

华南长兴期至格里斯巴赫期 双壳类的演替

李 玲

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

内 容 提 要

对苏浙闽地区3个地点4个剖面的29属(亚属)49种(亚种)(包括1新属和4新种)双壳类的研究表明,长兴期末,华南双壳类的科属数目锐减,至格里斯巴赫期,出现了一些新的类型,按其生活方式的不同,分别属于内栖、外栖和半内栖3个类群。长兴期末华南双壳类大量消失的原因,主要是由于它们的生活环境由原来较平静变得动荡不定而引起。

关键词 双壳类 演替 华南 长兴期—格里斯巴赫期

一、前 言

华南地区二叠系与三叠系界线的研究已经取得了一系列重大成果(赵金科等,1981; Sheng *et al.*, 1984; 杨遵仪等,1987)。1990—1991年,笔者在浙江长兴煤山、江苏南京湖山及福建永安丰海等地的二叠-三叠纪之交、长兴期至格里斯巴赫期(Griesbachian)地层中发现双壳类29属(亚属)49种(亚种),其中包括1个新属和4个新种。本文试图从二叠纪-三叠纪交替时期双壳类的生态分析着手,探讨华南长兴期至格里斯巴赫期双壳类的演替和原因。

笔者特别感谢陈楚震导师的悉心指导和大力支持;对方宗杰老师的热情指点、李迅、陈洪珊协助野外工作,邓东兴为化石照相,任玉皋绘制部分图件,也于此向他们表示感谢。

二、湖山、煤山、丰海地区的 双壳类化石组分

长兴期,长兴煤山地区为碳酸盐岩相,南京湖山和永安丰海地区为硅质碎屑岩相(Sheng *et al.*, 1984; 杨遵仪等,1987)。格里斯巴赫期,永安丰海地区为碎屑岩相,长兴煤山和南京湖山地区为碳酸盐岩为主的大冶相沉积(赵金科等,1962; 陈楚震等,1988)。

南京湖山剖面的上二叠统长兴阶大隆组采得双壳类 *Hunanopecten exilis* Zhang。

浙江长兴煤山剖面的下三叠统上格里斯巴赫阶下青龙组采得双壳类 *Claraia longyansensis* Chen, *Cl. cf. dieneri* Nakazawa, *Cl. cf. hubeiensis* Chen, *Cl. cf. anulata* Yin et Gan, *Cl. griesbachi* (Bittner), *Cl. cf. griesbachi* (Bittner), *Cl. fukianensis minor* Xu, *Cl. cf. fukianensis* Chen, *Cl. painkhandana* (Bittner)。下三叠统下格里斯巴赫阶下青龙组

采得双壳类 *Ornithopecten* sp.。

福建永安丰海一加福公路剖面的下三叠统格里斯巴赫阶溪口组采得双壳类 *Eumorphotis* sp.。上二叠统长兴阶雁石组采得双壳类 *Nuculopsis wymmensis* (Keyserling), *Phestia hunanensis* (Ku et Chen), *Modiolus?* sp., *Liebea* cf. *zhenanensis* Shi, *Promyalina?* sp., *Leptodesma* (*Leiopteria*) *zhang* sp. nov., *Ensipteria praeangusta* (Frech), *Bakevellia* sp., *Towapteria?* sp. (cf. *T. intermedia* Wu et Hong, *Permoperna trapezoidalis* (Kayser), *Tambanella gujoensis* Nakazawa et Newell, *Heteropecten* sp. 1, *Heteropecten* sp. 2, Genus incer., *Orientopecten fenghaiensis* gen. et sp. nov., *Orientopecten prosoclinus* gen. et sp. nov., *Euchondria* sp., *Hunanopecten exilis* Zhang, *Hunanopecten qujiangensis* Zhang, *Hunanopecten* sp., *Pernopecten* sp. 1, *Pernopecten* sp. 2, *Anomia?* sp. 1, *Anomia?* sp. 2, *Palaeolima dieneri* (Frech), *Palaeolima xiangnanensis* (Fang), *Palaeolima* cf. *chekiangensis* (Ku et Chen), *Palaeolima* cf. *sichuanensis* Liu, *Lopha?* *fujianensis* Wu et Hong, *Netschajewia jiangsuensis* (Liu), *Netschajewia fenghaiensis* sp. nov., *Netschajewia* cf. *elongata* (Netschajew), *Stutchburia* sp, *Edmondia nebrascensis* (Geinitz), *Sedgwickia* cf. *guangdongensis* Zhang, *Vacunella* cf. *curvata* (Morris), *Wilkingia elegans* (King), *Wilkingia?* sp. (cf. *W. fengchengensis* Li et Ding)。

三、长兴期至格里斯巴赫期双壳类的演替

Nakazawa 等(1973)和殷鸿福(Yin,1985)分别对二叠纪至三叠纪世界范围和华南的双壳类演替作了研究,但他们均以海扇类的演替来代替整个双壳类。笔者试图以华南地区长兴期至格里斯巴赫期出现的所有双壳类为研究对象,从分析生态入手,探讨这一时期该区双壳类的演替。

据陈楚震(手稿)、殷鸿福(Yin,1985)的资料,结合本人的材料,华南地区长兴期、格里斯巴赫期出现的双壳类共 10 目 79 属(包括亚属和类群,如 *Claraia* 的几个大类)(表 I),其中长兴期共出现(和可能出现)36 科 64 属,早格里斯巴赫期有 17 科 21 属(包括可能出现的属),晚格里斯巴赫期有 17 科 24 属(包括可能出现的属)(表 II)从长兴期至早格里斯巴赫期双壳类科的数目减少了 1/2 强,而属的数目则减少了 67.2%,(插图 1),即长兴期末双壳类经历了一场较大的变动。

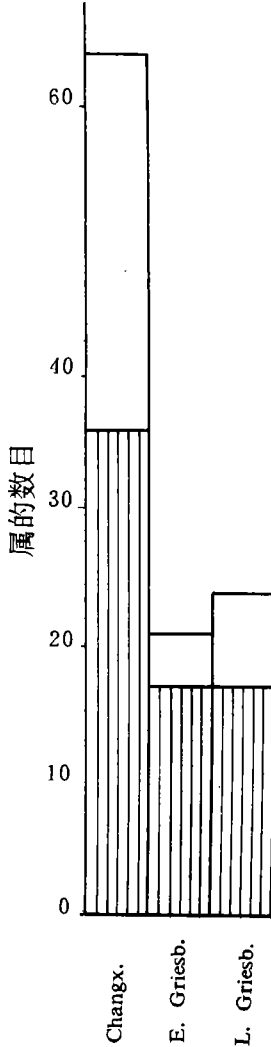


插图 1 华南长兴期至格里斯巴赫期双壳类属和科(划线部分)的数目变化示意图

The changes of general number family number and family number and family number (stripped) of the bi-valves from Changxingian to Griesbachian in South China

表 1 华南长兴期—格里斯巴赫期双壳类的分布及生态类型

Geological course and living styles of Changxingian—Griesbachian bivalves in South China

