.34					1	0.1		
? <i>Cimutria sichuanensis</i>	15	26.3	27	3					33	3.5		
<i>Sanguinolites deluxatus</i>			3	0.34					1	0.1		
<i>Wilkingia</i>			1	0.11								
总数	57		877				24		952		51	

3. *Nuculoidea-Paracyclas* 群落 (表 IV-4)

名称: 此群落系本文新建。

时代: 早泥盆世早埃姆斯期。命名地时代相当于 *Polygnathus dehiscens* 带。

成分: 双壳类占绝对优势, 常见成员有 *Paracyclas*, *Nuculites*, *Nuculoidea*, *Orthonota*; 介形类 *Parablobina* 较丰富; 无铰纲腕足类 *Lingula*, 有铰纲腕足类 *Rostrospirifer*, *Orientospirifer* 以及鱼类等含量稀少。

表 IV-4 *Nuculoidea-Paracyclas* 群落Table IV-4 *Nuculoidea-Paracyclas* Community

标本数 属种名	样品号		Tshf3		Tshf4		Tshf5	
	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比
<i>Nuculites elliptica</i>	22	8	40	17.4	60	10.8		
<i>Nuculoidea minuta</i>			60	26.2	125	22.6		
<i>Pseudonaculana</i>	1	0.4						
<i>Mytilarca</i>		1.5		2	0.36			
<i>Lagriopecten</i>	3	1.1						
<i>Leptodesma guangxiensis</i>					2	0.36		
<i>Modiomorpha paractoxa</i>			2	0.87				
<i>Boschizotus</i>	42	15						
<i>Beichuanina</i>	1	0.4						
<i>Sinodora bisulcata</i>	1	0.4						
<i>Paracyclas rugosa</i>	192	70	20	8.7	205	37		
<i>Orthonota guangdongensis</i>	4	1.5	42	18.3	49	9		
<i>Lingula</i>			10	4.35				
<i>Parablobina</i>			55	24	110	20		
鱼类	5		9		10			
总数	270		229		553			

典型产地和层位: 广西象州大乐下泥盆统同庚组 98—106 层。

地理分布: 广西象州地区。

生态和沉积环境: 本群落化石产于深灰色水云母泥岩和灰色泥质粉砂岩中。双壳类壳质在成岩过程中均被溶解, 以内模或复合模形式产出, 在岩层中呈极薄的介壳层或成块状分布。两瓣全部分离, 凸面向上居优势, 长形个体显示定向排列, 具钻孔构造和泥晶套, 反应当时海域沉积速率低, 存在一定的流水活动和波浪作用, 使内栖生物被挖出, 暴露于沉积物和水界面处, 遭受生物侵蚀作用, 外栖动物受到破坏, 呈碎屑状。但双壳类未表现大小分选, 左右瓣数量仍大致相同, 说明侧向搬运距离很短, 基本上属原地或准原地埋藏。双壳类各分类单位的生态已于上述各章节中述及, 在此不再累赘。介形类 *Parablobina* 呈块或堆状产出, 表面具瘤、槽装饰, 为喜群聚生活的非海相表栖食沉积物者。

该群落的营养结构属混合型, 食悬浮物和食沉积物的多数为内栖生物。食沉积物者生活于含水量较高、混浊度颇大的不稳定泥质基底, 而食悬浮物的动物一般在较坚实的砂质基底进食。因此这两种类型的生物竞争并不激烈。整个群落中动物群的特点是分异度低, 组分显得单调, 绝大部分为广生境的双壳类、无铰纲腕足类、鱼类和单型的介形类。真正窄盐度的棘皮类、珊瑚类和三叶虫类等却很稀少, 大都呈碎屑状, 可能为异地产物。双壳类

和无铰纲腕足类等壳薄,表面光滑或仅见很稀而细的装饰,个体一般很小,像 *Nuculoidea*, *Mytilarca*, *Lingula* 等长高只有数毫米。*Nuculites* 除在个别样品中达 20mm 外,一般不超过 10mm,显系停滞发育的结果。这些情况表明生物生活的环境盐度和温度曾异常,海底循环不佳,通气受限。围岩主要为泥岩、粉砂岩和白云岩。粉砂岩中见明显的潮汐波痕,垂直虫管很发育,由潜穴生物造成的小圆丘状沙堆很普遍,分散状的小黄铁矿晶体往往密集。白云岩中藻纹结构常见,钻孔也发育。泥质岩类中有水平层理,局部出现生物扰动。所有这些都表明生物栖居地属于广义的潮坪环境,为受介壳滩(108—120 层)所保护的滩后潟湖环境。因此,从生物特性和岩性特点等推测,本群落曾栖息于受物理条件控制的障壁潟湖和海湾生境里,其生态位宜归入底栖组合 1—2 带上部。

4. *Sinodora-Newellipecten* 群落 (表 IV-5)

名称: 本文首次命名。

时代: 早泥盆世早埃姆斯期,命名层段为 *Polygnathus perbonus* 带。

成分: 双壳类 *Sinodora* 和 *Newellipecten* 十分丰富。*Nuculites*, *Leptodesma*, *Wuzuanites* 含量少。共生的无铰纲腕足类 *Orbiculoidea* 较多。

表 VI-5 *Sinodora-Newellipecten* 群落

Table IV-5 *Sinodora-Newellipecten* Community

标本数和百分比	样品号		Lshf9		Lshf10		Lshf11	
	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比
<i>Nuculoidea minuta</i>							5	0.26
<i>Nuculites</i>	7	0.86	27	5	6		0.32	
<i>Mytilarca</i>	2	0.24	3	0.54				
<i>Newellipecten guangxiensis</i>	460	56.4						
<i>Wuzuanites wuzhuangensis</i>	15	1.8	3	0.54	11		0.58	
<i>Leptodesma guangxiensis</i>					14		0.74	
<i>Fuschizodons</i>	1	0.12						
<i>Beichuania</i>	1	0.12						
<i>Sinodora bisulcata</i>	330	40	500	90	1740		92	
<i>Orthonta guangxiensis</i>					6		0.32	
<i>Sanguinolites</i>			4	0.73				
<i>Orbiculoidea</i>			15	2.7	94		5	
鱼类	3	0.36	4	0.73				
总数	816		552		1876			

典型产地和层位: 广西象州大乐下泥盆统下埃姆斯阶落脉组上部 122—125 层。

地理分布: 广西象州地区。

生态和沉积环境: 群落中 *Sinodora* 和 *Newellipecten* 两属, 特别是 *Sinodora* 在地层中产出的方式有个显著的特点, 即以单型种群密布于泥岩层面上, 形成多层、面积较大, 约 0.5—1cm 厚的介壳层, 个体一般颇小, 大小不很均一, 两瓣分离指数高, 几乎找不到铰合的两壳。形态分离明显, 介壳层基本上由凸度大的瓣组成, 凸面大多向上。这种形态分选的产生, 说明当时海底不仅具适度的流水活动, 而且水动力性质常有较大的差异。尽管两瓣数量极不等, 但保存完好, 无破碎, 大小不一致, 加之介壳层中的属种与化石稀少的泥岩层中的基本一样, 它们仍属原地埋藏, 代表生活群落。根据壳体特征, *Sinodora* 属浅潜穴食悬浮物者。

Neuellipecten 左瓣凸而脊强, 右壳平凹而装饰弱, 两瓣有长而尖的前耳, 宽而深的足丝缺口, 与 *Pterinopecten* 差别显著, 生活时可能以右壳平躺于基底, 为外足丝附着型。*Wuzumiles* 前耳伸长, 腹缘平凸, 足丝凹弱, 产于沙质基底或介壳层表面, 显示定向排列, 可能是表栖食悬浮物者。无铰纲腕足类 *Orbiculoidea* 个体很小, 数毫米长, 腹瓣肉基强大, 常钻穿介壳, 直插基底深部, 全系原地理藏。这些事实表明它并非营假漂浮生活, 而是属底栖固着食悬浮物者。上述这些生物在地层上的分布显示一定规律性: 剖面下部以外栖食悬浮物类型为主, 上部以内栖食悬浮物的占绝对优势。这种分布格局和在基底不同层次进食, 说明群落内生物竞争性很小。

此群落组分颇单调, 绝大多数分类单元为双壳类和无铰纲腕足类, 未见有铰纲腕足类和珊瑚类等窄盐度生物。双壳类 *Sinodora*, *Neuellipecten* 分别形成多层单一组分的薄介壳层。A. Hallam (1976) 和 S. M. Kidwell (1986) 等对地史上和现代潟湖中的生物和生物骨骼富集进行了较详细的观察和研究, 他们认为潟湖和海湾中的双壳类动物群属低分异度, 高密度, 形成丰富的单种或几乎单类种群的介壳层, 而这种介壳层多为生物成因和生物-沉积混合成因的产物。生物成因的介壳富集层包括由一群机会种迅速繁殖, 盐度、温度或氧水平等波动和搁浅而引起动物群大宗死亡以及暴露的介壳被结壳生物和其他固着表栖动物的拓殖等各种因素造成的介壳层。沉积成因的介壳富集体典型的有风暴滞留沉积、洪泛沉积和与障壁滩有关的远端溢流沉积。根据 *Sinodora* 和 *Neuellipecten* 介壳层的特点, 我们推测这两个属是曾生活于潟湖或海湾中的机会属。当环境有利时, 它们大量繁殖, 爆发式地增长, 广泛分布。后来由于环境参数发生变化或由于暴风骤雨引起洪泛, 大量的淡水和外来物质注入盆地, 使生物的原栖息地性质改变, 或产生了絮状沉积物效应, 大量的生物被闷死, 再经弱流水改造 (主要是分异搬运) 被掘出, 在原地形成介壳层。关于 *Orbiculoidea* 的生境, 前人也做过较多的研究。Williams (1960) 将产 *Lingula*, *Orbiculoidea*, *Aviculopecten*, *Dumbarena* 等化石的页岩和粉砂质页岩归入局限海和近岸海环境, Boucot (1975) 把以 *Orbiculoids* 和 *Linguloids* 为优势的群落置于底栖组合带 1—2。最近的研究揭示, 这两个分类单元于底栖组合带 4—5 中也常见, 具广泛的深度分布。尽管如此, *Orbiculoidea* 多见于高压不稳定近岸环境。

群落的围岩为暗灰色页岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩, 泥岩中可见水平层理, 属低能环境的产物。紧接其上的 126—131 层为纹层状一条带状泥晶白云岩、生物屑白云岩和虫孔白云岩夹纹层~条带状白云岩, 未见任何生物化石, 126 层中有明显的交错层和浪成波痕, 虫孔白云岩中生物扰动和钻孔构造发育。所有这些特征, 表明它们为潮坪沉积和沙屑滩。

