

山东省打渔张灌区第四纪有孔虫 及其沉积环境的初步探讨*

郑守仪 郑执中 王喜堂 傅钊先

(中国科学院海洋研究所)

“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”。随着我国地质勘探事业的迅速发展,特别是我国东部平原和浅海地区石油及其他沉积矿藏的勘探开发,有孔虫的研究工作已成为岩相识别、地层对比、恢复古地理及古气候等所依据的重要手段之一,越来越为人们所重视。

1965年,我们承担了山东省打渔张灌区(以下简称“灌区”)七个钻孔岩芯中的有孔虫分析任务。目的是根据有孔虫在灌区地层中的出现情况,识别其海相层,进而划分出海、陆相地层,以便为探讨灌区土地盐碱化的原因、更合理地利用水利资源、进一步改造灌区的盐碱化土地等,提供必要的参考资料。这一任务已于同年完成,并已将初步分析结果送交有关单位。

为了配合生产单位对我国华北地区第四纪地层进行研究,近来,我们在前一工作的基础上,又将灌区的有孔虫资料进一步分析整理,除对93种底栖有孔虫进行分类记述外,并试图以灌区地层中的有孔虫群与现今渤海沉积物中的有孔虫群进行粗略对比,以便根据有孔虫的区系特点和生态组合等,探讨灌区地层海相层的古沉积环境。

由于在划分灌区地层的海相层和探讨海相层的古沉积环境时,我们仅是以现有有孔虫方面的资料为依据,因此,所讨论的问题必定存在较大的局限性和片面性。

一、材料与 方法

本文是根据山东省水利勘测设计院提供的钻孔岩芯材料进行研究的。七个钻孔岩芯材料均于1964—1965年采自渤海莱州湾西岸的山东省打渔张灌区。钻孔位置大致为东西向,在垂直于莱州湾西岸的一个剖面上(图1)。

钻孔地点、深度及有孔虫分析层数详见表1。

我们共分析了七个钻孔岩芯材料、近400个层位的样品。每一层位约取100克干样,经孔径0.09毫米标准分样筛冲洗,将筛内样品烘干后用四氯化碳进行浮选,对浮选出的有孔虫标本进行分类计数。一般对标本数量较少的样品全量计数,对标本数量较多的样品则仅计数全样的1/2、1/3、1/4……,而后按比例算出全样品中的有孔虫总个数。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第396号。本所陈世杰、王金台同志曾参加部分资料整理工作;王绍鸿、苍树溪同志曾协助分析有关地层方面的资料;陈丽蓉、徐文强同志协助鉴定新属标本的壳壁显微结构。

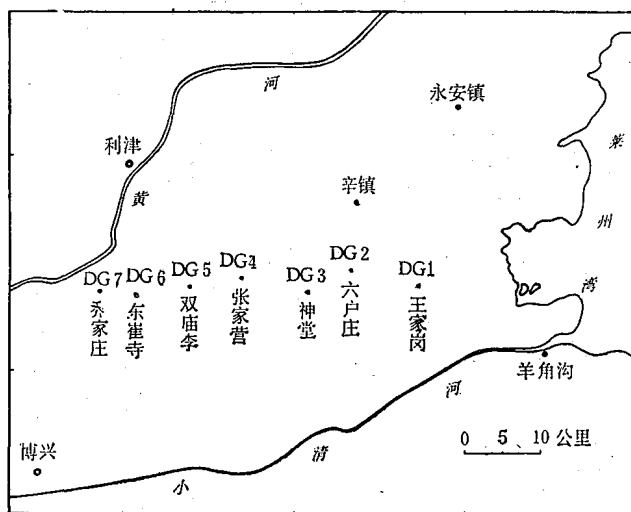


图1 钻孔地点略图

表1 钻孔地点、深度及分析层数

钻孔号	DG7	DG6	DG5	DG4	DG3	DG2	DG1
地点	乔家庄	东崔寺(南)	双庙李	张家营(南)	神堂(北)	六户庄(东)	王家岗(西南)
深度(米)	65.09	103.38	100.06	99.83	141.70	51.28	55.22
分析层数	25	76	63	70	67	43	53

二、有孔虫群及其生态组合

经鉴定,灌区样品中共有 93 种底栖有孔虫,隶属于 14 科 36 属;其中包括 2 个新属和 15 个新种;有 10 种由于各只有一个标本,仅鉴定至属。

在这 93 种中,有 51 种(占总种数 55%)尚未在现今渤海发现。目前,有关渤海水深 <10 米的区域的有孔虫样品不多,估计待这部分样品收集补充后,灌区与渤海的有孔虫共有种(尤其是属于滨海组合的种类)将会有所增加。其余 42 种(占总种数 45%)在渤海现代沉积物中有出现。但是,有些种类如光滑九字虫 *Nonionglabrum* Ho, Hu et Wang、简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman、中里假穹背虫 *Pseudoeponides nakazatoensis* (Kuwano) 和多变假小九字虫(新属新种) *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng, n.gen., n. sp. 等,在渤海仅发现个别标本。值得提出的是,目前所知,中里假穹背虫 *Pseudoeponides nakazatoensis* (Kuwano) 仅见记载于日本上新统地层,它在灌区 DG3 孔的 4.8 米和 11 米层位以及 DG6 孔的 12—17 米、31—37 米层位中的出现率较高(一般在 5—40%),发育也很好;而在其他钻孔,其出现率一般都很低或全无出现;在渤海现代沉积物中所发现的个别标本,其壳面已无光泽,看来有可能是再沉积的成分。

从有孔虫壳壁类型看,灌区的钙质有孔型种类约占 65% (60 种),钙质无孔型种类约占 30% (28 种),砂质胶结型种类约占 5% (5 种)。砂质胶结型种类无论是种数还是标

表 2 93 种底栖有孔虫在灌区地层和渤海现代沉积中的出现情况

种 名	灌 区	渤 海
连接转轮虫 <i>Ammonia annectens</i> (Parker and Jones)	++	+++
厚壁转轮虫(新种) <i>A. confertitesta</i> S. Y. Zheng, n. sp.	+	++
凸背转轮虫(新种) <i>A. convexidorsa</i> S. Y. Zheng, n. sp.	+	-
显脐转轮虫 <i>A. flevensis</i> (Hofker)	-	0
球室转轮虫 <i>A. globosa</i> (Millett)	+	-
粒脐转轮虫(新种) <i>A. granuloumbilica</i> S. Y. Zheng, n. sp.	+	0
凸镶边转轮虫 <i>A. limbatobeccarii</i> (McLean)	+	0
沼泽转轮虫 <i>A. limnetes</i> (Todd and Bronnimann)	-	0
多室转轮虫(新种) <i>A. multicella</i> S. Y. Zheng, n. sp.	+	+
高锅转轮虫 <i>A. takanabensis</i> (Ishizaki)	-	+
嗜温转轮虫 <i>A. tepida</i> (Cushman)	+++	++
两棒虫(未定种) <i>Amphicoryna</i> sp.	-	0
亚洲砂竖口虫 <i>Arenoparrella asiatica</i> Polski	-	+++
丽星车轮虫 <i>Asterorotalia pulchella</i> (d'Orbigny)	-	0
海鸟箭头虫 <i>Bolivina albatrossi</i> Cushman	-	0
针点头虫 <i>Brizalina acerosa</i> (Cushman)	-	0
细纹点头虫 <i>B. stiatula</i> (Cushman)	+	++
冷面颊虫 <i>Buccella frigida</i> (Cushman)	+	++
覆盖面颊虫(?) <i>Buccella(?) tunicata</i> Ho, Hu et Wang	+	0
亚洲筛九字虫 <i>Cribrononion asiaticum</i> (Polski)	+	+
易变筛九字虫 <i>C. incertum</i> (Williamson)	+++	+++
孔缝筛九字虫(新种) <i>C. porisuturalis</i> S. Y. Zheng, n. sp.	+	0
齿虫(未定种) <i>Dentalina</i> sp.	-	0
刀无齿虫 <i>Edentostomina cultrata</i> (Brady)	+	+
短管小企虫(新种) <i>Elphidiella brevicanalisis</i> S. Y. Zheng, n. sp.	-	0
江苏小企虫 <i>E. kangsuensis</i> (Ho, Hu et Wang)	-	0
异地企虫 <i>Elphidium advenum</i> (Cushman)	++	+++
粗糙企虫 <i>E. hispidulum</i> Cushman	-	-
显孔鼓室企虫 <i>E. hughesi foraminosum</i> Cushman	+	0
扁肾企虫 <i>E. jenseni</i> (Cushman)	-	0
清晰企虫 <i>E. limpidum</i> Ho, Hu et Wang	+	-
缝裂企虫 <i>E. magellanicum</i> Heron-Allen & Earland	++	++
珍珠企虫 <i>E. margaritaceum</i> Cushman	-	0
霜粒企虫 <i>E. nakanokawaense</i> Shirai	-	+
筒单企虫 <i>E. simplex</i> Cushman	++	0
亚卷曲企虫 <i>E. subcrispum</i> Nakamura	+	0
瓜子缝口虫 <i>Fissurina aradasii</i> Seguenza	-	0
双刺葫芦缝口虫 <i>F. cucurbitasema bispinata</i> Ujiie	-	-
明亮缝口虫 <i>F. lucida</i> (Williamson)	-	-
乳小滴虫 <i>Guttulina lactea</i> (Walker and Jacob)	-	+
冰岛虫 <i>Islandiella islandica</i> (Nervang)	-	-
砂突唇虫(未定种) <i>Jadammina</i> sp.	-	0
短肋瓶虫 <i>Lagena doveyensis</i> Haynes	-	0
光滑瓶虫 <i>L. laevis</i> (Montagu)	-	0
棱缘块心虫 <i>Massilina pratti</i> Cushman and Ellisor	-	++
梨口块心虫(新种) <i>M. pyristoma</i> S. Y. Zheng, n. sp.	+	+
亚圆小粟虫 <i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu)	-	+

表 2 (续)

种 名	灌 区	渤 海
秋田九字虫(相似种) <i>Nonion</i> cf. <i>N. akitaense</i> Asano	—	○
光滑九字虫 <i>N. glabrum</i> Ho, Hu et Wang	+++	⊕
小九字虫(未定种) <i>Nonionella</i> sp.	—	○
仿车轮虫(未定种) <i>Pararotalia</i> sp.	—	○
扁原企虫(新种) <i>Protelphidium compressum</i> S. Y. Zheng, n.sp.	+	○
粒突原企虫 <i>P. granosum</i> (d'Orbigny)	++	++
原企虫(未定种) <i>Protelphidium</i> sp.	—	○
缝裂假穹背虫 <i>Pseudoeponides anderseni</i> Warren	+	○
扁平假穹背虫(新种) <i>P. compressum</i> S. Y. Zheng, n. sp.	+	○
中里假穹背虫 <i>P. nakazatoensis</i> (Kuwano)	+	⊕
中华假圆旋虫(新属新种) <i>Pseudogyroidina sinensis</i> S. Y. Zheng, n. gen., n. sp.	+	○
小假九字虫(新种) <i>Pseudononion minutum</i> S. Y. Zheng, n. sp.	—	○
扁假九字虫 <i>P. oinomikadoi</i> Matsunaga	—	—
假九字虫(未定种) <i>Pseudononion</i> sp.	—	○
多变假小九字虫(新属新种) <i>Pseudononionella variabilis</i> S. Y. Zheng, n. gen., n. sp.	++	⊕
多变假车轮虫 <i>Pseudorotalia gaimardii</i> (d'Orbigny)	++	++
圆锥假车轮虫 <i>P. schroeteriana</i> (Parker and Jones)	+	○
圆形短五块虫 <i>Quinqueloculina akneriana rotunda</i> (Gerke)	++	++
北极五块虫 <i>Q. arctica</i> Cushman	—	—
明亮五块虫 <i>Q. argunica</i> (Gerke)	—	○
整洁五块虫 <i>Q. bellatula</i> Bandy	++	+
扭转五块虫 <i>Q. contorta</i> d'Orbigny	—	○
半缺五块虫 <i>Q. seminula</i> (Linnaeus)	++	—
肋纹五块虫 <i>Q. seminula</i> var. <i>jugosa</i> Cushman	+	○
半角五块虫 <i>Q. seminulanguilata</i> McLean	—	+
钝缘五块虫 <i>Q. subungeriana</i> Serova	—	○
普通五块虫 <i>Q. vulgaris</i> d'Orbigny	—	○
五块虫(未定种) <i>Quinqueloculina</i> sp.	—	○
扁平直小企虫 <i>Rectoelphidiella aplata</i> Ho, Hu et Wang	—	○
微小曲形虫(新种) <i>Sigmoilina minutissima</i> S. Y. Zheng, n. sp.	—	○
渤海抱环虫(新种) <i>Spiroloculina bohaiensis</i> S. Y. Zheng, n. sp.	—	++
隆缘共抱环虫 <i>S. communis incisa</i> Cushman	—	+
扁平抱环虫 <i>S. depressa</i> d'Orbigny	—	○
拟扁抱环虫 <i>S. henbesti</i> Petri	—	○
印度抱环虫 <i>S. indica</i> Cushman and Todd	—	○
光滑抱环虫 <i>S. laevigata</i> Cushman and Todd	—	+
挪威抱环虫 <i>S. norvegica</i> Cushman and Todd	—	○
筒室抱环虫 <i>S. terquemiana</i> Fornasini	—	○
抱环虫(未定种 1) <i>Spiroloculina</i> sp. 1	—	○
抱环虫(未定种 2) <i>Spiroloculina</i> sp. 2	—	○
多角口室虫 <i>Stomoloculina multangula</i> Ho, Hu et Wang	++	○
楔形编织虫(相似种) <i>Textularia</i> cf. <i>T. cuneata</i> Hada	—	+++
直室三块虫(新种) <i>Triloculina rectilocula</i> S. Y. Zheng, n. sp.	+	○
三角三块虫 <i>T. trigonula</i> (Lamarck)	+	++
胖砂轮虫 <i>Trochammina inflata</i> (Montagu)	—	○
瘦瘪砂轮虫 <i>T. macrescens</i> Brady	—	○

+++ 多 ++ 较多 + 较少 — 稀少 ⊕ 偶尔出现 ○ 尚未发现

本个数都远较渤海的为少,这可能与砂质胶结型种类(尤其是不具假几丁质内膜的种类)壳壁结构脆弱、不易在地层中长久保存的原因有关。

93种底栖有孔虫在灌区和渤海的出现情况详见表2。

从表2可以看出,灌区数量较多的有孔虫主要有以下14种:

嗜温转轮虫 *Ammonia tepida* (Cushman)

光滑九字虫 *Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang

易变筛九字虫 *Cribrononion incertum* (Williamson)

缝裂企虫 *Elphidium magellanicum* Heron-Allen and Earland

粒突原企虫 *Protelphidium granosum* (d'Orbigny)

连接转轮虫 *Ammonia annectens* (Parker and Jones)

异地企虫 *Elphidium advenum* (Cushman)

圆形短五块虫 *Quinqueloculina akneriana rotunda* (Gerke)

整洁五块虫 *Quinqueloculina bellatula* Bandy

半缺五块虫 *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus)

简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman

多变假车轮虫 *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny)

多变假小九字虫(新属新种) *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng, n. gen., n. sp.

多角口室虫 *Stomoloculina multangula* Ho, Hu et Wang

以上除光滑九字虫 *Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang、简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman、多变假小九字虫 *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng 等3种在渤海仅偶尔出现以及多角口室虫 *Stomoloculina multangula* Ho, Hu et Wang 在渤海尚未发现外,其余10种大多数是渤海的常见种类。

总的看来,灌区有孔虫群虽然在种类上与现今渤海的有很大差异,不过,大部分种类仍属于温带或冷温带浅海种,区系特征与渤海的还是较为相似的。但是,所不同的是,渤海现代沉积物中数量稀少的较暖水性种类如简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman 和球室转轮虫 *Ammonia globosa* (Millett) 等,在灌区的数量相对较多一些;渤海和黄海均未见出现的典型暖水性种如圆锥假车轮虫 *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker and Jones) 和丽星车轮虫 *Asterorotalia pulchella* (d'Orbigny) 等,在灌区的某些层位却有出现(表4)。

灌区的有孔虫群大体可分为三种生态组合,各种生态组合分别以生态特征较为明显的8个种作为代表种。

(1) 中浅海组合代表种是:易变筛九字虫 *Cribrononion incertum* (Williamson)、缝裂企虫 *Elphidium magellanicum* Heron-Allen and Earland、粒突原企虫 *Protelphidium granosum* (d'Orbigny)、多变假车轮虫 *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny)、冷面颊虫 *Buccella frigida* (Cushman)、球室转轮虫 *Ammonia globosa* (Millett)、亚洲筛九字虫 *Cribrononion asiaticum* (Polski) 和明亮缝口虫 *Fissurina lucida* (Williamson) 等。这8个种在渤海都有出现,它们在渤海南部水深>20米的区域,平均出现率一般是比较高的,在水深10—20米的区域,出现率则较低。

(2) 内浅海组合代表种是：嗜温转轮虫 *Ammonia tepida* (Cushman)¹⁾、光滑九字虫 *Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang、连接转轮虫 *Ammonia annectens* (Parker and Jones)、异地企虫 *Elphidium advenum* (Cushman)、圆形短五块虫 *Quinqueloculina akneriana rotunda* (Gerke)、整洁五块虫 *Quinqueloculina bellatula* Bandy、半缺五块虫 *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus) 和简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman 等。除光滑九字虫 *Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang 和简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman 在渤海仅偶尔出现外,其余 6 种在渤海南部水深 10—20 米的区域,出现率较高,在水深 >20 米的区域,出现率则明显降低。光滑九字虫 *Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang 在灌区的数量很多,分布层位也很普遍,它的分布特点是:在中浅海组合出现率占优势的层位,其出现率较低;在其他内浅海组合出现率较高、中浅海组合出现率明显下降的层位,其出现率则较高。

(3) 滨海组合代表种是:多变假小九字虫(新属新种) *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng, n. gen., n. sp.、多角口室虫 *Stomoloculina multangula* Ho, Hu et Wang、孔缝筛九字虫(新种) *Cribrononion porisuturalis* S. Y. Zheng, n. sp.、中里假穹背虫 *Pseudoeponides nakazatoensis* (Kuwano)、中华假圆旋虫(新属新种) *Pseudogyroidina sinensis* S. Y. Zheng, n. gen., n. sp.、扁平假穹背虫(新种) *Pseudoeponides compressum* S. Y. Zheng, n. sp.、缝裂假穹背虫 *Pseudoeponides anderseni* Warren 和肋纹五块虫 *Quinqueloculina seminula* var. *jugosa* Cushman 等。其中半数是在灌区初次发现的新种。除多变假小九字虫 *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng 和中里假穹背虫 *Pseudoeponides nakazatoensis* (Kuwano) 在渤海仅偶尔发现外,其余 6 种均未见出现。多变假小九字虫 *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng、多角口室虫 *Stomoloculina multangula* Ho, Hu et Wang、孔缝筛九字虫 *Cribrononion porisuturalis* S. Y. Zheng、中华假圆旋虫 *Pseudogyroidina sinensis* S. Y. Zheng 和扁平假穹背虫 *Pseudoeponides compressum* S. Y. Zheng 等,在灌区某些层位(主要是在第 I 海相层)数量较多而且发育良好,这说明当时的沉积环境对于它们的生存发育是很适宜的。本组合的 8 个代表种,在灌区总的分布特点是:在有孔虫数量和种数较多、中浅海组合出现率较高的层位,其出现率一般都很低;在有孔虫数量和种数较少的层位,其出现率一般较高。据文献记载,缝裂假穹背虫 *Pseudoeponides anderseni* Warren 和肋纹五块虫 *Quinqueloculina seminula* var. *jugosa* Cushman 是较典型的半咸水种类。

三、根据有孔虫分布划分灌区地层的海相层

在现代大陆架区沉积物中,有孔虫的一般分布规律是:离岸愈远,个体数和种数愈多,在滨海环境(如河口、泻湖、边滩沼泽、潮间带、浅湾等),个体数和种数较少;不同环境中孔虫群的生态组合也有所不同。

我们在根据有孔虫的分布情况划分灌区的海相层时,原则上是:(1)将有孔虫数量 >100 个/100 克干样(以下单位从略)的层位划归浅海层(即较典型的海相层),并根据有孔虫群的生态组合将浅海层分为内浅海层和中浅海层。(2)将有孔虫数量较少(>10—

1) 定量计数时,其中包括少量的多室转轮虫 *Ammonia multicella* S. Y. Zheng 和厚壁转轮虫 *Ammonia confertitesta* S. Y. Zheng——以下同。

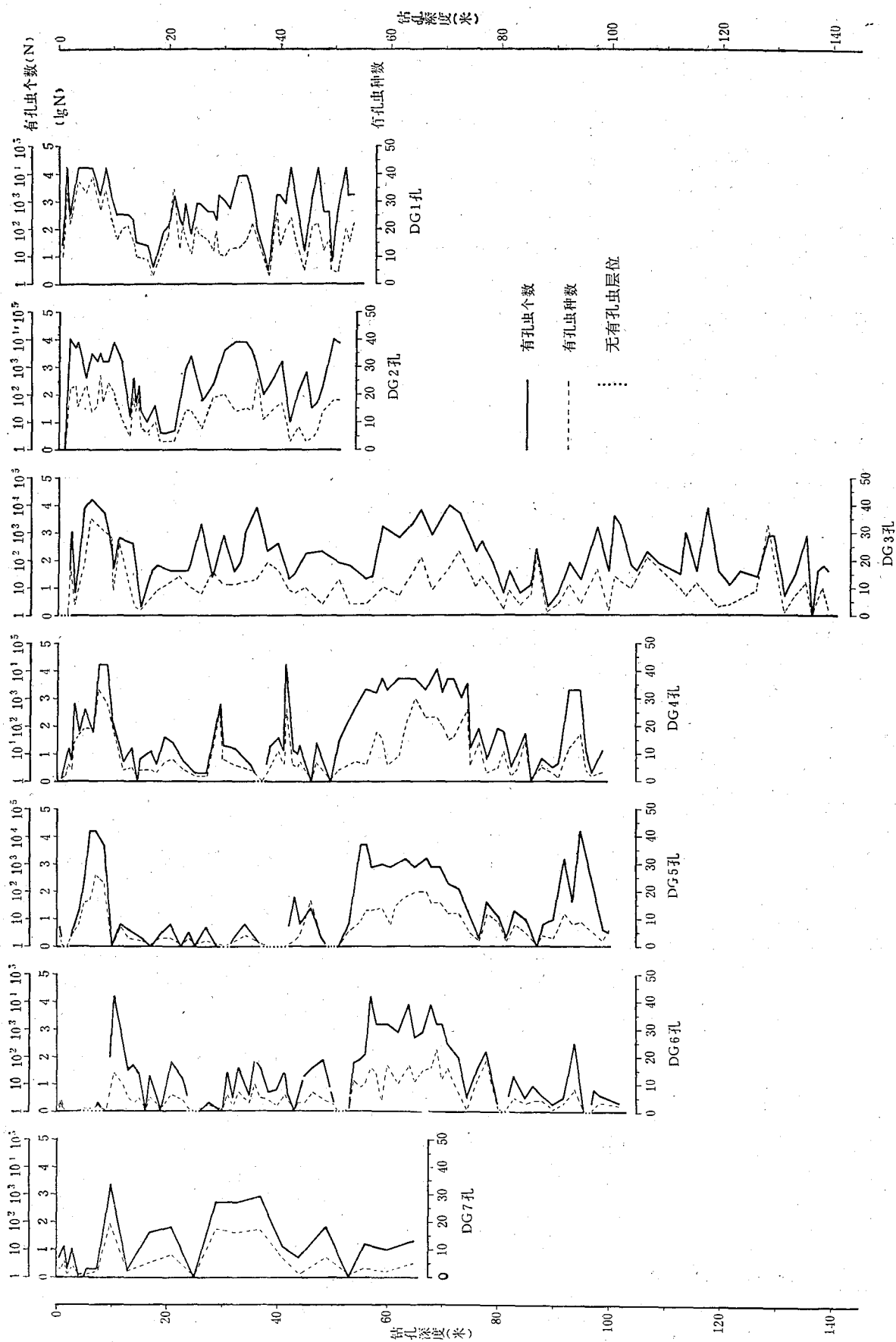


图2 七个钻孔各层位的有孔虫个数和种数

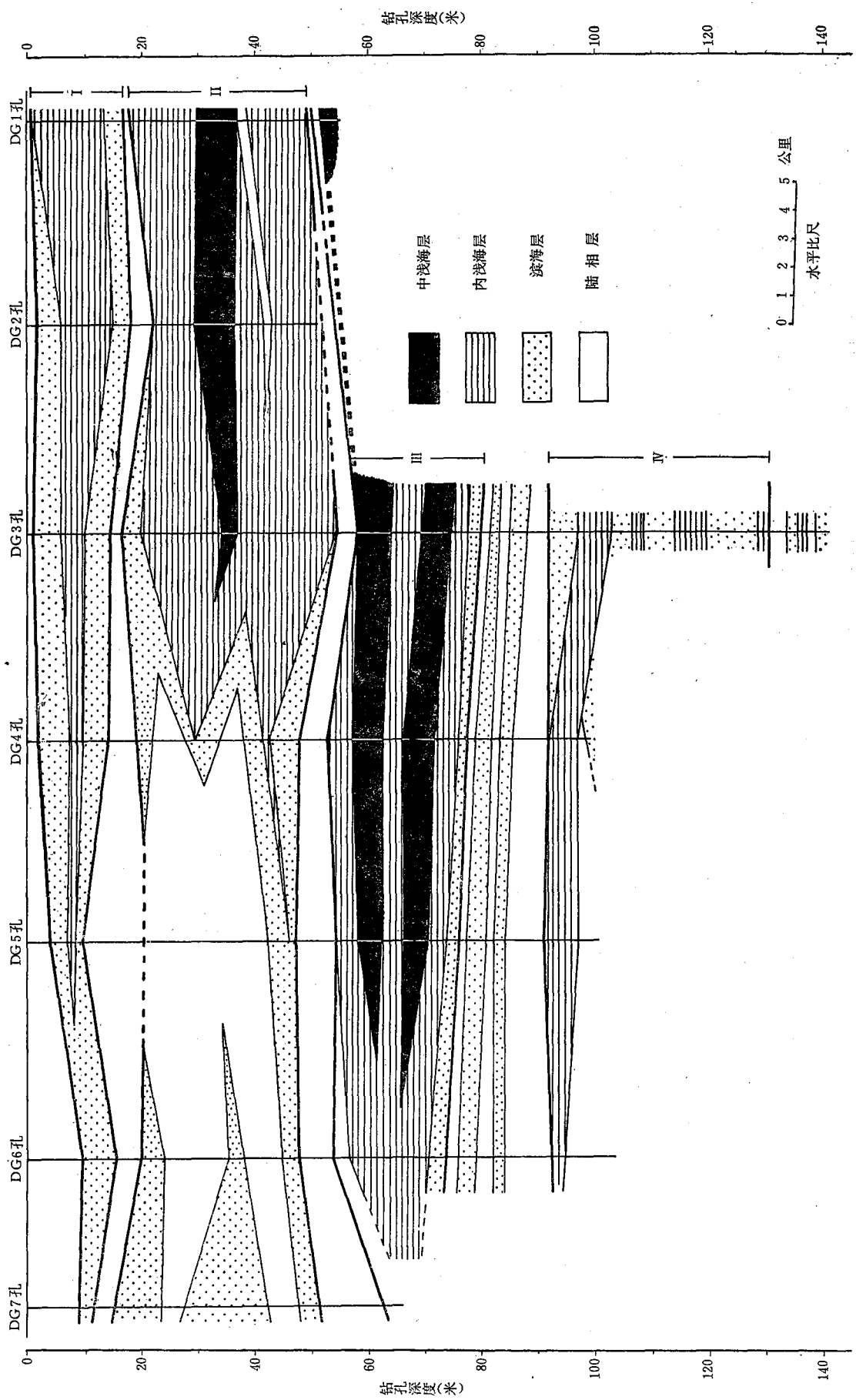


图3 王家岗(DG1孔)一乔家庄(DG7孔)剖面140米以上地层四个海相层(I、II、III、IV)的分布

<100 个)的层位划归滨海层,这些层位中的有孔虫群虽常仍以内浅海组合(主要是广分布种类)为主,但滨海组合所占比例常较明显增大,而中浅海组合的比例则显著降低;亦有个别层位,有孔虫数量虽然较多,但是滨海组合的出现率相当高,我们将这样的层位也划归滨海层。(3)由于灌区 140 米以上地层中无有孔虫的层位很少(只有 19 层,仅占总分析层位的 5% 左右),若将出现极少数有孔虫的层位一概划归海相层,陆相层则显得既薄又很不连续;考虑到晚更新世以来的海面变化,海退之后所露出的大片陆地上会有一些残留水域,其中有少数对环境变化的适应性较强的种类可能继续生存一段时期;再者,在有孔虫稀少的层位,同时可以找到一些陆生植物如轮藻或禾本科植物的根叶碎屑以及淡水软体动物的遗壳等;另外,亦有个别层位本来可能没有有孔虫,但是在样品处理过程中混杂进极个别标本。根据上述情况,我们将这些有孔虫稀少(一般 <10 个)的层位,不划归海相层,而是划归陆相层。