分 类 单 元	地质历程			摄 食 方 式	生 活 方 式					
	长 兴 期	早 格 里 斯 巴 赫 期	晚 格 里 斯 巴 赫 期		内 栖 型		外 栖 型			半内栖型
					浅 掘 穴 类	深 掘 穴 类	足 丝 固 着 类	固 着 类	游 泳 类	足 丝 内 栖 类
subclass: Palaeotaxodonta order: Nuculoida 1. Nuculidae <i>Nuculopsis</i> <i>Palaeonucula</i> 2. Malletiidae <i>Palaeoneilo</i> 3. Nuculanidae <i>Phestia</i>				食 沉 积 物 质						
subclass: Cryptodonta order: Solemyoida 4. Solemyidae <i>Janeia</i>				食						
subclass: Pteriomorpha order: Arcoida 5. Arcidae <i>Parallelodon</i>										
order: Mytiloida 6. Mytilidae <i>Modiolus</i> <i>Promytilus</i> 7. Pinnidae <i>Pinna</i> <i>Pteronites</i>										
order: Pterioidea 8. Myalinidae <i>Eurydesma?</i> <i>Liebea</i> <i>Myalina (Myalina)</i> <i>Promyalina</i> <i>Myalina (Orthomyalina)</i> 9. Pterineidae <i>Leptodesma (Leiopteria)</i> ? <i>Ptychopteria (Actinopteria?)</i> 10. Pteriidae <i>Ensipteria</i> <i>Pteria</i> 11. Bakevelliidae <i>Bakevella</i> <i>Towapteria</i> <i>Gervillia</i> 12. Isognomonidae <i>Permoperna</i> <i>Tambanella</i> 13. Pterinopectinidae <i>Claraioides</i> Fang (MS) <i>Claraia clarai</i> group <i>Claraia decidens</i> group <i>Claraia stachei</i> group <i>Pseudoclaraiia</i> 14. Aviculopectinidae <i>Acanthopecten</i> <i>Anshunopecten</i> <i>Aviculopecten</i> <i>Etheriopecten</i> <i>Eumorphotis</i> <i>Girtypecten</i> <i>Heteropecten</i> <i>Leptochondria</i> <i>Orientopecten</i> <i>Ornithopecten</i>										

15. Streblochondriidae <i>Eocamptoneoctes</i> <i>Guizhoupecten</i> <i>Streblochondria</i>					食					
16. Chaenocardidae <i>Chaenocardia?</i>										
17. Euchondriidae <i>Crenipecten</i> <i>Euchondria</i>										
18. Pseudomonotidae <i>Pseudomonotis</i>										
19. Posidoniidae <i>Peribositra</i>										
20. Oxytomidae <i>Oxytoma</i>					悬					
21. Entoliidae <i>Entolium</i> <i>Pernopecten</i>										
22. Hunanopectinidae <i>Hunanopecten</i>										
23. Limiidae <i>Leptolima</i> <i>Palaoolima</i>										
24. Ostreidae <i>Lopha?</i>										
25. Anomiidae <i>Anomia?</i>					浮					
subclass: Palaeoheterodonta order: Modiomorphoidea 26. Modiomorphoidea <i>Taimyria?</i>										
order: Unionoidea 27. Anthracosiidae <i>Pulaemutela</i>										
28. Pachycardiidae <i>Unionites</i>										
29. Actinodontophoridae <i>Actinodontophora</i>										
order: Trigonioida 30. Myophoriidae <i>Leviconcha</i> <i>Neoschizodus</i> <i>Schizodus</i>					物					
subclass: Heterodonta order: Veneroidea 31. Fimbriidae <i>Schaffhaeutlia</i>										
32. Permophoridae <i>Netschajewia</i> <i>Permophorus</i>										
33. Myocondidae <i>Myoconcha</i> <i>Stutchburia</i>										
34. Carditidae <i>Gujocardita</i>										
35. Astartidae <i>Astartella</i> <i>Eoastarte</i>					质					
36. Crassatellidae <i>Procrassatella</i>										
subclass: Anomalodesmata order: Pholadomyoidea 37. Edmondiidae <i>Edmondia</i>										
38. Grammysiidae <i>Alula</i> <i>Sanguinolites</i> <i>Sedgwickia</i>										
39. Megadesniidae <i>Myonia?</i>										
40. Pholadomyidae <i>Chaenomya</i> <i>Vacunella</i> <i>Wilkingia</i>										

注:此表中生态类型参照 Stanley (1970, 1972); 虚线表示可能出现。

从表Ⅱ还可看出,长兴期双壳类中 Pterioidea 占绝对优势,归入该目的属数占整个长兴期双壳类属总数的一半还强; Veneroidea 和 Pholadomyoidea 在长兴期分异度也较高,两者占这一时期双壳类属总数的 1/4。至格里斯巴赫期, Pterioidea 仍保持优势,但其他目一般只含 1—2 属,最多 3 属, Veneroidea 和 Pholadomyoidea 则丧失优势。插图 2 显示了各目的属数在 3 个时期的变化情况,其中 Pterioidea、Pholadomyoidea 和 Veneroidea 是变化最大的 3 个目, Arcoida 和 Nuculoida 变化最小。

表Ⅱ 长兴期—格里斯巴赫期双壳类 10 个目中属的数量
The generic number change of 10 orders from Changxingian to Griesbachian

Order Age	Changxingian	Early Griesbachian	Late Griesbachian
Nuculoida	3	2	3
Solemyoida	1	0	0
Arcoda	1	1	1
Mytiloida	4	2	2
Pterioidea	34	12	13
Modiomorphoidea	1	0	0
Unionoidea	2	1	1
Trigonoidea	2	1	2
Veneroidea	8	2	2
Pholadomyoidea	8	0	0
total number	64(36)	21(17)	24(17)

注:括号里数字为科的数目

从长兴期延续至格里斯巴赫期各目的属有 Nuculoida: *Palaeoneilo*, *Phestia*; Arcoida: *Parallelodon*; Mytiloida: *Modiolus*, *Pinna*; Pterioidea: *Promyalina*, *Pteria*, *Bakevellia*, *Towapteria*, *Palaeolima*; Trigonoidea: *Neoschizodus*; Veneroidea: *Myoconcha*。由此我们可以推算出各目在长兴期末的延续率和消失率,如表Ⅲ所示。表Ⅲ中消失率高的是 Solemyoidea、Modiomorphoidea、Unionoidea、Pholadomyoidea、Veneroidea 及 Pterioidea,延续率高的是 Arcoida、Nuculoida、Mytiloida、Trigonoidea。Pterioidea 虽然延续率较低,但延续下来的属的绝对数目较大。表Ⅳ是除 Pterioidea 以外的 9 目双壳类的生态及消失率两项结合起来的比较表,内栖动物群(infauna)的消失特别明显,其中深掘穴(deep-burrowing)类的 Solemyoidea 和 Pholadomyoidea 消失率都是 100%,浅掘穴(shallow-burrowing)类除 Nuculoida 和 Trigonoidea 外,其余 3 目的消失率分别是 100%、100%和 87.5%。相比之下,足丝内栖(endobysate)类的 Arcoida 和 Mytiloida 的消失率较低,而它们的延续率却比较高。

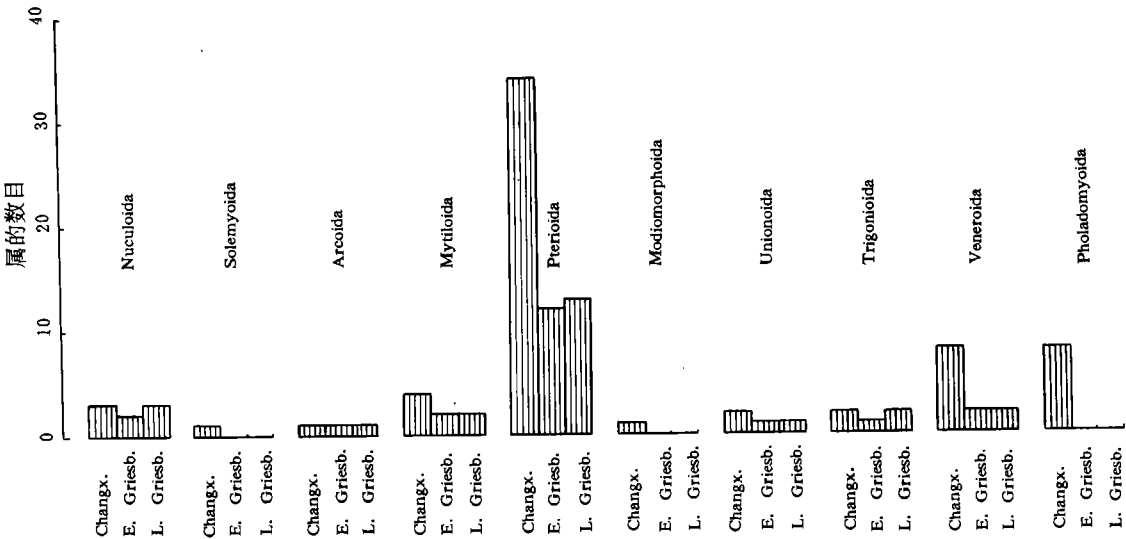


插图 2 长兴期—格里斯巴赫期双壳类各目中属的数目变化示意图
The generic number change from Changxingian to Griesbachian in 10 orders of the bivalves