总之, 从群落的结构, 动物群本身的特点、介壳层成分和其形成方式、围岩性质以及上覆地层岩相等推测, 本群落可能为近岩局限海或海湾环境的栖居者, 属潮下带上部浅水区的产物, 其生态位为底栖组合带 2。

5. *Mytilarca*-“*Guangxiconcha*”群落 (表 IV-6)

名称: 该群落为本文命名。

时代: 早泥盆世早埃姆斯期晚期。命名组中含竹节石带化石 *Nouukia barrandei*。

成分: 以双壳类 *Mytilarca*, “*Guangxiconcha*”, *Pterochaena* 等占绝对优势, *Cypriocardinia*, *Modiolomorpha*, *Cheilepteria* 较稀少, 伴有一定量的菊石类 *Aneloceras*, *Aneloceras* (*Erbenceras*), *Teichertoceras*, *Mimagoniatites* 和竹节石类 *Nouukia*, *Viriatellina*, *Styliouukia*。

表 IV-6 *Mytilarca*-“*Guangxiconcha*” 群落
Table IV-6 *Mytilarca*-“*Guangxiconcha*” Community

属种名	标本数和百分比	LTshf1		LTshf2		LTshf3	
		数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比
<i>Mytilarca</i>		2		1306			
“ <i>Guangxiconcha</i> ”		298					
<i>Pterochaenia</i>		15				113	
<i>Cypricardina</i>				4			
<i>Cheiopteria</i>		4		6			
<i>Actinopteria</i>		2		2			
<i>Paracyclas</i>				2			
<i>Modiomorpha</i>				4			
总数		304		1324		113	

典型产地和层位：广西南丹县罗富乡塘丁下泥盆统塘丁组。

地理分布：广西南丹、河池地区。

生态和沉积环境：双壳 *Mytilarca* 为本群落的特征属，以单种群出现，大量地集中于范围较广的层面上，形成极薄的分壳席或层，保存良好，大多数为复合模，纹石质壳全被溶解掉。个体大小不均一，但普遍很小，比邻区相当层位中的同属种小得多，以长1.2—3mm、高1.2—4mm的个体居优势，约占总数的95%。两瓣多数分离，少数铰合或微错开或呈蝴蝶状铺张开，凸面向上的瓣超过凹面朝上的标本，同心脊粗糙而发育。凸度很大，近腹缘最凸，横切面为底宽的等腰三角形，这样可以扩大腹方与基底的接触面积，有助于防止生活的个体沉陷入稀粥状的泥质基底。这些特征表明个体如此小的 *Mytilarca* 属表栖足丝固着类型，并非假漂浮动物。“*Guangxiconcha*”与 *Guangxiconcha* (Zhang 1977) 在前耳上呈现很大差别，前者凸度大得多，表面装饰颇粗而相当规则，前耳呈前叶状。这里的 *Pterochaenia* 前耳上没有脊把耳与壳体分开，同原属型特点有较大的区别。因此南丹和河池等地的这两个属的标本的分类位置尚须进一步研究。近来，人们根据该两层标本壳壁薄、具前耳、产于丹池盆地黑色页岩中等理由，把它们的生活习性解释为附在藻类上营假漂浮生活。据我们野外观察和室内分析，此两属标本的保存完美程度、产出方式和埋藏特征等与 *Mytilarca* 极其相似，几乎以单种群、高密度地分布于剖面上各不同层位岩层的表面上。而在这些介壳层之间、厚度相对地较大的层段中，同类型的种群没有见到或丰度值极低。大小频率测量值显示，在“*Guangxiconcha*”介壳层中，95%以上的“*Guangxiconcha*”各种群个体长为1—2.5mm，高为1—3mm，长、高在5—6mm以上的却很少。于 *Pterochaenia* 介壳席里，个体长1—4mm、高1—5mm的占90%以上，长为5—11mm、高6—13mm的不到7%。这种狭窄的大小级别和它们在地层中发生的方式，很显然是不支持此两属营假漂浮生活。因为营假漂浮生活的生物，其壳体大小级别范围相当广泛，成年期标本发生率比这高得多，而且化石在地层中的垂直分布比较均匀。从埋藏特征看，该两属壳体保存很好，未发现破损现象，无分选性，未显示周期性的稳定流水定向或线性定向，凹面向上的标本也有，左右两瓣数量之比大致接近1，说明它们没有经过大的搬运，属原地底栖环境的产物。偶尔在具沙纹层的薄层泥质粉砂岩表面可见到绝大多数凸面向上的介壳，表明海域底部曾有适度的流水活动，造成介壳的相对集中。其次，营假漂浮生活的生物需要寄主。到目前为止，我们尚未在该地泥盆系中发现能作为

假漂浮生物宿主的植物木块和藻类,而且如此大量的介壳若附着在生活的藻类上并随之漂浮,定会阻止光线达到藻类处,妨碍海生藻类进行光合作用,易导致藻类死亡,不利于动物生存,只有死后的藻类降落到海底才能真正地为动物附着提供坚实的基底。因此,这两属生活期间以足丝固着在漂浮的木块和藻类上营假漂生活的依据是不充足的。然而我们已观察到很多有意义的现象,即 *Mytilarca*, “*Guangziconcha*” 和 *Pterochaenia* 等属的不少个体的足丝凹口处附在平行壳体腹缘的竹节石上,很多标本都集中在某些海百合茎和似有固着吸盘的锥石类 *Paraconulariidae* 的上侧。这些事实说明它们生活时期以足丝附着于死亡后倒在海底上海百合茎和锥石类以及落入海底的竹节石上。研究地区早、中泥盆世的泥岩和泥质粉砂岩,含数量丰富、保存良好、钙化程度高、垂直分布均一的竹节石,被称之为竹节石泥岩,实际上是种生物碎屑岩,为沉积速率较缓慢的情况下,泥和死亡的竹节石混合的产物。随着后来内聚力增高,这类泥和化石的混合物构成一种较牢固的基底,为表栖食悬浮物的足丝附着型动物提供了良好锚地。再者,这些属壳体小而薄也不能作为营假漂浮生活的重要证据。的确,现代海洋中营假漂浮生活的某些双壳类壳小而薄。但壳体大小和厚薄与环境参数有关,例如海水的温度、盐度、含氧量、碳酸钙饱和程度、基底特征等。温度低,碳酸钙不饱和,生物富集钙形成自身介壳需消耗很多能量,对自身的生长很不利;海水含氧量低,盐度异常,则对介壳物质分泌相当困难,加之消溶作用,就会阻碍壳质加厚;基底粘土质颗粒多,含水量高,稀粥状,生物必寻求异速生长方式,变偏而小,以便防止躯体陷沉。因此,壳体小和壳质薄是动物适应低氧环境和泥质软基底所采取的常见手段,以便减少对基底所施加的压力,降低消氧量和食物量以求得生存。南丹地区动物群个体小,壳质较薄,很可能是生物适应泥质基底和低氧环境的结果。事实上,上述三属标本基本上均为复合模,具粗糙的同心饰和较大的凸度,说明它们的文石质壳并不很薄。具更大意义的是某些个体的壳质在成岩过程中被溶解后,被一层似为粗粒晶体的石膏物充填,显示柱状层结构,非常可能反映原壳质被石膏交代。若这种推测可靠,则更能说明它们的壳不是很薄,而是较厚。依据上述事实 and 讨论,笔者将 *Mytilarca*, “*Guangziconcha*” *Pterochaenia* 等解释为以足丝附着的表栖食悬浮物动物,并认为它们是经历了高度幼年期死亡率的底栖机会性质的属种。群落中其他双壳类,例如 *Cypricardina*, *Modiomorpha*, *Cheiopteria*, *Actionpteria*, *Necklania*, *Paracyclas*, *Lanularcardium* 等分别为半内栖、外栖和内栖动物。菊石类保存很分散,属游泳能力弱的类型;竹节石类散布广,剖面上处处皆是,属浮游生物。

该群落的围岩为纹层状黑色粉砂质泥岩和灰黑色泥岩夹具沙纹层理的粉砂岩,含分散状黄铁矿晶体;底栖生物属种丰度值颇低,香浓-维丰 (Shannon-Weaver) 优势分异度指数小,化石保存好,机械破碎和生物破碎程度极低;浮游竹节石丰富;所有这些特点都反映盆地在演化过程中,曾间歇性地出现水体分层现象,水域下部处于比较平静、低(或缺)氧状态。很可能由于风暴作用,水体的这种分层状态被打破,导致富氧水体向下平移,海底水体中氧水平得到改善,使双壳类 *Mytilarca*, “*Guangziconcha*”, *Pterochaenia* 等这些机会性质的属种的幼虫得以定居,个体数量爆发式地增长,迅速扩散,占据广泛的生境。后来,随着密度不同的水流(淡水或暖水)大量地注入,盆地水体分层又重新建立,氧量又减少,基底中有毒的无氧/贫氧界线升高,促使这些生物幼年(或少年)类群大量地死亡。这种幕式事件在这里曾多次发生,造成由单型种群构成的介壳层在剖面中间隔式地产出,形成多个事件组合或事件群落。*Mytilarca*-“*Guangziconcha*” 群落实际上包含多个事件组合或群落。按照

Rhoads-Morse (1971) -Bayers (1977) 的生物相模式, 缺氧盆地可以识别出三个生物相: 富氧生物相, 水深小于 50m; 贫氧生物相, 水深 50—150m; 无氧生物相, 位于 150m 深度以下。按生物发育情况和岩性特征推测, 此群落很可能生活于贫氧带中上部, 即水深 50—100m 的海底。群落中的菊石类多为松卷至全外卷型, 初房未包卷或半包卷, 缝合线简单, 表面有显著的放射横肋。这种类型的菊石, 根据实验观察和野外研究, 通常生活于 30—100m 水深处, 但 30—50m 更可靠些。

综合上述情况, 我们将 *Mytilarca*-“*Guangxiconcha*”群落归入底栖组合带 4, 即水深 60—90m 的海盆中。

6. “*guangxiconcha*”-*Cypricardinia* 群落表 (IV-7)

名称: 本文新建名称。

时代: 早泥盆世晚期。命名地层中含竹节石类 *Nowakia cancellata*, *Nowakia richteri*, *Nowakia holynensis* 等, 大致相当于 *Polygnathus serotinus* 带—*Polygnathus costatus partitus* 带。

成分: 双壳类 “*Guangxiconcha*”, *Pterochaenia*, *Cypricardinia*, *Necklania*, *Buchiola*,[?] *Shaniopsis* 很丰富, 伴有数量较多的足类 *Reticulariopsis*, *Perichoneles*, *Costanopia*, 三叶虫类 *Placops*, 竹节石类 *Nowakia cancellata*, *Nowakia richteri*, *Nowakia holynensis*, 菊石类 *Anarcestes*, *Gyroceratites*, *Subanaceras*, *Mimagoniatites*, *Convoluticeras*, 锥石类 *Paraconularia* 以及少量高螺塔腹足类和海百合。种的总丰度达 40 以上, 介于黑色页岩中远洋生物组合的种丰度 (15—20) 和富氧动物群的种丰度 (60—100) 之间。