现将灌区 140 米以上地层海相层的分布(图 3)概述如下:

第 I 海相层 本海相层(包括浅海层和滨海层,以下同)在孔深 1—18 米左右,最大厚度在 DG1 孔和 DG2 孔,约 16 米左右。由 DG1 孔向 DG4 孔逐渐减薄,由 DG4 孔向以西各孔迅速减薄,至 DG7 孔仅约 3 米左右。这一海相层的浅海层(以下称第 I 浅海层)在 DG1 孔和 DG2 孔最厚,向西迅速减薄,至 DG5 孔趋于尖灭。

第 II 海相层 本海相层在孔深 15—55 米,最大厚度在 DG3 孔,约 40 米左右。在 DG1 孔—DG3 孔,海相层几乎呈连续分布,仅在孔深 40 米上下有一薄层陆相层;在 DG4 孔,由陆相层分隔为上、中、下三层海相层;在 DG5 孔,主要为陆相层,仅在下部有一薄海相层;在 DG6 孔和 DG7 孔,仍由陆相层分隔为上、中、下三层海相层, DG7 孔的中间一层海相层远较 DG6 孔的为厚。本海相层的浅海层(以下称第 II 浅海层)主要是在 DG1 孔—DG3 孔,厚度约为 30—35 米左右。

第 III 海相层 据 DG3 孔—DG6 孔的钻样资料,本海相层在孔深 50—80 米,最大厚度在 DG4 孔,约 25 米左右。总的分布趋势是自东向西缓慢减薄,估计在 DG7 孔仍可能有一定厚度。本海相层的浅海层(以下称第 III 浅海层)占据绝大部分层位,从 DG7 孔 65 米层位有孔虫数量较 DG6 孔相应层位急剧减少的情况(图 2),估计浅海层可能在 DG7 孔趋于尖灭。

第 IV 海相层 据 DG3 孔(孔深 140 多米)的钻样资料,孔深 80 米以下(即第 III 海相层以下),有孔虫数量 >10 个的连续层位是在孔深 92—130 米,因此暂以 92 米作为上界,130 米作为下界。本海相层以滨海层与内浅海层相互交替分布。

四、灌区海相层古沉积环境的初步探讨

(一) 古水深

在分析推断灌区各海相层的古水深时,主要是以有孔虫个数和种数以及三种生态组合(代表种)在各层位的分布情况为依据。

从图 4 和表 3 可以看出:

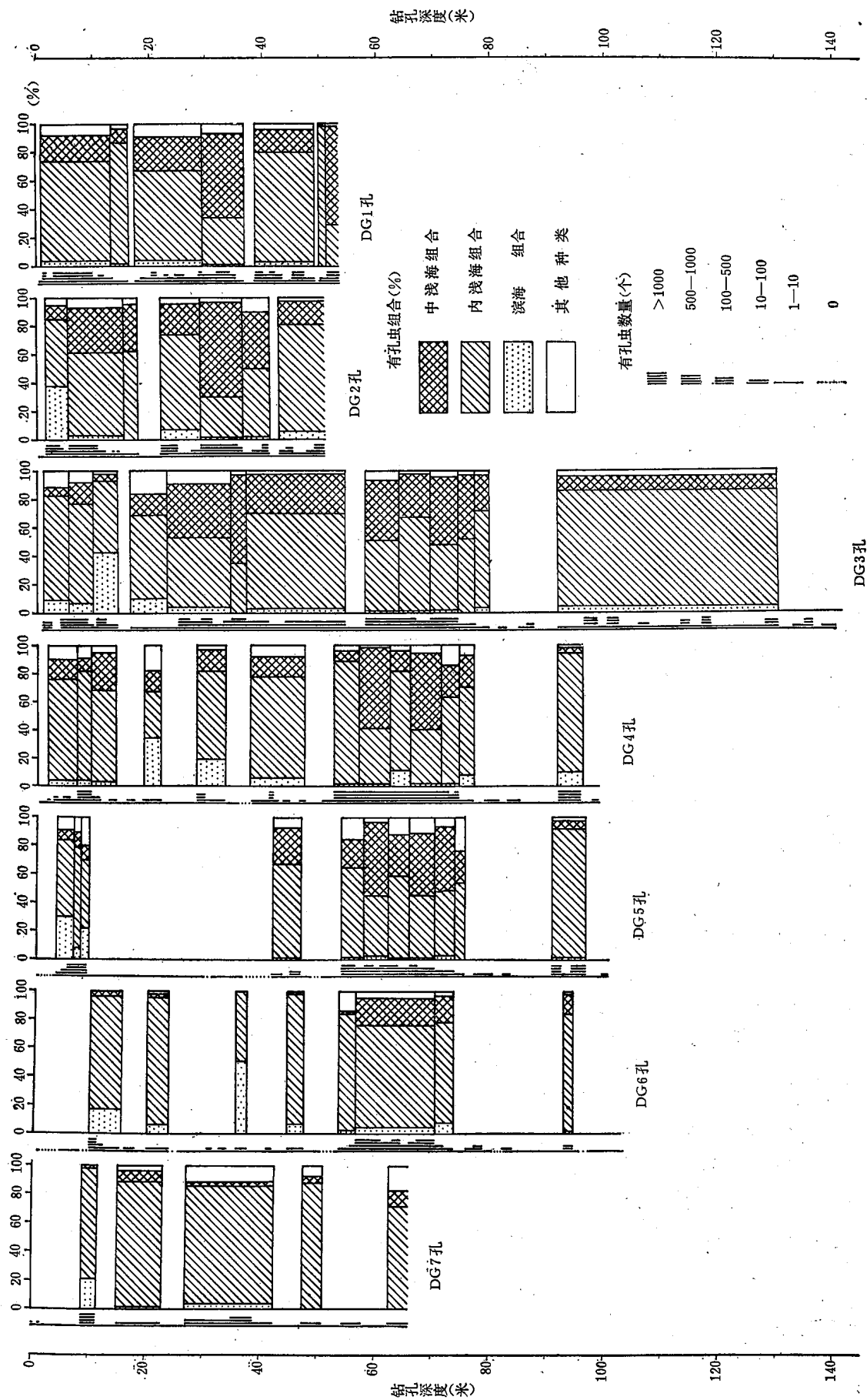


图 4 七个钻孔各海相层不同层位的有孔虫组合

表3 四个海相层不同层位的有孔虫组合(代表种)

海相层 组合 (%)	第Ⅰ浅海层 (内浅海层)	第Ⅱ浅海层			第Ⅲ浅海层					第Ⅳ海相层 (滨海、内浅海交互层)
		内浅海层		中浅海层	内浅海层			中浅海层		
		上	下		上	中	下	上	下	
中浅海组合	22	25	20	62	13	25	34	52	51	9
内浅海组合	66	62	72	33	73	65	54	43	43	83
滨海组合	4	4	3	1	1	4	4	1	2	5
其他	8	9	5	4	13	6	8	4	4	3

第 I 浅海层的有孔虫群以内浅海组合占优势 (66%), 中浅海组合所占比重较小 (22%)。由此推断, 该浅海层当时基本上属于内浅海环境, 估计古水深主要在 10—20 米左右。另外, 以 DG3 孔为例, 在孔深 10 米层位, 有孔虫数量较上、下层的显著为少 (图 2), 滨海组合的出现率特别高 (图 4), 似可说明, 当时曾有一次短暂而明显的海面波动 (海退) 现象。

第 II 浅海层中部的有孔虫群以中浅海组合占优势 (62%), 内浅海组合所占比重较小 (33%); 第 II 浅海层的上部和下部都是以内浅海组合占优势 (分别为 62% 和 72%), 中浅海组合所占比重较小 (分别为 25% 和 20%)。由此推断, 第 II 浅海层中部可能属于中浅海环境, 从多变假车轮虫 *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny) (本种是东海的优势种之一, 一般在水深 >30 米的内陆架区数量很多, 而在水深 <30 米的区域数量则明显减少) 在该层位数量明显增多的情况看, 其古水深可能在 30—40 米左右; 第 II 浅海层的上、下部应属内浅海环境, 估计古水深可能在 10—20 米左右, 相对来看, 上部的古水深可能较下部的稍深一些。另外, 从图 2 可以看出, 第 II 浅海层的下半部 (主要是 DG1 孔和 DG2 孔), 有二、三层有孔虫数量和种数骤然减少的薄层, 似可说明当时曾有二、三次短暂的海面波动 (海退) 现象。

第 III 浅海层上半部和下半部各有一段有孔虫数量和种数很多、中浅海组合为主 (分别为 52% 和 51%) 的层位, 由此推断, 这两段应属中浅海环境; 从多变假车轮虫 *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny) 在下段数量较多, 在上段数量较少的情况看, 下段的古水深可能与第 II 中浅海层的差不多 (即在 30—40 米左右), 上段的古水深可能略浅一些。上述两层中浅海层之间的层位, 有孔虫群以内浅海组合占优势 (65%), 中浅海组合所占比重明显减小 (25%), 由此推测, 该层位基本上应属内浅海环境, 古水深可能较其上、下部的中浅海层浅得多。DG3 孔—DG5 孔第 III 浅海层的顶部和底部以及 DG6 孔的第 III 浅海层, 有孔虫群均以内浅海组合占优势, 由此推断, 这些层位应属内浅海环境, 估计古水深可能在 10—20 米左右。

第 IV 海相层的有孔虫群以内浅海组合占绝对优势 (平均出现率高达 83%), 中浅海组合所占比重甚小 (9%); 在有孔虫较少的某些层位, 滨海组合所占比重甚至高于中浅海组合。由此推断, 本海相层应属滨海、内浅海交互环境。

(二) 古 水 温

在分析推断灌区各海相层的古水温时, 主要是根据某几个对温度有一定指示意义的

种类的分布情况。

(1) 简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman 在热带太平洋区数量很丰富, 是常见种之一; 球室转轮虫 *Ammonia globosa* (Millett) 也是主要分布于暖水区域。根据其分布情况, 可以认为它们至少应属广暖水性种类。在渤海, 前一种仅偶尔发现个别标本, 后一种数量也较稀少; 在灌区样品中, 两者的数量都较渤海为多, 分布层位亦较普遍, 特别是在第 III 海相层下半段和第 IV 海相层上部, 其数量更多一些。

(2) 冷面颊虫 *Buccella frigida* (Cushman) 是个较典型的冷水性种。在现今渤海和黄海北部, 它的数量较多, 分布也较普遍, 平均出现率约在 5% 左右; 在黄海南部, 其平均出现率约在 1% 左右; 在东海则几近绝迹。这个种在灌区样品中虽常有出现, 但数量远较渤海为少, 除个别层位数量较多外, 一般在浅海层其平均出现率 <1%。

(3) 第 III、IV 海相层发现典型的暖水性种圆锥假车轮虫 *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker and Jones) 和丽星车轮虫 *Asterorotalia pulchella* (d'Orbigny)。目前所知, 前一种仅出现于南海, 后一种仅出现于南海和东海。在灌区, 前一种仅出现于第 III 海相层(主要是在中、下段), 在某几层位, 数量尚不算太少(如在 DG4 孔 73.5 米层位, 出现率达 7% 左右); 后一种出现于第 III 海相层下部和第 IV 海相层上部, 数量稀少。上述两个种的出现层位详见表 4:

表 4 圆锥假车轮虫和丽星车轮虫在灌区的出现层位

层 位 (米) 钻 孔	种 类	圆 锥 假 车 轮 虫 <i>Pseudorotalia schroeteriana</i>					丽 星 车 轮 虫 <i>Asterorotalia pulchella</i>		
DG1		52.0	53.5						
DG3		71.0	73.0				77.0	98.0	101.0
DG4		65.0	67.0	69.0	70.0	73.5	74.5	95.0	
DG5		63.0	65.0	69.5					
DG6		64.0							

依据上述几种有孔虫的分布情况, 可以推断灌区海相层的古水温可能较现今渤海的为高, 其中以第 III 海相层下半部和第 IV 海相层上部的最高。不过, 尽管灌区海相层中的暖水性种类与渤海相比, 数量和种数都较多一些, 但是, 这些暖水性种类在灌区有孔虫群中, 仍是很次要的成分。由此看来, 灌区海相层的古水温虽较现今渤海的为高, 但两者之间还不会相差太大。

对比苏北晚更新世以来海相层的有孔虫群(何炎等, 1965), 灌区有孔虫群中大约仅有 1/3 左右的种类是与苏北共有的, 这些共有的种类大都属于分布较广的内浅海或滨海种类。总的看来, 灌区有孔虫群中暖水性种的成分远不及苏北的为高; 尤其是苏北海相层出现一些暖水性浮游有孔虫, 而在灌区地层中则未见分布¹⁾。以上可以说明, 灌区海相层的古水温虽较现今渤海为高, 但远比苏北晚更新世以来的海相层的为低。

1) 仅在三个钻孔的四个层位中各发现一个浮游有孔虫幼体标本, 由于数量太少、出现层位无规律性, 估计有可能是在样品处理过程中所混杂的。

(三) 古盐度和古海流

有孔虫种类分布不仅与水深和水温有密切关系,在一定程度上也反映了所生活的海水的盐度。灌区各海相层的古水深、古水温不一,其古盐度也是会有所差异的。相对来说,中浅海层的古盐度可能最高,内浅海层的次之,滨海层的最低;特别是那些有孔虫数量和种数较少、适低盐和半咸水种类的出现率显著增高的层位,其古盐度可能更低,其中有一部分可能属于边滩沼泽环境。

浮游有孔虫区系的存在是大洋水团的特征之一。据何炎等(1965)在苏北海相层中共发现 6、7 种浮游有孔虫,尽管这些浮游有孔虫的数量不算太多,但是,可以说明当时苏北海相层的古环境,可能如同现今的苏北沿岸附近,是较为开敞的,或多或少受到暖流外缘或分支的影响。灌区样品中没有浮游有孔虫,由此推断当时的海洋环境可能是相对较为封闭,基本上没有受到洋流的影响。另外,从灌区海相层的岩性看,主要是亚砂土和粉砂,颗粒是比较细的,似可说明不是一个有强劲海流冲刷的环境。

(四) 古海平面与古海岸线

从图 3 可以看出,仅在 140 米以上地层中,就有好多海、陆相层相互交替分布,很清楚地显示了古海平面的升降和古海岸线摆动是十分频繁的。

DG3 孔孔深 92—130 米左右的第 IV 海相层,是滨海与内浅海环境相互交替十分频繁的一层,有不少层位有孔虫的数量和种数都很少,似为滨海环境;推测古海岸线有时可能只在 DG3 孔(神堂)附近,有时则更向西退缩。第 IV 海相层之上孔深 80—90 米左右的层位,陆相层与滨海相层相互交替甚为显著,而且相当频繁。似可作这样推断:当时的海平面是较前一时期低落,而且发生过几次显著的波动;古海岸线的移动也是很频繁而剧烈的,时而向 DG3 孔(神堂)以东推进,时而后退至 DG6 孔(东崔寺)以西。稍晚,就出现一次较长时期的海侵,形成第 III 海相层(孔深 50—80 米左右),其中有两层中浅海层,如前所述,估计下层的古水深可达 30—40 米左右,这说明当时的海平面显著上升;古海岸线应是退缩至 DG7 孔(乔家庄)以西。随后在孔深 50 米上下出现一层陆相层,自西向东逐渐减薄,这显示古海平面较前一时期显著降低;估计古海岸线甚至短暂推进到 DG1 孔(王家岗)以东附近。接着又出现海侵,形成第 II 海相层(孔深 15—56 米左右),在 DG4 孔(张家营)以东有一层中浅海层,这说明当时的海平面亦曾上升得相当高;但是,在 DG4 孔及其以西各孔的相应层位,却出现相当厚度的陆相层,分隔了海相层,尤其是在 DG5 孔(双庙李)大部分呈现为陆相层,而在该孔的东、西两侧则同时存在着海相层,这就难于推断当时的海岸线究竟是全在 DG7 孔(乔家庄)以西或有时推移至 DG4 孔(张家营)以东附近?第 II 海相层之上,又出现厚度不太大,但东西连贯的陆相层,这是发生明显的海退现象,说明古海平面降低;估计当时的海岸线又短暂向东推进至 DG1 孔(王家岗)以东,离现今莱州湾西岸已不太远。这次海退之后,古海平面再度上升,成为最接近现代的最后一次海侵,也就是形成了第 I 海相层(孔深 1—18 米左右);这一次海侵的规模似乎小于前

两次海侵的规模,不过,古海岸线可能亦曾短暂退缩至 DG7 孔(乔家庄)以西。

(五) 灌区各海相层与渤海的关系

很明显,灌区各海相层是与各相应时期的古渤海连通在一起的。虽然,灌区有孔虫群与现今渤海有孔虫群在种类组成上的差别是比较大的,即使是地质年代最近的第 I 海相层也不例外;不过,比较各海相层,相对来说,第 I 海相层的有孔虫群与现今渤海的有孔虫群是较为相近的,第 II、III 海相层的次之,第 IV 海相层的相差最大。主要根据是:

(1) 第 I 海相层的有孔虫数量和种数较多,与现今渤海的较为相近,第 II、III 海相层的次之,第 IV 海相层的最少(图 2)。

(2) 连接转轮虫 *Ammonia annectens* (Parker and Jones)、异地企虫 *Elphidium alveum* (Cushman)、三角三块虫 *Triloculina trigonula* (Lamarck)、圆形短五块虫 *Quinqueloculina akneriana rotunda* (Gerke)、梨口块心虫(新种) *Massilina pyristoma* S. Y. Zheng, n. sp.、棱缘块心虫 *Massilina pratti* Cushman and Ellisor 和刀无齿虫 *Edentostomina cultrata* (Brady) 等种在灌区地层中和现今渤海的数量较为接近,它们在灌区第 I 海相层的数量一般都较以下各海相层的为多,特别是在第 IV 海相层数量一般都较稀少或全无出现。

(3) 光滑九字虫 *Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang 在现今渤海仅发现个别标本,它在灌区的数量很多,分布层位也较普遍。从其在四个海相层的相对数量看,有自第 IV 海相层向第 I 海相层逐渐递减的趋势。如在第 IV 海相层,其平均出现率约为 20—30%;在第 III、II 海相层,约为 15% 左右;在第 I 海相层,约为 10% 左右。

(4) 嗜温转轮虫 *Ammonia tepida* (Cushman) 是灌区地层的优势种(平均出现率约为 40% 左右);它在渤海也是主要种类之一,但数量远较灌区的为少。从其在灌区四个海相层的相对数量看,第 I 海相层的亦较以下三个海相层的为少。

(5) 典型暖水性种圆锥假车轮虫 *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker and Jones) 和丽星车轮虫 *Asterorotalia pulchella* (d'Orbigny) 在现今渤海未曾发现过,在灌区仅出现于第 III、IV 海相层,而在第 I、II 海相层亦尚未发现。

(6) 简单企虫 *Elphidium simplex* (Cushman) 在渤海仅发现个别标本,在灌区第 IV 海相层是主要种之一,而在第 I 海相层则退居于次要地位。

地质年代比较接近,生物群就比较相似,地质年代相距较远,生物群的差别也就较大,这符合于地质古生物学上的一般规律。

五、地层划分及其时代

(A) 灌区 140 米以上地层,大致可以分为五段陆相层和四段海相层,兹将各段的厚度及岩性¹⁾等概述如下(自上而下):

1) 岩性系根据山东省水利勘测设计院所提供的有关钻孔资料。

(1) 第一陆相层 厚约 1—9.5 米。浅黄色粉砂夹薄层浅灰、浅棕色的亚砂土、亚粘土或粘土。粉砂颗粒均匀、松散,具小层理。属河流冲积。

(2) 第 I 海相层 厚约 3—16.5 米。在六户庄、王家岗及其以东主要为内浅海相沉积,六户庄以西主要为滨海相沉积。内浅海相沉积主要是灰黄、灰黑色的淤泥质亚砂土、淤泥质粉砂,局部夹有淤泥质亚粘土,含植物残体和大量贝壳;滨海相沉积主要是棕黄色亚砂土和粉细砂,夹有黄褐色铁质条带,含海相贝壳及其碎片。

(3) 第二陆相层 厚约 1—10 米。主要是浅灰黄色亚砂土和黑灰色亚粘土,夹亚砂土和粉细砂,含植物碎屑和陆相贝壳。

(4) 第 II 海相层 厚约 5—38.5 米。张家营以东主要是浅海相沉积,张家营以西主要是滨海相沉积与陆相沉积的交互层,其中在双庙李主要是陆相沉积。浅海相沉积主要为浅灰黄色亚砂土、浅黄色粉砂夹浅灰棕色亚粘土,亚砂土颗粒均匀,局部有铁锈斑,夹淤泥条带,含海相贝壳;六户庄、王家岗有一层厚约 6 米左右的中浅海相沉积,岩性为灰黄、灰棕色的亚粘土和淤泥质亚砂土,夹淤泥条带,含海相贝壳。滨海相沉积主要为灰黄色粉砂、黄灰色亚砂土及黄色细砂,粉砂颗粒均匀,以长石、石英为主,含海相贝壳,局部夹薄层亚粘土、粘土;陆相沉积主要为黄、灰色细砂,颗粒均匀,以石英、长石为主,云母次之。

(5) 第三陆相层 厚约 1—11 米,西部较厚,向东渐薄。主要为棕灰色亚砂土,夹薄层亚粘土、粘土和粉砂,可见冲积层理。

(6) 第 III 海相层 厚约 17—25 米。主要为浅海相沉积。岩性以浅灰、灰黄色亚砂土和灰色粉细砂为主,夹淤泥条带及薄层灰紫色亚粘土,有臭味,含大量海相贝壳。

(7) 第四陆相层 厚约 12—18.5 米。陆相沉积夹边缘海相沉积。主要为黄灰、灰、灰褐色的亚砂土、亚粘土和粉砂。

(8) 第 IV 海相层 厚约 39 米。滨海相沉积与内浅海相沉积交互层。主要是浅棕灰、浅灰色的亚砂土,夹薄层亚粘土及粉砂;亚粘土层理清楚,局部有钙质结核。

(9) 第五陆相层 厚 >10 米,未见底。滨海相沉积与陆相沉积交互层。主要是浅灰黄色亚砂土与棕色亚粘土互层。

(B) 地质时代。

(1) 根据与灌区第 I 海相层相当的山东省博兴县黄金寨(在乔家庄以南约十几公里处)深 8—10 米淤泥层的 C^{14} 年龄为 5600 ± 150 年¹⁾,推算灌区第二陆相层底部的年龄约为一万年左右。由此看来,灌区第 I 海相层应属全新世的沉积。

(2) 根据与灌区第 II 海相层相当的山东省垦利县牛庄(在张家营东南约 4、5 公里处)深 38—42 米淤泥层的 C^{14} 年龄为 24400 ± 1100 年²⁾,估计灌区第 IV 海相层底部的年龄约为十九万年左右。由此看来,灌区第 II 海相层到第 IV 海相层均可能属于晚更新世的沉积。

1)、2) 中国科学院贵阳地球化学研究所 1975 年 10 月“华北平原东半部的第四纪地层及其特征的初步研究”。

六、种类记述

有孔虫目 Foraminiferida Eichwald, 1830

编织虫亚目 Textulariina Delage and Herouard, 1896

曲杖虫总科 Lituolacea de Blainville, 1825

编织虫科 Textulariidae Ehrenberg, 1838

编织虫亚科 Textulariinae Ehrenberg, 1838

编织虫属 Textularia Defrance, 1824

壳长,双列,一般稍压扁。房室多,一般连接较紧凑。壳壁胶结型,简单。壳口低拱形,位于终室口面基部。(泥盆纪至现代)

1. 楔形编织虫(相似种) *Textularia* cf. *T. cuneata* Hada (图版 I:1)

Textularia cuneata Hada, 1931, p. 71, text-fig. 24.