表 Ⅲ 长兴期末双壳类各目的消失率和延续率
The rate of disappearance and survival of the bivalves at the end of Changxingian

目	消失率	延续率
Nuculoida	33.3	
Solemyoida	100	
Arcoida		
Mytiloida	50	
Pteroida	79.4	
Modiomorphoida	100	
Unionoida	100	
Trigonioida	50	
Veneroida	87.5	
Pholadomyoida	100	

注: 这里的消失率并不等于绝灭率。消失与化石量少或未发现有关系, 也与绝灭有关。消失率 100% 并不意味着全部绝灭。

表Ⅳ 内栖型和半内栖型双壳类在长兴期末的消失状况
The disappearing condition of the infaunal and semi-infaunal bivalves
at the end of Changxingian

生态类型 消失率	内栖型		半内栖型
	浅掘穴类	深掘穴类	足丝内栖类
较高	Modimorphoidea Unionoidea Veneroidea	Solemyoidea Pholadomyoidea	
较低	Nuculoida Trigonioida		Arcoidea Mytiloida

Pterioidea 在 3 个时期中都是优势类群,表 V 列出了这个目各科在不同时期的属的数目,显示长兴期这类外栖动物群(epifauna)分异度比较大,共出现 16 科 34 属,早格里斯巴赫期减至 8 科 12 属,晚格里斯巴赫期保持 7 科 13 属,其变化趋势与这段时间内整个双壳类一致,即长兴期末损失了一半以上的属。长兴期 Pterioidea 是以 Aviculopectinidae 和 Myalinidae 占优势的;早格里斯巴赫期 Pterioidea 没有特别显著的优势科,仅 Bakevelliidae 和 Aviculopectinidae 各有 3 个属;到了晚格里斯巴赫期,Pterinopectinidae 的某些成员趋于繁盛,共 2 属,包括 4 个类型,同时 Aviculopectinidae 和 Bakevelliidae 仍有一定的优势。插图 3 显示了 Pterioidea 在这段时间内变化较明显的几个科的情况。

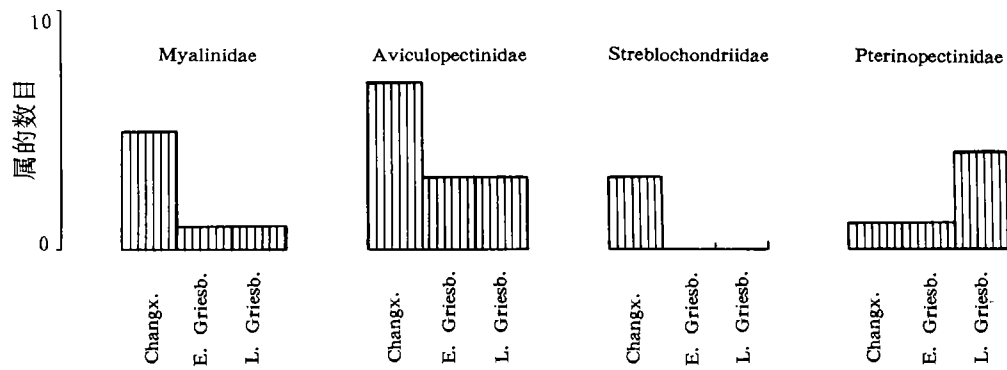


插图 3 Pterioidea 的几个科在长兴期—格里斯巴赫期属的数目变化
Four families in Pterioidea which changed greatly from Changxingian to Griesbachian

表 V Pterioida 各科在长兴期—格里斯巴赫期的属的数目变化
The generic number change of each family in Pterioida
from Changxingian to Griesbachian

Age Family	Changxingian	Early Griesbachian	Late Griesbachian
Myalinidae	5	1	1
Pterneidae	2	0	0
Pteriidae	2	1	1
Bakevelliidae	2	3	2
Isognomonidae	2	0	0
Pterinopectinidae	1	1	4
Aviculopectinidae	7	3	3
Streblochondriidae	3	0	0
Chaenocardiidae	1	0	0
Euchondriidae	2	0	0
Pseudomonotidae	1	0	0
Posidoniidae	0	1	0
Oxytomidae	0	0	1
Entoliidae	1	1	1
Hunanopectinidae	1	0	0
Limiidae	2	1	0
Ostreidae	1	0	0
Anomiidae	1	0	0

表 II 显示, Pterioida 从长兴期延至格里斯巴赫期的 5 个属中有 3 个是翼蛤型的, 无燕海扇类型。表 VI 将 Pterioida 各科的生态类型与它们在长兴期末的延续、消失状况结合起来比较。Pterioida 全部是外栖类型, 大多数属是营足丝固着生活 (byssal-attached), 少数营固着生活 (cemented), 只有个别科是游泳方式 (swimming) 生活。长兴期末, 受冲击最大的是足丝固着类双壳类, 笔者将它们分为两类: 第一类是具翼蛤型; 第二类是非翼蛤型, 包括燕海扇型及其他壳形。前一类的 3 科中, 有 2 科从长兴期一直延续到格里斯巴赫期; 而第二类燕海扇型及其他壳形, 则大部分消失或是绝灭 (消失或绝灭涉及总共 9 个科中的 7 个科), 仅 Limiidae 受影响较小。在固着生活类型中, Ostreidae 和 Anomiidae 的成员在长兴期仅个别出现, 至格里斯巴赫期似乎没有代表, 而它们的繁盛是在三叠纪以后, 因此长兴期的这类分子属于先驱类型; 至格里斯巴赫期, Pterinopectinidae 的某些属 (*Claraia*) 有较大的分异, Posidoniidae 在同期也产生了新的分子。这些情况表明固着生活的双壳类在格里斯巴赫期比足丝固着类有兴盛的趋势。游泳类型双壳类在这一时期变化不大。总之, 长兴期末 Pterioida 以足丝固着类中的燕海扇型和肌束蛤型的科的大量消失为特征; 而格里斯巴赫期则以足丝固着类中的翼蛤型的科和固着类型的兴盛为特征。

表 VI 长兴期至格里斯巴赫期外栖型双壳类的生活状况
The disappearing and surviving condition of the epifaunal bivalves
from Changxingian to Griesbachian

生活类型	外栖动物群(Epifauna)			
	游泳型 (Swimming)	足丝固着型 (Byssal-attached)		固着型 (Cemented)
		非翼蛤型 (non <i>Pteria</i> -like) (<i>Aviculopecten</i> -like & other forms)	翼蛤型 (<i>Pteria</i> -like)	
科	= Entoliidae	× Myalinidae + Isognomonidae × Aviculopectinidae + Streblochondriidae + Chaenocardiidae + Euchondriidae Oxytomidae + Hunanopectinidae = Limiidae	+ Pterineidae = Pteridae = Bakevelliidae	* Pterinopectinidae + Pseudomonotidae Posidoniidae Ostreidae Anomiidae
生活状况	基本延续至格里斯巴赫期	大部分消失于长兴期末	延续至格里斯巴赫期的较多	延续或兴盛于格里斯巴赫期

注：+ 表示长兴期末完全消失的科；= 表示从长兴期上延至格里斯巴赫期的科
× 表示长兴期末大量消失的科；* 表示在格里斯巴赫期产生较多新生分子的科

华南地区长兴期末消失的双壳类有：所有的深掘穴类，大部分的浅掘穴类及大多数的非翼蛤型的足丝固着类。得以延续至中生代或于格里斯巴赫期新生的类型有：半内栖的足丝内栖类型，大部分的固着类型、翼蛤型的足丝固着类型，游泳类型及极少数浅掘穴类型，如 *Nuculoida* 和 *Trigonioida*。