表 IV-7 “*Guangxiconcha*”-*Cypricardinia* 群落
Table IV-7 “*Gugxiconcha*”-*Cypricardinia* Community

属 种 名	样 品 号		LNshf1		LNshf2		LNshf3		LNshf4	
	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比
“ <i>Guangxiconcha</i> ”	422	82.5	134	95.7					10	3.03
<i>Pterochaenia</i>							160	83		
<i>Buchiola</i>	3	0.57					10	5.2	100	30.3
<i>Cypricardinia</i>	2	0.4					12	6.2	90	27.3
<i>Necklania</i>	4	0.78					2	1	90	27.3
<i>Paraceras</i>			2	1.42					10	3.03
<i>Motacrompha</i>							4	2.1		
<i>Lamulacardium</i>			2	1.42*	2	1	10	3.03		
<i>Shaniopsis</i> ?	75	14.67								
<i>Leptodesma</i>	2	0.4								
<i>Mytilarca</i>							2	1	2	0.6
<i>Nuculoida</i>	1	0.2	1	0.7	1	0.5				
<i>Actinopteria</i>	2	0.4	1	0.7					8	2.4
<i>Oryzomysidea</i>									10	3.03
总数	511		140		193		330			

典型产地和层位: 广西南丹罗富纳标剖面下泥盆统的纳标组最上部。

地理分布: 广西丹池盆地。

生态和沉积环境: 双壳类各分类单元的生态已在上面各节中基本都述及, 绝大多数为底栖食悬浮物者。这里仅简单地讨论 *Buchiola*。一般认为它在泥岩中产出较多, 壳质薄, 属

远洋型, 营假漂浮生活。但其壳体呈凸圆形, 缺乏足丝构造和其他营假漂浮生活的特征, 放射肋粗, 显示文石壳质较厚。在地层中往往呈块状分布, 在剖面上垂向产出很不均一, 呈间隔式地发生, 似不属于营假漂游生活的类型。我们暂将其归入底栖食悬浮物类型中。三叶虫类中 *Phacops* 具发育的眼睛, 系底栖游移食腐者或捕食者。*Ductina* 几乎是盲眼, 为底栖食沉积物者。盲眼三叶虫的眼睛总是次生的, 是适应半底内食沉积物的结果, 不能作为深水沉积环境指示剂。海百合茎大部分为死后倒下的细长的枝体, 也有原位保存的。三叶虫和海百合茎保存很好, 特别是三叶虫常见整体保存, 未受任何磨损。这两类生物硬体部分是属多单元的骨骼, 生物死后最易分离, 它们的完整保存表明常有幕式埋藏事件发生。高螺塔腹足类为底栖食草动物。

“*guangziconcha*”-*Cypricardina* 群落中主要分类单元, 例如 “*guangziconcha*”, *Pterochaenia*, *Cypricardina* 等, 其埋藏特征、产出状况和在剖面上垂直分布与 *Mytilarca*-“*Guangziconcha*” 群落中一些重要分类单位极为相似。其次, 群落中种的总丰度值介于黑色页岩中远洋生物组合和种更丰富的富氧动物群之间。还有其围岩为黑色泥岩和粉砂质泥岩, 具纹层, 常保存有黄铁矿膜的竹节石。这些事实说明该群落是低能贫氧环境下的产物, 很可能代表贫氧带的上部, 即水深大于 50m 的海域。

本群落含有视觉系统发育的三叶虫 *Phacops* 和显示有底栖藻类存在的高螺塔食草腹足类。通过对岩层中藻类所造成的微内鲕石的详细研究已证明, 产这种类型生物组合的地层属光带的产物。至于光带的深度、底栖组合带和风暴活动三者的关系已研究得较多, 并取得了较大进展。布科 (Boucot 1975) 将志留纪和泥盆纪海域的真光带下限限制在钙藻和钙藻核形石不丰富或没有的部位以及礁生物相底部, 大致相当于底栖组合带 3/4 的界线, 绝对深度为 50—70m。伯得尔、约翰逊 (1986) 和布勒特等 (1987) 按藻类微钻孔, 结合托盘藻类 *Receptaculitids* 和环毛藻类 *Cyclocrinatids* 的产出特征, 把真光带底部置入底栖组合带 4 内。林胞 (Liebau, 1984) 按各种光层次深度与水清澈指数的关系, 提出真光带底部的深度在最清洁的海洋中约 100m, 于很清澈的沿岸水域为 30m; 而在高浊度的沿岸处, 真光带下部仅 5m 深, 弱光带底部则一般为 10m 深。古生代陆前盆地和陆表海中, 真光带可深达 40m 左右。这些数据能大致正确地预计粗枝藻类 *Dasyclads* (60m 左右), 虫黄藻 *Zooxanthellae* 和绿藻类 *Chlorophytes* (100—120m), 红藻类 *Rhodophytes* (约 250m) 等出现的最大深度。粗枝藻类 *Dasycladacean* 对确定志留纪海域的深度很有用处。因此, 研究岩层里介壳中的藻类微钻孔, 对于推断古群落生态和沉积环境极为重要。纽约盆地哈密通群中最深水相腕足类介壳上的蓝绿藻类钻孔被识别后, 那里中泥盆世整个系列的生物相才被确定至少在光带下部形成的, 而且跨底栖组合带 3—5 (*Leiorhynchus*) 群落, 最大深度 80—100m。在哥特兰 (Gotland) 志留纪底栖组合 4—5 带腕足类壳上也发现有相当多的蓝绿藻钻孔。据初步观察, 美国志留纪罗杰斯特页岩中腕足类介壳中也有似类蓝绿藻类的钻孔。我国广西南丹地区双壳类的腕足类介壳的铰缘区存有一些规则分布的小孔, 似为钻孔藻的钻孔。如果上述两地的材料经深入研究后, 被证实为蓝绿藻钻孔, 则会为光带位于底栖组合带 4—5 提供更多的依据。很有意义的是在志留纪滨外组合里找到了两类钙化重的藻化石: *Receptaculitids* 和 *Cyclocrinatids*。它们过去被视为海绵, 现在被藻类和海绵类学者看成多细胞藻类即光合 (自养) 生物。因此, 含 *Receptaculitids* 的志留纪 BA4—5 中的岩层可归入光带内的沉积。

环毛藻类现被归入粗枝绿藻类, 常见于志留纪 *Stricklandia* 群落, 在 *Clorinda*-*Stricklandia* 过

渡型的群落和 *Clorinda* 型群落中都有报道。这说明绝大多数 BA4 和一些 BA5 很可能在有充足光线维持粗枝藻类生长的环境里。现代粗枝藻水深 90m, 环毛藻可能发生于更浅的海域。志留纪许多 *Stricklandia* 和一些 *Clorinda* 组合带的沉积和埋藏特征有指示风暴活动的证据。很多事实表明风暴波浪直接影响底栖组合带 4—5 的环境, 风暴波基面一般为 20—50m 深。很多深水组合带形成于正常浪基面和最大风暴浪基面之间, 小于 100m 深。可见多数底栖组合带 4 和少数底栖组合带 5 位于真光带至弱光带上部。总之, 各方面的证据揭示光带相当于底栖组合带 4—5 上部位置, 低栖组合带 1—4 位于真光带内, 真光带下限接近底栖组合带 4/5 界线处, 但在高浊度的海域里可能还要浅一些。

关于各底栖组合带的绝对深度, 按约翰逊的意见, BA1 0—10m, BA2 10—30m, BA3 30—60m, BA4 60—90m, BA5 90—120m。尔科和布勒特详细地研究了纽约盆地志留纪底栖组合带后, 单独地提出了一个稍微浅的深度分带模式: BA3 从正常浪基面到平均风暴浪基面, 约 10—20m; BA4 从平均风暴波基面到接近最大风暴波基面, 在很多情况下, 其下限靠近真光带底部, 水深大致 20—60m, 一般小于 50m; BA5 深度接近真光带和最大风暴波基面两者之下限, 大于 50m, 也许会达 100m 或 120m。因此, 真光带的绝对深度一般为 50—100m。

“*Guangziconcha*”-*Cypricardina* 群落含眼睛发育的三叶虫类和底栖食草动物高螺塔腹足类, 以及其某些组成的介壳上似有藻类微钻孔, 表明它属光带内的产物, 即为底栖组合带 4—5 的上部。从其成分的丰度值和围岩性质看, 本群落可归入贫氧生物相上部边缘。志留纪广大的欧非陆表海台地上, 缺氧、无生物扰动的薄纹层状岩层大都形成于底栖组合带 3 的下部到底栖组合带 4 的浅部。我国南方泥盆系除少数地区外, 基本上属陆表海沉积, 所以该群落的生态位最多归入底栖组合带 4 上部, 水深 50—70m。

(三) 群落比较 (表 IV-8)

这里所记述的群落包括滨岸到滨外带六个群落, 其中属滨岸带的有 *Nuculoidea-Paracyclas*, *Sinodora-Neuvelipecten* 两个群落; 属滨外带较浅水的是 *Nuculites-Actinopteria* 和 *Skyphoconcha-Ganziella* 两群落; *Mytilarca* a-“*Guangziconcha*”和“*Guangziconcha*”-*Cypricardina* 群落生活于滨外带水颇深的海域。

Nuculoidea-Paracyclas 群落和 *Sinodora-Neuvelipecten* 群落的分异度很低, 分类单位较单调, 种群个体小, 以双壳为主体, 含无铰纲腕足类 *Lingula*, *Orbiculoidea* 和少量鱼类。两者的差别是前者广生境分类单元稍多, 有丰富的介形类; 后者食悬浮物分类单位占 95% 以上, 机会性质属种 *Sinodora* 大量繁殖, 死后形成极薄的介壳层。

Skyphoconcha-Ganziella 群落分异度高, 双壳类极繁盛, 腕足类发育。各分类单位个体数量之多, 壳体之大, 壳质之厚, 保存之良好, 在世界同期地层中少见。*Yangella*, *Skyphoconcha* 为本群落的指示物; *Eoschizodus*, *Beichuania*, *Ganziella* 十分繁盛。