壳较扁,长约为宽 $2\frac{1}{2}$ 倍;口端斜截,向始端削小;壳缘圆。房室 6—8 对,逐渐增大。缝合线清楚,斜直。壳壁由粗砂粒组成,壳面粗糙。壳口较大,拱形,位于终室口面基部。

测量(毫米) IOAS-F537 (绘图标本编号,以下同)壳长 0.35,壳宽 0.28,壳厚 0.18。

我们仅在 DG1 孔 20 米层位发现一个破损标本。这是灌区样品中唯一的编织虫科 (Textulariidae) 的代表。

分布 日本陆奥湾 (Mutsu Bay)。

砂轮虫科 Trochamminidae Schwager, 1877

砂轮虫亚科 Trochammininae Schwager, 1877

砂轮虫属 Trochammina Parker and Jones, 1859

壳螺旋。房室球形至卵形。壳壁胶结型。壳口位于终室腹面基部,自脐部伸延至壳缘,有时具口唇。(石炭纪至现代)

2. 胖砂轮虫 *Trochammina inflata* (Montagu)(图版 I:2)

Nautilus inflatus Montagu, 1808, p. 81, pl. 18, fig. 3.

Rotalina inflata (Montagu). Williamson, 1858, p. 50, pl. 4, fig. 93, 94.

Trochammina inflata (Montagu). Brady, 1884, p. 338, pl. 41, fig. 4a—c. —Hada, 1931, p. 90, text-fig. 43. —Cushman, 1944, p. 17, pl. 2, fig. 8. —Parker, 1952, p. 407, pl. 4, figs. 6, 10. —Lehmann, 1957, p. 347, pl. 2, figs. 13—15. —Todd and Low, 1961, p. 15, pl. 1, fig. 22, 23. —Resig, 1974, p. 76, pl. 1, fig. 1.

壳呈低螺旋,3 圈左右;背面平,腹面凸,脐部凹陷;壳缘宽圆。房室逐渐增大,终圈 5—6 室。缝合线清楚,微凹,近辐射。壳壁由较均匀的微细砂粒组成,具假几丁质内膜;壳面较平滑。壳口低拱形,位于终室腹面基部,自近壳缘处伸延至近脐部,具薄口唇。初成壳圈呈棕褐色,随后各圈渐呈灰黄至淡黄色。

测量(毫米) IOAS-F538 壳径 0.25,壳厚 0.13。

分布 这是个良好的半咸水指示种,分布很广。一般出现于潮间带、沼泽、泻湖、三角洲、港湾等环境;侏罗纪至现代。

3. 瘦瘦砂轮虫 *Trochammina macrescens* Brady (图版 I:3)

Trochammina inflata (Montagu) var. *macrescens* Brady, 1870, p. 290, pl. 11, fig. 5a—c.
T. macrescens Brady. Phleger and Walton, 1950, p. 281. —Parker, 1952, p. 408, pl. 4, fig. 8a, b.
 —Parker and Athearn, 1959, p. 341, pl. 50, figs. 23—25. —Todd and Low, 1961, p. 16, pl. 1, fig. 16.

壳低螺旋,较扁,脐部凹陷;壳缘窄圆,周缘略呈瓣状。房室不鼓,终圈 6—8 室,背、腹面室壁常内凹,呈干瘪状。缝合线稍凹,微弯至近辐射。壳壁由少量颗粒均匀的微细砂粒组成,具假几丁质内膜。壳口低拱形,位于终室腹面基部,自近壳缘处伸延至近脐部,具薄口唇。初成壳圈胶结砂粒尤少,常呈棕褐色;终圈胶结砂粒较多,壳呈淡黄色。

测量(毫米) IOAS-F539 壳径 0.25, 壳厚 0.10。

Brady (1870) 认为,本种的房室形似干瘪,很可能是由于原生质干涸收缩所致。灌区的标本与 Brady (1870) 和 Parker (1952) 的图形最为相似。

分布 这是个良好的半咸水指示种。首次记载于英国的 Wear 和布来思 (Blyth) 河口半咸水环境;大多数记载出现于冷温带至暖温带半咸水环境。

砂竖口虫属 *Arenoparrella* Andersen, 1951

壳螺旋,背面露旋,较凸;腹面包旋,脐部封闭、凹陷。房室逐渐增大。缝合线辐射。壳壁胶结型。壳口位于口面基部,并竖直伸向口面,呈长缝状至近圆形;终室口面上部有时尚具筛状口孔。(中新世至现代)

4. 亚洲砂竖口虫 *Arenoparrella asiatica* Polski (图版 I:4)

Arenoparrella mexicana var. *asiatica* Polski, 1959, p. 585, pl. 78, fig. 1a—c.

壳低螺旋,2 圈;背面终圈稍高于前圈,腹面脐部凹陷;壳缘圆,周缘略呈瓣状。房室较多,终圈 8—9 室,逐渐增大,高大于宽。缝合线清楚,背面的稍弯而凹;腹面的更凹,近辐射。壳壁由中等或较粗砂粒组成,壳面粗糙。壳口呈钥孔形或近圆形,自口面基部竖直伸至口面中央凹陷处,口面无筛状口孔。初成壳圈呈深红褐色,终圈呈淡黄褐色至淡黄色。

测量(毫米) IOAS-F540 壳径 0.43, 壳厚 0.20。

Polski (1959) 将本种定为 *Arenoparrella mexicana* (Kornfeld) 的一个变种 *asiatica*。我们认为它与 *A. mexicana* 的差异很大。后者壳体较扁,壳缘窄圆,终圈仅 5—6 个房室,口面具筛状口孔。为此,我们将其提升为独立种。

分布 本种除在我国海区有分布外,尚未见其他记载。

砂突唇虫属 *Jadammina* Bartenstein and Brand, 1938

壳低螺旋。缝合线辐射至稍弯。壳壁由假几丁质膜胶结少量砂粒组成。壳口低拱裂缝状,位于终室口面基部;终室口面下部具筛状口孔。筛状口具突唇。(现代)

5. 砂突唇虫(未定种) *Jadammina* sp. (图版 I:5)

壳小,低螺旋,2 圈;壳缘圆,周缘略呈瓣状。房室不甚鼓,终圈 6 室,逐渐增大。缝合线清楚,凹陷,稍弯至近辐射。壳壁薄,由假几丁质膜胶结少量微细砂粒组成。壳口位于终室口面基部,不明显;筛状口孔较大而明显,位于终室口面下部,稍离基缘,具吻状突唇。

测量(毫米) IOAS-F541 壳径 0.15, 壳厚 0.05。

本种与 *J. polystoma* Shchedrina 较为相似,但个体甚小、终圈房室较少。

据 Phleger (1960), *Jadammina* 是个典型的沼泽属。

粟虫亚目 *Miliolina* Delage and Hérourard, 1896粟虫总科 *Miliolacea* Ehrenberg, 1839云朵虫科 *Nubeculariidae* Jones, 1875眼睛虫亚科 *Ophthalmidiinae* Wiesner, 1920无齿虫属 *Edentostomina* Collins, 1958

壳扁,壳缘锐或呈龙骨状。早期房室一般呈三块虫式排列;随后房室在同一平面旋卷,2室组成一圈。壳壁钙质无孔型;壳面光滑,呈瓷状,有的具纵肋纹或凹坑。壳口椭圆形,口缘较厚,一般无齿。(现代)

6. 刀无齿虫 *Edentostomina cultrata* (Brady)(图版 I:6)

Miliolina cultrata Brady, 1884, p. 161, pl. 5, figs. 1—2. —Millett, 1898, p. 269, pl. 6, figs. 11—12.

Quinqueloculina cultrata (Brady). Parker, Phleger and Peirson, 1953, p. 12, pl. 2, figs. 7, 8. —Phleger, 1954, p. 643, pl. 2, fig. 38. —Todd and Bronnimann, 1957, p. 27, pl. 3, fig. 14.

Edentostomina cultrata (Brady) Collins, 1958, p. 371.

壳扁,卵形,一般外露3—4室;壳缘具龙骨。房室中部最厚,渐向周缘削薄,横切面呈三角形,房室口端延伸成颈。缝合线清楚,稍凹。壳面平滑。壳口透镜形,口缘厚。

测量(毫米) IOAS-F542 壳长0.75,壳宽0.53,壳厚0.13。

分布 本种常出现于浅海、沼泽、河口等环境。新几内亚,大堡礁,帕里亚湾(Gulf of Paria),美国得克萨斯沼泽、密西西比河口;我国江苏东部第四系。

抱环虫亚科 *Spiroloculininae* Wiesner, 1920抱环虫属 *Spiroloculina* d'Orbigny, 1826

壳扁平,开始可由单一房室环绕初室;随后房室(或显球型个体的所有房室)在同一平面旋卷,2室组成一圈。壳壁钙质无孔型,壳面一般呈瓷状。壳口位于终室末端,具简单或分叉齿。(上白垩纪至现代)

7. 渤海抱环虫(新种) *Spiroloculina bohaisensis* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 I:9—10)

壳较大,宽卵形至近圆形,基部稍突两侧面中部凹陷,壳缘宽圆至窄圆。房室迅速增大,横切面呈椭圆形至近圆形;初成的几个房室很小,呈半透明,联接紧凑;最后2室甚膨大。缝合线清楚,凹陷。壳面粗糙,具形状不规则小凹坑,有时尚具横皱纹。壳口近圆形,具颈或无颈,口缘外翻,具短“T”形齿。

正模标本 IOAS-F549 壳长1.38毫米,壳宽1.10毫米,壳厚0.23毫米;

副模标本 IOAS-F550 壳长0.93毫米,壳宽0.55毫米,壳厚0.20毫米。

新种的壳体较大而宽短,初成房室壳壁薄、呈半透明,最后两个房室甚膨大,易与其他种区分。新种的壳壁特征与 *S. rugosa* Cushman 较为相似,但后者壳体较长,壳口具两个相对分叉齿。新种的壳口及壳壁特征与 *S. guppyi* Todd and Bronnimann (Todd and Bronnimann, 1957) 亦较相似,但后者壳体较小而较长,房室较少,口齿短小、不呈“T”形。

新种在渤海个别测站数量较多,发育良好,主要出现于水深<30米的区域。由于我们在灌区样品中仅发现一个口齿不完整的标本,故将渤海的一个标本作为正模标本。

正模标本产地 渤海(北纬 39°01'; 东经 118°04')。

副模标本产地 王家岗(DG1 孔 3.5 米)。

8. 隆缘共抱环虫 *Spiroloculina communis incisa* Cushman (图版 II:1)

Spiroloculina grateloupi d'Orbigny, var. *incisa* Cushman, 1921, p. 397, pl. 78, fig. 5.

S. communis Cushman and Todd, var. *incisa* Cushman, Cushman and Todd, 1944, p. 64, pl. 9, figs. 1—3, 6.

S. communis incisa Cushman. Asano, 1951a, p. 13, figs. 89, 90. —Matsunaga, 1963, pl. 29, fig. 6.

壳宽卵形, 长约为宽 1½ 倍; 壳缘平截至稍内凹, 缘角锐突; 基部突出, 口端收缩并伸延成长颈。房室逐渐增大、增厚、房室缘角显著突出。壳面平滑。壳口卵形, 具一棒状长齿及对向短小齿。

测量(毫米) IOAS-F543 壳长 0.78, 壳宽 0.53, 壳厚 0.18。

分布 菲律宾; 日本上新统。

9. 扁平抱环虫 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny (图版 II:3)

Spiroloculina depressa d'Orbigny, 1826, p. 298; Modeles No. 92. —Cushman and Todd, 1944, p. 28, pl. 1, figs. 1, 6; pl. 5, figs. 1—9 —Voorthuysen, 1958, p. 7, pl. 1, fig. 11a, b. —Haynes, 1973, p. 78, pl. 9, figs. 6—7.

壳长椭圆形, 两侧扁平; 基部微突, 口端无颈, 壳缘平截。房室不甚分明, 依次稍微增厚, 房室全长约等宽。缝合线不甚清楚。壳面较平滑。壳口近长方形, 具棒状或分叉齿。

测量(毫米) IOAS-F544 壳长 0.68, 壳宽 0.33, 壳厚 0.10。

灌区的标本与 Voorthuysen (1958) 记载于比利时更新统的最为相似, 壳体基部均不如模式标本的突出。

本种在灌区地层中数量稀少, 保存情况较差, 壳呈淡黄色, 壳面无光泽, 口齿已断掉。

分布 意大利, 法国, 挪威, 英国; 意大利, 美国, 英国, 非洲上新统; 维也纳盆地、非洲中新统; 比利时更新统。

10. 拟扁抱环虫 *Spiroloculina henbesti* Petri (图版 I:11)

Spiroloculina planulata (Lamarck). Brady, 1884, p. 148, pl. 9, fig. 11.

S. henbesti Petri. Thalmann, 1955, p. 82. —Barker, 1960, p. 18.

壳扁, 卵圆形; 基部不甚突, 口端不伸延成颈, 侧面中部稍凹; 壳缘平截或稍凸, 缘角不突。房室迅速增大, 侧面平或稍鼓, 全长约等宽。缝合线清楚, 较凹。壳壁厚, 壳面稍粗糙。壳口略呈长方形, 具长棒状齿及对向小齿。

测量(毫米) IOAS-F545 壳长 0.95, 壳宽 0.75, 壳厚 0.20。

Cushman and Todd (1944) 认为, Lamarck 1804 年所定的 *S. planulata* 的模式标本是个 *Quinqueloculina*。Petri 1954 年建立新种 *S. concava* 时, 将 Brady (1884) 的所谓 *S. planulata* (Lamarck) (属于 *Spiroloculina*) 列为新种的同物异名。而 *S. concava* 一名已被占用, 故 Thalmann (1955) 提出新名 *S. henbesti* Petri。

灌区的标本与 Brady 的图形最为相似, 但壳口除具一棒状齿外, 尚有一个对向小齿。

分布 英国沿岸、潮间带及浅水滩沙常有出现。

11. 印度抱环虫 *Spiroloculina indica* Cushman and Todd (图版 I:8)

Spiroloculina indica Cushman and Todd, 1944, p. 71, pl. 9, fig. 32.

壳宽卵形, 长约为宽 1½ 倍, 两侧面中部甚凹; 基部较突, 口端延伸成颈; 壳缘高凸, 缘角较锐。房室较少, 迅速增大, 终圈房室宽度约为前圈房室宽度 2 倍。缝合线清楚, 较凹。

壳面不甚平滑,尚有光泽,初成房室半透明。壳口略呈圆三角形,上宽下窄,具“T”形齿及对向短齿;口缘外翻。

测量(毫米) IOAS-F546 壳长 0.65,壳宽 0.43,壳厚 0.30。

Cushman and Todd (1944) 建立本种时,曾叙及对向齿简单,但他所示的图形则是壳口具两个相对的“T”形齿。灌区的标本的口齿与他的描述一致。

分布 印度、红海。

12. 光滑抱环虫 *Spiroloculina laevigata* Cushman and Todd (图版 I:7)

Spiroloculina limbata Heron-Allen and Earland (not d'Orbigny), 1915, p. 553, pl. 40, figs. 14—17.
S. laevigata Cushman and Todd, 1944, p. 67, pl. 9, figs. 26—27. —Asano, 1956, p. 69, pl. 7, fig. 6.

壳卵圆形,两侧面中部凹陷,基部圆突,壳缘宽圆。房室膨鼓,最后两对迅速增大。缝合线清楚,凹下。壳面平滑。壳口近圆形至宽卵形,具短颈或无颈,口缘稍外翻,具一“T”形齿及对向短小齿。

测量(毫米) IOAS-F547 壳长 0.65,壳宽 0.38,壳厚 0.18。

分布 爪哇、基林巴群岛 (Kerimba Archipelago)、红海、印度、日本(东京湾);我国江苏东部第四系。

13. 挪威抱环虫 *Spiroloculina norvegica* Cushman and Todd (图版 I:12)

Spiroloculina norvegica Cushman and Todd, 1944, p. 43, pl. 6, figs. 19, 27.

壳近圆形,基部稍圆突,成体壳缘圆。房室迅速增大,后成房室明显迭覆于前成相邻房室。缝合线清楚,稍凹。壳面光滑。壳口圆形,无颈,具一棒状齿。

测量(毫米) IOAS-F548 壳长 1.05,壳宽 0.85,壳厚 0.20。

本种的房室形状很象 *S. depressa* d'Orbigny, 但后者壳缘近平截。

分布 挪威、英国、爱尔兰;我国江苏东部第四系。

14. 筒室抱环虫 *Spiroloculina terquemiana* Fornasini (图版 II:2)

Spiroloculina terquemiana Fornasini, Cushman and Todd, 1944, p. 43, pl. 1, fig. 19, pl. 6, figs. 25, 26.

壳长卵形至宽卵形,两侧扁平、中部稍凹,基部稍突,壳缘圆。房室迅速增大,最后 2 室呈圆筒形。缝合线清楚,微凹。壳面平滑。口端无颈或具短颈;壳口圆形,具简单齿。

测量(毫米) IOAS-F551 壳长 0.93,壳宽 0.58,壳厚 0.20。

分布 亚得里亚海;意大利上新统。

15. 抱环虫(未定种 1) *Spiroloculina* sp. 1 (图版 II:4)

壳宽卵形,长约为宽 $1\frac{1}{2}$ 倍,基部稍圆突;壳缘浑圆,终室缘角钝圆,不甚显著。房室较少,迅速增大,侧面平或稍凸;终室宽度约占全壳宽 $2/5$,明显叠覆其相邻房室。缝合线清楚,凹陷。壳面光滑。口端具长颈,颈端收缩;壳口圆方形。

测量(毫米) IOAS-F552 壳长 0.73,壳宽 0.48,壳厚 0.23。

本种最主要的特征是,最后两个房室的宽度约占全壳宽 $3/4$ 左右。这一特征较接近于 *S. cushmani* Hada, 但后者口端不延伸成颈,壳缘无缘角,壳体近圆形。

灌区标本的口齿已断掉,仅剩其对向小齿。

16. 抱环虫(未定种 2) *Spiroloculina* sp. 2 (图版 II:5)

壳近圆形,基部稍突,口端不甚倾斜,壳缘近平截或稍凸。房室逐渐增大,侧面近平或

稍凸。缝合线清楚,较凹。壳面不甚平滑。壳口圆形,口缘稍厚,具一“T”形齿及对向短齿。

测量(毫米) IOAS-F553 壳长 1.00, 壳宽 0.80, 壳厚 0.28。

粟虫科 Miliolidae Ehrenberg, 1839

五块虫亚科 Quinqueloculininae Cushman, 1917

五块虫属 Quinqueloculina d'Orbigny, 1826

房室半圈长,顺壳体纵轴在五个平面旋卷;顺序生成房室的夹角为 144° 。相邻房室的夹角为 72° 。壳表一般可见 5 个房室,有时仅见 4 个。壳壁钙质无孔型,壳面呈瓷状,有时粘结少量颗粒物;壳壁内层常为假几丁质膜。壳口位于终室末端,具简单或分叉齿。(侏罗纪至现代)

17. 圆形短五块虫 *Quinqueloculina akneriana rotunda* (Gerke) (图版 II:8)

Miliolina akneriana (d'Orbigny) var. *rotunda* Gerke. Боданович, 1952, стр. 113, табл. 11, рис. 2a—c.

Quinqueloculina triloculiniforma McLean, 1956, p. 322, pl. 37, figs. 9—11.

Q. akneriana d'Orbigny var. *rotunda* (Gerke). 何炎等, 1965, 60 页, 图版 I, 图 7a—c, 8a—c.

壳卵圆至近圆形,口面观略呈圆三角形,基部宽圆,壳缘浑圆。房室膨鼓,外露 4—5 室。缝合线清楚,微凹。壳面光滑,有时微显纵凸纹。壳口张大,拱形,具低宽板状齿。

测量(毫米) IOAS-F554 壳长 0.30, 壳宽 0.23, 壳厚 0.17。

这个亚种与典型种区别在于:壳体较短小,壳口较大,口齿低而宽。

分布 苏联外高加索、克里米亚中新统;美国弗吉尼亚中新统;我国江苏东部第四系。

18. 北极五块虫 *Quinqueloculina arctica* Cushman (图版 II:7)

Quinqueloculina arctica Cushman, 1933b, p. 2, pl. 1, figs. 3a—c; 1948, p. 35, pl. 4, fig. 2. —

Parker, 1952, p. 405, pl. 3, fig. 19a, b. —Loeblich and Tappan, 1953, p. 40, pl. 5, figs. 11,

12. —Jarke, 1960, p. 617, pl. 4, fig. 3a—c. —Vilks, 1969, p. 46, pl. 2, fig. 8a—c. —

Gupta, 1971, p. 85, pl. 1, figs. 22—24.

壳长约为壳宽 $1\frac{1}{2}$ 倍,壳缘平截。房室分明。缝合线清楚,稍凹。壳面光滑。壳口较大,呈高拱形,无颈,具分叉齿。

测量(毫米) IOAS-F555 壳长 0.63, 壳宽 0.40, 壳厚 0.25。

灌区的标本与 Loeblich and Tappan (1953) 记载于北阿拉斯加的最为相似。

分布 本种为较典型的冷水种,主要出现于北极地区。

19. 明亮五块虫 *Quinqueloculina argonica* (Gerke) (图版 III:5)

Quinqueloculina argonica (Gerke). 何炎等, 1965, 65 页, 图版 III, 图 2a—c.

壳长椭圆形,基部钝圆,口端具短颈,壳缘浑圆。房室长筒形。缝合线清楚,较凹。壳面平滑。壳口圆形,具分叉齿。

测量(毫米) IOAS-F556 壳长 0.80, 壳宽 0.45, 壳厚 0.28。

分布 苏联外高加索中新统;我国江苏东部第四系。

20. 整洁五块虫 *Quinqueloculina bellatula* Bandy (图版 II:9)

Quinqueloculina akneriana var. *bellatula* Bandy, 1950, p. 273, pl. 41, fig. 1. —Lankford and Phleger, 1973, p. 125, pl. 2, fig. 7.

Q. bellatula Bandy. Arnal, 1958, p. 39, pl. 10, figs. 13—15.

壳长卵形,长约为宽 $1\frac{1}{2}$ —2 倍,口面略呈圆三角形,壳缘浑圆。房室较膨鼓,基部宽

圆。缝合线清楚,稍凹。壳面光滑。壳口拱形,无颈,具棒状或分叉齿。

测量(毫米) IOAS-F557 壳长 0.38, 壳宽 0.23, 壳厚 0.17。

分布 北美沿岸,美国索耳顿湖;美国奥里根更新统,加利福尼亚上新统。

21. 扭转五块虫 *Quinqueloculina contorta* d'Orbigny (图版 II:6)

Quinqueloculina contorta d'Orbigny. Cushman, 1929, p. 29, pl. 3, fig. 5. —Asano, 1951a, p. 3, figs. 11, 12; 1956, p. 58, pl. 7, fig. 12. —Le Calvez & Le Calvez, 1958, p. 171 pl. 12, fig. 140, 141, 142. —Matsunaga, 1963, pl. 27, fig. 9.

壳长椭圆形,长约为宽 2 倍,壳缘平截。房室侧面较平。缝合线清楚,稍凹。壳面平滑。壳口圆形,具简单齿。

测量(毫米) IOAS-F558 壳长 0.63, 壳宽 0.35, 壳厚 0.23。

分布 本种分布较广,主要出现于温带和寒带地区。首次记载于维也纳盆地中新统,自始新世至现代均有出现;我国江苏东部第四系亦有记载。

22. 半缺五块虫 *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus) (图版 III:2)

Serpula seminulum Linnaeus, 1767, p. 1264,

Quinqueloculina seminula (Linnaeus). Cushman, 1948, p. 34, pl. 3, figs. 14, 15. —Parker, 1952, p. 406, pl. 3, figs. 21a, 22a, b; pl. 4, figs. 1, 2. —Asano, 1956, p. 61, pl. 8, fig. 9; pl. 9, fig. 14.

Q. seminulum (Linnaeus). Hada, 1931, p. 76, text-fig. 28. —Cushman, 1944, p. 13, pl. 2, fig. 14. —Parker, Phleger and Peirson, 1953, p. 12, pl. 2, figs. 18, 19. —Ronai, 1955, p. 143, pl. 20, fig. 8. —Murray, 1970, p. 480, pl. 1, figs. 9—10. —Gupta, 1971, p. 85, pl. 1, figs. 25—27. —Haynes, 1973, p. 74, pl. 7, figs. 14, 19; pl. 8, fig. 3; pl. 32, figs. 1—3; text-fig. 18, nos. 1—4.

壳椭圆形,长约为宽 $1\frac{1}{2}$ —2 倍,口面观近圆三角形;基部圆突,壳缘宽圆;三室面较平。倒数第五房室一般外露很小。缝合线清楚,稍凹。壳面光滑。壳口高拱形,具较长简单或分叉齿。

测量(毫米) IOAS-F558 壳长 0.55, 壳宽 0.33, 壳厚 0.23。

灌区的标本与记载于冷温带的较为相似,但壳缘变化较大,一般自宽圆至窄圆,有的趋于平截。

分布 这是个世界广布种,一般在近岸浅水环境较多。渐新统至现代。

23. 肋纹五块虫 *Quinqueloculina seminula* var. *jugosa* Cushman (图版 III:4)

Quinqueloculina seminula (Linnaeus) var. *Jugosa*, Cushman, 1944, p. 13, pl. 2, fig. 1. —Miller, 1953, p. 52, pl. 8, fig. 5. —Ronai, 1955, p. 143, pl. 20, fig. 9. —Le Calvez and Le Calvez, 1958, p. 178, pl. 4, figs. 20—21.