长兴期末消失的双壳类都是些其生态与底质密切相关的类型。如深掘穴类的慢掘穴者、浅掘穴类、足丝固着类(海扇类和肌束蛤类)。

长兴期末幸免消失的足丝内栖类型，属于半内栖生活类型(semi-infauna)。它们生活时将身体的前半部分以一小角度倾斜埋入泥沙中，同时以足丝附着，因而比内栖类或是足丝外栖(epibyssate)类似乎更加稳固。

Nuculoida 在长兴期末受到的冲击很小，尽管它也是浅掘穴类，但属于摄食沉积物(deposit-feeding)类型(Stanley, 1970, p. 8)。笔者认为 *Nuculoida* 这一类型比较原始，结构简单，分异度低，摄食方式也很原始，它的演化处于一种缓慢、近乎停滞的状态，对食物要求不苛刻等原因使它们度过一次次环境变迁的考验而存活下来。

以足丝附着生活的翼蛤型双壳类有别于海扇类。现生翼蛤类长长的后耳起着将从体内排出的水流射得更远的保护措施，另外也是它对生活于四射珊瑚类(alcyonarian)中试图将身体最大长度平行于四射珊瑚躯体的一种适应(Stanley, 1970, p. 32)。由此可知：翼蛤类一般并非直接接触底质，而是以足丝附着在底质上生长的某些生物的枝束上，因而它与海扇类

附着方式有较大的不同。

以壳体固着于坚硬岩石上的生活类群在格里斯巴赫期似乎很兴盛,其中主要是 *Claraia* 的几大类。Ichikawa (1959, S. 148) 根据 *Claraia* 右壳标本上普遍发育的凹痕(cicatrix), 得出它是以右壳固着并以足丝附着生活的,但这种固着程度可能比牡蛎要弱。这一类型的双壳类一般是在水动力条件较强的环境中生活。

总之,这些活过长兴期或是于格里斯巴赫期新生的双壳类,它们要么喜好水动力强的硬底质环境(如 *Claraia* 类),要么与底质关系不是很紧密(如游泳类),即使是与底质关系密切的类型,也各自有着某种特别的习性(沉积物摄食方式或足丝内栖型生活方式),使其能免于较大的劫难。

通过上述分析,得出结论:长兴期末大量消失的是一些生活于底质中或底表的双壳类,它们对于底质的依赖性很强。笔者推测,长兴期末华南地区的浅海底质的某些性质有可能发生过较大变化,如受长兴期末海退影响,海水变浅,水动力加大引起的底质搅动加强,致使深掘穴双壳类的洞穴无法保持稳定,这些慢掘穴类因不能及时挖出洞穴穴居而影响了它们生存,浅掘穴类也因缺乏稳定的环境而大量消失,以足丝附着生活的海扇类或肌束蛤类因底质的动荡而无法附着生活,最终也大量消失;至格里斯巴赫期,环境仍然动荡,于是只有那些抗水流能力强的足丝内栖类和翼蛤类能继续生存,同时还造就了一些营固着生活、抗浪性强的新生分子,如 *Claraia* 类。

上述推论也与某些沉积学方面的研究结果相吻合(何锦文,1981)。

四、属种描述

光翼蛤亚属 Subgenus *Leptodesma* (*Leiopteria*) Hall, 1883

张氏光翼蛤(新种) *Leptodesma* (*Leiopteria*) *zhang* sp. nov.

(图版 I, 图 9)

1977 *Leptodesma* (*Leiopteria*) sp., 张仁杰等, 500 页, 图版 194, 图 24。

1 块右瓣标本,壳前缘及后耳末端有些破损,壳中等,横长的翼蛤形,壳长为壳高的 2 倍,十分倾斜;壳顶区附近稍膨凸;铰边长而直,与壳长近等;壳顶位于铰边前部 1/5 处,几乎不超出铰边之上;壳体较窄,向后腹部延伸很多,末端钝圆;前耳小,圆三角形,与壳体有浅的凹沟相隔;后耳较大,狭长,近方形,与壳体之间有一深沟,铰边似乎超出后耳许多;壳体表面仅有同心线饰,两耳的同心线微弱。沿铰边有一清晰的韧带沟槽。

度量 壳长 15mm,壳高 7.5mm。

比较 当前标本与张仁杰等(1977, 500 页, 图版 194, 图 24)图示的 *Leptodesma* (*Leiopteria*) sp. 的标本最相像,所不同的是:张仁杰的标本具有更大的长高之比。上述两类标本与 Hall(1884)所列的 *Leiopteria* 的所有种相比,长/高值较大,而 Hall 的标本显示壳长、壳高差不多。笔者认为它们代表上二叠统的一个新种。

新种标本与 Nakazawa 等(1968, p. 56, pl. 3, fig. 3, 4)鉴定为 *Leptodesma* (*Leiopteria*) sp. 的标本外形相像,但后者前耳较大,后耳末端尖锐。

产地层位 福建永安丰海,上二叠统雁石组。

二叠股蛤属 Genus *Permoperna* Nakazawa et Newell, 1968

梯形二叠股蛤 *Permoperna trapezoidalis* (Kayser)

(图版 1, 图 13)

- 1883 *Myalina trapezoidalis* Kayser, S. 169, Taf. XXI, Fig. 1—4.
1911 *Myalina trapezoidalis*, Frech, S. 114, Taf. 15, Fig. 4.
1911 *Liebea sinensis* Frech, S. 115, Taf. 15, Fig. 1a—d.
1911 *Liebea indica*? Frech, S. 115, Taf. 15, Fig. 2.
1962 *Liebea sinensis*, 陈楚震, 197 页, 图版 1, 图 14.
1968 *Waagenoperna* (*Permoperna*) *hayamii* Nakazawa et Newell, p. 62, pl. 3, figs. 9—11.
1976 *Isognomon*? *sinensis* (Frech), 《中国的瓣鳃类化石》, 148 页, 图版 11, 图 12—11.
1977 *Waagenoperna* (*Permoperna*) *sinensis* (Frech), 张仁杰等, 502 页, 图版 195, 图 8.
1978 *Isognomon*? *sinensis* (Frech), 甘修明等, 326 页, 图版 112, 图 20.
1982 *Permoperna trapezoidalis* (Kayser), 方宗杰, 548 页, 图版 I, 图 1a—8b.
1987 *Permoperna trapezoidalis* (Kayser), 方宗杰, 369 页, 图版 VII, 图 21—24.

度量 壳长 15mm, 壳高 19mm, 铰边长 5mm, 壳高与壳长之比值为 1.27, 铰边长与壳长之比值为 0.33。

讨论 方宗杰(1982, 549 页)给出了他描述的 11 块标本的度量数据, 并将它们分别归入幼年期、青年期和成年期。幼年期铰边长与壳长相等, 青年期铰边明显短于壳长, 但仍超过壳长之半; 成年期铰边甚至短于壳长之半。

当前标本铰边长与壳长的比值为 0.33, 比方宗杰测得的最小数据还小, 显然应处于青年期, 甚至是成年期。

方宗杰(1982)所测的壳高与壳长之比值变化不大, 无论处于个体发育的哪个阶段, 这个值都近于 1.10, 即壳体始终保持壳高略大于壳长的壳形。当前标本的这一数值却达到 1.27, 很可能是受侧向挤压所致。

Nakazawa 和 Newell(1968)所描述的此种标本方宗杰(1982, 546 页)认为是青年期标本, 不是成年期。因为 Nakazawa 和 Newell 所测的铰边长与壳长之比值在 0.59—0.88。

Nakazawa 和 Newell(1968, p. 61)最早将 *Permoperna* 作为 *Waagenoperna* 的一个亚属, 方宗杰(1982, 545 页)将它独立为一个属, 并据幼年期具 *Bakevelli* 型齿式、至成年期主齿退化以及韧带等特征, 将其归入贝菱蛤科。