Nuculites-Actinopteria 群落中, 长形的 *Nuculites* 和壳巨大的 *Actinopteria* 在其他群落中鲜有; 原位埋藏的海百合和达 20cm 长的角石颇多; 基底生物扰动普遍, 虫管长达 10cm。*Mytilarca*-“*Guangziconcha*”和“*Guangziconcha*”-*Cypricardina* 两个群落有几个共同之点: 分异度低、分类单位个体很小、由机会属种组成、浮游竹节石发育、均属贫氧环境产物、均包含多个事件组合。前者以 *Mytilarca* 为标志, 菊石类缝合线多为简单; 后者伴有丰富的腕足类和眼睛发育的三叶虫类 *Placops*。

表 IV-8 四川、广西早泥盆世埃姆斯期双壳类群落比较

Table IV-8 Comparison of the Emsian (Early Devonian) bivalve communities in Sichuan and Guangxi

群落	分异度	广生境 分类单位	分类单位 壳体大小	特点	
<i>Nuculoides</i> - <i>Paracyclas</i>	低	少数	大壳体少	低分异度; <i>Liugula</i> 和介形类多, 具鱼类化石。	
<i>Sinodora</i> - <i>Neuellipecten</i>	低	少数	大壳体较少	低分异度; <i>Orticuloides</i> , <i>Sinodora</i> 丰富, 有鱼类化石。	
<i>Nuculites</i> - <i>Actinopteria</i>	中等—高	无	大壳体多	<i>Actinopteria</i> 特别多; 虫迹发育, 多为水平状。	
<i>Skyphoconcha</i> - <i>Ganzhiella</i>	高	无	大壳体很多	高分异度, <i>Skyphoconcha</i> , <i>Yangella</i> 为特有, <i>Eoschizodus</i> 特别丰富	
" <i>Guangxiiconcha</i> " - <i>Cypriocardinia</i>	很低	很少	小壳体占优势	氧很低 (贫氧), 由多个事件组合构成, <i>Mytilarca</i> 很丰富, 具有缝合线简单的菊石类	↓ 滨 外 带
<i>Mytilarca</i> - " <i>Guangxiiconcha</i> "	很低	很少	小壳体占优势	贫氧, 由多个事件群落组成, 具丰富的腕足类, <i>Phacops</i> 很特别。	

(四) 结论

1. 泥盆纪双壳类群落是古环境的重要指示剂。

2. 早泥盆世埃姆斯期双壳类群落主要受基底性质、盐度和氧量控制。开放陆棚粉砂质泥基底是最佳栖息地, 那里食物丰富、氧充足, 盐度正常, 双壳类最繁盛。纯泥质或灰质多、氧低的基底, 分类单位就单调, 分布则极不均衡, 个体小。前者可以龙门山地区 *Skyphoconcha-Ganzhiella* 群落为例; 南丹地区 *Mytilarca* 或 "*Guangxiiconcha*" 群落属后面这种情况。

3. 根据现代生物学和古物生物学知识水平, 纳里夫金 (1959) 提出的判断古生代营假漂浮生活双壳类的几条标准值得重新研究。

4. 许多古生物文献提出古生代的双壳类仅限于近滨环境, 直到二叠纪末才进入滨外带。据 Frey 等 (1987) 研究, 双壳类群落在美国俄亥俄州晚奥陶世滨外带克拉通陆棚区很发育, 说明双壳类群落在早古生代已扩展到滨外带。我们的工作支持 Frey 的观点: 双壳类不是到晚二叠世才侵入滨外带, 而是于晚奥陶世已进入滨外地区, 占据滨外带相当广的生境, 至中生代完全取代了滨外带腕足类。

5. 古生代双壳类和腕足类在地层中的分布格局, 不宜以“腕足类繁盛时消耗尽了环境中的养分和氧, 导致双壳类无法生存”的观点去解释。理由是: (1) 很多研究成果已指明, 在奥陶纪和泥盆纪的古群落中, 腕足类和双壳类能和谐地共生; (2) 缺氧或贫氧和营养少的环境中, 这两类动物都很稀少, 表明氧和食物被消尽后, 它们都不能生存; (3) 华南地区除广西丹池盆地和贵州一些地方外, 所有富腕足类和双壳类的早、中泥盆世岩层均为富氧和养分环境的产物, 不是在低氧条件下形成的。从各方面的材料看, 影响该两类生物分布的主要因素是基底性质、盐度和它们各自的呼吸和进食系统的完善性。腕足类绝大多数为表栖滤食性的, 其呼吸和进食系统防沙泥的能力差, 多生活于浊度低的清水碳酸盐或含钙重的基底。双壳类多为内栖、半内栖的能挖掘、扰乱基底、提高水域浊度, 具防泥沙能力较强的呼吸和进食系统, 多见于不利于腕足类生存的高浊度泥沙质基底, 加上双壳类对环境参数反应的敏感性远不及腕足类, 所以腕足类和双壳类的古地理分布呈现割据现象。

6. 早泥盆世时,四川龙门山地区的双壳类和广西地区的双壳类,无论在分异度、分类单位和各分类单元个体的丰度上或介壳大小和壳质的厚度上都有很大的差别,反映两地区的海域性质有相当大的差异,海进海退的速率不一,气候条件也不尽相同。因此,从双壳类看,这两个地区不宜归入同一古生物地理区系。

7. 广西南丹地区下泥盆统益兰组含丰富的双壳类 *Puracystas*, *Nuculites*, *Sanguinolites*, *Orthonota*, *Megalodon* 和腕足类。它们的个体颇大,发育完全正常,属富气环境的产物。所以益兰组不能归入典型的贫氧生物相。按生物的多样性和底栖生物特征,塘丁组和纳标组形成时,海域水柱曾周期性地出现分层现象,导致底部周期性地缺氧或贫氧。

五、竹节石生物相的研究

(一) 竹节石生活习性概述

竹节石是一类在泥盆纪弗拉斯期末绝灭的无脊椎动物。由于它演化快、分布广、个体多,一些属种成为划分、对比泥盆系的标准化石。不同的竹节石类型保存于不同的岩相中,它在研究古环境方面的作用早已受到人们的重视。

根据初房发育程度及形状、壳壁的构造、隔壁的有无,竹节石可分为三个目:竹节石目(*Tentaculitida*)、等环节石目(*Homotenenida*)及珠胚节石目(*Dacryoconarida*),它们各自的生态环境、生活方式不尽相同,研究它们在地层中的分布及保存方式,有助于阐明岩相特征及恢复古环境。

珠胚节石目属薄壳节石类,根据初房呈滴珠状、壳薄(0.01—0.02mm)、无隔壁等特征,以及广布于除滨海碎屑岩和盐岩外的多种岩相的地层中,推测该类竹节石营浮游生活方式。珠胚节石大量出现在贫氧、滞流环境的沉积物中,陆表海的滞流台盆(沟)、远岸的陆棚边缘盆地是该类竹节石最适于生活的环境。至于在次深海、深海区是否有大量竹节石存在,目前还不清楚,其原因是这类沉积物不多,而且研究甚少,加之竹节石为钙质壳,在方解石的补偿深度(CCD)之下,它的壳如果有的话也容易被溶解,难以保存下来。浮游的薄壳竹节石生活在什么深度,很少有人讨论。Sandberg 和 Dreesen (1984) 在研究美国西部晚泥盆世牙形石生物相模式时,根据牙形石 *Pulmatulepis* 在浅水区锐减的事实,推测这个属是远岸、深水环境的产物,生活在真光带之下。珠胚竹节石的分布与 *Pulmatulepis* 有共同之处,可能生活在贫氧带与含氧带的界面附近,这更易于解释为什么它在含氧带锐减的事实。

竹节石目属厚壳节石类,它的初房不发育,呈尖锥状,与壳体分界不明显;壳壁厚而不均,通常由原生壳壁及外壳壁组成,壳壁厚度是薄壳竹节石的2—4倍。内壳壁与外壳壁不同形,末部外壳壁上的一级环在内壳壁上有弱的负向反映,其它部分内壳壁则是光滑的,外壳壁上的纹饰在内壳壁上没有反映;始部隔壁发育,将始部分成几个大小不同的气室。根据壳厚竹节石的特征及与大量底栖生物共生的事实,推测该类竹节石为底栖类型。它的生态,各家众说不一,Лященко (1959)、Fisher (1962) 认为它是头朝下,顶朝上的底栖游泳食腐动物;Boucke (1964) 认为这类竹节石部分属种是平卧海底,且部分壳体埋于泥中生活的;Blind (1969) 等认为它是半内生动物。但它局限于陆棚区,相对较浅水、温暖、富氧、水动力较强的海底则无人提出疑义。

等环节石目是上述两目之间的过渡类型,初房近似厚壳节石类,呈尖锥形,但后端拉

长呈长卵状;壳壁近似珠胚节石类,内、外壳壁同形,唯始部壳壁比珠胚节石略厚,部分标本的壳壁似有次生加厚现象;另外与厚壳节石相比,隔壁数量明显减少。有关的生态特征前人文献叙及甚少,Fisher(1962)将它归到厚壳节石目的一个科,认为它与竹节石科(Tentaculitidae)、同环节石科(Uniconidae)相比,壳更薄、隔壁更少,可能生活在更深的水域中,Lardeux(1969)、鲜思远和王金星(1986)根据富含等环节石类的地层常有大量薄壳节石类、菊石等共生的事实,认为它与珠胚节石类有相似的生态和生活习性,可能营浮游生活方式。虽然等环节石类的壳体构造显示了厚壳节石类和珠胚节石类的过渡特征,但它的生活习性究竟接近于谁值得研究。笔者注意到,它在浅水相中较少出现,而在较深水相与浅水相交替的环境中大量出现,在较深水相中几乎绝迹(如南丹罗富、南宁亭子等地)的事实,难以用浮游生活方式解释。笔者认为它的生活习性似乎更近于厚壳节石,应属底栖游泳生活方式,也许游泳能力比厚壳类更强,可以生活在更深的水域内,大概相当含氧带下部—贫氧带上部范围。至于它为什么常常和大量珠胚节石类共生,那是因为后者营浮游生活,可能二者生活在相近的深度范围内,只不过一个营底栖游泳生活,一个营浮游生活罢了。等环节石类的壳体构造与营底栖游泳生活是相适应的,它具有营底栖生活所特有的锥状初房和隔壁,其壳壁比厚壳节石类更薄、横环更圆滑,正好说明它比厚壳节石类更善游泳。