Q. seminulum Jugosa Cushman. Lehmann, 1957, p. 347, pl. 2, figs. 6—8.

Q. rhodiensis Parker. Mangin, 1960, p. 43, pl. 1, fig. 5a—c.

Q. tenagos Parker. Lankford and Phleger, 1973, p. 126, pl. 1, fig. 25a—c.

壳长椭圆形,长约为宽 2 倍,口面观略呈圆三角形,壳缘宽圆。房室末端不延伸成颈。缝合线清楚,稍凹。壳面具纵肋纹。壳口圆形,具简单齿。

测量(毫米) IOAS-F560 壳长 0.60, 壳宽 0.33, 壳厚 0.25。

本种分类较紊乱,常与 *Q. tenagos* Parker 相混淆。

Cushman 1944 年建立新变种 *Q. seminula* var. *jugosa* 时,仅叙及变种与典型种区别在于壳面具明显斜肋纹,他所示变种的图形为长卵形。1953 年 Parker 将 Terquem 于 1878 年所记述的 *Q. costata* d'Orbigny 定为新种——*Q. rhodiensis* (1962 年她发现 *Q.*

rhodiensis 一名已被占用, 重提新名——*Q. tenagos*); 她所提供 *Q. rhodiensis* 的三个图形中, 有两个 (图版 II: 15、17)^[108] 是壳体较宽、壳口开启较大的; 另外一个 (图 16) 则是长卵形的。长卵形的标本与 Cushman 的 *Q. seminula* var. *jugosa* 难以区分。此后, 有些作者将类似 *Q. seminula* var. *jugosa* 的类型也定为 *Q. rhodiensis* 或 *Q. tenagos*。但是, 有的作者, 如 Lehmann (1957) (图版 I: 36—38), 则将壳体近圆形、壳口开启较大的类型定为 *Q. rhodiensis*; 而将壳体长卵形的类型定为 *Q. seminula* var. *jugosa*。我们同意 Lehmann 那样区分。

分布 本种是个较典型的近岸浅水种, 主要分布于三角洲、河口、海湾等环境。

24. 半角五块虫 *Quinqueloculina seminulanguata* McLean (图版 III: 1)

Quinqueloculina seminulanguata McLean, 1956, p. 322, pl. 37, fig. 8a—b.

壳卵形至长方形, 口面观呈三角形; 壳缘锐, 呈稜角状。房室分明。缝合线清楚, 较凹。壳面平滑, 有时具断续微细纵刻纹。壳口椭圆形, 具简单长齿。

测量(毫米) IOAS-F561 壳长 0.48, 壳宽 0.33, 壳厚 0.18。

分布 美国弗吉尼亚中新统。

25. 钝缘五块虫 *Quinqueloculina subungeriana* Serova (图版 III: 7)

Quinqueloculina subungeriana Serova. Серова, 1960, стр. 99, табл. 4, рис. 3.

壳近卵形, 口面观略呈三角形; 壳缘较钝至稍锐。房室分明。缝合线清楚, 稍凹。壳面平滑。壳口高拱形, 具简单长齿。

测量(毫米) IOAS-F562 壳长 0.68, 壳宽 0.45, 壳厚 0.28。

本种与 *Q. ungeriana* d'Orbigny 较为相似, 但后者壳缘甚锐, 呈锐利龙骨状。

分布 苏联南部下渐新统。

26. 普通五块虫 *Quinqueloculina vulgaris* d'Orbigny (图版 III: 3; 图5)

Quinqueloculina vulgaris d'Orbigny. Cushman, 1917, p. 46, pl. 11, fig. 3; 1921, p. 417, pl. 87, fig. 1a—c; text-fig. 21a, b. —Cushman and Todd, 1947, p. 62, pl. 14, figs. 14, 15. —Asano, 1951a, p. 8, figs. 54—56. —Hofker, 1960, p. 241, fig. 43.

壳宽卵形, 口面观呈三角形; 壳缘窄圆。房室横切面呈三角形, 倒数第五房室外露很小。缝合线微凹。壳面光滑。壳口近圆形, 具较宽简单齿。

测量(毫米) IOAS-F563 壳长 0.65, 壳宽 0.50, 壳厚 0.35。

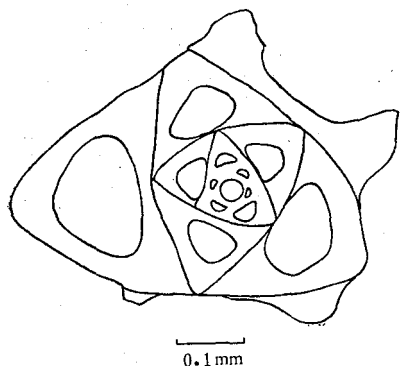


图5 普通五块虫 *Quinqueloculina vulgaris* d'Orbigny 横切面

灌区的标本, 壳呈淡橙色, 最后一、二个房室都已破损。

分布 本种为世界广布种。

27. 五块虫(未定种) *Quinqueloculina* sp. (图版 III: 6)

壳长椭圆形, 长约为宽 2 倍多; 壳缘圆。房室分明, 倒数第三房室侧缘角高凸, 呈稜脊状。缝合线清楚, 凹下。壳面不甚光滑。壳口近圆形, 颈短, 具简单齿。

测量(毫米) IOAS-F565 壳长 0.65, 壳宽 0.28, 壳厚 0.18。

块心虫属 *Massilina* Schlumberger, 1893

壳卵形,略扁平。早期房室呈五块虫式排列,随后房室呈抱环虫式排列。壳壁钙质无孔型,壳面呈瓷状。壳口位于终室末端,具棒状或分叉齿。(下白垩纪至现代)

28. 棱缘块心虫 *Massilina pratti* Cushman and Ellisor (图版 III:8)

Massilina pratti Cushman and Ellisor, 1931, p. 70, pl. 7, fig. 4. — 何炎等, 1965, 70 页, 图版 IV, 图 2a-c.

壳宽卵形至近圆形,较扁薄;基部不甚突,口端具短颈;壳缘一般呈削薄龙骨状,有时较圆。初成房室横切面呈方形,最后几个房室侧面中部较鼓,向壳缘削薄。缝合线清楚,稍凹。壳面光滑。壳口卵形至近圆形,具一“T”形或棒状长齿,有时尚具对向小齿。

测量(毫米) IOAS-F566 壳长 0.85, 壳宽 0.58, 壳厚 0.16。

灌区标本总的特征与模式标本相似,唯壳体较大和较厚。

分布 美国始新统上部,我国江苏东部第四系。

29. 梨口块心虫(新种) *Massilina pyristoma* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 IV:1)

壳卵形至近圆形,较扁,侧面中部较凹;基部圆突,口端有时延伸成短颈;壳缘近平截,一般稍内凹,缘角稍突。房室分明,逐渐增大,侧面近平或微凹、中部一般呈半透明。缝合线清楚,稍凹。壳面尚平滑。壳口略呈倒梨形,具一末端稍宽、有时向口内倾斜的长棒状齿,其对向具一短小齿。

正模标本 IOAS-F567 壳长 0.80 毫米,壳宽 0.68 毫米,壳厚 0.18 毫米。

新种与 *Spiroloculina dentata* Cushman and Todd (1944) 有些相似,但后者壳体较大,壳缘较凸,壳口近长方形,无对向小齿。

新种在灌区地层中的某些层位,数量较多。

正模标本产地 神堂 (DG3 孔 18 米)。

曲形虫属 *Sigmoilina* Schlumberger, 1887

壳卵形,初成房室近似五块虫式排列,继后房室顺序以稍大 180° 角增添;横切面观后成房室呈“S”形排列。房室两侧缘展伸包掩前房室两侧缘,壳表仅露最后 2 室。壳壁厚,钙质无孔型,壳面呈瓷状。壳口位于终室末端,具齿。(中始新世至现代)

30. 微小曲形虫(新种) *Sigmoilina minutissima* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 IV: 2; 图 6)

壳甚小,宽卵形,稍扁;基部浑圆,壳缘宽圆;口面观略呈椭圆形,两侧近对称。壳表仅外露最后 2 室,终室占壳面一半多。缝合线清楚,稍凹,弯曲。壳面光滑,最后几个房室壳壁甚厚。壳口被新月形齿板遮掩,仅显拱缝状开口。

正模标本 IOAS-F568 壳长 0.25 毫米,壳宽 0.20 毫米,壳厚 0.13 毫米。

新种与 *S. sigmoidea* (Brady) 有些相似,但后者壳体大,壳缘较锐,壳口圆,口齿短小、不呈新月形。新种与 *S. obesa* Heron-Allen and Earland (1932) 有些相似,但后者壳体大,口面观两侧不对称,基部甚圆突,房室较膨大。新种与 Uchio (1960) 记载于美国圣地亚哥的 *S. victoriensis* 亦相近似,但后者壳体较大,壳缘窄圆,口面观两侧不对称。

新种在灌区地层中数量很少。

正模标本产地 张家营 (DG4 孔 74.5 米)。

三块虫属 *Triloculina* d'Orbigny, 1826

房室在环围壳轴的三个平面旋绕, 顺序生成房室互成 120° 夹角。微球型个体早期房室呈五块虫式排列。房室半圈长, 一般外露 3 室。壳壁钙质无孔型, 壳面呈瓷状。壳口位于终室末端, 具简单或分叉齿。(侏罗纪至现代)

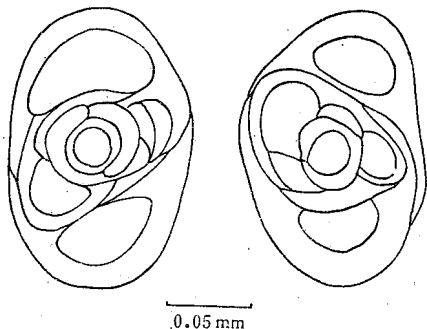


图6 微小曲形虫(新种) *Sigmoidina minutissima* S. Y. Zheng, n. sp. 横切面

31. 直室三块虫(新种) *Triloculina rectilocula* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 IV: 4; 图 7)

壳小, 卵形至长方形, 基部宽圆, 口端斜或较平; 壳缘浑圆。房室较直, 较少而膨鼓, 迅速增大。缝合线清楚, 凹下。壳壁薄, 透明至不透明, 壳面光滑, 有时具横纹。壳口张大, 无颈, 口缘稍外翻; 口齿宽而低, 呈门坎状, 有时两侧角稍微上翘。

正模标本 IOAS-F570 壳长 0.43 毫米, 壳宽 0.23 毫米, 壳厚 0.18 毫米。

副模标本 IOAS-F571 壳长 0.50 毫米, 壳宽 0.34 毫米, 壳厚 0.25 毫米。

副模标本 IOAS-F572 壳长 0.38 毫米, 壳宽 0.25 毫米, 壳厚 0.18 毫米。

新种的房室较直而膨鼓, 壳口开启很大, 口齿甚低而宽, 易与其他种区分。有时齿的中部甚不明显, 仅微露两侧角。大多数标本外露 3 个房室, 个别标本仅露 2 个房室。

在灌区 DG1 孔的某几层位, 它的数量较多。

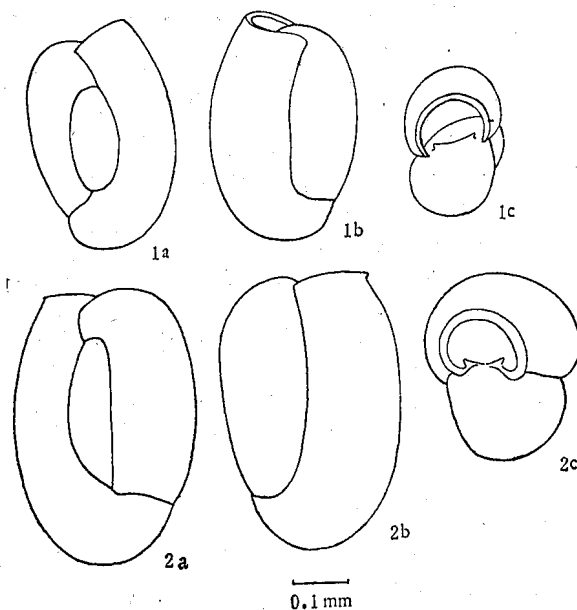


图7 直室三块虫(新种) *Triloculina rectilocula* S. Y. Zheng, n. sp. 壳体较宽的标本
a, b. 侧视; c. 口视

正模标本产地 王家岗 (DG1 孔 21 米)。

32. 三角三块虫 *Triloculina trigonula* (Lamarck) (图版 IV: 3)

Triloculina trigonula (Lamarck). Cushman, 1929, p. 56, pl. 12, figs. 10, 11; pl. 13, figs. 1, 2. — Asano, 1956, p. 75, pl. 8, fig. 5. — Le Calvez and Le Calvez, 1958, p. 190, pl. 6, figs. 49, 50. — Matoba, 1970, p. 62, pl. 3, fig. 3. — Haynes, 1973, p. 79, pl. 9, figs. 1, 2; pl. 32, fig. 5.

壳略呈宽卵形, 长不及宽 $1\frac{1}{2}$ 倍; 口面观近三角形, 缘角浑圆至钝圆。房室侧面稍圆凸或近平。缝合线清楚, 微凹。壳面光滑。壳口近圆形, 具一稍突出壳口的“T”形齿。

测量(毫米) IOAS-F573 壳长 0.58, 壳宽 0.40, 壳厚 0.40。

分布 本种是个世界广布种, 温带地区数量尤多。主要分布于浅滩、海湾、珊瑚礁及陆架区; 始新世至现代。

小粟虫属 *Miliolinella* Wiesner, 1931

房室基本上呈五块虫式排列, 外观显露 3—5 个房室。壳壁钙质无孔型, 壳面呈瓷状。壳口大, 一般具半圆形口板。(渐新世至现代)

33. 亚圆小粟虫 *Miliolinella subrotunda* (Montagu) (图版 IV: 5)

Vermiculum subrotundum Montagu, 1803, p. 521.

Quinqueloculina subrotunda (Montagu). Cushman, 1948, p. 35, pl. 3, figs. 20, 21; pl. 4, fig. 1. — Parker, 1952, p. 406, pl. 4, fig. 4a, b.

Miliolinella subrotunda (Montagu). Drooger and Kasschieter, 1958, p. 54, map. 21. — Loeblich and Tappan, 1964, p. C466, fig. 355, 1, 2. — Haynes, 1973, p. 56, pl. 5, figs. 5, 6, 12, 13; pl. 31, figs. 8, 9; text-fig. 11, nos. 1—4; text-fig. 12, nos. 1—11.

壳近圆形, 壳缘浑圆。房室膨鼓。缝合线清楚, 较凹。壳壁薄, 壳面光滑。壳口具新月形口板。

测量(毫米) IOAS-F574 壳长 0.28, 壳宽 0.23, 壳厚 0.18。

关于本种的房室排列, 各作者看法不一, 有的认为是三块虫式, 有的认为是五块虫式。Haynes (1973) 发现本种的形态变化很大, 三块虫式和五块虫式的都有; 个别个体甚至趋向于平旋, 外露 5—6 室。

分布 本种是个世界广布种。

车轮虫亚目 *Rotaliina* Delage and Herouard, 1896

节房虫总科 *Nodosariacea* Ehrenberg, 1838

节房虫科 *Nodosariidae* Ehrenberg, 1838

节房虫亚科 *Nodosariinae* Ehrenberg, 1838

两棒虫属 *Amphicoryna* Schlumberger in Milne-Edwards, 1881

壳长。微球型个体的早期房室扁, 排列弯斜, 缝合线斜; 后期房室直列, 缝合线横直、显著缢缩。显球型个体的房室始终直列, 缝合线横直; 早期房室连接紧凑, 后期房室以颈部相接。壳壁钙质有孔型, 壳面光滑或具纹饰。壳口辐射状, 位于颈部末端。(中新世至现代)

34. 两棒虫(未定种) *Amphicoryna* sp. (图版 IV: 6)

我们仅在 DG1 孔 3.5 米层位发现一个很不完整的标本。壳呈长卵形, 末端延伸成长颈, 基端具一管突, 壳面具纵龙骨。这个不完整标本可能是 *Amphicoryna* 的初室。

测量(毫米) IOAS-F575 壳长 0.28, 壳径 0.14。

齿虫属 *Dentalina* Risso, 1826

壳长, 稍弯, 房室单列。缝合线一般较斜。壳口呈辐射状, 位于壳体末端中央或稍偏于一侧。(二迭纪至现代)

35. 齿虫 (未定种) *Dentalina* sp. (图版 IV: 7)

壳小而长, 稍弯。房室稍膨鼓, 逐渐增大; 早成房室宽大于长, 后室重叠前室约 1/2; 后成房室长稍大于宽, 后室重叠前室约 1/3。缝合线较斜, 稍凹。壳壁薄, 半透明。壳口辐射状。

测量(毫米) IOAS-F576 壳长 0.43, 壳径 0.08。

本种外表与 Haynes (1973) 的 *Dentalina* cf. *trondheimensis* Feyling-Hanssen 较为相似, 但后者壳体较大, 早成房室稍扁。

瓶虫属 *Lagena* Walker and Jacob in Kanmacher, 1798

壳由单一房室组成, 末端延伸成颈。壳面有或无纹饰。壳口不辐射, 有时具瓶口唇。(侏罗纪至现代)

36. 短肋瓶虫 *Lagena doveyensis* Haynes (图版 IV: 9—10)

Lagena vulgaris var. *perlucida* (Montagu). Williamson, 1858, p. 5, pl. 1, fig. 7 (not fig. 8).

L. perlucida (Montagu). Cushman and McCulloch, 1950, p. 342, pl. 46, figs. 1, 2.

L. doveyensis Haynes, 1973, p. 82, pl. 12, figs. 7, 8.

L. oceanica Albani, 1974, p. 37, pl. 1, figs. 7, 10, 11.

L. pseudoperlucida Voloshinova. Волошинова, 1974, стр. 35, табл. 1. рис. 1.

壳卵形至长卵形, 下半段最宽; 基部具较短辐射条肋, 基端圆; 末端延伸成长颈。壳口圆形, 具瓶口唇。

测量(毫米) IOAS-F577 壳长 0.26, 壳径 0.09。

IOAS-F578 壳长 0.19, 壳径 0.12。

Haynes (1973)、Albani (1974) 和 Волошинова (1974) 分别认为 Williamson 1958 年所定的 *L. vulgaris* var. *perlucida* (图版 I: 7), 不是 *L. perlucida* (Montagu); 他们都以 *L. vulgaris* var. *perlucida* 为同物异名, 分别定了新种。根据优先权法则, Haynes (1973) 的 *L. doveyensis* 是有效的。

本种的壳体大小变化较大, 如 Haynes 采自英国 Dovey 河口的标本, 壳长为 0.25 毫米、壳径为 0.08 毫米; 而 Albani 采自新西兰的标本, 壳长为 0.90 毫米、壳径为 0.30 毫米。

分布 英国、美国阿拉斯加、新西兰; 挪威第四系。

37. 光滑瓶虫 *Lagena laevis* (Montagu) (图版 IV: 8)

Vermiculium laeve Montagu, 1803, p. 524, pl. 1, fig. 9.

Lagena laevis (Montagu) Williamson, 1848, p. 12, pl. 1, figs. 1, 2. —Loeblich and Tappan, 1953,

p. 61, pl. 11, figs. 5—8. —Voorthuysen, 1960, p. 246, pl. 10, fig. 10. —Parker, 1964, p.

626, pl. 97, fig. 30. —Haynes, 1973, p. 84, pl. 12, fig. 2. —Волошинова, 1974, стр. 34, табл. I, рис. 3.

L. vulgaris Williamson, 1858, p. 3, pl. 1, figs. 5, 5a.

壳长椭圆形, 近基部最宽, 基部圆, 末端延伸成长颈。壳壁薄, 壳面光滑。壳口圆形,

具瓶口唇。

测量(毫米) IOAS-F579 壳长 0.30, 壳径 0.10。

从各作者所提供的图形看, 壳体自细长至近圆形的都有。壳体近圆形的已被归纳为其他种。

分布 爱尔兰海、北海、北大西洋、北极。

多形虫科 *Polymorphinidae* d'Orbigny, 1839

多形虫亚科 *Polymorphininae* d'Orbigny, 1839

小滴虫属 *Guttulina* d'Orbigny, in de la Sagra, 1839

壳卵形至长卵形, 房室呈五块虫式排列, 每一续后房室渐离壳体基部, 相互重叠。缝合线凹下。壳口辐射状。(侏罗纪至现代)

38. 乳小滴虫 *Guttulina lactea* (Walker and Jacob) (图版 IV: 11)

Guttulina lactea (Walker and Jacob). Ozawa, 1929, p. 36, pl. 6, figs. 6—10. —Haynes, 1958, p. 4, pl. 3, fig. 1—1g.

壳长卵形, 横切面呈扁至圆三角形; 基部宽圆。房室扁长, 依次逐渐稍离壳体基部。缝合线清楚, 凹下。壳壁半透明, 壳面平滑。壳口辐射状。

测量(毫米) IOAS-F580 壳长 0.33, 壳宽 0.17, 壳厚 0.12。

分布 英格兰岛、爱尔兰岛、冰岛、北美(东岸)、日本、菲律宾; 始新世至现代。

腺虫科 *Glandulinidae* Reuss, 1860

卵虫亚科 *Oolininae* Loeblich and Tappan, 1961

缝口虫属 *Fissurina* Reuss, 1850

壳单室, 卵形至圆形, 扁; 壳缘有或无龙骨。壳面光滑或具纹饰。壳口缝状至近圆形, 具内管。(白垩纪至现代)

39. 瓜子缝口虫 *Fissurina aradasii* Seguenza (图版 IV: 12)

Fissurina aradasii Seguenza. Ujiie, 1963, pl. 1, fig. 8. — Волошинова, 1974, стр. 40, табл. 2, рис. 6.

壳卵形至宽卵形, 有的近圆形; 基部宽圆, 向口端收窄并削扁; 壳缘圆。壳壁厚, 不透明, 壳面呈磨玻璃状; 口端稍突, 呈半透明。壳口缝状。

测量(毫米) IOAS-F581 壳长 0.23, 壳宽 0.16, 壳厚 0.13。

本种与 *F. solida* Seguenza 较为相似, 但后者壳体较大, 一般呈宽卵形。

分布 意大利中新统、苏联萨哈林更新统、日本全新统。

40. 双刺葫芦缝口虫 *Fissurina cucurbitasema bispinata* Ujiie (图版 IV: 14)

Fissurina cucurbitasema Loeblich and Tappan *bispinata* Ujiie, 1963, p. 232, pl. 1, figs. 9—11. — Matoba, 1970, p. 54, pl. 3, fig. 22a, b.

Lagena laevigata forma *reducta* Buchner, 1940, p. 474, pl. 13, figs. 251—255.

壳长卵形, 横切面呈宽椭圆形; 壳缘圆; 基部近平截, 两侧角呈突粒状。壳壁薄, 壳缘及口端稍呈玻璃透明, 其他部分不透明。壳口长缝状, 具末端分叉短内管。

测量(毫米) IOAS-F582 壳长 0.23, 壳宽 0.13, 壳厚 0.10。

分布 日本东京湾、松岛湾、那不勒斯湾; 日本更新统、全新统。

41. 明亮缝口虫 *Fissurina lucida* (Williamson) (图版 IV: 13)

Entosolenia marginata (Montagu) var. *lucida* Williamson, 1848. p. 17, pl. 2, fig. 17.

E. lucida Williamson. Hada, 1931, pp. 129—130, text-fig. 86. —Cushman, 1948, p. 63, pl. 7, fig. 2.

Lagena lucida (Williamson). Buchner, 1940, p. 477, pl. 14, figs. 259—261.

Fissurina lucida (Williamson). Detling, 1958, p. 27, fig. 15. —Haynes, 1973, p. 95, pl. 14, figs. 1, 2; text-fig. 20, nos. 3, 4.

壳卵形至长卵形, 横切面呈宽椭圆形; 壳体中部最宽, 基部宽圆, 口端突; 壳缘宽圆。口端、壳缘及两面中部壳壁近透明, 其余部位呈磨玻璃状; 口面观可见“+”字形透明区。壳口长缝状; 内管短直, 其长度不及壳长之半。

测量(毫米) IOAS-F583 壳长 0.23, 壳宽 0.13, 壳厚 0.12。

分布 设得兰群岛、北海、英格兰海峡、北极、阿根廷、那不勒斯湾、北美沿岸、新西兰; 厄瓜多尔始新统、美国上新统、阿拉斯加上新统至更新统、日本上新统至现代。

箭头虫科 *Bolivinitidae* Cushman, 1927

箭头虫属 *Bolivina* d'Orbigny, 1839

壳一般扁长, 向始端收小。房室始终双列, 基缘具后伸饰物。壳壁钙质有孔型, 显微结构辐射状; 壳面光滑或具纹饰。壳口长, 自口面基部向口面伸延成扣眼形, 具内齿板。(上白垩纪至现代)

42. 海鸟箭头虫 *Bolivina albatrossi* Cushman (图版 IV: 15)

Bolivina albatrossi Cushman, 1922b, p. 31, pl. 6, fig. 4; 1937, p. 153, pl. 18, figs. 22—24. —Cushman and McCulloch, 1942, p. 188, pl. 21, figs. 13—15, pl. 22, fig. 1. —Parker, 1958, p. 259, pl. 2, figs. 3, 4. —Hornibrook, 1968, p. 72, fig. 13.

壳小, 稍扁, 长约为宽 $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ 倍; 壳缘圆。房室逐渐增大, 宽始终大于高; 房室基缘常具后伸饰物。缝合线斜直, 约与水平线成 45° 角; 后成部分的较清楚, 略呈镶边状。壁孔细, 壳面粗糙, 始端有时具网状突物。壳口呈扣眼形。

测量(毫米) IOAS-F584 壳长 0.21, 壳宽 0.10, 壳厚 0.06。

Cushman (1937) 描述本种时, 曾叙及壳体始端具突出于壳表的网状纹饰。从他所发表本种的三个图形看, 其中的一个 (图版 18: 23)^[42] 并无明显的网状纹饰。灌区的标本壳体较小, 始端无网状饰物。

分布 美国、墨西哥湾、巴西、爱尔兰岛、挪威、加拉帕戈斯群岛、地中海、日本、新加坡、苏门答腊。

点头虫属 *Brizalina* Costa, 1856

本属与箭头虫属的主要区别在于房室基缘无后伸物。(上三迭纪至现代)

43. 针点头虫 *Brizalina acerosa* (Cushman) (图版 IV: 17)

Bolivina acerosa Cushman, 1936b, p. 54, pl. 8, figs. 1a, b; 1937, p. 94, pl. 12, figs. 11—13.

壳扁, 细长, 长约为宽 4 倍左右; 口端最宽, 向始端缓慢收细, 始端窄圆; 后成部分壳体两侧缘近平行; 壳缘窄圆。房室不甚膨鼓, 缓慢增大, 宽大于高, 最后几室的高度相对增大。缝合线清楚, 略呈镶边状, 不凹陷, 约与水平线成 45° 角。壳壁薄, 壁孔细, 壳体初成部分一般具细纵肋纹。壳口呈扣眼形, 具内齿板。

测量(毫米) IOAS-F585 壳长 0.48, 壳宽 0.13, 壳厚 0.06。

分布 厄瓜多尔中新统。

44. 细纹点头虫 *Brizalina striatula* (Cushman) (图版 IV:16)

Bolovina striatula Cushman, 1922a, p. 27, pl. 3, fig. 10. —Hoglund, 1947, pp. 266—267, pl. 24, fig. 4. —Arnal, 1958, p. 37, pl. 11, figs. 13—15. —Resig, 1974, p. 76, pl. 1, fig. 5.