笔者认为: 幼年期具有主齿、侧齿的类型不仅仅限于贝菱蛤科, 等盘蛤科在幼年期齿系也较发育, 如现生种 *Isognomon ephippium* (Linne)。更重要的是贝菱蛤科齿系至成年期越发明显, 而等盘蛤科齿系却完全退化, *Permoperna* 齿和发育趋势正如等盘蛤科, 只是后侧齿保留了下来。就韧带构造分析, 贝菱蛤科韧带区为狭长的不等边三角形, 弹体窝 2—5 个, 彼此间距不等, 壳顶之下为第一个、略呈三角形, 其余则向后依次减小; 而 *Permoperna* 幼年期因壳顶位于壳前端, 韧带区窄长呈不明显的三角形, 弹体窝 3 个, 方圆形。

Permoperna 与 *Bakevelliidae* 成员最大的区别表现在壳形上。幼年期开始, *Permoperna* 就呈等盘蛤形, 而非翼蛤形; 至成年期, 它的背边为壳长之半, 壳体最大长度位于壳高之半, 壳体呈前斜的梯形, 而贝菱蛤科成员从幼年至成年一直保持三角形的翼蛤轮廓, 壳体沿后腹

角方向延伸,前缘直,与背边相交成一锐角。*Permoperna* 的壳形与现代的 *Isognomon roberti* Koch (1953,p. 22)非常相像。

综上所述,笔者认为 *Permoperna* 归为等盘蛤科更为合适。

产地层位 福建永安丰海;上二叠统雁石组。

东方海扇属(新属) *Orientopecten* gen. nov.

模式种 *Orientopecten gujoensis* gen. et sp. nov. (= *Leptochondria*? sp. a, Nakazawa et Newell, 1968, p. 73, pl. 6, figs. 4—7)

特征 壳小,纵椭圆形,近等侧,不斜或微前斜。壳高大于壳长。背缘直,短于壳长。壳顶亚圆形,位于铰缘中央,略高出于铰缘之上,两耳近等,与壳体分化不十分明显。壳面饰有许多二级放射饰,二级射饰为间生式。钝三角形韧带区窄,中央为大的略呈梭子形的弹体窝。

讨论 当前标本的一般轮廓近似三叠纪的 *Leptochondria* Bittner, 1891, 因而 Nakazawa 和 Newell(1968)将它们定为 *Leptochondria*? sp. 。实际上两者的外形及内部构造差别都很大。*Leptochondria* 为圆盘形,壳体正,壳长与壳高近等,而新属 *Orientopecten* 为纵椭圆形,壳体正或微前斜,壳高大于壳长许多。从 Nakazawa 和 Newell(1968,pl. 6,fig. 7)图示的这类标本的韧带构造来看,它与 Bittner(1891,S. 102)图示的 *Leptochondria* 的韧带构造不同,显示新属的弹体窝更大,近梭子形,其底边更靠下方。目前尽管新类型的右瓣标本还未发现,但其左瓣独特的外形和内部构造等总体特征足以建立一个新属。新属具有典型的燕海扇型韧带,因而归入燕海扇科的燕海扇亚科,并将模式种依其产地定名为 *Orientopecten gujoensis* gen. et sp. nov. 。

需要指出的是,我国晚二叠世有不少关于 *Leptochondria* 的记载,如 *L. intermedia* Yin (Yin, 1982, p. 357, pl. 31, figs. 1—4), *L. ? lichuanensis* Zhang(张仁杰, 1977, 503 页,图版 195,图 9), *L. ? jiaheensis* Zhang(张毓秀, 1981, 261 页,图版 1,图 1,7), *L. ? pyriformis* Zhang(张毓秀, 1981, 261 页,图版 1,图 2—6)。这些标本与当前的新属在形态、壳饰上都有区别,它们与典型的 *Leptochondria* 也不相同,因此值得进一步研究。

时代分布 晚二叠世;中国,日本。

丰海东方海扇(新属、新种) *Orientopecten fenghaiensis* gen. et sp. nov.

(图版 IV,图 3,4)

特征 不斜,铰边较长,与壳长近等,两耳末端近直角,壳面上初级放射脊较稀疏,只有 12 条左右,同心线较弱。

2 块左瓣标本,其中较大的一块壳背部及后缘残缺不全。壳小至中等,近等侧。壳高大于壳长甚多。背缘直而长,稍短于壳长,前、后缘近直,腹缘为宽阔的圆弧形。较平至稍膨凸,壳体中部膨凸最强。壳顶宽圆,位于铰缘中央,略突出于铰缘之上。两耳近等,近长方形,末端均为直角,以平坦的表面与较膨凸的壳体分开。壳顶角约 60°。壳体表

度量(mm)		
登记号	壳长	壳高
120369	4	6.5
120370	7	>11

面饰有清晰的二级放射饰,首级射脊 12 条,二级射脊 4—8 条,均为插入式,它们延伸未达壳高之半。脊间沟稍宽于脊宽,同心线弱而不显。后耳仅饰有较清楚的同心线 2 条,前耳的放

射脊饰较同心饰更明显。

比较 当前新种标本与新属的模式种标本相比,前者铰缘较长,初级射脊数目少,强度近等,后者铰缘为壳长之半,初级射脊数目为前者的 2 倍,且强度不等。

产地层位 福建永安丰海;上二叠统雁石组。

前斜东方海扇(新属、新种) *Orientopecten prosoclinus* gen. et sp. nov.

(图版Ⅳ,图 5—7)

特征 壳体前缘与后缘近平行,后腹端向后下方略延伸,呈明显前斜壳形。

3 块左瓣标本及 2 块相应的外模,壳顶或缺失或受压破损。壳中等,稍不等侧,前斜较为明显。壳高大于壳长甚多。铰边直,大于壳长之半;前缘与腹缘前部连结成开阔的圆弧形,后缘与前缘近平行,其中上部向内略微凹入,后腹角向后下方延伸,呈狭的圆弧形。稍膨凸,在壳体中上部膨凸最强。壳顶较宽,位于铰缘中央,稍突出于铰缘之上。后耳较前耳稍大,以明显平坦的壳面与较膨凸的壳体分隔开,末端近直角;前耳与壳体分化不十分明显,没有显著的耳凹,其末端也近直角。壳顶角约 50°。壳面饰有清晰的二级射饰,首级射脊 13—15 条,间生式二级射脊有 4—8 条,它们延伸未达壳高的一半,脊间沟稍宽于射脊宽度。同心线不明显,或比较弱,有 2—3 条。前、后耳均饰有较清楚的同心线 2—3 条,前耳还饰有稀疏的放射脊。

登记号	度量(mm)	
	壳长	壳高
120371	7	10
120372	7.5	11
120373	5.5	9

比较 当前新种以前斜的外形,向内凹入的后缘以及向后下方延伸的后腹角区别于属内其它种。

产地层位 福建永安丰海;上二叠统雁石组。

湖南海扇属 Genus *Hunanopecten* Zhang, 1977

讨论 目前为止,已知 *Hunanopecten* 有 4 种,它们是:*H. exilis* Zhang(张仁杰,1977),*H. qujiangensis* Zhang(张仁杰,1977),*H. ? declivis* Zhang(张毓秀,1981),*H. ? longauriculus* Yin(Yin, 1982)。前两种是我国华南广泛分布的常见种,后两种仅在少数地区发现。

张毓秀建立的 *H. ? declivis* Zhang(1981,262 页,图版 2,图 18—20)的依据是:壳体前斜强,壳顶位于前端。此种的模式标本只有 1 块右瓣标本及其外模。从图影来看,它的壳体位在铰缘的前 1/4 处。

张仁杰在建立 *Hunanopecten* 时认为它的壳顶位置在铰缘中央,而且壳体较正,这在图示的一些标本上也可见到(1977,图版 197,图 19,20)。但也有另一些标本(1977,图版 197,图 13,15,16,17,18)壳体较斜,壳顶似乎位于铰缘中央靠前的 1/3—2/5 处。张仁杰将它们都归入 *Hunanopecten exilis*。

在以后发现的一些 *Hunanopecten* 的标本中,也不乏这种壳体前斜、壳顶位于铰缘中央靠前的标本,如本文图版Ⅳ图 11,图版Ⅴ图 5 的标本等,殷鸿福(Yin,1982,pl. 32, fig. 1—3)采集的 3 块 *H. exilis* Zhang 标本也存在类似的情况,其中有 1 块(pl. 32, fig. 3)的壳顶极