(二) 竹节石生物相与环境

竹节石明显受海水的物理、化学条件,如水深、含氧性、化学成分、温度、盐度等的控制。

华南泥盆系大部分是在陆表海环境沉积的,这些环境与开阔海洋的联系往往受到限制。据 C. W. Byers (1977) 研究,受限盆地的水体可分为三层:上部为含氧层、底部为无氧层、中间是贫氧层。分层的原因是陆表海水与开阔海水的侧向交换受到限制,而有限的风浪又限制了表层水与深层水的混合,在低纬度地区,表层水难以冷到足以下沉并替换盆地底部海水的程度,所以其底部的水就停滞并形成水体分层现象。现已查明不同水层的水体其生物面貌也不尽相同:含氧带内底栖生物发育;贫氧带内底栖生物少、个体小;无氧带内底栖生物则基本绝迹。目前我们识别出的 3 个竹节石生物相:Tentaculitida (简称 T) 相显示含氧带特征,Dacryoconarida (简称 D) 相显示贫氧带特征,Homoclenida (简称 H) 相则有过渡性质。其中 *Homoclenoides-Tentaculites* (简称 HHT) 亚相接近含氧带,*Homoclenus-Styliolina* (简称 HHS) 亚相则接近贫氧带。D 相中的五个亚相,*Styliolina-Nowakia* (简称 DSN),*Zeravshanella-Styliolina* (简称 DZS),*Styliolina* (简称 DS) 亚相属贫氧带上部;*Nowakia-Costulatostyliolina* (简称 DNC),*Nowakia-Styliolina* (简称 DNS) 亚相则反映贫氧带下部的特征。

关于水深,现代黑海研究资料表明:含氧带的水深是 50m,贫氧带是 50—150m。华南泥盆系腕足类化石发育,据生态群落的研究,含氧带出现的群落,除少数为底栖组合带 1 的位置外,多数为底栖组合带 2—3 的位置,如广西六景地区郁江组中所见的 *Rostrospirifer-Dicelostrophia* 群落,*Atrypa-Rostrospirifer* 群落,*Huananochoneles-Xenostrophia* 群落等。据 Boucot (1975) 研究,底栖组合带 2—3 的深度是 10—60m,这个数字与黑海含氧带的数字是近似的。而贫氧带中出现的腕足类群落,则多数处在底栖组合带 4—5 的位置,如广西南宁大联村地区新坡组的 *Leptathyris-Spinatrypina* 群落,大乐地区巴漆组中、上段的 *Leiorhynchus* 群落,南丹地区纳标组的 *Buchiola-Reticulariopsis* 群落就分别位于底栖组合带 4—5 的位置,它们代表的深度大约是 60—200m。竹节石生物相 T、HHT 位于含氧带,大致与底栖组合带 2—3 相当;

HHS、DSN、DZS、DS 生物亚相位于贫氧带上部,大致与底栖组合带 3—4 相近,即 3 带的下部至 4 带的位置;DNC、DNS 生物亚相见于贫氧带下部,大致相当于底栖组合带 4—5。当然,含氧、贫氧带的深度范围在各地是变化的,尤其在陆棚边缘斜坡带,因与外海相通,海水的侧向交换以及上、下循环条件与陆表海大不相同,所以含氧带、贫氧带的范围也不一样。显然,上述深度的讨论指的是陆表海地区。至于陆棚边缘斜坡带的情况,目前还不清楚,其外是深海洋盆,还是陆间盆地等基本问题尚有争论(图 V-1)。

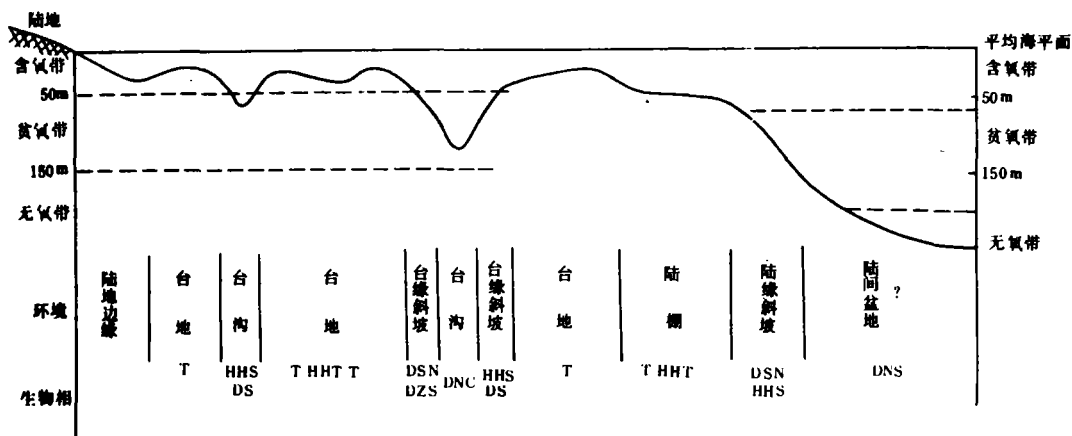


图 V-1 华南泥盆纪竹节石生物相与沉积相带关系示意图

Fig. V-1 Schematic diagram showing the relationship between Devonian tentaculitid biofacies and sedimentary facies zones in South China

在华南泥盆纪地层中识别出含氧带、贫氧带、无氧带竹节石生物相的特征是有用的,特别在远离物源的深水区,岩性变化一般较小,如能识别出含氧带—贫氧带—无氧带的变化方向,则可推测盆地斜坡原方向及在无滨岸沉积物的情况下分析出滨岸的方向,推测陆地或隆起的存在。如西藏珠穆朗玛峰一带下泥统属 DNS 生物亚相,表明处于贫氧带的下部,而藏北申扎地区同期地层属 DSN 生物亚相,位于贫氧带的上部,显然陆地在北边,这无疑为推测的羌塘古陆提供了证据。另外,如果假定泥盆纪贫氧带的厚度为 100m,那末只要在露头上确定出贫氧带的宽度,利用简单的三角原理就可测出近似的古坡度及水深。

竹节石的生存除了和水深、含氧性关系密切外,也和海水的化学成分有关。例如广西大乐地区巴漆组中,灰岩里面竹节石种类繁多,而其中的硅质岩夹层内属种却十分单一,几乎全为 *Styliolina*; 六景地区新坡组,南宁亭子一带的硅质岩也不例外。但我们也观察到相邻的两层泥岩或灰岩内,一层以 *Novakia* 为主,另一层以 *Styliolina* 占优势,说明 *Styliolina* 的大量出现也不仅限于硅质岩,可能还和其它因素有关。总之,目前竹节石生物相的研究还是初步的,不可能对上述现象作出满意的解释,相信随着资料的积累,竹节石与环境的关系会更加清楚。

(三) 竹节石生物相记叙

生物相的概念各家理解不一,从古生态的角度来看,它与岩相相对应,其含义可以理解为反映环境的生物面貌或生物特征。显然,这个含义要求所包括的生物门类愈多、愈全愈好,而事实上许多生物是不可能保存为化石的,加之研究者的兴趣、爱好和专业限制,故往往从一个门类出发来研究。

根据竹节石的类型、富集程度、保存状况及共生的其它门类化石,笔者初步识别出三

个竹节石生物相: 即 *Tentaculitida* 生物相、*Homoctenida* 生物相和 *Dacryoconarida* 生物相。其中 *Homoctenida* 生物相可再分为两个亚相: *Homoctenoides-Tentaculites* 生物亚相及 *Homoctenus-Styliolina* 生物亚相。*Dacryoconarida* 生物相可分作 5 个生物亚相: *Styliolina-Novakia* 生物亚相、*Zeravshanella-Styliolina* 生物亚相、*Novakia-Costulatostyliolina* 生物亚相、*Novakia-Styliolina* 生物亚相及 *Styliolina* 生物亚相。现记述如下:

Tentaculitida (简称 T) 生物相

名称: 系本文命名。

时代: 奥陶纪一晚泥盆世弗拉斯期。命名地时代为早泥盆世 *Polygnathus deliscens* 带—*P. perbonus* 带。

成分: 主要为厚壳节石类, 常见的属有 *Tentaculites*, *Volynites*, *Dicrioconus*, *Uniconus*, *Alternatus*, *Parrulites*, *Uniconus*, *Multiconus* 等。另外可见到等环节石类的 *Homoctenus* 及珠胚节石类的 *Novakia*, *Viriatellina*, *Styliolina*, *Costulatostyliolina* 及大量底栖的腕足类、双壳类、珊瑚等化石 (表 V-1, V-2)。

表 V-1 四川北川甘溪剖面竹节石统计表

Table V-1 Statistics of tentaculitids from the Ganxi section in Beichuan, Sichuan

统	组	段	生物相	样品号	属 种 统 计 (100cm ²)										
					<i>Tentaculitida</i>					<i>Homoctenida</i>					
					<i>Uniconus</i>	<i>Dicrioconus</i>	<i>Volynites</i>	<i>Parrulites</i>	<i>Alternatus</i>	<i>Homoctenus</i>	<i>Novakia</i> (N.)	<i>Parapraecursor</i>	<i>N</i> (N.) aff. <i>zichouensis</i>	<i>N. (Murina)</i>	<i>Viriatellina</i>
D ₁	养马坝组	二台子组	HHT	B ₉₂											
				B ₇₅						41					
				B ₇₁	1										
				B ₇₀					1						
	谢家湾组	HHT	HHT	B ₆₃						1					
				B ₆₀						1					
				B ₅₈							8				
				B ₅₇						12					
				B ₅₃						30				10	
				B ₅₁	23					7					
	甘溪组	T	T	B ₅₀		1									
				B ₄₈		33									
				B ₄₇	12		2	2	3			6	3	4	3
				B ₄₆										50	18
				B ₃₉						1					

H. = *Homoctenida*

命名地层位: 四川北川甘溪的甘溪组。

地理分布: 中国南方、欧洲、北美洲。

生态及沉积环境: T 生物相中的竹节石以厚壳节石类为特征, 营底栖游泳生活。主要生活在含氧带, 陆缘海的近滨带、滨外带, 陆表海潮下带的台地相区。

Homoctenida (简称 H) 生物相

名称: 系本文命名。

时代: 早泥盆世一晚泥盆世弗拉斯期。命名地时代为中泥盆世吉维特期中 *varcus* 带—上泥盆世弗拉斯期中 *asymmetricus* 带。

成分:以等环节石类与厚壳节石类、珠胚节石类共生为特征。常见的属有 *Homoctenus*, *Homoctenoides*, *Paradenticulites* 等,另可见到 *Tentaculites*, *Novakia*, *Styliolina*, *Viriatellina* 及底栖的腕足类、珊瑚等。

命名地层位:广西象州大乐秀峰地区巴漆组中上段。

地理分布:中国南方、欧洲。

生态及沉积环境:H生物相中的竹节石以等环节石类为特征,营底栖游泳生活,主要生活在含氧带下部及贫氧带上部,陆缘海的近滨带、滨外带,陆表海的潮下带、台地相带的低凹地区及台地边缘相带。

表 V-2 广西横县六景地区竹节石统计表

Table V-2 Statistics of tentaculitids from the Liujing region in Hengxian, Guangxi