Brizalina striatula (Cushman). Sliter, 1970, p. 170, pl. 7, fig. 6; pl. 8, fig. 19.

Bolivina (Brizalina) striatula Cushman. Haynes, 1973, p. 137, pl. 10, fig. 1; pl. 11, fig. 1.

壳扁长,长约宽3倍左右;口端最宽,向始端渐收细;壳缘圆。房室微膨鼓,迅速增大;初成部分房室宽大于高,后成部分房室高度相对增大,最后三对房室的高度几占壳长之半。缝合线清楚,呈镶边状,稍弯斜,约与水平线成30—40°角。壳壁半透明,壁孔细,壳体下半段具断续细纵肋纹。壳口呈扣眼形,具内齿板。

测量(毫米) IOAS-F586 壳长0.43,壳宽0.17,壳厚0.10。

分布 本种是个世界广布种,主要分布于河口、海湾、浅滩等环境。

冰岛虫科 *Islandiellidae* Loeblich and Tappan, 1964

冰岛虫属 *Islandiella* Nørvang, 1958

壳透镜形至近球形,壳缘圆,脐部封闭。房室双列平旋。缝合线稍凹。壳壁厚,钙质有孔型,显微结构辐射状,壳面光滑。壳口长,位于口面基部,具内齿板。(上白垩纪?, 古新世至现代)

45. 冰岛虫 *Islandiella islandica* (Nørvang) (图版 IV:18)

Cassidulin islandica Nørvang. Loeblich and Tappan, 1953, p. 118, pl. 24, fig. 1.

C. islandica Nørvang var. *minuta* Nørvang. Parker, 1952, p. 421, pl. 6, figs. 22a, b, 23. —Phleger, 1952, p. 83, pl. 14, fig. 30.

Islandiella islandica (Nørvang). Adams and Frampton, 1965, p. 57, pl. 5, fig. 13. —Vilks, 1969, p. 49, pl. 3, fig. 3. —Gupta, 1971, p. 88, pl. 2, figs. 11—12.

壳小,稍扁,壳缘窄圆至圆。房室稍膨鼓,4—5对组成终圈。每一房室在壳体一侧伸延至脐部,露现大部分;在另一侧面不伸延至脐部,仅露一小三角形部分。缝合线清楚,较弯而微凹。壳壁半透明,壁孔细,壳面光滑。壳口新月形,宽内齿板自壳口内部下缘向外突伸。

测量(毫米) IOAS-F587 壳径0.18,壳厚0.13。

分布 本种是个典型冷水性种。冰岛、格陵兰岛、阿拉斯加北岸、白令海、加拿大北极区、美国扑次茅斯沿岸。

圆盘虫总科 *Discorbacea* Ehrenberg, 1838

圆盘虫科 *Discorbidae* Ehrenberg, 1838

圆盘虫亚科 *Discorbiniae* Ehrenberg, 1838

面颊虫属 *Buccella* Andersen, 1952

壳螺旋,平凸至双凸,壳缘具龙骨,腹面部分或全部被颗粒物覆盖。背面缝合线呈镶边状,腹面缝合线近壳缘处具次壳口。壳口位于终室腹面基部壳缘与脐部之间。(渐新世至现代)

46. 冷面颊虫 *Buccella frigida* (Cushman) (图版 V:1)

Eponides frigida (Cushman), 1931, p. 45.

E. frigidus (Cushman). Cushman, 1941, p. 37, pl. 9, figs. 16, 17. —Parker, 1952, p. 419, pl. 6, fig. 12a, b.

E. frigida (Cushman) var. *calida* Cushman and Cole, 1930, p. 98, pl. 13, fig. 13a—c. —Cushman, 1931, p. 47, pl. 10, figs. 3, 4; 1944, p. 34, pl. 4, figs. 19, 20.

Buccella frigida (Cushman) Andersen, 1952, p. 144, figs. 4a—c, 5, 6a—c. —Matoba, 1970, p. 49, pl. 4, fig. 1a—c, 2a—c. —Haynes, 1973, p. 193, pl. 18, fig. 13; text-fig. 42, nos. 1—5.

壳小,近圆形,双凸,2½—3圈;壳缘窄圆。房室逐渐增大,终圈5—7室(一般6室)。缝合线清楚;背面的弯斜,呈平镶边状;腹面的稍凹,近辐射,自次壳口处稍向后弯折。壳壁薄,壁孔细,背面呈半透明,腹面脐部及缝合线处覆以细颗粒物。壳口位于终室腹面基部,一般不明显。

测量(毫米) IOAS-F588 壳径 0.26, 壳厚 0.13。

分布 本种为典型冷温带种。加拿大哈得孙湾、巴芬湾、福克斯湾、戴维斯海峡,格陵兰沿岸,冰岛沿岸,阿拉斯加沿岸,白令海,鄂霍次克海,日本北部沿岸;日本中新统,美国上第三系、更新统,阿拉斯加上第三系。

47. 覆盖面颊虫(?) *Buccella*(?) *tunicata* Ho, Hu et Wang (图版 V:2)

Buccella tunicata Ho, Hu et Wang, 何炎等, 1965, 93 页, 图版 VIII, 图 5a—c.

壳小,双凸,2—2½圈;壳缘稍锐至窄圆,略呈镶边状。房室逐渐增大,终圈7—10室。缝合线清楚,背面的斜直至弯曲,呈平镶边状;腹面的弯曲,近脐部常裂开。壳壁薄,壁孔细,脐部覆以细颗粒物。壳口不显露。

测量(毫米) IOAS-F589 壳径 0.25, 壳厚 0.10。

本种的外表及内部特征很象 *Porosorotalia* 属。我们肢解其胶蜡塑模,看出它具有管道系,但未见有如 Loeblich and Tappan (1964) 所述的后伸饰物,故暂以存疑将其置于 *Buccella* 属。

本种的壳口外露不明显,但剖去终室壁可见前室壳口呈拱形,位于房室腹面基部近脐端。

分布 我国江苏东部第四系。

上口虫科 Epistomariidae Hofker, 1954

假穹背虫属 *Pseudoeponides* Uchio, in Kawai et al, 1950

壳螺旋,平凸或双凸。缝合线清楚,背面的弯斜,腹面的近辐射。壳壁钙质有孔型,壁孔细。壳口位于终室腹面基部,具内齿板;背面缝合线内端靠近旋缝合线处具次壳口,腹面缝合线近脐端亦有次壳口。内齿板除与主壳口相接外,尚与背、腹面缝合线次壳口相接。(上新世至现代)

48. 缝裂假穹背虫 *Pseudoeponides anderseni* Warren (图版 V: 5; 图8)

Pseudoeponides anderseni Warren, 1957, p. 39, pl. 4, figs. 12—15. —Parker and Athearn, 1959, p. 341, pl. 50, figs. 28—31.

Helenia anderseni (Warren). Saunders, 1957, p. 374, figs. 1a—c, 2a—c. —Todd and Low, 1961, p. 18, text-fig. 2, fig. 2.

Valvulinaria laevigata Ho, Hu et Wang, 何炎等, 1965, 90 页, 图版 VII, 图 7a—c.

“*Rotalia*” *perlucida* Albani (not Heron-Allen and Earland, 1913) 1968, p. 110, pl. 9, figs. 12, 16.

Helenina anderseni (Warren) Saunders, 1961, p. 148. —Matoba, 1970, p. 55, pl. 4, fig. 4a—c.

壳扁,一般2圈多,背面平,腹面稍凸;壳缘圆,周缘略呈瓣状。房室稍膨鼓,逐渐增

大,终圈5—7室;房室腹面脐端伸延成脐瓣。缝合线清楚,凹陷,弯曲,有时略呈“S”形;背面缝合线内端与旋缝合线交接处具不甚明显的次壳口;腹面缝合线近脐端具较明显的次壳口。壳壁薄,透明至半透明,壁孔细。壳口拱形,位于终室腹面基部,具内齿板;内齿板与背、腹面次壳口相接。

测量(毫米) IOAS-F590 壳径0.30,壳厚0.10。

本种最早被 Warren (1957) 定为 *Pseudoeponides* 属的一个新种。

Uchio 1950 年建立新属 *Pseudoeponides* 时所发表的图形(图16),其背面的次壳口稍离开并平行于缝合线。根据这一特征, Saunders (1957) 认为本种不应置于 *Pseudoeponides*, 因为 *Pseudoeponides* 属的次壳口是在缝合线上,为此,他将本种作为他所建立的新属 *Helenia* (后来发现已被占用,又改新属名为 *Helenina*) 的模式种。

Hofker (1958) 指出, Uchio (1951) 将背面的缝合线次壳口绘成与缝合线分离是错误的,实际上应在缝合线内端的裂隙处,为此, Hofker 认为所谓 *Helenina* 是不成立的。

Hofker 为了澄清 *Pseudoeponides* 属的缝合线次壳口特征,曾对 *P. japonicus* Uchio 进行了切面观察,看出其内齿板自腹面缝合线次壳口直通室腔,并与背面缝合线次壳口相连。

我们解剖了 *Pseudoeponides* 属的几个种的标本,证实了 Hofker 关于缝合线次壳口的论述;同时,我们还观察到内齿板与主壳口也是相连的。

分布 据记载,本种几乎都是出现于半咸水环境。

49. 扁平假弯背虫 (新种) *Pseudoeponides compressum* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 V: 3; 图9)

壳扁,近圆形,2圈;背面较平,腹面稍凸;壳缘圆,周缘略呈瓣状。房室分明,终圈7—11室(一般8—9室),逐渐增大;房室腹面脐端伸延成瓣状,覆盖脐部;脐瓣后缘顺缝合线向壳缘方向延伸,覆盖缝合线内半段,脐瓣后缘末端具微小开口。缝合线清楚,背面的略呈“S”形弯曲,凹陷,具明显的缝合线次壳口;腹面的弯曲,凹陷,次壳口被脐瓣后缘遮掩。壳壁薄而透明,壁孔细而明显。壳口裂缝状,位于终室腹面基部近壳缘处,具内齿板。内齿板后片叠覆于隔壁面,使隔壁面除上方一小圆形区外,均呈双层;内齿板前片的前端与主壳口相连,向背面一侧与背面缝合线次壳口相连,向腹面一侧与腹面缝合线次壳口相连。次室间壳口近圆形,位于隔壁面下部。

正模标本 IOAS-F592 壳长0.33毫米,壳宽0.25毫米,壳厚0.10毫米。

新种与 *P. anderseni* 不同在于,房室较多,腹面房室脐瓣后缘顺缝合线向外延伸,使腹面脐部呈现为星射状。

正模标本产地 六户庄(DG2孔2米)。

50. 中里假弯背虫 *Pseudoeponides nakazatoensis* (Kuwano) (图版 V: 4)

Epistomaria (*Epistomariella*) *nakazatoensis* Kuwano, 1950, p. 316, text-figs. 4a—c.

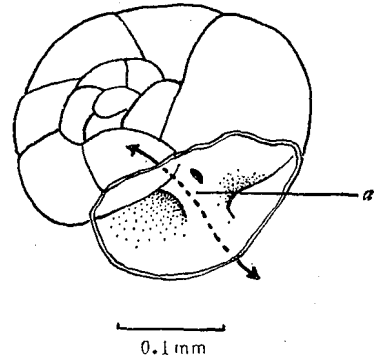


图8 缝裂假弯背虫 *Pseudoeponides anderseni* Warren 剖去局部终室壁, 示内齿板(a)与背、腹面缝合线次壳口的关系

Pseudoeponides nakazatoensis (Kuwano) Asano, 1951b, p. 19, figs. 141—143. —Matsunaga, 1963, pl. 45, fig. 8.

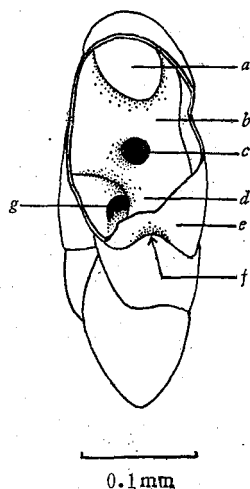


图9 扁平假穹背虫(新种) *Pseudoeponides compressum* S. Y. Zheng, n. sp. 剖去局部终室壁, 示壳口及其齿板特征(壳缘视)

a——前室口面(未被齿板后片复盖部分);
b——齿板后片; c——次室间壳口;
d——齿板前片; e——终室余壁; f——
终室壳口位置; g——主室间壳口。

壳双凸, 2—3圈; 壳缘圆, 周缘略呈瓣状。房室稍鼓, 终圈7—9室, 逐渐增大; 房室腹面脐端伸延成瓣状, 遮掩脐部。缝合线清楚; 背面缝合线的初成部分呈平镶边状、近辐射, 后成部分稍斜或弯、凹下、内端具三角形次壳口; 腹面缝合线弯曲, 凹下, 具长逗号形次壳口。壳壁薄, 壁孔细而明显。壳口高拱形, 较小, 位于终室腹面基部近壳缘处, 具内齿板。

测量(毫米) IOAS-F594 壳径0.43, 壳厚0.23。

本种的房室较多而较膨鼓, 壁孔较明显, 背面缝合线次壳口呈三角形, 易与 *P. anderseni* 相区分。

分布 日本上新统。

转轮虫属 *Ammonia* Brünnich, 1772

壳螺旋。腹面缝合线内端一般裂开。无脐管道。壳口位于终室腹面基部, 具内齿板; 腹面具缝合线次壳口, 与内齿板连接; 齿板后片向隔壁面腹侧上方伸延, 致隔壁面部分地呈现双层。(中新世至现代)

51. 连接转轮虫 *Ammonia annectens* (Parker and Jones)(图版 V:6)

Rotalia beccarii (Linnaeus) var. *annectens* Parker and Jones, 1865, pp. 387, 422, pl. 19, figs. 11a—c. *R. annectens* (Parker and Jones). Millett, 1904, p. 505, pl. 10, fig. 6.

Streblus annectens (Parker and Jones). Bhatia, 1956, p. 22, pl. 3, figs. 1, 2.

Ammonia annectens (Parker and Jones). Huang, 1964, p. 50, pl. 2, fig. 3, figs. 1, 2, text-fig. 3.

壳较大, 近圆形, 3—4圈, 腹面常较背面凸; 壳缘稍锐, 周缘略呈瓣状, 具窄镶边。房室多, 缓慢增大, 终圈8—12室。缝合线清楚, 呈凸镶边状, 近辐射; 腹面缝合线外半段裂开成为明显的向壳缘渐窄的次壳口, 裂隙两侧缘常呈珠粒状。壳面平滑, 壁孔甚细而致密。壳口拱形, 位于终室腹面基部。

测量(毫米) IOAS-F596 壳径1.03, 壳厚0.38。

分布 马来半岛、印度西岸滩沙、斐济群岛; 印度中新统, 我国台湾中新统至现代、江苏东部第四系。

52. 厚壁转轮虫(新种) *Ammonia confertitesta* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 VI: 1—2)

壳扁平, 脐部深陷, 一般无脐塞; 壳缘浑圆, 周缘一般不呈瓣状, 无镶边; 壳缘观两侧近平行。房室分明, 逐渐增大, 终圈一般7—9室。缝合线清楚, 呈宽镶边状, 与壳面齐平或微凹; 背面的稍弯; 腹面的稍弯或较直, 脐端深裂。壳壁厚, 壁孔粗而密; 腹面房室脐端为加厚的无穿孔透明壳质物。壳口低拱形, 位于终室腹面基部, 缝合线次壳口靠近脐端, 不明显。

正模标本 IOAS-F597 壳径0.38毫米, 壳厚0.18毫米;

副模标本 IOAS-F598 壳径 0.55 毫米, 壳厚 0.25 毫米。

新种与 *Ammonia batava* (Hofker) 有些相似, 但后者具较大脐塞, 壳缘窄圆。

新种与 Ujiie (1963) 的 *Ammonia* sp. A (图版 II:12)^[131] 亦相近似, 但由于 Ujiie 未作描述, 故难以详细对比。

正模标本产地 神堂 (DG3 孔 66 米)。

53. 凸背转轮虫 (新种) *Ammonia convexidorsa* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 VI:11)

壳小, 2—3 圈, 背面高, 腹面稍平至凸, 脐部凹陷; 壳缘圆, 周缘略呈瓣状, 无镶边。房室分明, 终圈一般 5—6 室 (有时仅有 4 室), 房室脐端呈瓣状。缝合线清楚, 背面的弯斜、呈镶边状, 腹面的稍凹、弯曲至近辐射。壳壁薄, 近透明, 壁孔细而明显, 壳面光滑。壳口拱形, 位于终室腹面基部, 有时不显露, 具内齿板; 缝合线次壳口明显, 呈逗号形, 靠近脐端。

正模标本 IOAS-F599 壳径 0.21 毫米, 壳厚 0.14 毫米。

新种与 Lehmann (1957) 所图示的 *Streblus pauciloculatus* (Phleger and Parker) 有些相似, 但据 Phleger and Parker 的原始描述, 后者背面缝合线直, 壳缘亚锐至稍圆, 腹面脐部周围具壳质粒突。

正模标本产地 神堂 (DG3 孔 66 米)。

54. 显脐转轮虫 *Ammonia flevensis* (Hofker) (图版 VI:9)

Ammonia flevensis Hofker, Brodniewicz, 1965, p. 217, 218, fig. 34.

Streblus flevensis Hofker, 1971, p. 24, text-fig. 31, pl. 67, fig. 4.

壳较扁, 背面较腹面稍凸, 脐部敞露; 壳缘圆, 周缘略呈瓣状。房室腹面脐端呈宽瓣状, 终圈 5—6 室。缝合线弯曲, 稍凹, 略呈镶边状。壳壁薄, 壁孔细。壳口拱形, 位于终室腹面基部; 缝合线次壳口明显。

测量 (毫米) IOAS-F600 壳径 0.30, 壳厚 0.13。

分布 波罗的海、荷兰、波兰全新统。

55. 球室转轮虫 *Ammonia globosa* (Millett) (图版 V: 7—11; 图 10)

Discorbina imperatoria (d'Orbigny) var. *globosa* Millett, 1903, p. 701, pl. 7, figs. 6a—c.

Rotalia erinacea Heron-Allen and Earland, 1915, p. 720, pl. 53, figs. 23—26.

“*Rotalia*” *murrayi* Heron-Allen and Earland. Graham and Militante, 1959, p. 100, pl. 15, fig. 5.

Pararotalia murrayi (Heron-Allen and Earland), Ujiie, 1963, p. 239, pl. 3, figs. 3—9.

“*Eponides*” *globosus* (Millett). Ujiie, 1963, p. 233, pl. 1, figs. 26—29.

Pararotalia? *globosa* (Millett). Matoba, 1970, p. 57, pl. 6, figs. 8a—c.

壳小, 低至高螺旋, 2—4 圈, 背面平至高凸, 腹面近平至凸, 脐部凹陷; 壳缘圆, 周缘明显呈瓣状。房室膨鼓, 迅速增大, 终圈 4—7 室; 房室背面有时具一根实心顶刺。缝合线清楚, 凹下。壳壁薄, 壁孔粗, 壳面稍粗糙, 腹面脐部及缝合线处具细颗粒物。壳口拱形, 一般不外露, 位于终室腹面基部近脐端。

测量 (毫米) IOAS-F601 壳径 0.20 壳厚 0.15

IOAS-F602 壳径 0.15 壳厚 0.13

IOAS-F603 壳径 0.18 壳厚 0.15

IOAS-F604 壳径 0.19 壳厚 0.15

IOAS-F605 壳径 0.19 壳厚 0.13

Heron-Allen and Earland (1915) 曾描述本种的背面稍凸。灌区的标本螺旋高低变化

较大,有的背面较平(图版 V: 9、11);个别标本背面凹下;亦有些标本背面甚凸(图版 V: 7、8、10)。背面甚凸的标本与 Ujiie (1963) 的 “*Eponides*” *globosus* (Millett) 甚为一致。

本种的显著特征之一是,房室常具实心顶刺。灌区标本的顶刺长短变化较大,有的标本微露刺痕,有的标本无刺(可能是断掉后刺痕被磨平)。无顶刺的标本与 Takayanagi (1955) 的 *Rotalia*? *minuta* 难以区分。

Heron-Allen and Earland (1915) 建立新种 *Rotalia erinacea* 时,把 Millett (1903) 的 *Discorbina imperatoria* d'Orbigny var. *globosa* 列为同物异名。他们认为 Millett 的变种与 d'Orbigny 的 *Discorbina imperatoria* 没有多大相似之处,不是个 *Discorbina*, 而是个 *Rotalia*; 由于 *globosa* 一名已被 *Rotalia globosa* (Hagenow, 1842) 所占用,他们提出新名 *Rotalia erinacea*。但据 Ujiie (1963), Millett 的这个变种不是个 *Rotalia*, 而是个 “*Eponides*”, 因此, Millett 的 *globosa* 仍为有效名。

本种应归那一属,各作者意见不一。我们剖去终室壁,看出室间壳口呈低拱形,内齿板与缝合线次壳口相连。这些特征与 *Ammonia* 的基本一致,我们将其置于 *Ammonia* 属。

分布 基林巴群岛、阿拉伯海、缅甸、日本、菲律宾、马来群岛、新几内亚。

56. 粒脐转轮虫 (新种) *Ammonia granulumbilica* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 VI: 3)

壳小,一般 3 圈,腹面较平,背面稍凸至高凸;壳缘宽圆,周缘略呈瓣状。房室分明,稍膨鼓,逐渐增大,终圈 7—9 室。缝合线清楚;背面的较弯斜,呈镶边状,初成部分的稍凸,后成部分的稍凹;腹面的弯曲至近辐射,凹陷,近脐端裂开,脐部满布细颗粒物。壳壁薄,壁孔细密而明显,房室背面近旋缝合线处常有一近三角形无壁孔透明区。壳口低拱形,位于终室腹面基部;缝合线次壳口不甚明显,位于腹面缝合线裂陷处。

正模标本 IOAS-F607 壳径 0.28 毫米,壳厚 0.15 毫米。

新种与 *Ammonia inflata* (Seguenza) 有些相似,但后者壳体较大,房室背面壁孔分布均匀、缝合线较直,壳口高拱形。新种与 *A. sikokuensis* (Ishizaki) 亦相近似,但后者壳体较大,壳缘窄圆,房室较少,仅腹

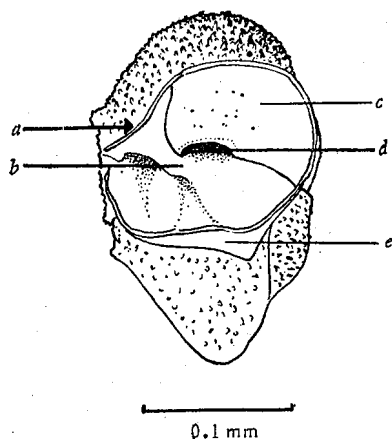


图 10 球室转轮虫 *Ammonia globosa* (Millett) 剖去局部终室壁,示内齿板等特征(壳缘视)

a——腹面缝合线次壳口位置; b——内齿板; c——前室口面; d——室间壳口; e——终室余壁。

面缝合线两侧具颗粒物。

正模标本产地 王家岗 (DG1 孔 6 米)。

57. 凸镶边转轮虫 *Ammonia limbatobeccarii* (McLean) (图版 VI: 10)

Rotalia limbatobeccarii McLean, 1956, p. 357, pl. 47, figs. 5—8.

壳双凸, 2—3 圈, 低至高螺旋, 壳缘窄圆至圆; 脐部深陷, 有的具脐塞。房室逐渐增大, 终圈 9—12 室。缝合线呈宽凸镶边状, 斜直至稍弯。壁孔细; 房室腹面脐端厚而透明, 无壁孔。壳口低拱形, 位于终室腹面基部; 缝合线次壳口不明显。

测量(毫米) IOAS-F608 壳径 0.53, 壳厚 0.23。

据 McLean (1956), 本种的缝合线特征与 *Rotalia* (= *Ammonia*) *beccarri ornata* Cushman 相似, 但后者房室腹面脐端不呈瓣状, 脐部无脐塞。

分布 美国弗吉尼亚中新统。

58. 沼泽转轮虫 *Ammonia limnetes* (Todd and Bronnimann) (图版 VI:4)

Streblus limnetes Todd and Bronnimann, 1957, p. 38, pl. 10, fig. 4.

Ammonia limnetes (Todd and Bronnimann) Haynes, 1973, p. 189, pl. 18, figs. 7—9, pl. 19, fig. 8; pl. 30, fig. 8; text-fig. 40, nos. 1—5.

壳扁, 腹面脐部稍敞露; 壳缘圆, 周缘不呈瓣状; 壳缘观两侧近平行。房室少, 不膨鼓, 终圈 6—7 室。缝合线清楚, 与壳面齐平; 腹面缝合线内端稍裂开。壳壁半透明, 壁孔细, 壳面光滑。壳口低拱缝状, 位于终室腹面基部; 腹面缝合线次壳口较接近脐部。

测量(毫米) IOAS-F609 壳径 0.26, 壳厚 0.11。

据 Todd and Bronnimann, 本种在委内瑞拉帕里亚湾, 仅局限分布于潮间带的红树沼泽环境; 他们认为本种是个良好的沼泽指示种。

分布 委内瑞拉帕里亚湾、美国圣安托尼欧湾、北美沿岸、英国卡迪根湾; 英国卡迪根湾全新统。

59. 多室转轮虫 (新种) *Ammonia multicella* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 VI:6—8)

壳小, 一般 3 圈, 低至高螺旋, 背面较腹面凸, 腹面脐部封闭或稍敞露、凹陷、无脐塞; 壳缘圆, 周缘略呈瓣状。房室分明, 缓慢增大, 稍膨鼓, 终圈 8—9 室。缝合线清楚, 辐射至稍弯, 透明, 呈镶边状; 背面初圈缝合线稍凸, 终圈缝合线稍凹; 腹面缝合线凹下, 脐端深裂。壳壁薄, 壁孔细而明显。壳口位于终室腹面基部, 一般不显露; 缝合线次壳口不甚明显。

正模标本 IOAS-F610 壳径 0.38 毫米, 壳厚 0.16 毫米。

副模标本 IOAS-F611 壳径 0.28 毫米, 壳厚 0.13 毫米。

副模标本 IOAS-F612 壳径 0.31 毫米, 壳厚 0.15 毫米。

新种与 *Ammonia parkinsoniana* 较为相似, 但后者脐部具明显脐塞, 缝合线较弯。

正模标本产地 神堂 (DG3 孔 11 米)。

60. 高锅转轮虫 *Ammonia takanabensis* (Ishizaki) (图版 VI:5)

Streblus takanabensis Ishizaki, 1948, p. 57, pl. 1, fig. 5.