为靠前,几乎位于铰缘的前1/4处,与张毓秀的标本相差无几,且两者的前斜程度也十分类似。以殷鸿福的这块标本作为中间类型,将 *H. ? declivis* Zhang 与 *H. exilis* Zhang 归为一个种显然是可以的。

应该指出,挤压作用对 *Hunanopecten* 形态的影响相当大。*Hunanopecten* 壳薄,壳顶部分宽阔,较膨凸,壳顶前坡较壳顶后坡更陡,受压后壳顶容易向前倾斜,造成壳顶位于铰缘前部的结果。壳体不同程度的前斜也可能与挤压作用有关。经仔细观察,张毓秀研究的标本是受过强烈挤压的,即原来向外凸的壳体被压成向内凹,其外模倒成了向外凸。可能正是这种外力作用造成了它与张仁杰所示标本有区别的假像。从 *H. ? declivis* Zhang 的壳形、壳饰等特征来看,把它归入 *H. exilis* Zhang 无疑。

至于殷鸿福定为 *H. ? longauriculus* Yin (1982, p. 372, pl. 32, figs. 9—12) 的标本,笔者认为它们在壳形、壳饰及内部构造等方面都与 *Hunanopecten* 相差甚远,不宜置于此属。

它的外形轮廓更像壳面光滑的 *Streblochondria*? (见 Newell, 1938, pl. 14, figs. 6, 7)。

此外,丁保良等(1982, 318 页,图版 120,图 4)鉴定为 *H. exilis* Zhang 的标本,从图影来看应该是右内模,并非左内模,因为足丝凹口清晰可见。这样,这一标本就变成了后斜,而在 *Hunanopecten* 属还未见有后斜的类型。这种情况仍可能是挤压变形所致。

因此,目前 *Hunanopecten* 属已命名的有效种只有张仁杰最初定的 *H. exilis* Zhang 和 *H. qujiangensis* Zhang。

内氏蛤属 Genus *Netschajewia* Yakovlev, 1925

丰海内氏蛤(新种) *Netschajewia fenghaiensis* sp. nov.

(图版 VI, 图 12)

1982 *Netschajewia* cf. *modioliformis* (King), 丁保良等, 312 页, 图版 121, 图 17, 18。

1987 *Stutchburia* sp., 方宗杰, 391 页, 图版 VIII, 图 18, 19。

特征 壳体较横长,背边穹凸,前端收缩和后端膨大不十分明显,前壳突大,但伸出前端不多。

1 块左瓣标本及其外模,壳体后部稍有破损。壳中等,横长,近偏顶蛤形。壳长为壳高的 2 倍。背边穹凸,腹边近直。前端狭圆,后部膨大,后脊角为宽阔的圆弧形。较膨凸,后壳顶脊明显。壳顶位于近前端,前壳突大而明显,但伸出前端不多。壳面有 4 条明显的同心线,细弱,间隔均匀。

度量 壳长 8mm,壳高 4mm。

比较 同异名表中所列的标本与当前标本非常相像。它们与 *Netschajewia modioliformis* (King) [即《中国的瓣鳃类化石》, 97 页, 图版 10, 图 8—11 的 *Stutchburia modioliformis* (King)] 相比,前端收缩程度小,后端膨大不如后者那么强烈而明显,壳体显得横长。与当前这类标本相比, Nakazawa 和 Newell (1968, p. 96, pl. 10, fig. 1) 描述的 *Netschajewia* sp. 标本前壳突也同样大而明显,但伸出前端甚多,壳前缘不规则,前部明显缩减,后部明显膨大。Nakazawa 和 Newell 记述的 *N. cf. elongata* (Netschajew) (1968, p. 95, pl. 11, figs. 5, 6) 标本背边较直,前壳突较小,与当前标本有区别。

产地层位 福建永安丰海;上二叠统雁石组。

参 考 文 献

- 中国的瓣鳃类化石编写小组,1976: 中国的瓣鳃类化石。科学出版社。
- 丁保良、刘 路、李金华、梁中俊,1982: 瓣鳃纲。华东地区古生物图册(二)。地质出版社。
- 方宗杰,1982: 论二叠股蛤(*Permoperna*)(双壳类)。古生物学报,21(5):545—552。
- 方宗杰,1987: 湖南南部二叠系中上部双壳类动物群。中国科学院南京地质古生物研究所研究生论文集,第1号。江苏科学技术出版社。
- 王明倩,1990: 福建永安丰海晚二叠世一早三叠世早期菊石动物群及地层意义。古生物学报,29(6):755—773。
- 甘修明、殷鸿福,1978: 瓣鳃纲。西南地区古生物图册,贵州分册(二)。地质出版社。
- 许德佑,1936: 中国南部三叠统海产化石新研究(英文)。中国地质学会志,16卷。
- 吴发明、洪祖寅,1991: 福建永安晚二叠世双壳类。福州大学学报(自然科学版),19(3):113—119。
- 何锦文,1981: 长兴阶层型剖面及股坑组底部的粘土矿物—兼论二叠、三叠系的分界。地层学杂志,5(3):197—206。
- 杨遵仪、殷鸿福、吴顺宝、杨逢清、丁梅华、徐桂荣等,1987: 华南二叠—三叠系界线地层及动物群。中华人民共和国地质矿产部地质专报(二),6号。地质出版社。
- 陈 旭,1942: 福建之海相三叠纪。前福建省地质土壤调查所年报,1号。
- 陈楚震,1962: 贵州紫云晚二叠世瓣鳃纲化石。古生物学报,10(2):191—205。
- 陈楚震、王义刚、王志浩、黄 嫔,1988: 江苏南部的三叠纪生物地层。江苏地区下扬子准地台震旦纪—三叠纪生物地层。南京大学出版社。
- 张仁杰、王德有、周祖仁,1977: 双壳纲。中南地区古生物图册(二)。地质出版社。
- 张克信、吴顺宝、刘勇勤,1992: 南京湖山大隆组放射虫和牙形石及其指相意义。地球科学——中国地质大学学报,地层古生物专辑(VI)。17(3)。
- 张毓秀,1981: 湖南嘉禾袁家晚二叠世瓣鳃类。古生物学报,20(3):260—265。
- 张遵信、芮 琳、周建平,1988: 江苏地区下扬子准地台二叠纪生物地层研究。江苏地区下扬子准地台震旦纪—三叠纪生物地层。南京大学出版社。
- 姚兆奇、徐均涛、郑灼官、赵修祜、莫壮观,1980: 黔西滇东晚二叠世生物地层和二叠系与三叠系的界线问题。黔西滇东晚二叠世含煤地层和古生物群。科学出版社。
- 赵金科、陈楚震、梁希洛,1962: 中国的三叠系。全国地层会议学术报告汇编。科学出版社。
- 盛金章、陈楚震、王义刚、芮 琳、廖卓庭、江纳言,1982: 南京近郊的“*Otoceras*”层及二叠系和三叠系界线。地层学杂志,6(1):1—8。
- 盛金章、陈楚震、王义刚、芮 琳、廖卓庭、何锦文、江纳言、王成源,1987: 苏浙皖地区二叠系和三叠系界线研究的新进展。中国各系界线地层及古生物,二叠系与三叠系界线(一)。南京大学出版社。
- Bittner, A., 1891: Triaspetrefakten von Balia in Kleinasien. K. K. Geol. Reichsanst. Wien, Jahrb., 41: 97—116。
- Chen Pei-yuan, 1950: On the marine Triassic fauna of Lungyen and Ningyang, Fukien. Quart. J. Taiwan Mus. 3(2): 81—99。
- Frech, F., 1911: Die Dyas. in F. Richthofen's China, 5, D. Reimer, Berlin。
- Hall, J., 1884: Lamellibranchiata 1, descriptions and figures of the Monomyarian of the Upper Helderberg, Hamilton, and Chemung Groups. New York Geol. Surv., Paleont., 5(1): 1—168。
- Ichikawa, K., 1958: Zur Taxionomie und Phylogenie der Triadischen “pteriidae” (Lamellibranch.). Palaeontographica, 3:131—212。
- Kayser, E., 1883: Obercarbonische Fauna von Loping. in F. Richthofen's China, 4。
- Koch, H. J., 1953: A new species of the Lamellibranch genus *Isognomon* from South Africa. Proc. Mal. Soc., 30(1): 92。
- Nakazawa, K., 1959: Permian and Eo-Triassic *Bakevellia* from the Maizuru Zone, Southwest Japan. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Ser. B, 26(2): 193—213。