统	组	段	生 物 相	样 品 号	属 种 统 计 (100cm ²)														
					Tentaculitida					H.	Dacryoconarida								
					<i>Tentaculites</i>	<i>Polygnites</i>	<i>Uniconus</i>	<i>Ukrainites</i>	<i>Trachabiolopsis</i>		<i>Homoctenus</i>	<i>Novakia</i>	<i>N. (N.) aff. otomari</i>	<i>N. (N.) otomari</i>	<i>N. (N.) barrandei</i>	<i>N. (Viriatellina) bianulifera</i>	<i>Viriatellina</i>	<i>V. hercynica</i>	<i>Styliolina</i>
D ₂	民塘组		HHS	FL ₁₀												4			230
				FL ₁₈								26			9				
				FL ₁₇						3			47						
				FL ₁₄									55						
				FL ₂₄								556							
				FL ₂₃								13							
				FL ₂₂								17							
				FL ₂₁								12							
D ₁	新坡组		DSN	FL ₄														2166	
				LW ₂										500				1000	
				FL ₂													394		
	郁江组	六景段 大联村段	T	FL ₁		2	3									250			
				LW ₁			17												
				FL ₁₃							28							714	
				FL ₁₁												87		1875	
				FL ₁₀														1412	
	那高岭组		T	FL ₉	19	7		33	3										

H. = Homoctenida

Homoctenoides-Tentaculites (简称 HHT) 生物亚相

名称:系本文命名。

时代:早泥盆世—晚泥盆世弗拉斯期。命名地时代为早泥盆世 *Polygnathus inversus* 带—*P. serotinus*。

成分:主要为等环节石类及厚壳节石类。常见的属有 *Homoctenoides*, *Homoctenus*, *Tentaculites*, *Uniconus* 等,还可见珠胚节石类的 *Novakia*, *Viriatellina* 及大量底栖腕足类、珊瑚等(表 V-3)。

命名地层位:广西象州大乐地区大乐组。

地理分布:中国南方。

生态及沉积环境:以等环节石类及厚壳节石类并存为特征,它们营底栖游泳生活。主要生活在含氧带,陆缘海的近滨带、滨外带,陆表海的潮下带,台地相带的低凹地区。

Homoctenus-Styliolina (简称 HHS) 生物亚相

表 V-3 广西象州大乐剖面竹节石统计表

Table V-3 Statistics of tentaculitids from the Dale section in Xiangzhou, Guangxi

统	组	段	生 物 相	样 品 号	属 种 统 计 (100cm ²)												
					T.		Homoctenida				Dacryoconarida						
					<i>Tentaculites</i>	<i>Unicorns</i>	<i>Multicornis</i>	<i>Homoctenis</i>	<i>Paradenticulites</i>	<i>Polyclindrites?bosceki</i>	<i>Homoctenoides</i>	<i>Novakia (N.)</i>	<i>N. (N.) tenella</i>	<i>N. (Virianovakia)</i>	<i>Vriatellina</i>	<i>Obolus atostyliolina</i>	<i>Styliolina</i>
D ₂ s	漆 组	上 中 段	HHS	XS ₃₈				3							25		12
				XS ₃₅										15	69	12	
				XS ₃₄				104								22	
				XS ₃₃				40								220	
				XS ₃₂												425	
				XS ₃₁				800							88	266	
				XS ₃₀										106	180		
				XS ₂₉										15	310		
				XS ₂₈											29	16	
				XS ₂₇												55	
				XS ₂₆												80	
				XS ₂₅												250	
				XS ₂₄												5330	
				XS ₂₃												846	
				XS ₂₂												147	
				XS ₂₁										28			
				XS ₂₀										59	126		
				XS ₁₉										8	68		
				XS ₁₈											25		
				XS ₁₇											126		
				XS ₁₆												40	
				XS ₁₅												11	
				XS ₁₄											33		
				XS ₁₃											26		
				XS ₁₂												43	
				XS ₁₁													
				XS ₁₀											145		
				XS ₉											170		
				XS ₈											33		
				XS ₇											91		
				XS ₆											25		
				XS ₅												4160	
				XS ₄												8	
				XS ₃₋₂₀											16	566	
				XS ₃₋₁₀											37	194	
				XS ₂													
XS ₁											44	6					
D ₁	大乐组		HHT	XD ₄	15						25						
				XD ₃							2						
				XD ₂		2					23						
				XD ₁							1						
	落脉组		T	XL ₃		10	2										
				XL ₂			5										
				XL ₁		4		12									
	同庚组			T	XL ₀		12										

T. = Tentaculitida

名称: 系本文命名。

时代: 早泥盆世—晚泥盆世弗拉斯期。命名地时代为中泥盆世吉维特期中 *varcus* 带—上泥盆世弗拉斯期中 *asymmetricus* 带。

成分: 主要为等环节石类及珠胚节石类, 常见的属有 *Homocleonus*, *Paradenticulites*, *Styli-*

olina, *Viriatellina*, *Nowakia* (*Nowakia*), *Nowakia* (*Virianowakia*), *Costulatostyliolina* 等及少量底栖的腕足类, 这些腕足类多数呈夹层出现 (表 V-3)。

命名地层位: 广西象州大乐秀峰地区巴漆组中上段。

地理分布: 中国南方、欧洲。

生态及沉积环境: 以等环节石类及薄壳节石类并存为特征, 其生活环境为贫氧带上部, 主要为陆表海的台地边缘斜坡带及一些浅的台沟带。陆棚边缘可能存在于此亚相。

Dacryoconarida (简称 D) 生物相

名称: D 生物相由本文提出, 与王钰 (1987) 等称的 *Nowakia* 群落相当。

时代: 早泥盆世—晚泥盆世弗拉斯期。

成分: 主要为珠胚节石类, 常见的属有 *Nowakia*, *Viriatellina*, *Styliolina*, *Costulatostyliolina*, *Striatostyliolina*, *Zeravshanella* 等, 另可见到少量底栖的三叶虫、腕足、珊瑚等。

地理分布: 中国南方、欧洲、美洲。

生态及沉积环境: D 生物相中的竹节石几乎全为珠胚节石类, 营浮游生活, 可能生活在贫氧带与含氧带的界面附近。从共存的底栖动物群分析, 应为贫氧带产物, 主要见于陆表海台缘斜坡带, 台沟带及陆棚边缘斜坡带。

Styliolina-Nowakia (简称 DSN) 生物亚相

名称: 系本文命名。

时代: 早泥盆世—晚泥盆世弗拉斯期。命名地时代为早泥盆世竹节石 *Nowakia barrandei* 带—*N. cancellata* 带, 相当于牙形石 *perbonus* 带—*serotinus* 带。

成分: 主要为珠胚节石类, 常见的属有 *Styliolina*, *Nowakia*, *Viriatellina* 等, 另外可见到少量底栖的三叶虫、腕足、珊瑚等 (表 V-4)。

表 V-4 广西隆林含山剖面竹节石统计表

Table V-4 Statistics of tentaculitids from the Hanshan section in Longlin, Guangxi

统	组	段	生物相	样品号	属、种统计 (100cm ²)						
					<i>Dacryoconarida</i>						
					<i>Nowakia</i> (N)	<i>N. cancellata</i> (N)	<i>N. elegans</i> (N)	<i>N. barrandei</i> (N)	<i>Zeravshanella onglinensis</i>	<i>Viriatellina</i>	<i>Styliolina</i>
D ₃	响水洞组			LH ₄							2100
D ₁₋₂	平恩组	上段		LH ₇		44					
				LH ₈		245					
				LH ₅							
		下段		LH ₄				43			67
				LH ₃						140	325
D ₁	三叉河组			LH ₂					244		14
				LH ₁	6						159

命名地层位: 广西隆林含山地区平恩组。

地理分布: 中国南方。

生态及沉积环境：以珠胚节石类为主，营浮游生活。从浮游生物占绝对优势，底栖生物已大大减少来看，其环境应为贫氧带上部，主要见于陆表海台缘斜坡带，陆棚边缘斜坡带可能也有分布。

Zeravshanella-Styliolina (简称 DZS) 生物亚相

名称：系本文命名。

时代：早泥盆世。命名地时代为早泥盆世竹节石 *Zeravshanella longlinensis* 带，相当于竹节石 *Nowakia praecursor* 带。

成分：主要为珠胚节石类，常见的属有 *Zeravshanella*, *Styliolina*, *Viriatellina* 等，另外可见到少量底栖的三叶虫、腕足、珊瑚等（表 V-4）。

命名地层位：广西隆林含山地区三叉河组。

地理分布：中国南方、欧洲。

生态及沉积环境：在命名地的 DZS 生物亚相与 DSN 生物亚相十分相似，其环境为贫氧带上部，主要见于陆表海台缘斜坡带。

Nowakia-Costulatostyliolina (简称 DNC) 生物亚相

名称：系本文命名。

时代：早泥盆世—晚泥盆世弗拉斯期。命名地时代为早泥盆世竹节石 *Nowakia cancellata* 带—中泥盆世竹节石 *Nowakia sulcata* 带。

成分：主要为等环节石类，常见的属有 *Nowakia*, *Costulatostyliolina*, *Styliolina*, *Viriatellina*, *Stylionowakia*, *Spinowakia*, *Metastyliolina* 等，另外可见到少量体小、壳薄的腕足类、双壳类及三叶虫、菊石等（表 V-5）。

命名地层位：广西南丹罗富纳标组。

地理分布：中国南方。

生态及沉积环境：大量营浮游生活的竹节石及量少、体小、壳薄的底栖生物的存在，表明环境可能属于贫氧带下部，主要见于陆表海上较深的台沟带。

Nowakia-Styliolina (简称 DNS) 生物亚相

名称：系本文命名。

时代：早泥盆世—晚泥盆世弗拉斯期。命名地时代为早泥盆世布拉格期 *Nowakia acuarria* 带—*Guerichina xizangensis* 带。

成分：主要为薄壳节石类，常见的属有 *Nowakia*, *Styliolina*, *Viriatellina*, *Guerichina* 等，另外可见到笔石、头足类、水母（以前曾被误认为锥石、植物(?)碎片)及少量体小、壳薄的腕足类等。