Rotalia takanabensis (Ishizaki). Asano, 1951b, p. 16, figs. 124—126.

Ammonia takanabensis (Ishizaki). Huang, 1964, pl. 1, fig. 2. —Matoba, 1967, p. 251, pl. 27, fig. 3.

壳较小, 双凸, 3—4 圈; 腹面常较背面凸, 脐部一般封闭; 壳缘稍锐, 无镶边。房室背面近长方形, 终圈一般 7—9 室。缝合线清楚, 背面的呈平镶边状, 稍斜; 腹面的较凹, 近中半段具较长而明显次壳口, 次壳口两侧缘常具壳质粒突。壳壁薄, 壁孔细。壳口低拱形, 位于终室腹面基部。

测量(毫米) IOAS-F613 壳径 0.20, 壳厚 0.09。

分布 我国和日本中新统至现代。

61. 嗜温转轮虫 *Ammonia tepida* (Cushman) (图版 VII:1)

Rotalia beccarri (Linnaeus) var. *tepida* Cushman, 1926, p. 79, pl. 1.

Streblus beccarii (Linnaeus) var. *tepida* Cushman Todd and Bronnimann, 1957, p. 38, pl. 10, figs. 5—11. —Arnal, 1958, p. 40, pl. 12, figs. 4, 5, 6, 17.

S. tepidus (Cushman). Bandy, 1961, p. 17, pl. 1, fig. 5. —Bermudez and Seiglie, 1963, p. 167, pl. 27, fig. 2.

Ammonia tepida (Cushman). Banner and Williams, 1973, p. 59, pl. 6, figs. 1—14, pl. 8, figs. 1—14; pl. 9, figs. 1—10; pl. 10, figs. 1—6. —Haynes, 1973, p. 191, pl. 18, fig. 17; pl. 30, fig. 7; text-fig. 41, nos. 1—7.

壳低螺旋, 近圆形, 2—3 圈, 背面稍凸或背腹面约等凸; 脐部凹陷, 一般无脐塞, 有时具不甚明显的脐塞; 壳缘圆, 周缘呈瓣状。房室稍膨鼓, 终圈 6—8 室。缝合线清楚, 呈镶边状, 腹面的近脐端深裂; 背面的稍弯, 与壳面齐平, 仅在终圈后成部分稍凹。壁孔细。壳口位于终室腹面基部; 缝合线次壳口呈逗号形, 明显, 有时被透明壳质物覆盖。

测量(毫米) IOAS-F614 壳径 0.38, 壳厚 0.18。

本种为典型的浅水种, 亦适应于半咸水环境。

分布 波多黎各岛, 托土加岛 (Tortugas Island), 帕里亚湾, 美国索耳顿湖, 大堡礁, 热带太平洋。

假圆旋虫属(新属) *Pseudogyroidina* S. Y. Zheng, n. gen.

模式种: 中华假圆旋虫(新种) *Pseudogyroidina sinensis* S. Y. Zheng, n. sp.

壳螺旋; 背面平至微凸, 露现所有房室; 腹面较凸, 仅露终圈房室, 脐部凹陷、稍敞露。房室较膨鼓。缝合线清楚, 背面的一般稍弯; 腹面的近辐射, 近脐端具次壳口。壳壁钙质有孔型, 较薄, 壁孔细, 显微结构辐射状; 隔壁面单层。壳口位于终室腹面基部, 自近壳缘向脐部伸延, 有时不明显; 具内齿板。

新属外表象 *Gyroidina*, 但后者壳口不具内齿板, 房室脐端无次壳口, 壳壁显微结构颗粒状。新属与 *Ammonia* 主要区别在于, 内齿板不向隔壁面腹侧上方延伸。

62. 中华假圆旋虫(新属新种) *Pseudogyroidina sinensis* S. Y. Zheng, n. gen., n. sp. (图版 VII: 2—4)

Gyroidina depressa Ho, Hu et Wang (not Alth), 何炎等, 1965, 90 页, 图版 VII. 图 8a—e.

壳较小而扁, 背面平至微凸, 腹面较凸, 脐部凹陷、稍敞露; 壳缘浑圆, 周缘不呈瓣状。房室分明, 2—3 圈, 终圈 7—10 室, 依次渐增大。缝合线细窄而清晰, 背面的略呈镶边状、稍弯、微凹, 腹面的稍凹、近辐射至微弯。壳壁薄, 半透明, 壁孔甚细。壳口位于终室腹面基部, 在近壳缘处呈现高拱形, 向脐部呈缝状延伸, 缝状部分常具宽口唇。壳口具内齿板。内齿板自室间壳口偏腹侧下方向前延伸, 背侧封闭, 腹侧开放。终室壳口周围的壳壁显著内凹(特别是向背面一侧), 有时与内齿板前伸部分相接(图版 VII: 4)。

正模标本 IOAS-F615 壳长 0.34 毫米, 壳宽 0.29 毫米, 壳厚 0.15 毫米。

新种与何炎等(1965)记载于江苏东部第四纪的 *Gyroidina depressa* 是一样的。它与首次记载于德国 Lemburg 上白垩纪的 *Gyroidina depressa* (Alth) 差异较大, 后者终圈房室较多(10—12 个), 壳缘窄圆 (Cushman and Church, 1929)。此外, 新种壳口具内齿板, 壳壁显微结构辐射状; 而 *Gyroidina* 的壳口无内齿板, 壳壁显微结构颗粒状。

新种的壳壁有的不透明, 可能与所处环境的 pH 值有关。据 Murray (1967) 的实验观察, pH 值降低, 能在很短时间内腐蚀钙质壳, 从而使透明壳壁变为不透明。

新种在 DG3 孔某几层位数量较多, 发育良好, 常与其他半咸水种类同时出现。

正模标本产地 神堂 (DG3 孔 10.3 米)。

星车轮虫属 *Asterorotalia* Hofker, 1950

壳螺旋, 壳缘具 3 根起始于壳体最初部分的辐射刺。具隔壁间管道, 其末端开口于腹

面缝合线边缘。腹面缝合线部分地被长片状壳质物覆盖。壳壁钙质有孔型,显微结构辐射状。壳口位于终室腹面基部近壳缘处,具内齿板;室间壳口宽椭圆形。(更新世至现代)

63. 丽星车轮虫 *Asterorotalia pulchella* (d'Orbigny) (图版 VII:5)

Rotalia pulchella d'Orbigny. Brady, 1884, pp. 710—711, pl. 115, fig. 8a, b. —Hofker, 1927, p. 37, pl. 16, figs. 7—10.

Rotalia trispinosa Thalmann. Asano, 1951b, p. 17,, fig. 127.

Asterorotalia pulchella (d'Orbigny). Hofker, 1951, p. 505, figs. 343—344. —Reiss and Merling, 1958, p. 1, pl. 2, figs. 2—3, pl. 5, figs. 12—13. —Hofker, 1971, p. 25, pl. 69, figs. 1, 2, 4, 7; pl. 70, figs. 1—8, text-fig. 32.

A. trispinosa (Thalmann). Huang, 1964, p. 60, pl. 2, fig. 10; pl. 3, fig. 9. —Chose, 1966, pp. 104—108, fig. 6.

壳小,略呈三角形,较扁,壳缘观两侧近平行;壳缘钝,具三根间距约等的辐射长刺。房室稍膨鼓,终圈 10 室左右。缝合线清楚,背面的近辐射、呈凸镶边状、有时呈断续粒突状,腹面的深陷、被长片状壳质物覆盖至近壳缘处;室间壳口高拱形。

测量(毫米) IOAS-F618 壳长 0.53, 壳宽 0.45, 壳厚 0.18。

分布 本种是个典型的印度-太平洋暖水种。马来半岛、南孟加拉、巴布亚、爪哇、斐济群岛;我国台湾更新统、日本新第三系。

仿车轮虫属 *Pararotalia* Y. Le Calvez, 1949

壳螺旋,脐部一般具脐塞。房室有时具短缘刺。壳壁钙质有孔型,显微结构辐射状。壳口位于终室腹面基部或稍离基部,自近壳缘伸延至脐部,具口唇及内齿板。(上白垩纪至现代)

64. 仿车轮虫(未定种) *Pararotalia* sp. (图版 VII:6)

壳双凸,腹面较背面凸,脐部凹陷,无脐塞;壳缘稍锐,具宽镶边。房室较少,逐渐增大,终圈 6 室。缝合线镶边状,背面的稍弯、与壳面齐平,腹面的深陷。壳壁厚,壁孔细,壳面不甚平滑。壳口低拱形,口唇稍厚。

测量(毫米) IOAS-F619 壳长 0.33, 壳宽 0.25, 壳厚 0.15。

我们仅在 DG1 孔 53.5 米层位发现一个标本,可能是个幼体。

假车轮虫属 *Pseudorotalia* Reiss and Merling, 1958

壳螺旋,壳缘具或无龙骨。缝合线镶边状。管道系发达,具旋管道、隔壁间管道和垂直脐管道。腹面脐部覆以透明壳质物,表面常具大圆孔(即垂直脐管道之开口)。隔壁间管道具分叉支管,开口于背、腹面缝合线处。壳壁钙质有孔型,显微结构辐射状。壳口位于终室腹面基部,具内齿板。(上新世至现代)

65. 多变假车轮虫 *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny) (图版 VII: 7; 图 11)

Rotalia schroeteriana Parker and Jones var. *inflata*, Millett, 1904, pp. 504—505, pl. 10, fig. 5.

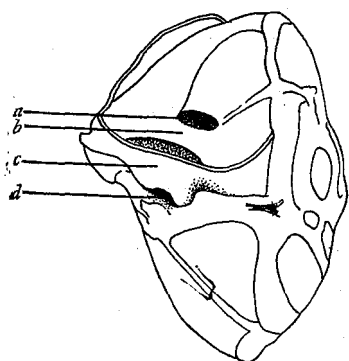
Streblus rolshauseni (Cushman and Bermudez) Byrne, LeRoy and Riley, 1959, pl. 4, fig. 5, pl. 5, fig. 6.

Rolshausenia rolshauseni (Cushman and Bermudez). Todd and Bronnimann, 1957, p. 39, pl. 11, figs. 1a—c. —Graham and Militante, 1959, p. 97, pl. 14, fig. 11.

Asterorotalia inflata (Millett). Hofker, 1951, pp. 504—505, figs. 342a, b. —Albani, 1965, p. 61, pl. 6, figs. 8—10.

Pseudorotalia gaimardii (d'Orbigny). Ujiie, 1963 p. 237, pl. 2, figs. 15—20; pl. 3, figs. 1—2. —Huang, 1964, p. 60, pl. 1, fig. 9; pl. 3, figs. 5—6.

壳 2—3 圈,背面一般稍凸,腹面甚凸,脐部尖突至钝突;壳缘锐至钝,周缘略呈瓣状。



0.1 mm

图 11 多变假车轮虫 *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny) 剖去局部终室壁,示壳口及内齿板等特征(壳缘视)

a——室间壳口; b——内齿板;
c——终室余壁; d——终室壳口。

房室逐渐增大,终圈 5—12 室。缝合线清楚,背面的弯曲,呈凸镶边状,有时呈断续突粒状,与旋缝合线交接处有时显露近三角形次壳口;腹面的近辐射,深裂,裂隙两侧缘呈凸镶边状,除近壳缘部分外,均被长片状壳质物覆盖。壁孔细密。壳口低拱形,与口面基线斜交成锐角;腹面缝合线次壳口被长片状壳质物遮掩。

测量(毫米) IOAS-F620 壳径 0.53,壳厚 0.33。

本种的管道系与 *P. schroeteriana* 的大致相似,但本种的较为简单,隔壁间管道仅派生少数几条简单支管,有的无支管。

本种的壳体厚度、壳缘钝锐程度及房室数目等变化较大。

分布 马来半岛、菲律宾、墨西哥湾、非洲南部德班湾、红海、美国得克萨斯沿岸;日本东京全新统、我国台湾中新统至现代。

66. 圆锥假车轮虫 *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker and Jones) (图版 VII:8)

Rotalia schroeteriana Parker and Jones. Brady, 1884, p. 707, pl. 115, fig. 7a—c. —Hofker, 1927, p. 39, pl. 18, pl. 19, pl. 21, figs. 1, 2, 7, 11, 13. —Keijzer, 1936, p. 132, pl. 4, figs. 3—10. *Streblus schroeterianus* (Parker and Jones). Ishizaki, 1940, p. 56, pl. 3, figs. 5, 9; pl. 4, figs. 7—8. *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker and Jones). Reiss and Merling, 1958, p. 13, pl. 5, fig. 15. —Hornibrook, 1961, p. 131, pl. 28, fig. 558. *P. schroeteriana schroeteriana* (Parker and Jones). Huang, 1964, pp. 60—61, pl. 1, fig. 12.

壳圆锥形,3—4 圈,背面平至微凸,腹面高凸;脐部平截或尖突,覆以透明壳质物,表面具数个较大圆孔(即垂直脐管道之开口);壳缘锐,周缘一般不呈瓣状,具透明壳质龙骨。终圈房室可多至 20 个左右。缝合线呈凸镶边状,有时呈串珠状,具单列或双列圆孔(即隔壁间管道支管之开口)。壳壁厚,壁孔细。壳口椭圆形,具口唇,位于终室腹面基部,与口面基线斜交成锐角。

测量(毫米) IOAS-F622 壳径 1.00,壳厚 0.68。

本种的幼体标本脐部较尖突,较大的成体标本脐部则较平截。灌区的标本大都是幼体,终圈一般仅有 7—8 个房室;个别较大的标本,终圈可具十几个房室。

分布 本种为典型的热带浅水种。菲律宾、加里曼丹、爪哇、中国的台湾省;新西兰第三系,中国台湾晚中新统至更新统、江苏东部第四系。

企虫科 Elphidiidae Galloway, 1933

企虫亚科 Elphidiinae Galloway, 1933

企虫属 *Elphidium* de Montfort, 1808

壳平卷包旋,壳缘观一般呈透镜形,两侧对称。房室具后伸物。缝合线具壁间桥。管道系复杂,各房室脐端以旋管道相连,旋管道派生垂直脐管道和隔壁间管道;垂直脐管道开口于脐盾表面;隔壁间管道派生许多分叉支管,开口于缝合线处。壳壁钙质有孔型,显

微结构辐射状。壳口为一列小孔,位于口面基部,口面有时尚具补充孔。(下始新世至现代)

67. 异地企虫 *Elphidium advenum* (Cushman) (图版 VIII: 1; 图 12)

Polystomella subnodosa Brady (not Münster), 1884, p. 734, pl. 110, figs. 1a, b. —Hada, 1931, p. 125, text-fig. 81.

Elphidium advenum (Cushman). Cushman, 1939, p. 60, pl. 16, figs. 31—35. —Phleger, Parker and Peirson, 1953, p. 31, pl. 6, fig. 15. —Todd and Bronnimann, 1957, p. 39, pl. 6, figs. 5—7. —Kikuchi, 1964, pl. 4, figs. 28—30.

E. advena (Cushman). Todd, 1958, p. 269, pl. 4, figs. 3, 4.

Elphidiononion advenum (Cushman). Hofker, 1960, p. 262, fig. 176A; 1971, p. 67, pl. 98, figs. 4—9; pl. 103, fig. 3.

壳中等大小,壳缘观略呈透镜形,壳缘较锐,具窄龙骨,脐部具较凸脐盾。房室较多,终圈 10—15 室,逐渐增大。缝合线弯曲,凹陷,一般具 8—10 条壁间桥。壳壁半透明,壁孔细,壳面较光滑。壳口为一列小孔,位于口面基部。

测量(毫米) IOAS-F623 壳径 0.45,壳厚 0.18。

本种大多数标本壳缘具龙骨,少数标本的壳缘龙骨仅局限于终圈的早成部分。

Hofker (1960) 将本种归纳入 *Elphidiononion* 属,据 Hofker, *Elphidiononion* 的房室“无真正后伸物”。我们将一些标本做了胶蜡塑模,从中肢解出一个房室的塑模,可以看出具有微小后伸物(图 12b),为此,我们仍将本种置于 *Elphidium* 属。

本种适于热带及亚热带珊瑚礁环境及暖温带近岸浅水环境,其适温、盐范围较广。

分布 这是个世界广布种。渐新世至现代。

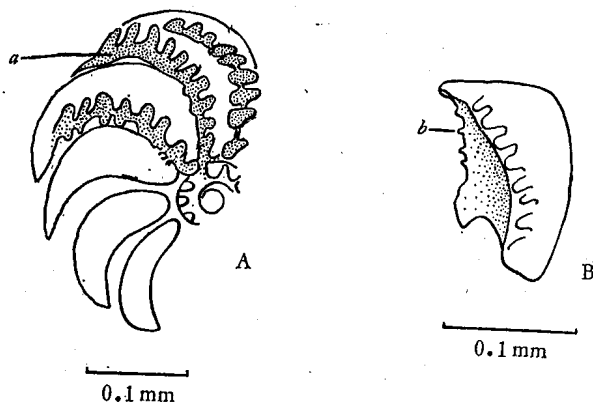


图 12 异地企虫 *Elphidium advenum* (Cushman)

A. 局部壳体的胶蜡塑模(侧视),示隔壁间管道及其分叉支管(a);

B. 单一房室的胶蜡塑模(侧视),示房室具微小后伸物(b)。

68. 粗糙企虫 *Elphidium hispidulum* Cushman (图版 VII: 9)

Elphidium hispidulum Cushman, 1936a, p. 83, pl. 14, figs. 13a, b. —Todd and Bronnimann, 1957, p. 39, pl. 7, fig. 1. —Collins, 1958, p. 420. —Waller, 1960, p. 1179.

壳近圆形,壳缘观呈透镜形,壳缘窄圆,终圈后成部分常呈瓣状;脐部具少数壳质疣突。房室不甚分明,终圈 10 余个房室,逐渐增大,有时最后 2、3 个房室迅速增大。缝合线不甚清楚,稍弯。壳面粗糙,除布满细茸刺状突起外,尚具许多与壳缘平行的连续或断续条

肋。最后几室壳面常无条肋。壳口为一列小孔,位于口面基部。

测量(毫米) IOAS-F624 壳径 0.53, 壳厚 0.23。

本种是个较典型的暖水沿岸种,适温较高,适盐较广。

分布 澳大利亚、帕里亚湾;我国江苏东部第四系。

69. 显孔鼓室企虫 *Elphidium hughesi foraminosum* Cushman (图版 VIII: 4—5)

Elphidium hughesi Cushman and Grant var., 1927, p. 75, pl. 7, fig. 5.

E. hughesi Cushman and Grant var. *foraminosum* Cushman, 1939, p. 49, pl. 13, fig. 8. —Cushman and Gray, 1946, p. 26, pl. 4, fig. 42.

E. hughesi foraminosum Cushman. Asano, 1953, p. 8, figs. 46, 47. —Ujiie, 1956, p. 278, pl. 15, fig. 17. —Matsunaga, 1963, pl. 36, fig. 10.

壳小,壳缘宽圆,后成部分呈瓣状;脐部凹陷,有时具完整或不完整脐盾。房室逐渐增大,终圈 9—11 室,最后几个较膨鼓。缝合线凹陷,稍弯至直,具少数宽短壁间桥。壳壁较厚,透明至半透明,壁孔较粗。壳口为一列小孔,位于口面基部。

测量(毫米) IOAS-F625 壳径 0.34, 壳厚 0.17。

IOAS-F626 壳径 0.33, 壳厚 0.15。

分布 日本中新统至上新统、美国上新统。

70. 扁肾企虫 *Elphidium jenseni* (Cushman)(图版 VIII:7)

Polystomella jenseni Cushman, 1924, p. 49, pl. 16, fig. 6.

Elphidium jenseni (Cushman). Cushman, 1933a, p. 48, pl. 11, figs. 6, 7. —Asano, 1953, p. 9, figs. 48, 49, —Cushman, Todd and Post, 1954, p. 346, pl. 86, fig. 32. —Takayanagi, 1955, p. 43, pl. 1, fig. 28. —Matsunaga, 1963, pl. 36, fig. 11. —Albani, 1968, p. 112, pl. 10, fig. 8.

Criboelphidium jenseni (Cushman). Ujiie, 1956, p. 273, pl. 15, figs. 1, 2.

壳扁,略呈宽肾形;壳缘具不甚明显龙骨,周缘不呈瓣状。房室不膨鼓,逐渐增大,终圈十几个房室。缝合线清楚,稍凹,壁间桥较长。壁孔细,脐部具细粒突。主壳口不外露,口面具许多小圆孔。

测量(毫米) IOAS-F627 壳长 0.40, 壳宽 0.28, 壳厚 0.12。

分布 澳大利亚、热带太平洋诸岛、日本;日本上新统。

71. 清晰企虫 *Elphidium limpidum* Ho, Hu et Wang (图版 VIII:11—12)

Elphidium ibericum (Schrodt) *limpidum* Ho, Hu et Wang, 何炎等, 1965, 129 页, 图版 XVI, 图 7a, b.

壳较大而扁,近圆形,不完全包旋;壳缘圆至窄圆,周缘不呈瓣状;壳缘观两侧近平行。房室多,终圈具 20 个左右,缓慢增大。缝合线清楚,稍凹,直或稍弯,沿线具十余个小圆孔,壁间桥细短。脐部较平,覆以透明壳质物,表面具数个圆孔。壳壁薄,壁孔细。壳口为一列小孔,位于口面基部。

测量(毫米) IOAS-F628 壳径 0.65, 壳厚 0.23。

IOAS-F629 壳径 0.50, 壳厚 0.18。

本种与 *E. ibericum* (Schrodt) 的差异较大,后者壳体厚,完全包旋,脐部甚凸。为此,我们将其提升为独立种。

分布 我国江苏东部第四系。

72. 缝裂企虫 *Elphidium magellanicum* Heron-Allen and Earland (图版 VIII:3)

Elphidium (*Polystomella*) *magellanicum* Heron-Allen and Earland, 1932, p. 550, pl. 16, figs. 26—28.

E. magellanicum Heron-Allen and Earland. Cushman, 1939, p. 62, pl. 17, fig. 17. —Haynes, 1973,

p. 202, pl. 22, fig. 5; pl. 24, figs. 5, 6; pl. 26, fig. 11; pl. 28, figs. 5—7.

E. aff. magellanicum Heron-Allen and Earland, Ujiie, 1963, p. 241, pl. 3, fig. 28.

壳小,较扁;壳缘宽圆,周缘呈瓣状。房室较少而较鼓,逐渐增大,终圈5—8室。缝合线深凹,近脐端深裂,填满细颗粒物。壳壁薄,呈玻璃透明,壁孔较粗而稀疏。壳口为一列小孔,位于口面基部。

测量(毫米) IOAS-F630 壳径0.26,壳厚0.13。

本种与 *E. subarcticum* Cushman 有些相似,但后者壳体较大,房室较多,缝合线不深裂。

Matoba (1970) 的 *E. subarcticum* Cushman var. 有可能是本种。

从其分布记录看,这是个冷温水性种。

分布 马尔维纳斯群岛、阿根廷、美国、英国、德国、法国;日本东京全新统。

73. 珍珠企虫 *Elphidium margaritaceum* Cushman (图版 VIII:8)

Elphidium advenum (Cushman) var. *margaritaceum* Cushman, 1930, p. 25, pl. 10, fig. 3. — Ronai, 1955, p. 145, pl. 21, fig. 5.

E. margaritaceum Cushman. Todd and Low, 1961, p. 19, pl. 2, fig. 3. — Haynes, 1973, p. 203, pl. 24, figs. 12, 13; pl. 29, fig. 8.

壳扁,完全包旋;脐部稍凹,无脐盾;壳缘窄圆,无龙骨。房室不膨鼓,逐渐增大,终圈6—10室。缝合线凹陷、弯曲,壁间桥10条左右、较短。壳壁半透明,壁孔粗而密,缝合线两侧、脐部及口面均具微细颗粒物。壳口为一列小孔,位于口面基部。

测量(毫米) IOAS-F631 壳径0.45,壳厚0.20。

本种与 *E. advenum* 的主要区别在于,脐部无脐盾,壳缘无龙骨。

分布 美国、德国、英国。

74. 霜粒企虫 *Elphidium nakanokawaense* Shirai (图版 VIII:6)

Elphidium nakanokawaense Shirai. Shirai, 1961, p. 22, pl. 34, figs. 5—7.

壳小,稍扁,脐部凹陷;壳缘宽圆,周缘略呈瓣状;壳缘观两侧近平行。房室膨鼓,终圈6—9室(一般8室)。缝合线凹陷,稍弯。壳壁近透明,壁孔细;脐部、缝合线及终圈第一房室均被不透明霜粒状微细颗粒物覆盖;壁间桥不明显,仅最后几室的较明显、宽短。壳口不外露;室间壳口缝状,位于隔壁面基部。

测量(毫米) IOAS-F632 壳径0.25,壳厚0.12。

据 Shirai (1961), 本种为冷水性种。

分布 日本新生界。

75. 简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman (图版 VIII: 9; 图 13)

Elphidium simplex Cushman, 1933a. p. 52, pl. 12, figs. 8, 9. — Cushman and McCulloch, 1940, p. 169, pl. 19, fig. 1. — Hofker, 1955, p. 157, pl. 24, figs. 4—7. — Albani, 1968, p. 113, pl. 10, fig. 4.

壳小而扁,脐部凹陷,具明显扁平脐盾;壳缘窄圆至圆,周缘略呈瓣状。房室稍膨鼓,逐渐增大,终圈9—11室。缝合线清楚,弯曲,有时略呈“S”形,凹陷;近脐端较宽,具微细颗粒物;壁间桥一般不明显,有时仅最后几个房室的较明显、短小。壳壁薄,壁孔甚细密。壳口为一列小孔,位于口面基部;室间壳口拱形或拱缝状。隔壁面两侧缘具窄隔壁间管道。

测量(毫米) IOAS-F633 壳径0.35,壳厚0.13。

本种外形与 *Nonion advenum* (Cushman) 最为相似,但后者缝合线无壁间桥,脐盾较

凸,壳体较大。本种的壁间桥一般不显露,但有的在最后几个房室较为清楚;此外,本种具管道系。

分布 本种是个典型的印度-太平洋种。西印度群岛、加利福尼亚湾、加拉帕戈斯群岛、汤加群岛、斐济群岛、澳大利亚。

76. 亚卷曲企虫 *Elphidium subcrispum* Nakamura (图版 VIII:2)

Elphidium subcrispum Nakamura, 1937, p. 139, pl. 11, fig. 8.