- Nakazawa, K. and Newell, N. D. , 1968; Permian bivalves of Japan. Mem. Fac. Sci. , Kyoto Univ. Ser. Geol. Mineral. , **35**: 1—108.
- Nakazawa, K. and Runnegar, B. , 1973; The Permian-Triassic boundary; a crisis for bivalves? Canad. Soc. Petrol. Geol. , **2**: 60—8—621.
- Newell, N. D. , 1938; Late Paleozoic pelecypods; Pectinacea. Bull. Kans. Geol. Surv. , **10**: 1—123.
- Sheng Jin-zhang, Chen Chu-zhen, Wang Yi-gang, Rui Lin, Liao Zhuo-ting, Yuji Bando, Ken-ichi Ishii, Keiji Nakazawa and Koji Nakazawa, 1984; Permian-Triassic boundary in middle and eastern Tethys. Jour. Fac. Sci. , Hokkaido Univ. , Ser. N , **21**(1): 133—181.
- Stanley, S. M. , 1970; Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusks). Geol. Soc. Amer. , Inc. , **125**: 1—296.
- Stanley, S. M. , 1972; Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve mollusks. J. Paleont. , **46**(2): 165—212.
- Yin, H. F. , 1982; Uppermost Permian (Changxingian) Petinacea from South China. Riv. Ital. Paleont. , **88**(3): 337—386.
- Yin, H. F. , 1985; Bivalves near the Permian-Triassic boundary in South China. J. Paleont. , **59**(3): 575—600.

[1993年4月6日收到, 1994年12月修改]

EVOLUTIONARY CHANGE OF BIVALVES FROM CHANGXINGIAN TO GRIESBACHIAN IN SOUTH CHINA

Li Ling

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

Key words Changxingian—Griesbachian, bivalves, evolutionary change, South China

Summary

This article concentrates on the evolutionary change of the Changxingian and Griesbachian bivalves in South China, in order to provide some useful information for studying the Permian-Triassic boundary in this area. The collection covers 29 genera (subgenera) and 49 species (subspecies) from Jiangsu, Zhejiang and Fujian provinces including 1 new genus (*Orientopecten* gen. nov.) and 4 new species.

At the end of Changxingian, the families and genera of bivalves in South China sharply decreased in total number, especially in Griesbachian. According to their different living styles, these bivalves can be divided into infauna, epifauna and semi-infauna. It is found that those which disappeared at the end of Changxingian were more closely contacted with the substrata and more restricted to some of their types, such as the majority of

infauna and *Aviculopecten*-like epibyssate fauna; that the survivors of this mass extinction were less closely contacted with the substrata, such as the *Pteria*-like epibyssate type; and that the new comers in Griesbachian were mostly *Claraia*-like fauna which lived a cementing mode of life and were very capable of resisting the shock of strong waves. In combination with the data on the environmental change in South China at the same time, the author comes to a conclusion that the mass extinction of the Changxingian bivalves in South China is mainly caused by the great change in the characteristics of their living substrata, which became intensely disturbed at the end of Permian.

Family Aviculopectinidae

Subfamily Aviculopectininae

Orientopecten gen. nov.

Type species *Orientopecten gujoensis* gen. et sp. nov. (= *Leptochondria* ?sp. a, Nakazawa et Newell, 1968, P. 73, pl. 6, figs. 4—7)

Diagnosis Shell small, oval, nearly equilateral, acline or slightly prosocline in outline, higher than long. Dorsal margin short and straight; ears subequal, not clearly defined from main shell body, surface covered with numerous fine, radial costae of two orders; ligament area obtusely trigonal and narrow, provided with a big, shuttle-like resilifer.

Comparison This new genus is different from the genus *Leptochondria* Bittner in its higher shell, numerous radials of two orders, and trigonal, narrow ligament area with a big and shuttle-like resilifer.

Distribution Japan and South China; Late Permian.

图 版 说 明

所有化石图影未加任何润饰。标本保存在中国科学院南京地质古生物研究所。

图 版 I

1, 2. *Nuculopsis wuyimensis* (Keyserling)

1a. 右壳内模, ×8. 1b. 同一标本的后背缘, ×15. 1c. 同一标本的前背缘, ×15. 采集号: 91ACT7; 登记号: 120319. 2. 右壳, ×8. 采集号: 91ACT27; 登记号: 120320. 福建永安丰海, 上二叠统雁石组。

3—5. *Phestia hunanensis* (Ku et Chen)

3. 左壳, ×5. 采集号: 91ACT1; 登记号: 120321. 4a. 右壳内模, ×8; 4b. 同一标本的背缘, ×15. 4c. 右壳内视, ×8. 采集号: 91ACT18; 登记号: 121322. 5a. 右壳内模, ×15; 5b. 同一标本, ×8. 采集号: 91ACT18; 登记号: 120323. 产地层位同上。

6. *Modiolus*? sp.

6a. 左壳, ×5. 6b. 同一标本的前腹方向视, ×5. 采集号: 91ACT1; 登记号 120324. 产地层位同上。

7. *Liebea* cf. *zhenanensis* Shi

右壳(?), ×3. 采集号: 91ACT19; 登记号: 120325. 产地层位同上。

8. *Promyalina?* sp.

8a. 右壳橡胶铸模, $\times 3$; 8b. 右壳外模, $\times 3$ 。采集号: 91ACT6b; 登记号: 120326。产地层位同上。

9. *Leptodesma (Leiopteria) zhangii* sp. nov.

右壳, holotype, $\times 2$ 。采集号: 91ACT18b; 登记号: 120327。产地层位同上。

10. *Ensipteria praeangusta* (Frech)

左壳, $\times 3$ 。采集号: 91ACT7b; 登记号: 120328。产地层位同上。

11. *Bakevellia* sp.

11a, b. 左壳及外模, $\times 5$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120329。产地层位同上。

12. *Towapteria?* sp. (cf. *T. intermedia* Wu et Hong)

左壳, $\times 8$ 。采集号: 91ACT7b; 登记号: 120330。产地层位同上。

13. *Permoperna trapezoidalis* (Kayser)

右壳, $\times 2$ 。采集号: 91ACT18; 登记号: 120331。产地层位同上。

14. *Tambanella gujoensis* Nakazawa et Newell

14a, b. 左壳外模及左壳, $\times 2$ 。14c. 左壳外模的背缘, $\times 8$ 。采集号: 91ACT24; 登记号: 120332。产地层位同上。

图版 I

1. *Claraia* cf. *anulata* Yin et Gan

左壳, $\times 1.5$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120333。浙江长兴煤山, 下三叠统上格里斯巴赫阶下青龙组。

2. *Claraia* cf. *hubeiensis* Chen

左壳, $\times 1.5$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120334。产地层位同上。

3. *Claraia paikhandana* (Bittner)

左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT5。登记号: 120335。产地层位同上。

4—14. *Claraia longyanensis* Chen

4. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120336。5. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120337。6. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120338。7. 左壳, $\times 1.5$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120339。8. 左壳, $\times 3$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120340。9. 两壳相连, $\times 3$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120341。10. 右壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120342。11. 右壳, $\times 3$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120343。12. 右壳, $\times 1$ 。采集号: 90ACT9; 登记号: 120344。13a, b. 右壳橡胶铸模及右壳外模, $\times 2$ 。采集号: 90ACT3; 登记号: 120345。14. 右壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120346。产地层位同上。

15, 16. *Claraia* cf. *dieneri* Nakazawa

15. 右壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT5; 登记号: 120347。16. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT3; 登记号: 120348。产地层位同上。

图版 II

1—6. *Claraia griesbachi* (Bittner)

1. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120349。2. 左壳, $\times 1.5$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120350。3. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT4; 登记号: 120351。4. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT5; 登记号: 120352。5. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120353。6. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120354。产地层位同上。

7, 8. *Claraia* cf. *griesbachi* (Bittner)

7. 左壳, $\times 3$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120355。8. 左壳外模, $\times 1.5$ 。采集号: 90ACT6。登记号: 120356。产地层位同上。

9. *Claraia fukianensis minor* Xu

9a, b. 左壳外模及橡胶铸模, $\times 3$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120357。产地层位同上。

10—14. *Claraia* cf. *fukianensis* Chen

10. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120358。11. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120359。12. 左壳, $\times 3$ 。采集号: 90ACT5; 登记号: 120360。13. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6; 登记号: 120361。14. 左壳, $\times 2$ 。采集号: 90ACT6;

登记号:120362。产地层位同上。

15. *Heteropecten* sp. 1

左壳,×2。采集号:91ACT21;登记号:120363。福建永安丰海,上二叠统雁石组。

16,17. Genus incer.