命名地层位：西藏珠穆朗玛峰地区凉泉组。

地理分布：中国西藏珠峰地区、南方、欧洲、美洲。

生态及沉积环境：与 DNC 生物亚相十分相似，但其延伸非常稳定，可达数百公里，代表的环境为陆棚边缘斜坡带下部及陆间盆地。

Styliolina (简称 DS) 生物亚相

名称：系本文命名

表 V-5 广西南丹罗富剖面竹节石统计表

Table V-5 Statistics of tentaculitids from the Luofu section in Nandan, Guangxi

统	组	段	生物相	样品号	属、统计 (100cm ²)													
					Dacryoconarida													
					<i>Nowakia</i> (N.)	<i>N. (N.) sulcata</i>	<i>N. (N.) holwynensis</i>	<i>N. (N.) multicostrata</i>	<i>N. (N.) cancellata</i>	<i>N. (N.) elegans</i>	<i>N. (N.) berrandei</i>	<i>N. (N.) granditubera</i>	<i>N. (N.) praecursor</i>	<i>Styliozonkiagrandia</i>	<i>Spinonowakia</i>	<i>Viriatellina</i>	<i>Costulato styliolina</i>	<i>Styliolina</i>
D ₂	纳标组	DNC	LF ₃₋₁₁		736											20		
			LF ₃₋₁₀	133		51											15	142
			LF ₃₋₉			122											650	
			LF ₃₋₈			75											117	
			LF ₃₋₇	29		546												
			LF ₃₋₆			2									138		549	
			LF ₃₋₅													1732		
			LF ₃₋₄			153									273		1000	
			LF ₃₋₃				661						12					
			LF ₃₋₂					55								14	162	
			LF ₃₋₁					448							107	47	140	
	塘丁组	DSN	LF ₂₋₅				36		15						3		639	
			LF ₂₋₄							181							51	
			LF ₂₋₃							306				13			221	
			LF ₂₋₂								32	357						
			LF ₂₋₁														1562	
			LF ₁	50													2500	

时代：早泥盆世—晚泥盆世弗拉斯期。

成分：几乎全由珠胚节石类的 *Styliolina* 组成，有的地方可见到少量 *Nowakia*, *Viriatellina*, *Striatostyliolina*, *Homoclenus* 及菊石等。

命名地层位：广西南丹响水洞组下部。

地理分布：中国南方。

生态及沉积环境：以 *Styliolina* 为主，营浮游生活，其环境为贫氧带，主要见于陆表海台缘斜坡带及台沟中。

讨论: 该亚相的出现多与硅质岩的形成环境有关, 在华南泥盆系的许多层位 (如新坡组、巴漆组、罗富组、响水洞组等) 中, 每当出现硅质岩或硅质岩夹层时, 其内的竹节石就以 *Styliolina* 为主, 形成硅质岩环境有利于 *Styliolina* 的生长, 但竹节石在硅质岩形成过程中起什么作用还不清楚。从生物相分析, 似乎它们都出现在贫氧带, 且多数在贫氧带上部。

(四) 竹节石生物相的识别

前述竹节石生物相的主要特征见表 V-6, 各类竹节石在生物相中的分布见图 V-2。表中
所列相对丰富度 = 该类竹节石的个体数 / 该生物相中的总个体数 $\times 100\%$; 复合分异度用
Shannon-Weiner 指数法 $H_{cs} = -\sum_{i=1}^s P_i \cdot \lg P_i$ 计算, 存在百分率 = 具有该类竹节石的样品数 /
该生物相的样品总数。这些数据在识别生物相时仅供参考, 其原因是一些生物相的样品数
偏少, 所列数据有偶然性, 随着资料的积累, 这些数据可能会有变化。

竹 节 石 目	生物 相 亚 相	T	H		D				
			HHT	HHS	DSN	DZS	DS	DNC	DNS
Tentaculitida									
Homocatenida									
Dacryoconarida									

图 V-2. 各竹节石目在不同生物相中的分布

Fig. V-2 Distribution of the orders of tentaculitids in different biofacies

从图表中可以看出 T、H、D 三生物相的区别是明显的: T 生物相以厚壳节石类为特征, D 生物相则几乎全由珠胚节石类组成, H 生物相虽由三类竹节石组成, 但等环节石类含量较高的特征也较清楚。

H 生物相中的两亚相容易区分, HHT 生物亚相中竹节石含量低, 目估含量在 1% 士, 多数小于 1%, 每百平方厘米内竹节石的含量一般在 20 个以下; 未破碎的个体少, 且呈星点状、透镜状分布, 很不稳定; 有大量底栖类生物共生。而 HHS 生物亚相中竹节石含量较高, 目估含量 1—15%, 多数大于 5%, 每百平方厘米竹节石的含量平均达 400 个以上; 浮游类型珠胚节石的相对丰富度较高, 一般大于 70%; 未破碎的个体较多, 呈似层状、层状产出, 层位较稳定; 仅有少量底栖生物与其共生, 且多数呈夹层产出。

D 生物相的五个亚相中, DS 和 DZS 生物亚相容易识别, 两亚相分别以 *Styliolina*, *Zeravshamella* 为特征。DSN、DNC、DNS 三亚相的区分则要困难些, 单就竹节石分析, 它们均以珠胚节石类为特征, 主要属种也十分近似, 但各属的相对丰度有差异, DSN 生物亚相中 *Styliolina* 的含量高于 *Nouvakia*, 而 DNC、DNS 亚相则相反; DNS 亚相中各属的比例差异很大, 如凉泉组, *Nouvakia acuaria* 占绝对优势, 其它属的含量则很低, 而 DSN、DNC 亚相中各属比例的差异则小得多。从个体含量分析, DSN 亚相中个体含量低于 DNC、DNS 亚相, 前者目估含量 1—20%, 而后两个目估含量 5—30%。在层位的稳定性方面, DNS 亚相比 DNC、DSN 亚相稳定得多。另外各亚相共存的生物也有差异, DSN 亚相中常见含氧带的腕足类、珊

表 V-6 竹节石生物相主要特征一览表

Table V-6 Main features of tentaculitid biofacies

生物相	生物相亚相	地点、层位	竹节石含量		分 异 度		相对丰富度			存在百分率			化石破碎度	竹节石产状	其它生物	
			目估 (%)	平均数 (100cm ²)	简单	复合	T	H	D	T	H	D				
T		四川北川甘溪 甘溪组	<5 多数<1	5	6	1.032	38.4	0.7	60.9	60	20	40	完整个体 极少	稀疏星点状不均匀 延伸极不稳定	大量腕足类、双壳类	
		广西横县六景 那高岭组	<5 多数<1	62	4	1.092	100		?	100			完整个体 极少	稀疏星点状不均匀 延伸极不稳定	大量腕足类、双壳类	
		广西象州大乐 大乐组	<5 多数<1	22	3	0.653	25	75		66.7	33.3		完整个体 体少	稀疏星点状不均匀 延伸极不稳定	大量腕足类	
H	HHT	四川北川甘溪 谢家湾组	<1	12	2	0.620	25	55.4	19.6	16.6	83.3	33.3	完整个体 体少	稀疏星点状不均匀 延伸极不稳定	大量腕足类、珊瑚	
		广西象州大乐 巴漆组中上段	1—15	451	8	0.796			6.9	93.1		31.4	100	完整个体 较多	密集较均一 延伸较稳定	少量腕足类
		广西隆林含山 平恩组	1—20	172	3	1.022				100			100	完整个体 较多	星点状、小团块状 较均一延伸较稳定	少量腕足类、珊瑚
D	DSN	广西隆林含山 三叉河组	1—30	211	3	0.743				100		100	完整个体 较多	星点状、小团块状 均一延伸较稳定	少量腕足类、珊瑚	
		广西象州大乐 巴漆组中上段	20	846	1					100			100	完整个体 较多	密集均一 延伸较稳定	少量腕足类
		广西南丹罗富 纳标组	5—30	739	5	1.266				100			100	完整个体 较多	密集均一 延伸较稳定	少量壳薄、体小的 腕足类、双壳类
		西藏定日帕卓 凉泉组	5—30	?	3	?				100			100	完整个体 较多	密集均一 延伸极稳定	少量笔石、头足类

瑚等, DNC 亚相中则以出现体小、壳薄的贫氧底栖动物群为特征, DNS 亚相中游泳型的笔石、头足类十分醒目。总之, 这三个亚相区分虽然有困难, 但仍是可分的。

值得指出的是珠胚节石类在各个生物相中均有分布, 如何分别情况区分它们所在的不同环境是至关重要的。倘如与厚壳节石类、等环节石类共存则易于区分, 只考虑后者即可确定生物相。但有时它也可在浅水环境中单独出现, 如在广西横县六景民塘组中, 笔者注意到虽然许多样品均含珠胚节石类, 但含量相对较低, 除开 FL₂₄ 样品外, 一般在 5% 以下, 每百平方厘米内个体的平均数在 60 左右, 且珠胚节石均赋存于同一粒级的岩层中, 显然是水流分选的结果, 这与较深水区竹节石产出的情况完全不同。FL₂₄ 样品中竹节石含量高些, 但该样品只是来自一个延伸仅 3m 左右的灰岩透镜体。又如六景郁江组大联村段内也产较多薄壳节石类, 但均为碎片, 显示了水动力较强的浅水特征。总之, 从个体的多少、破碎程度、产出特征、特别是共生的其它生物, 不同环境的珠胚节石类是可以识别的。

(五) 结论

1. 竹节石生物相与环境关系密切。T 相、HHT 亚相位于含氧带, 大致与底栖组合带 2—3 相当; HHS、DSN、DZS、DS 亚相位于贫氧带上部, 大致与底栖组合带 3—4 相近; DNC、DNS 亚相见于贫氧带下部, 大致相当于底栖组合带 4—5。

2. Dacryoconarida 系浮游类型, 但并非远洋生物, 不宜将它视作半深海、深海相的标志。华南含大量 Dacryoconarida 的盆地其水不会太深, 多数在贫氧带的范围。

3. Homoctenida 系过瓣类型, 其生活习性更近于 Tentaculitida, 属底栖游泳生活方式。它的分布范围远窄于 Dacryoconarida。华南含大量 Homoctenida 的地层, 其古地理位置多数为台地边缘斜坡及一些浅的台沟带。

4. *Styliolina* 的生存除受水深、含氧性控制外, 可能还与海水的化学成分有关。海水中硅质成分的增加似乎有利于它的生长。华南含大量 *Styliolina* 的硅质岩可能形成于贫氧带的上部。