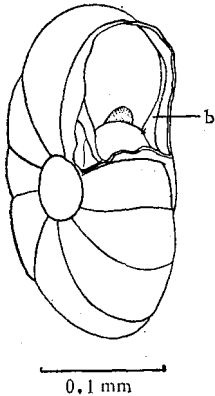


图 13 简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman
剖去局部终室壁, 示隔壁间管道 (b)。

壳近圆形,口面观呈厚透镜形,壳缘窄圆;脐盾大而高凸,表面无孔。终圈房室 11—14 个,最后几个稍膨鼓。缝合线不甚清楚、稍凹、微弯,壁间桥较宽。壳壁较厚,壁孔细。壳口为一列小孔,位于口面基部。

测量(毫米) IOAS-F635 壳径 0.38, 壳厚 0.22。

本种与 *E. crispum* 的区别在于壳壁较厚,壳缘较钝,房室较少,脐盾表面无孔。

分布 我国台湾第三系、江苏东部第四系。

筛九字虫属 *Cribrononion* Thalmann, 1947

壳平卷包旋,两侧对称。房室简单,无后伸物。缝合线凹陷,可有壁间桥;隔壁间管道派生许多简单支管开口于缝合线处,缝合线具单列小圆孔。壳壁钙质有孔型,显微结构辐射状。壳口单一或为一列小孔,位于口面基部。(中新世至现代)

77. 亚洲筛九字虫 *Cribrononion asiaticum* (Polski) (图版 VIII:10)

Elphidium discoidale (d'Orbigny) var. *asiaticum* Polski, 1959, p. 585, pl. 8, figs. 2a, b.

壳较小,有时不完全包旋;脐部覆以透明壳质物,较平,有时透显初圈;壳缘观呈透镜形,壳缘窄圆至稍锐,有时仅最后几室壳缘略呈瓣状。房室逐渐增大,不膨鼓或微膨鼓,终圈 9—13 室。缝合线清楚,约与壳面齐平,近脐端较宽,向壳缘端渐窄,具单列小圆孔(10 个左右)。壳壁薄而透明,壁孔细。壳口为一列小孔,位于口面基部。

测量(毫米) IOAS-F636 壳径 0.25, 壳厚 0.13。

Polski (1959) 将本种定为 *Elphidium discoidale* (d'Orbigny) 的一个变种 *asiaticum*。Cushman (1939) 所示 *E. discoidale* (d'Orbigny) 的原始图形,脐部具大而高凸的脐盾,壳体较扁,壳缘较锐,周缘略呈瓣状。变种的脐部与壳面齐平、无脐盾,壳缘较钝而较完整。变种与典型种差异较大,我们将其提升为独立种。

分布 目前为止,除在我国海区有出现外,尚未见其他记载。

78. 易变筛九字虫 *Cribrononion incertum* (Williamson) (图版 VIII: 15—16; 图 14—15)

Polystomella umbilicatulula Walker var. *incerta* Williamson, 1858, p. 44, pl. 3, fig. 82.

Elphidium incertum (Williamson). Ujiie, 1963, pl. 3, fig. 27. —Buzas, 1966, p. 592, pl. 72, figs. 1—6.

—Haynes, 1973, p. 199, pl. 22, fig. 6; pl. 24, figs. 14—16; pl. 25, figs. 8, 9.

E. subincertum Asano, 1953, p. 10, fig. 56, 57. —Shirai, 1961, p. 25, pl. 34, fig. 12, pl. 35, fig. 1.

—Matsunaga, 1963, pl. 36, fig. 12.

“*Elphidium*” *incertum* (Williamson). Matoba, 1970, p. 53, pl. 7, figs. 10a, b.

Elphidium matsukawauraense Takayanagi, 1955, p. 51, figs. 27a, b.

壳较扁,包旋,脐部稍凹、无脐盾;壳缘窄圆至圆。房室逐渐增大,终圈7—11室。缝合线略呈“S”形弯曲,凹陷,具少数缝状裂口。壳壁薄,近透明或呈珠白色,壳面光滑,终圈第一房室表面粗糙、具微细壳质粒突。壳口为一列半圆形小孔,位于口面基部。

测量(毫米) IOAS-F637 壳径0.40,壳厚0.19。

IOAS-F638 壳径0.38,壳厚0.18。

本种的分类较紊乱。根据 Williamson (1858) 标本的图形,终圈具9个房室,缝合线处有几个排列较规则的小孔,脐部无任何饰物。至于缝合线特征有变化,Williamson 在原始描述中曾指出,缝合线的孔有时形成长的辐射沟(特别是近脐端的),有时呈现为与缝合线平行的卵形凹坑,有时则不甚明显。

Asano 1953 年定了一个新种 *Elphidium subincertum*, 他提及新种与 *E. incertum* 不同在于缝合线具缝状裂口,脐部没有瘤突或不规则裂缝。实际上,Williamson 的原始描述并未提及脐部有瘤突或“不规则”裂缝。我们认为 Asano 的 *E. subincertum* 的特征,仍属于 *E. incertum* 的范围。

我们剖去本种标本的终室壁,看出隔壁面两侧各有一条隔壁间管道,管道外侧各派生几条短小的简单支管通向缝合线处;缝合线上的裂口即是隔壁间管道简单支管的开口;隔壁间管道并向前延伸至终室口面基部内缘。

灌区的标本与 Shirai (1961) 的 *Elphidium subincertum* 和 Matoba (1970) 的“*Elphidium*” *incertum* 最为相似。

分布 加拿大戴维斯海峡、巴芬湾、哈得孙湾,冰岛,格陵兰岛,马尔维纳斯群岛,南乔治亚群岛,白令海,鄂霍次克海,日本北部沿岸等。从其分布看,本种是个冷温水性种。

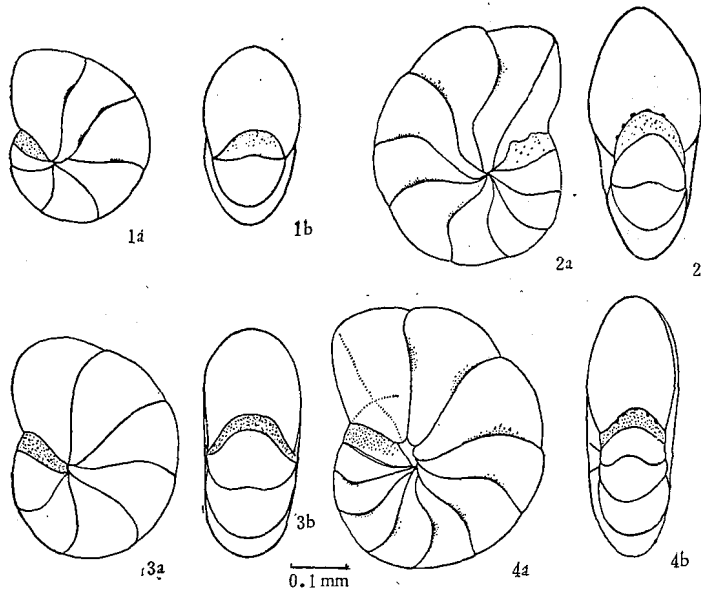


图14 易变筛九字虫 *Cribronion incertum* (Williamson) 示壳缘形状及房室数目的变化

a. 侧视; b. 壳缘视。

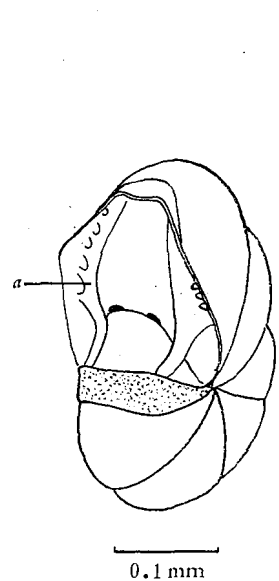


图15 易变筛九字虫 *Cribronion incertum* (Williamson) 剖去终室壁,示隔壁间管道及其简单支管 (a)

79. 孔缝筛九字虫(新种) *Cribrononion porisuturalis* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 VIII: 13—14; 图 16)

壳较扁,包旋至稍露旋,脐部稍凹,壳缘宽圆。房室分明,逐渐增大,终圈一般 8—9 室(有时多至 11 室),最后几个稍膨鼓。缝合线清楚,稍凹,较弯,具单列小圆孔(即隔壁间管道简单支管之开口)。壳壁较薄,透明或半透明,壁孔较细。口面高,中央常具一条表面较粗糙的竖直宽带状区。终室壳口不明显,室间壳口一般为二、三个半圆形小孔,位于口面基部。

正模标本 IOAS-F642 壳长 0.30 毫米,壳宽 0.25 毫米,壳厚 0.11 毫米。

副模标本 IOAS-F643 壳长 0.48 毫米,壳宽 0.33 毫米,壳厚 0.15 毫米。

新种与 *Elphidium poeyanum* (d'Orbigny) 有些相似,但后者房室完全包旋,缝合线较直,口面较低;此外,据 Cushman (1939),后者缝合线尚具宽短壁间桥。

正模标本产地 神堂(DG3 孔 4.8 米)。

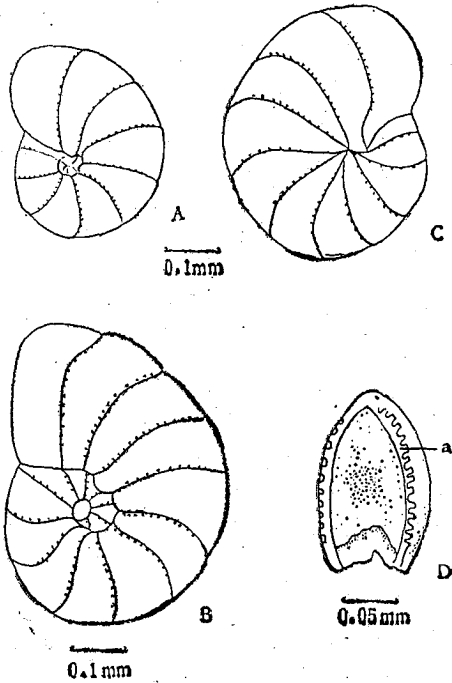


图 16 孔缝筛九字虫(新种) *Cribrononion porisuturalis* S. Y. Zheng, n. sp.

A, B——稍露旋的标本; C——包旋的标本;
D——单一房室的胶蜡塑模(口视),示隔壁间管道及其简单支管(a)。

小企虫属 *Elphidiella* Cushman, 1936

壳平卷包旋,两侧对称。房室无后伸物。隔壁间管道派生许多分叉支管开口于缝合线两侧,缝合线两侧各有一行小圆孔。壳壁钙质有孔型,显微结构辐射状。壳口为一列小孔,位于口面基部;有时口面尚具筛状口孔。(古新世至现代)

80. 短管小企虫(新种) *Elphidiella brevicanalisis* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 IX: 2)

壳扁,壳缘圆,周缘一般呈瓣状,脐部稍凹。房室分明,稍膨鼓,终圈 9—11 室。缝合线稍弯、凹陷,两侧有时部分透显由隔壁间管道派生的较短分叉支管,支管开口于缝合线两侧。壳壁较薄,近透明,壁孔较细而致密。壳口缝状,位于口面基部。

正模标本 IOAS-F647 壳径 0.43 毫米,壳厚 0.15 毫米。

新种与 *Elphidiella kiansguensis* (Ho, Hu et Wang) 有些相似,但后者壳缘一般不呈瓣状,脐部较平,壳壁较厚,壁孔较粗,隔壁间管道的分叉支管较长,透显较为清楚。

正模标本产地 神堂(DG3 孔 11 米)。

81. 江苏小企虫 *Elphidiella kiansguensis* (Ho, Hu et Wang)(图版 IX: 1; 图 17)
Cribrononion kiansguense Ho, Hu et Wang. 何炎等, 1965, 114 页, 图版 XIII, 图 13a, b.

壳扁,壳缘圆,周缘一般不呈瓣状;脐部较平,有时具透明壳质物或粒突。房室逐渐增

大, 终圈 8—11 室, 一般不甚膨鼓。缝合线弯曲, 较平, 有时最后几条稍凹; 缝合线两侧透显出隔壁间管道所派生的较长分叉支管, 支管口开于缝合线两侧。壳壁近透明, 壁孔较粗。口面较高; 壳口位于口面基部, 一般不显露; 室间壳口缝状。

测量(毫米) IOAS-F648 壳径 0.40, 壳厚 0.15。

何炎等(1965)在本种的原始描述中所述“缝合线形成较宽的带状”, 就是隔壁间管道的分叉支管的轮廓透显于缝合线两侧所致。

分布 我国江苏东部第四系。

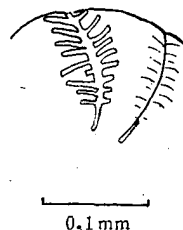


图 17 江苏小企虫 *Elphidiella Jiangsuensis* (Ho, Hu et Wang) 的隔壁间管道及其分叉支管(胶蜡塑模)

直小企虫属 *Rectoelphidiella* Ho, Hu et Wang, 1965

壳包旋, 略呈长椭圆形, 两侧对称, 壳缘圆。房室长度增大较快, 壳体有直伸趋向。终室甚膨大。缝合线弯曲、凹下, 两侧各具一列细小圆孔。壳壁钙质有孔型。口面很高, 具筛状口孔。(第四纪)

82. 扁平直小企虫 *Rectoelphidiella aplata* Ho, Hu et Wang (图版 IX: 5)

Rectoelphidiella aplata Ho, Hu et Wang. 何炎等, 1965, 129 页, 图版 XVI, 图 13a, b.

壳椭圆形, 侧扁, 脐部稍凹或平; 壳缘圆, 周缘不呈瓣状。房室长, 逐渐增大, 长度增大较快, 终圈 9—12 室, 最后几室稍膨鼓。缝合线清楚, 凹下, 稍弯, 两侧各具十余个小圆孔。壳壁薄, 近透明, 壁孔较细而明显。口面呈长椭圆形, 较膨鼓, 具数个较大圆孔。

测量(毫米): IOAS-F649 壳长 0.40, 壳宽 0.25, 壳厚 0.13。

灌区的标本壳呈淡黄褐色。

分布 我国江苏东部第四系。

原企虫属 *Protelphidium* Haynes, 1956

壳平卷包旋, 两侧对称。有时具开口于脐部的垂直脐管道。房室无后伸物。缝合线无孔。壳壁钙质有孔型, 显微结构辐射状。壳口位于口面基部, 有时口面具筛状口孔。(古新世至现代)

83. 扁原企虫(新种) *Protelphidium compressum* S. Y. Zheng, n. sp. (图版 IX: 3)

壳扁, 长大于宽, 脐部稍凹, 具少量细颗粒; 壳缘圆, 周缘不呈瓣状。房室不膨鼓, 终圈 7—9 室。缝合线清楚, 弯曲, 呈镶边状; 最后几室的稍凹, 有时具短小壁间桥。壳壁较薄、近透明, 壁孔粗而密、明显。壳口不显露; 室间壳口低拱形, 位于隔壁面基部中央。

正模标本 IOAS-F650 壳径 0.35 毫米, 壳厚 0.13 毫米。

正模标本产地 乔家庄 (DG7 孔 37 米)。

84. 粒突原企虫 *Protelphidium granosum* (d'Orbigny) (图版 IX: 6)

Nonion granosum (d'Orbigny). Cushman, 1939, p. 62, pl. 17, figs. 17, 18.

Elphidium granosum (d'Orbigny). Parker, 1958, p. 270, pl. 4, figs. 10, 11.

E. clavatum Shirai (not Cushman), 1961, p. 22, pl. 34, figs. 5—7. —Kikuchi, 1964, pl. 4, figs. 20—22. —Matoba, 1967, p. 254, pl. 27, figs. 8a, b; 1970, p. 51, pl. 6, fig. 11a, b.

Protelphidium granosum (d'Orbigny). 何炎等, 1965, 123 页, 图版 XV, 图 9a, b.

壳包旋, 两侧扁平; 脐部平或微凸, 具数个壳质粒突; 壳缘圆, 周缘一般不呈瓣状。房

室逐渐增大,终圈 7—10 室,最后几室稍膨鼓。缝合线清楚,弯曲,一般呈平镶边状,自脐端向壳缘端渐窄;有时仅最后几室的缝合线凹下,并露现几条短小壁间桥。壳壁较厚而透明,壁孔粗而稀疏。壳口为一列小孔,位于口面基部。壳一般呈红褐色,最后几室色较淡。

测量(毫米) IOAS-F651 壳径 0.35,壳厚 0.14。

本种易与某些作者的 *Elphidium clavatum* 相混淆。*E. clavatum* 最早由 Cushman (1930) 定为新变种 *E. incertum* var. *clavatum*。后来,Loeblich and Tappan (1953) 将其提升为独立种。Cushman 建立新变种时,曾提及它与 *E. incertum* 不同在于脐部有几个较大而形状不规则的脐盾,壳一般呈黄褐色;不过,从以后许多作者所发表的 *E. clavatum* 的图形,可以看出其中包括了类似 *Protelphidium granosum* 的标本。实际上,*E. clavatum* 与 *P. granosum* 的差异是比较大的。据 Loeblich and Tappan (1953),前者缝合线凹陷,具短而明显的壁间桥;而后者的缝合线则是呈镶边状,与壳面齐平或稍凸,无壁间桥,仅较大个体的最后几室的缝合线有时稍凹,并具几条不甚明显的短小壁间桥。

分布 地中海;维也纳盆地中新统、日本第三系。

85. 原企虫(未定种) *Protelphidium* sp. (图版 IX:4)

壳扁,包旋;脐部凹陷,覆以细颗粒物;壳缘宽圆,周缘呈瓣状。房室分明,稍膨鼓,逐渐增大,终圈 8—10 室。缝合线清楚,稍弯,略呈窄镶边状。壳壁较厚,近透明,壁孔粗。壳口为一列小孔,位于口面基部;口面具一些较大圆孔。

测量(毫米) IOAS-F652 壳径 0.30,壳厚 0.15。

本种总的特征与 *P. hofkeri* Haynes 有些相似,但缝合线呈窄镶边状,壁孔较粗,口面具筛状口孔。

假小九字虫属(新属) *Pseudononionella* S. Y. Zheng, n. gen.

模式种:多变假小九字虫(新种) *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng, n. sp.

壳螺旋,侧扁;背面露旋,腹面一般包旋,有时不完全包旋。房室长度增大较快。背、腹面缝合线均具裂缝状次壳口。壳壁钙质有孔型,壁孔细,显微结构辐射状。壳口一般不甚明显,具内齿板。剖去终室壁可见,除在前室腹面基部有一低拱形主室间壳口外,在前室口面上尚有一近圆形次室间壳口。(第四纪)

新属的外表很象 *Nonionella* 属,但壳口具内齿板,背、腹面均有缝合线次壳口,壳壁显微结构辐射状。新属的齿板特征与 *Pseudoeponides* 属较为相似,但背、腹面缝合线次壳口较发达,房室腹面脐端不呈瓣状。

86. 多变假小九字虫(新属新种) *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng, n. gen., n. sp. (图版 IX:7—12)

Nonionella auricula Ho, Hu et Wang (not Heron-Allen and Earland, 1930). 何炎等, 1965, 120 页, 图版 XV, 图 2a—c.

Nonionella? sp. Ho, Hu et Wang. 何炎等, 1965, 121 页, 图版 XV, 图 3a—c.

壳长大于宽,侧扁;背面平或稍凸,腹面稍凸,脐部凹陷;壳缘窄圆至宽圆,周缘呈瓣状,有时呈缺刻状。房室分明,较长,稍膨鼓,增大较迅速,终圈 8—12 室(一般 9 室)。缝合线清楚,略呈镶边状,弯曲至近直,中段具缝合线次壳口,最后几室的缝合线次壳口尤为明显,呈裂隙状。壳壁薄,近透明,壁孔细。壳口一般不甚明显,具内齿板。剖去终室壁可

见,除在前室腹面基部有一低拱形主室间壳口外,在前室口面上尚有一近圆形次室间壳口。

正模标本 IOAS-F653 壳长 0.50 毫米,壳宽 0.35 毫米,壳厚 0.15 毫米。

副模标本 IOAS-F654 壳长 0.58 毫米,壳宽 0.43 毫米,壳厚 0.18 毫米。

副模标本 IOAS-F655 壳长 0.35 毫米,壳宽 0.25 毫米,壳厚 0.10 毫米。

新种的周缘形状变化较大,有的呈明显瓣状,有的呈缺刻状,亦有的较为圆滑,这可能与其所处环境的不稳定性有关。

新种的内齿板特征很稳定。内齿板后片部分或全部覆盖隔壁面,使隔壁呈现为双层,两层间略有间隙,内齿板后片在缝合线中段未与隔壁面愈合,成为缝合线次壳口;内齿板前片腹侧开放,背侧封闭,前端与继后房室主壳口相接。

新种在灌区地层中的某些层位数量较多,在 DG5 孔 6 米层位,它的数量多至数千个,占总量 50% 以上;它常与 *Stomoloculina multangula* Ho, Hu et Wang 同时出现。

正模标本产地 神堂 (DG3 孔 4.8 米)。

分布 我国江苏东部第四系。

口室虫属 *Stomoloculina* Ho, Hu et Wang, 1965

壳螺旋,侧扁,背面露旋,腹面包旋。房室长度增大较快。缝合线凹下,具缝状次壳口。壳壁钙质有孔型,显微结构辐射状。终室口面下部有一三角形补充房室,补充房室顶端与终室口面接触处有一缝状开口。口面高,半椭圆形。当补充房室脱落后,口面上可见较大不规则的壳口。壳口具内齿板。(第四纪)

87. 多角口室虫 *Stomoloculina multangula* Ho, Hu et Wang (图版 X:1—4)

Stomoloculina multangula Ho, Hu et Wang, 何炎等, 1965, 122 页,图版 XV, 图 4a-c.

壳大,一般不超过 2 圈;背面露旋,腹面包旋,脐部稍凹;壳缘圆,后成部分周缘呈瓣状至多角形。房室近三角形,较膨鼓,长度增大较快。缝合线清楚、较弯而深凹,具缝状次壳口;缝合线内半段被壳质窄片覆盖。壳壁薄,透明至半透明,壁孔较细而明显。口面高,稍膨鼓;终室口面下部有一三角形补充房室,补充房室顶端与终室口面接触处有一缝状开口。终室壳口被补充房室遮掩。壳口具内齿板。

测量(毫米) IOAS-F660 壳长 0.58, 壳宽 0.33, 壳厚 0.18。

剖去补充房室壁,可见终室腹面基部有一低拱形主室间壳口,在终室口面下部有一近椭圆形次室间壳口。剖去终室壁,仅可见隔壁面下部的近椭圆形次室间壳口;内齿板后片自次室间壳口下方向隔壁面两侧上方成钳形延伸,钳形两侧又外缘未与隔壁面完全愈合,致使背、腹面缝合线处具窄缝状次壳口;内齿板前片自次室间壳口下方向终室次室间壳口两侧延伸,形成部分终室壁。

分布 我国江苏东部第四系。

盔形虫总科 *Cassidulinacea* d'Orbigny, 1839

九字虫科 *Nonionidae* Schultze, 1854

九字虫亚科 *Nonioninae* Schultze, 1854

九字虫属 *Nonion* de Montfort, 1808

壳一般为平卷包旋,稍扁,两侧对称。房室多。缝合线清楚,凹陷,稍弯至近辐射。壳

壁钙质有孔型,显微结构颗粒状。壳口拱缝状,位于口面基部。(古新世至现代)

88. 秋田九字虫 (相似种) *Nonion* cf. *N. akitaense* Asano (图版 X: 5)

Nonion akitaense Asano, 1953, p. 1, figs. 1—2. —何炎等, 1965, 110 页, 图版 XIII, 图 7a, b.

壳扁, 脐部凹陷, 壳缘宽圆, 周缘呈瓣状。房室稍膨鼓, 终圈 8—9 室。缝合线弯曲, 凹下, 近脐端稍宽。壳壁薄, 半透明, 壁孔较细而明显, 脐部、缝合线脐端及终圈第一房室均具细颗粒物。壳口缝状, 位于口面基部, 一般不显露。

测量(毫米) IOAS-F663 壳径 0.30, 壳厚 0.13。

灌区标本总的特征与 *N. akitaense* Asano 相似, 但后者口面较高, 终圈第一房室表面不具颗粒物。

本种与 *N. tisburyensis* Butcher (Butcher, 1948) 亦较相似, 但后者壳体较大, 仅脐部具少量壳质物。

分布 日本上新统, 我国江苏东部第四系。

89. 光滑九字虫 *Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang (图版 X: 6; 图 18)

Nonion glabrum Ho, Hu et Wang. 何炎等, 1965, 113 页, 图版 XIII, 图 6a, b.

壳近圆形, 侧扁, 包旋或不完全包旋; 壳缘宽圆, 略呈瓣状; 脐部凹陷, 覆以微细颗粒物。房室稍膨鼓, 缓慢增大, 终圈 8—11 室。缝合线弯曲, 稍凹, 呈窄镶边状。壳壁透明至半透明, 壁孔甚细。壳口缝状, 位于口面基部, 一般不显露。

测量(毫米) IOAS-F664 壳径 0.30, 壳厚 0.12。

本种与 *N. akitaense* 较为相似, 但后者缝合线不呈镶边状, 壁孔粗。

本种不完全包旋的标本, 脐部颗粒物较多时, 早期房室不外露; 脐部颗粒物较少时, 早期房室则部分外露。

分布 我国江苏东部第四系。

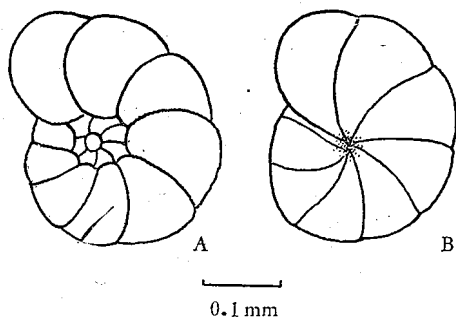


图 18 光滑九字虫 *Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang 侧视

A——稍露旋的标本; B——包旋的标本。

小九字虫属 *Nonionella* Cushman, 1926

壳螺旋, 背面部分包旋或完全露旋, 腹面完全包旋。成体房室两侧不对称, 腹面终室脐端延伸成脐瓣, 遮掩脐部。壳壁钙质有孔型, 壁孔细。壳口狭长, 位于口面基部, 自壳缘伸向腹面。(上白垩纪至现代)

90. 小九字虫 (未定种) *Nonionella* sp.