16a, b. 左壳外模及左壳,×5。采集号:91ACT1;登记号:120364。17. 右壳,×5。采集号:91ACT1;登记号:120365。产地层位同上。

18. *Heteropecten* sp. 2

左壳,×3。采集号:91ACT1;登记号:120366。产地层位同上。

图 版 IV

1. *Eumorphotis* sp.

左壳,×1.5。采集号:91ACT29;登记号:120367。产地层位同上。

2. *Ornithopecten* sp.

2a, b. 左壳外模及橡胶铸模,×1.5。采集号:90ACT1;登记号:120368。浙江长兴煤山,下三叠统下格里斯巴赫阶下青龙组。

3,4. *Orientopecten fenghaiensis* gen. et sp. nov.

3. 左壳,holotype,×5。采集号:91ACT1;登记号:120369。4. 左壳,paratype,×3。采集号:91ACT1;登记号:120370。福建永安丰海,上二叠统雁石组。

5—7. *Orientopecten prosoclinus* gen. et sp. nov.

5a—c. 左壳,橡胶铸模,左壳外模,paratype,均×3。采集号:91ACT26;登记号:120371。6a, b. 左壳及左壳外模,paratype,均×3。采集号:91ACT1;登记号:120372。7. 左壳,holotype,×4。采集号:91ACT1;登记号:120373。产地层位同上。8a. 左壳背缘,×8;8b. 左壳,×4。采集号:91ACT23;登记号:120374。产地层位同上。

8. *Euchondria* sp.

9—17. *Hunanopecten exilis* Zhang

9. 左壳,×5。采集号:91ACT1(a1);登记号:120375。10. 左壳,×2。采集号:91ACT1(a12);登记号:120376。11. 两壳连在一起,×2。采集号:91ACT1(a5);登记号:120377。12. 左壳,×2。采集号:91ACT1(a13);登记号:120378。13a. 两壳内模连在一起,×5。13b. 铰合区,×15。采集号:91ACT1(a7);登记号:120379。14. 两壳内模连在一起,×4。采集号:91ACT1(a3);登记号:120380。15. 左壳,×4。采集号:91ACT1(a8);登记号:120381。16. 右壳内模,×5。采集号:91ACT1(a16);登记号:120382。17. 右壳,×3。采集号:91ACT24(a19);登记号:120383。产地层位同上。

图 版 V

1—6. *Hunanopecten exilis* Zhang

1. 右壳外模,×5。采集号:90ACT10;登记号:120384。江苏南京湖山,上二叠统大隆组。2a, b. 左壳及左壳外模,×4。采集号:91ACT17b(a18);登记号:120385。福建永安丰海,上二叠统雁石组。3. 右壳内模,×3。采集号:91ACT1(a17);登记号:120386。4a. 右壳,×2;4b. 同一标本,×5。采集号:91ACT1(a20);登记号:120387。5a, b. 右壳及右壳外模,×8。采集号:91ACT1(a15);登记号:120388。6. 右壳内模,×2。采集号:91ACT18(a21);登记号:120389。产地层位同上。

7—17. *Hunanopecten qujiangensis* Zhang

7. 左壳,×8。采集号:91ACT1(3);登记号:120390。8. 右壳内模,×8。采集号:91ACT5(4);登记号:120391。9. 右壳内模,×8。采集号:91ACT1(5);登记号:120392。10a. 右壳,×8;同一标本的外模,×5。采集号:91ACT1(6);登记号:120393。11. 左壳,×3。采集号:91ACT1(7);登记号:120394。12. 右壳,×3。采集号:91ACT23(8);登记号:120395。13. 左壳内模,×5。采集号:91ACT1(1);登记号:120396。14. 左壳内模,×5。采集号:91ACT1(2);登记号:120397。15. 右壳内模,×3。采集号:91ACT26(9);登记号:120398。16. 连在一起的双壳的外模,×3。采集号:91ACT66(11);登记号:120399。17. 右壳内模,×3。采集号:91ACT1(13);登记号:120400。产地层位同上。

18. *Hunanopecten* sp.

右壳, $\times 1.5$ 。采集号: 91ACT24; 登记号: 120401。产地层位同上。

19. *Pernopecten* sp. 1

左壳内模, $\times 4$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120420。产地层位同上。

20. *Pernopecten* sp. 2

20a, b. 左壳背缘外模及左壳, $\times 4$ 。采集号: 91ACT22; 登记号: 120403。产地层位同上。

图版 VI

1—3. *Anomia?* sp. 1

1. 左壳(?), $\times 2$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120404。2. 左壳(?), $\times 2$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120405。3. 左壳(?), $\times 3$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120406。产地层位同上。

4. *Anomia?* sp. 2

左壳(?), $\times 3$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120407。产地层位同上。

5. *Palaeolima dieneri* (Frech)

5a, b. 右壳及右壳外模, $\times 3$ 。采集号: 91ACT23。登记号: 120408。产地层位同上。

6. *Palaeolima xiangnanensis* (Fang)

6a—c. 左壳外模, 左壳及橡胶铸模, $\times 3$ 。采集号: 91ACT23; 登记号: 120409。产地层位同上。

7. *Palaeolima* cf. *chekiangensis* (Ku et Chen)

右壳, $\times 4$ 。采集号: 91ACT26; 登记号: 120410。产地层位同上。

8, 9. *Palaeolima* cf. *sichuanensis* Liu

8a, b. 右壳及外模, $\times 3$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120411。9. 右壳, $\times 8$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120412。产地层位同上。

10. *Lopha?* *fujianensis* Wu et Hong

10a, b. 右壳(?)外模, 右壳(?), $\times 2$ 。采集号: 91ACT9b; 登记号: 120413。产地层位同上。

11. *Netschajewia jiangsuensis* (Liu)

右壳, $\times 3$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120414。产地层位同上。

12. *Netschajewia fenghaiensis* sp. nov.

12a, b. 左壳外模及左壳, holotype, $\times 4$ 。采集号: 91ACT20; 登记号: 120415。产地层位同上。

13. *Netschajewia* cf. *elongata* (Netschajew)

左壳, $\times 5$ 。采集号: 91ACT23; 登记号: 120416。产地层位同上。

14. *Stutchburia* sp.

左壳, $\times 5$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120417。产地层位同上。

15. *Edmondia nebrascensis* (Geinitz)

左壳, $\times 3$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120418。产地层位同上。

16. *Sedgwickia* cf. *guangdongensis* Zhang

16a, b. 同一左壳标本的顶视和侧视, $\times 1.5$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120419。产地层位同上。

17. *Vacunella* cf. *curvata* (Morris)

左壳, $\times 1.5$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120420。产地层位同上。

18. *Wilkingia elegans* (King)

18a, b. 同一左壳的侧视和顶视, $\times 3$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 120421。产地层位同上。

19. *Wilkingia* sp. (cf. *W. fengchengensis* Li et Ding)

右壳, $\times 4$ 。采集号: 91ACT1; 登记号: 1204221。产地层位同上。