主要参考文献

- 王钰, 朱瑞芳, 1979, 黔南桂中中泥盆世北流期腕足动物, 中国古生物志, 158册, 新乙种, 15号, 科学出版社。
- 王钰、戎嘉余等, 1986, 广西南宁—六景间泥盆纪郁江期腕足动物, 中国古生物志, 172册, 新乙种, 22号, 科学出版社。
- 泥盆系讨论会论文集, 151—166页, 地质出版社。
- 刘宝珊(主编), 1980, 沉积岩石学, 地质出版社。
- 关士聪等, 1984, 中国海陆变迁海域沉积相与油气, 科学出版社。
- 戎嘉余、马科斯·约翰逊、杨学长, 1984, 上扬子区早志留世(兰多维列世)的海平面变化, 古生物学报, 第6期。
- 许汉奎, 1977, 广西南丹中泥盆世早期的褶无瓣贝类(Plicanoplites), 古生物学报, 16卷, 1期, 59—70页。
- 许汉奎, 1979, 广西南丹县泥盆纪塘乡组的腕足类, 古生物学报, 18卷, 4期, 362—378页。
- 阮亦萍、穆道成, 1987, 竹节石, 科学出版社。
- 阮亦萍、穆道成, 1989, 广西泥盆纪竹节石, 中国科学院南京地质古生物研究所集刊26号, 科学出版社。
- 陈源仁, 1988, 化石群落的演替, 成都地质学院学报, 第15卷, 第1期。
- 陈秀琴, 1983, 广西中部泥盆系二塘组腕足动物群, 古生物学报, 22卷, 6期, 685—700页。
- 侯鸿飞、鲜思远, 1975, 广西、贵州下、中泥盆统腕足类化石, 地层古生物论文集, 第1辑, 地质出版社。

- 侯鸿飞、季强、鲜思远、王金星等, 1986, 广西象州马鞍山中、上泥盆统界线, 地质出版社。
- 侯鸿飞、万正权、鲜思远(主编), 1988, 四川龙门山地区泥盆纪地层、古生物及沉积相, 地质出版社。
- 饶靖国、张正贵、杨曾荣, 1988, 西藏志留系、泥盆系及二叠系, 四川科学技术出版社。
- 鲜思远、王守德、周希云、熊剑飞、周天荣, 1980, 华南泥盆纪南丹型地层及古生物, 贵州人民出版社。
- 鲜思远, 1990, 广西南宁早埃姆晚期硅质岩相的腕足动物群及其生态环境, 地层古生物论文集, 第23辑, 38—80页, 地质出版社。
- 广西壮族自治区地质矿产局(编著), 1987, 广西泥盆纪沉积相古地理及矿产, 广西人民出版社。
- Anderson, E. J., 1971. *Environmental Models for Paleozoic Communities*. *Lethaia*, 4, pp. 287—302.
- Beadle, S. C., and Johnson, M. E., 1986. *Palaeoecology of Silurian Cyclocrinoid Algae* *Palaeontology*, 29, 585—601.
- Boucek, B., 1964. *Tentaculites of Bohemia*, Czechoslovak, Acad. Sci., Prague.
- Boucot, A. J., 1975. *Evolution and Extinction Rate Controls*. Elsevier, Amsterdam, Oxford, and New York, XV + 427.
- Brett, C. E., 1983. *Sedimentary Facies and Depositional Environments of the Rocker Shales (Silurian Wenlockian) in Western New York and Ontario*. *J. Sed. Petr.*, 53, 947—971.
- Byers, C. W., 1977. *Biofacies Pattern in Euxinic Basins; a General Model*, in Cook, H. E. and Enos, P., eds., *Deep-water Carbonate Environments*, *SEPM Special Publication* 25, pp. 5—17.
- Fisher, D. W., 1962. *Small Conoidal Shells of Uncertain Affinities*, in *Treatise on Invertebrate Palaeontology*, Part W.
- Frey, R. C., 1987. *The Occurrence of Paleocypods in Early Paleozoic Epeiric Sea Environments, Late Ordovician of the Cincinnati, Ohio Area*, *Palaios*, Vol. 2, pp. 3—23.
- Gill, E. D. & Schischina, G. R., 1979. *Ecology and Distribution of Notanoplids (Brachiopoda, Devonian)*. *Trudy Inst. Geol. Geofiz. Sib. Ord. Moscow*, 302, 29—36, pl. 22 (in Russian).
- Hallam, A., 1976. *Stratigraphic Distribution and Ecology of European Jurassic Bivalves*. *Lethaia*, Vol. 9, No. 3.
- Johnson, J. G., 1974. *Lower Devonian Brachiopoda Biofacies of Western and Arctic North America*. *Jour. Paleont.*, 48, 809—819.
- Johnson, M. E., 1987. *Extent and Bathymetry of North American Platform Seas in the Early Silurian*. *Paleoceanography*, 2.
- Kidwell, S. W., 1986. *Model for Fossil Concentrations, Paleobiologic Implications*, *Paleobiology*, Vol. 12, No. 1, pp. 6—24.
- Larsson, K., 1979. *Silurian Tentaculitids from Gotland and Scania*, *Fossils and Strata* Vol. 11.
- Liebau, A., 1984. *Grundlagen der Ökobathymetrie in H-P Luterbacher, ed., Paleobathymetrie-Palaeontologische Kurshucher*, 21, München.
- Pojeta, J. Jr. and Zhang Renjie, 1984. *Sinodora N. Gen. — a Chinese Devonian Homeomorph of Cenozoic PANDORACEAN Pelecypods*, *Jour. Paleont.* Vol. 58, No. 4, pp. 1010—1025.
- Rachebouf, P. & Robardet, M., 1986. *Le Pridoli et le Devonian Inferieur de la Zone d' Ossa-Morena (Sud-Ouest de la Peninsule iberique) Eyude des Brachiopodes*. *Geol. et Palaeont.*, 20, 1—241.
- Rhoads, D. C. and Morse, J. W., 1971. *Evolutionary and Ecology Significance of Oxygen-Deficient Marine Basins*. *Lethaia* 4.
- Rowe, G. T., 1971. *Benthic Biomass and Surface Productivity*. In Costlow, J. D. Jr. (Editor), *Fertility of the Sea*. Gordon and Breach, 441—454.
- Thayer, C. W., 1974. *Marine Paleocology In the Upper Devonian of New York*, *Lethaia*, Vol. 7, pp. 121—155.
- Thomas, E. et al., 1981. *Early Permian Fossil Communities in Northeastern Nevada and Northwestern Utah*. *Communities of the past* Hutchinson Ross Publishing Company.
- Walker, K. R. and Laporte, L. F., 1970. *Congruent Fossil Communities from Ordovician and Devonian Carbonates of New York*. *J. Paleont.* 44.
- Wallace, P., 1972. *Populations and Paleoenvironments in the Devonian of the Cantabrian Cordillera, North Spain*, 24th.

Internat. Geol. Cong. Section 7.

Wang Yu, Boucot, A. J., and Rong Jiyu, 1987. Community Paleogeology as a Geologic Tool; the Chinese Ashgillian-Elfeian (Latest Ordovician Through Early Middle Devonian) as an Example, Special Paper, Geol. Soc. America, Vol. 211.

Zhang Renjie, Pojeta, J. Jr. and Yang Zunyi, 1986. Devonian Rocks and Lower and Middle Devonian Pelecypods of Guangxi, China, and the Traverse Group of Michigan, Professional Paper U. S. Geol. Surv., 1394-A-G.

EMSIAN (EARLY DEVONIAN) BRACHIOPOD AND BIVALVE COMMUNITIES, TENTACULITID BIOFACIES AND ECOS- TRATIGRAPHY IN SOUTH CHINA

Xian Siyuan Liu Xiezhang Rao Jingguo
(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

Emsian (Early Devonian) palaeogeographic framework and sedimentary facies zonation have changed in response to the gradual expansion of transgression in South China. From *dehiscens* zone through *perbonus* zone, *inversus* zone and *serotinus* zone to *patulus* zone, the littoral clastic facies zone reduced its range rapidly, followed by the expansion of the platform facies region. The platform-margin facies zone or slope facies zone occurred during the late stage of the development of the *dehiscens* zone, displaying an elongated pattern intermediate between platform facies and basin facies. Till the late Emsian (from ^{*inversus*}
^{*serotinus*} zone to *patulus* zone), abundant patch reefs or reef knolls were scattered in the platform-margin facies or slope facies.

34 brachiopod-dominated communities occupy the distinctive benthic assemblage zones in different time intervals from *dehiscens* zone to *patulus* zone. These benthic assemblage zones may correspond approximately to the certain sedimentary facies regions. There is a close relationship between the different communities in the same benthic assemblage zone in different time intervals, indicating that these communities may belong to the same community groups. About 50 percent of the above-mentioned 34 communities may be assigned to BA1—BA3, suggesting that the inner shelf corresponding to the platform and littoral facies regions may be the most ideal habitat for the benthic brachiopod communities. In addition, 37.7 percent of the communities with low diversity and high abundance, the products from the restricted environments, may be ascribed to BA1—BA5; the identification of their ecotopes should be made not only with the aid of the diversity and abundance but also in combination with other parameters. There is a notable similarity in age and environment between many Emsian brachiopod communities in South China and those from the other parts of the world. In particular, some deep-water communities may be interpreted as the counterparts from abroad. On the other hand, the brachiopod communities are evidently local in South China. It is clear, from the analysis of the communities, that there once occurred in South China two large-scale

transgressions (i. e. *perbonus* zone and *serotinus* zone—*patulus* zone) and a large-scale regression (i. e. *inversus* zone) resulting in the extinction of *Rostrospirifer lonkinensis* fauna.

Six bivalve communities have revealed the variations in water-depth gradients from the littoral zone to offshore zone. These communities are mainly restrained by the nature of sea floor, salinity and oxygen content. The open shelf with silty substrate and normal salinity and oxygen content is believed to be the most ideal habitat for the bivalve communities. The research shows that the explanation that "the enrichment of brachiopods and depletion of nutrients and oxygen in waters result in the inexistence of bivalves" appear to be implausible. In fact, the nature of the substrate and salinity are considered as the leading factors controlling the growth and decline framework showing the distribution of brachiopods and bivalves. There are great differences in diversity, abundance and morphological forms of genera and species between the bivalve communities from the Longmen Mountain area, Sichuan and those from Guangxi, suggestive of greater differences in the nature of sea water, rates of transgression or regression and climatic conditions in the above-mentioned regions which are ascribed to the distinct biogeographic provinces. In the Lower Devonian Yilan Formation in Nandan, Guangxi, there occur plentiful bivalve and brachiopod fossils which are assigned to the products from the oxygen-enriched environments rather than from the oxygen-depleted ones.

The Emsian tentaculitids in South China may be assigned to three biofacies (Facies T, D and H) and seven subfacies, all of which have specific environmental significance. Facies T correspond roughly to the positions of BA2—BA3, indicative of the oxygenated zone; Facies D to the positions of BA4—BA5, characteristic of oxygen-deficient zone, and Facies H is transitional. The planktonic Dacryocornarid does not belong to the pelagic organisms, therefore is inadvisable to be used as the indicator characteristic of the bathyal-abyssal facies. Homoctenida recognized mainly in the platform-margin slope or interplatformal trench facies zones with the same depths is a transitional type or a benthic swimming type whose living habits are more similar to those of Tentaculitida, and whose distribution ranges are much narrower than those of Dacryocornarida. Styliolina occur in substantial amounts in the siliceous rocks, suggesting a close relation to the restricted environments and the chemistry of sea water.