(图版 X: 7)

壳小, 不对称; 壳缘圆至宽圆, 周缘不呈瓣状。房室分明, 终圈 7 室; 终室甚膨大, 其腹面脐端宽大, 覆盖脐区。缝合线弯曲, 平至稍凹。壳面不甚光滑, 壁孔细。壳口缝状, 位于壳缘面终室基部。

测量(毫米) IOAS-F667 壳长 0.15, 壳宽 0.10, 壳厚 0.10。

本种与 *N. pauciloba* Cushman 有些相似, 但后者壳体较大, 房室较长, 终室腹面脐瓣较窄, 壳缘窄圆。

假九字虫属 *Pseudononion* Asano, 1936

壳两面不对称,背面露旋,腹面包旋。房室无长脐瓣。壳壁钙质有孔型,壁孔细。壳口缝状,位于口面基部。(上新世至现代)

91. 小假九字虫(新种) *Pseudononion minutum* S.Y. Zheng, n. sp. (图版 X:8—10)

壳小,2—3圈,背面微凸,露旋或不完全露旋;腹面较凸,包旋或不完全包旋,脐部凹陷,满布细颗粒物;壳缘圆至宽圆,周缘略呈瓣状。房室分明,稍膨鼓,逐渐增大,终圈8—10室。缝合线清楚,略呈镶边状、弯曲。壳壁薄,近透明,壁孔细而明显;腹面缝合线脐端和背面最后几室缝合线内端及旋缝合线处均有少量细颗粒物。壳口低拱缝状,位于壳缘面终室基部。

正模标本 IOAS-F668 壳长0.35毫米,壳宽0.28毫米,壳厚0.13毫米。

副模标本 IOAS-F669 壳长0.28毫米,壳宽0.20毫米,壳厚0.13毫米。

副模标本 IOAS-F670 壳长0.25毫米,壳宽0.20毫米,壳厚0.13毫米。

新种与 *P. cushmani* (Stewart and Stewart) 有些相似,但后者壳体较大,房室低而长,缝合线不呈镶边状。

正模标本产地 乔家庄(DG7.孔4米)。

92. 扁假九字虫 *Pseudononion oinomikadoi* Matsunaga (图版 X:11)

Pseudononion oinomikadoi Matsunaga, 1963, p. 110, pl. 39, fig. 1.

壳小,甚扁,两面不对称;背面露旋或不完全露旋,腹面包旋或不完全包旋,脐部凹陷,具细颗粒物;壳缘窄圆,周缘不呈瓣状。房室低而长,终圈8—12室。缝合线清楚,略呈平镶边状,较弯。壳壁薄,半透明,壁孔甚细。壳口缝状,位于壳缘面终室基部。

测量(毫米) IOAS-F671 壳长0.25,壳宽0.18,壳厚0.09。

本种与 *P. cushmani* (Stewart and Stewart) 有些相似,但后者壳体大而较厚,缝合线凹陷、不呈镶边状。

分布 日本第三系。

93. 假九字虫(未定种) *Pseudononion* sp. (图版 X:12—13)

壳小,长稍大于宽;背面平或中部稍凹,露旋;腹面凸,包旋;壳缘宽圆,周缘略呈瓣状。房室分明,逐渐增大,稍膨鼓,终圈6室。缝合线清楚,弯曲,微凹。壳壁半透明,壳面光滑,壁孔细。壳口低拱缝状,位于壳缘面终室基部,稍向腹面延伸。

测量(毫米) IOAS-F672 壳长0.18,壳宽0.15,壳厚0.10。

IOAS-F673 壳长0.23,壳宽0.18,壳厚0.13。

本种与 *Nonionella reussana* Cushman 有些相似,但后者壳体较大和较扁。

参 考 文 献

- [1] 何炎、胡兰英、王克良, 1965。中国科学院地质古生物研究所集刊, 4: 51—162页, 图版 I—XVI。
- [2] Богданович, А. К., 1952. Ископаемые Фораминиферы СССР. Тр. ВНИГРИ, нов. сер. 64: 338. 39 табл.
- [3] Волошинова, Н. А., 1974. Однокамерные лагеноподобные фораминиферы из неогеновых отложений

- Сахалина. *Вопросы Микропалеонтологии*, 17: 27—58, табл. 1—5.
- [4] Серова, М. Я., 1960. Милиолиды палеогеновых отложениях Арало-Тургайкой Низменности. *Вопросы Микропалеонтологии*, 3: 83—130, табл. 1—6.
- [5] Adams, T. D. and J. Frampton, 1965. A note on some Recent foraminifera from northwest Iceland. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 16(296): 55—59, pl. 5.
- [6] Albani, A. D., 1965. The foraminifera in a sample dredged from the vicinity of Salisbury Island, Durban Bay, South Africa. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 16(297): 60—65, pl. 6.
- [7] ———, 1968. Recent Foraminiferida from Port Hacking, New South Wales. *Ibid.*, 19(350): 85—119, pls. 7—10.
- [8] ———, 1974. New benthonic Foraminiferida from Australian waters. *Jour. Foram. Res.*, 4(1): 33—39, pl. 1.
- [9] Andersen, H. V., 1952. *Buccella*, a new genus of the rotalid foraminifera. *Jour. Wash. Acad. Sci.*, 42(5): 143—151.
- [10] Arnal, R. E., 1958. Rhizopoda from the Salton Sea California. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 9(182): 36—45, pls. 9—12.
- [11] Asano, K., 1951a. Illustrated catalogue of Japanese Tertiary smaller foraminifera. Part 6-Miliolidae. Hosokawa Printing Co., Tokyo Japan: 1—20.
- [12] ———, 1951b. Illustrated catalogue of Japanese Tertiary smaller foraminifera. Part 14-Rotaliidae. Hosokawa Printing Co., Tokyo, Japan: 1—21.
- [13] ———, 1953. Illustrated catalogue of Japanese Tertiary smaller foraminifera. Part 1-Nonionidae. Kurogane Printing Co., Tokyo, Japan: 1—12.
- [14] ———, 1956. The foraminifera from the adjacent seas of Japan, collected by the S. S. Soyomaru, 1922—1930. Part 2-Miliolidae. *Sci. Rept. Tohoku Univ., ser. 2 (Geol.)*, 27: 57—83, pls. 7—9.
- [15] Bandy, O. L., 1944. Eocene foraminifera from Cape Blanco, Oregon. *Jour. Pal.*, 18(4): 366—377, pls. 60—62.
- [16] ———, 1950. Some later Cenozoic foraminifera from Cape Blanco, Oregon. *Ibid.*, 24(3): 269—281, pls. 41, 42.
- [17] ———, 1961. Distribution of foraminifera, radiolaria and diatoms in sediments of the Gulf of California. *Micropaleontology*, 7(1): 1—26, pls. 1—5.
- [18] Banner, F. T. and E. Williams, 1973. Test structure, organic skeleton and extrathalamous cytoplasm of *Ammonia* Brünnich. *Jour. Foram. Res.*, 3(2): 49—69, pls. 1—10.
- [19] Barker, R. W., 1960. Taxonomic notes on the species figured by H. B. Brady in his report on the foraminifera dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873—1876. *Soc. Eco. Pal. and Min., Spec. Publ.* 9: 1—238.
- [20] Bermudez, P. J. and G. A. Seiglie, 1963. Estudio sistematico de los foraminiferos del Golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 2(2): 1—267, pls 1—28.
- [21] Bhatia, S. B., 1956. Recent foraminifera from the shore sands of western India. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 7(147): 15—24, pls. 1—5.
- [22] Brady, H. B., 1884. Report on the foraminifera dredged by the H. M. S. Challenger during the years 1873—1876. *Rept. Sci. Res. Voy. H. M. S. Challenger, Zool.*, 9: 1—814, pls. 1—115.
- [23] Brady, G. S. and D. Robertson, 1870. The ostracoda and foraminifera of tidal rivers. With an analysis and description of the foraminifera by H. B. Brady, F. L. S. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 4th ser., 6(34): 273—309, pls. 11, 12.
- [24] Brodmiewicz, I., 1965. Recent and some Holocene foraminifera of the southern Baltic Sea. *Acta Pal. Pol.*, 10(2): 131—229, pls. 1—11.
- [25] Buchner, P., 1940. Die Lagenen des Golfes von Neapel und der marinen Ablagerungen auf Ischia. *Nova Acta Leopoldina*, 9(62): 363—560, pls. 29.
- [26] Butcher, W. S., 1948. A new species of *Nonion* (Foraminifera) from the Woods Hole Region. *Cushman Lab. Foram. Res., Contr.*, 24(308): 21—23, figs. 1—3.
- [27] Buzas, M. A., 1966. The discrimination of morphological groups of *Elphidium* (Foraminifera) in Long Island Sound through canonical analysis and invariant characters. *Jour. Pal.*, 40(3): 585—594, pls. 71—72.
- [28] Byrne, J. V., D. O. Leroy, and C. M. Riley, 1959. The Chenier Plain and its stratigraphy,

- southwestern Louisiana. *Trans. Gulf Coast Asso. Geol. Soc.*, 9: 237—259, pls. 4—6.
- [29] Collins, A. C., 1958. Foraminifera. *Gr. Barrier Reef Exped., 1928—29, Sci. Repts.* 6(6): 335—437, pls. 1—5, text-figs. 1—3.
- [30] Cushman, J. A., 1917. A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean. Pt. VI. Miliolidae. *U. S. Nat. Mus., Bull.*, 71: 1—108, pls. 1—39.
- [31] ———, 1921. Foraminifera of the Philippine and adjacent seas. *Ibid.*, **100**: 1—608, pls. 1—100.
- [32] ———, 1922a. Shallow-water foraminifera of the Tortugas Region. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, 311: 1—85, pls. 1—14.
- [33] ———, 1922b. The foraminifera of the Atlantic Ocean. Part 3-Textulariidae. *U. S. Nat. Mus., Bull.*, 104(3): 1—149, pls. 1—26.
- [34] ———, 1924. Samoan foraminifera. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, 342: 1—75, pls. 1—25.
- [35] ———, 1929. The foraminifera of the Atlantic Ocean. Part 6-Miliolidae, Ophthalmitidae and Fischerinidae. *U. S. Nat. Mus., Bull.*, 104(6): 1—101, pls. 1—22.
- [36] ———, 1930. The foraminifera of the Atlantic Ocean, Part 7-Nonionidae, Camerinidae, Peneroplidae and Alveolinellidae. *Ibid. Bull.*, 104(7): 1—55, pls. 1—18.
- [37] ———, 1931. The foraminifera of the Atlantic Ocean. Part 8-Rotaliidae, Amphisteginidae, Calcarinidae, Cymbaloporetidae, Globorotaliidae, Anomalinidae, Planorbulinidae, Rupertiidae, and Homotremidae. *Ibid. Bull.*, 104(8): 1—179, pls. 1—26.
- [38] ———, 1933a. The foraminifera of the tropical Pacific collections of the "Albatross," 1899—1900. Part II. Lagenidae to Alveolinellidae. *Ibid. Bull.*, 161(2): 1—79, pls. 1—19.
- [39] ———, 1933b. New Arctic foraminifera collected by Capt. R. A. Bartlett from Fox Basin and off the Northeast coast of Greenland. *Smith. Misc. Coll.*, 89(9): 1—8, pls. 1—2.
- [40] ———, 1936a. Some new species of *Elphidium* and related genera. *Cushman Lab. Foram. Res., Contr.*, 12(176): 78—89, pls. 14—15.
- [41] ———, 1936b. New genera and species of the families Verneuilinidae and Valvulinidae and of the Subfamily Virgulininae. *Ibid. Spec. Publ.*, 9: 1—71, pls. 1—7.
- [42] ———, 1937. A monograph of the subfamily Virgulininae of the foraminiferal family Buliminidae. *Ibid. Spec. Publ.*, 9: 1—228, pls. 1—24.
- [43] ———, 1939. A monograph of the foraminiferal Family Nonionidae. *U. S. Geol. Survey Prof. Pap.*, 191: 1—100, pls. 1—20.
- [44] ———, 1941. Some fossil foraminifera from Alaska. *Cushman Lab. Foram. Res., Contr.*, 17(227): 33—38.
- [45] ———, 1944. Foraminifera from the shallow water of the New England coast. *Ibid. Spec. Publ.*, 12: 1—37, pls. 1—4.
- [46] ———, 1948. Arctic foraminifera. *Ibid. Spec. Publ.*, 23: 1—79, pls. 1—8.
- [47] Cushman, J. A. and C. C. Church, 1929. Some Upper Cretaceous foraminifera from near Coalinga, California. *Proc. Calif. Acad. Sci., 4th ser.*, 18(16): 497—530, pls. 36—41.
- [48] Cushman, J. A. and W. S. Cole, 1930. Pleistocene foraminifera from Maryland. *Cushman Lab. Foram. Res., Contr.* 6(97): 94—100, pl. 13.
- [49] Cushman, J. A. and A. C. Ellisor, 1931. Some new Tertiary foraminifera from Texas. *Ibid. Contr.*, 7(107): 51—58, pl. 7.
- [50] ———, 1945. The foraminiferal fauna of the Anahuac Formation. *Jour. Pal.*, 19(6): 545—572, pls. 71—78.
- [51] Cushman, J. A. and U. S. Grant, 1927. Late Tertiary and Quaternary *Elphidium* of the west coast of North America. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.*, 5(6): 71—79, pls. 7—8.
- [52] Cushman, J. A. and H. B. Gray, 1946. A foraminifera fauna from the Pliocene of Timms Point, California. *Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ.*, 19: 1—46, pls. 1—8.
- [53] Cushman, J. A. and I. McCulloch, 1940. Some Nonionidae in the collections of the Allan Hancock Foundation. *Allan Hancock Pac. Exped.*, 6(3): 145—178, pls. 17—20.
- [54] ———, 1942. Some Virgulininae in the collections of the Allan Hancock Foundation. *Ibid.*, 6(4): 179—230, pls. 21—28.
- [55] ———, 1950. Some Lagenidae in the collections of the Allan Hancock Foundation. *Ibid.*, 6(6): 295—364, pls. 37—48.
- [56] Cushman, J. A. and R. Todd, 1944. The Genus *Spiroloculina* and its species. *Cushman Lab. Foram. Res., Spec. Publ.*, 11: 1—82, pls. 1—9.

- [57] ———, 1947. A foraminiferal fauna from Amchitka Island, Alaska. *Ibid., Contr.*, 23 (297): 60—72, pls. 13—16.
- [58] Cushman, J. A., R. Todd, and R. J. Post, 1954. Recent foraminifera of the Marshall Islands: Bikini and nearby atolls. Pt. 2. Oceanography (Biologie). *U. S. Geol. Survey, Prof. Pap.*, 260-H: 319—384, pls. 82—93.
- [59] Detling, M. R., 1958. Some littoral foraminifera from Sunset Bay, Coos County, Oregon. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 9(179): 25—31.
- [60] Drooger, C. W., and J. P. H. Kaasschieter, 1958. Foraminifera of the Orinoco-Trinidad-Paria Shelf. *Verh. Kgl. Nederl. Akad. Wet. Afd. Natuurkde.*, 4: 1—108, pls. 5.
- [61] Ghose, B. K., 1966. *Asterorotalia trispinosa* (Thalmann). a spinose rotaliid from Digha Beach, South Bengal. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 17(319): 104—108.
- [62] Graham, J. J. and P. J. Militante, 1959. Recent foraminifera from the Puerto Galera Area, Northern Mindoro, Philippines. *Stanford Univ., Publ., Geol. Sci.*, 6(2): 1—132, pls. 1—19.
- [63] Gupta, Barun K. Sen, 1971. The benthonic foraminifera of the Tail of the Grand Banks. *Micropaleontology*, 17(1): 69—98, pls. 1—2.
- [64] Hada, Y., 1931. Report of the biological survey of Mutsu Bay. Notes on the recent foraminifera from Mutsu Bay. *Sci. Rept. Tohoku Imp. Univ., ser. 4, Biol.*, 6: 45—148.
- [65] Haynes, J., 1958. Certain smaller British Paleocene Foraminifera. Part III. Polymorphinidae. *Cushman Found. Foram. Res.*, 9(177): 4—16, pls. 3—5.
- [66] Haynes, J. R., 1973. Cardigan Bay Recent foraminifera. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool., Suppl.*, 4: 1—245, pls. 1—33.
- [67] Heron-Allen, E. and A. Earland, 1914—15. The foraminifera of the Kerimba Archipelago. *Trans. Zool. Soc., Lond.*, 20: 363—90, pls. 35—37; 543—794, pls. 40—53.
- [68] ———, 1932. Foraminifera. Part I. The ice-free area of the Falkland Islands and adjacent seas. *Discovery Rept.*, 4: 291—460, pls. 6—17.
- [69] Hofker, J., 1927. The foraminifera of the Siboga Expedition. Part I. Families Tinoporidae, Rotaliidae, Nummulitidae, Amphisteginidae. *Siboga-Expeditie Monogr.*, 4(1): 1—78, pls. 1—38.
- [70] ———, 1951. The foraminifera of the Siboga Expedition. Part III. Ordo Dentata, Sub-Ordines Protoforaminata, Deuteroforaminata. *Ibid., Monogr.*, 4a, (III): 1—513, text-figs. 348.
- [71] ———, 1955. The foraminifera of Santa Cruz and Thatch Island, Virginia-Archipelago, West Indies. *Copenhagen Univ. Zool. Mus., Spolia (Kriker)*, 15: 1—237, pls. 1—35, text-figs. 1—21.
- [72] ———, 1958. The taxonomic position of the Genus *Pseudoeponides* Uchio, 1950. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 9(183): 46—48.
- [73] ———, 1960. Foraminiferen aus dem Golf von Neapel. *Palaontologische Zeitschr.*, 34 (3/4): 233—262.
- [74] ———, 1971. Studies of foraminifera. Part III. Systematic problems. *Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Reeks*, XXI: 1—202, text-figs. 27—40. pls. 55—109.
- [75] Høglund, H., 1947. Foraminifera in the Gullmar Fjord and the Skagerak. *Zoologiska Bidrag fran Uppsala*, 26: 1—328, pls. 1—32, text-figs. 1—312, 2 maps, 7 tables.
- [76] Hornibrook, N. de B., 1961. Tertiary foraminifera from Omaru District (N. Z.) Part I—Systematics and distribution. *New Zeal. Geol. Survey Pal. Bull.*, 34(1): 1—192, pls. 1—28.
- [77] ———, 1968. A handbook of New Zealand microfossils. (Foraminifera and Ostracoda). *New Zealand Dept. Sci. Industr. Res.*, 1—135.
- [78] Huang, T., 1964. "Rotalia" group from the upper Cenozoic of Taiwan. *Micropaleontology*, 10(1): 49—62, pls. 1—3.
- [79] Ishizaki, K., 1940. On *Streblus schroeterianus* (Parker and Jones) and allied species. *Taiwan Tigaku Kizi*, 11(2): 59—60, pls. 3—4.
- [80] ———, 1948. Six new fossil species of *Streblus* from eastern Asia. *Acta Geol. Taiwanica*, 2(1): 55—56, pl. 1.
- [81] Jarke, J., 1960. Beitrag zur Kenntnis der Foraminiferen Fauna der Mittleren und westlichen Barents-Sea. *Int. Res. Ges. Hydrobiol.*, 45(4): 581—654, pls. 1—13.
- [82] Keijzer, C. J., 1936. On variability in East Indian Foraminifera. *Temminckia*, 1: 75—151,

- pls. 1—3, text-figs. 29.
- [83] Kikuchi, Y., 1964. Biostratigraphy of the Neogene and Quaternary deposits based upon the smaller foraminifera in the southern Kanto region. *Contr. Inst. Geol. Pal. Tohoku Univ.*, **59**: 1—36.
 - [84] Kuwano, Y., 1950. New species of foraminifera from the Pliocene formations of Tama Hills in the vicinity of Tokyo. *Jour. Geol. Soc. Jap.*, **56**(657): 311—321.
 - [85] Lankford, R. R. and F. B. Phleger, 1973. Foraminifera from the nearshore turbulent zone, western North America. *Jour. Foram. Res.*, **3**(3): 101—132, pls. 1—6.
 - [86] Le Calvez, J. and Y. Le Calvez, 1958. Répartition des foraminifères dans la baie de Villefranche. I-Miliolidae. *Ann. Inst. Oceanogr.*, n. s., **35**(3): 160—234, pls. 1—16.
 - [87] Lehmann, E. P., 1957. Statistical study of Texas Gulf Coast Recent foraminiferal faças. *Micropaleontology*, **3**(4): 325—356, pls. 1-3, text-figs. 1—10, tables 1—5.
 - [88] Linné, Caroli, 1767. *Systema Naturae*. Tom. I, Pars II. Editio Duodecima Reformata, pp. 533—1327. Holmiae, Impensis Direct. Laur. Salvii.
 - [89] Loeblich, A. R. and H. Tappan, 1953. Studies of Arctic foraminifera. *Smith. Misc. Coll.*, **121**(7): 1—142, pls. 1—24.
 - [90] ———, 1964. *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part C, Protista 2. Sarcodina. Chiefly “Thecamoebians” and Foraminiferida. *Geol. Soc. Am. and Univ. Kansas Press*: Cl-C900, figs. 653.
 - [91] Mangin, M., 1960. Revision des Miliolides de la collection Terquem du “Pliocene Supérieur” de l’île de Rhodes. *Rev. Micropal.*, **1**: 37—51, pls. 1, 2.
 - [92] Matoba, Y., 1967. Younger Cenozoic foraminiferal assemblages from the Choshi District, Chiba Prefecture. *Sci. Rept. Tohoku Univ.*, ser. 2 (Geol.), **38**(2): 221—263, figs. 8, pls. 25—30.
 - [93] ———, 1970. Distribution of Recent shallow water foraminifera of Matsushima Bay, Miyagi Prefecture, northeast Japan. *Sci. Rept. Tohoku Univ.*, 2nd ser. (Geol.), **42**(1): 1—85, text-figs. 64. 3 tables, pls. 1—8.
 - [94] Matsunaga, T., 1963. Benthonic smaller foraminifera from the oil fields of northern Japan. *Ibid.*, **35**(2): 1—122, pls. 24—52, 2 tables, text-figs. 4.
 - [95] McLean, J. D., 1956. The foraminifera of the Yorktown Formation in the York-James peninsula of Virginia, with notes on the associated mollusks. *Bull. Am. Pal.*, **36**(160): 255—394, pls. 35—53, text-figs. 7.
 - [96] Miller, D. N., Jr., 1953. Ecological study of the foraminifera of Mason Inlet, North Carolina. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, **4**(78): 41—63.
 - [97] Millett, F. W., 1889—1904. Report on the Recent foraminifera of the Malay Archipelago collected by Mr. A. Durrand, F. R. M. S., *Jour. Roy. Micr. Soc.*, 17 pts.
 - [98] Montagu, G., 1803—1808. *Testacea Britannica or Natural History of British Shells*. Vols. 1—3, pp. 1—606, pls. 1—16, 1803. Supplement, pp. 183, pls. 30.
 - [99] Murray, J. W., 1967. Transparent and opaque foraminiferid tests. *Jour. Pal.*, **41**(3): 791.
 - [100] ———, 1970. Foraminifers of the western approaches to the English Channel. *Micropaleontology*, **16**(4): 471—485, pls. 1—2.
 - [101] Nakamura, M., 1937. New species of fossil foraminifera from the Byoritu Beds of the oil fields of Northern Taiwan (Formosa), Japan. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, **14**: 133—142, pls. 10—12.
 - [102] Ozawa, Y., 1929. On *Guttulina lactea* (Walker and Jacob), *Polymorphina burdigalensis* d’Orbigny and *Pyrulina gutta* d’Orbigny. *Cushman Lab. Foram. Res., Contr.*, **5**(76): 34—39, pl. 6.
 - [103] Parker, F. L., 1952. Foraminifera species off Portsmouth, New Hampshire. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Univ.*, **106**(9): 391—423, pls. 1—6.
 - [104] ———, 1958. Eastern Mediterranean foraminifera. *Repts. Swedish Deep-Sea Exped.*, 1947—48, **8**(2): 219—283, pls. 1—6.
 - [105] ———, 1962. *Quinqueloculina tenagos*, new name for *Quinqueloculina rhodiensis* Parker. preoccupied. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, **13**(253): 110.
 - [106] ———, 1964. Foraminifera from the experimental Mohole drilling near Guadalupe Island, Mexico. *Jour. Pal.*, **38**(4): 617—636, pls. 99—102.
 - [107] Parker, F. L. and W. D. Athearn, 1959. Ecology of marsh foraminifera in Popponeset Bay,

- Massachusetts. *Ibid.*, 33(2): 333—343, pls. 50.
- [108] Parker, F. L., F. G. Phleger, and J. F. Peirson, 1953. Ecology of foraminifera from San Antonio Bay and environs, southwest Texas. *Cushman Found. Foram. Res., Spec. Publ.*, 2: 1—74, pls. 1—4.
- [109] Parker, W. K. and T. R. Jones, 1865. On some foraminifera from the North Atlantic and Arctic Oceans, including Davis Straits and Baffin's Bay. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 155: 325—441, pls. 12—19.
- [110] Phleger, F. B., 1952. Foraminifera distribution in some sediment samples from the Canadian and Greenland Arctic. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 3(61): 80—89.
- [111] ———, 1954. Ecology of foraminifera and associated micro-organisms from Mississippi Sound and environs. *Am. Asso. Petr. Geol. Bull.*, 38(4): 584—647.
- [112] Phleger, F. B. and F. L. Parker, 1951. Ecology of foraminifera, northwest Gulf of Mexico. Part II. Foraminifera species. *Geol. Soc. Am. Mem.*, 46: 1—38, pls. 1—20.
- [113] Phleger, F. B. and W. R. Walton, 1950. Ecology of marsh and bay foraminifera. Barnstable, Massachusetts. *Am. Jour. Sci.*, 248: 274—294.
- [114] Phleger, F. B., F. L. Parker, and J. F. Peirson, 1953. North Atlantic Foraminifera. *Rept. Swedish Deep-Sea Exped.*, 7(1): 1—122, pls. 1—12.
- [115] Polski, W., 1959. Foraminiferal biofacies of the North Asiatic coast. *Jour. Pal.*, 33(4): 569—587, pl. 78, text-figs. 8.
- [116] Reiss, Z. and P. Merling, 1958. Structure of some Rotaliidea. State of Israel Ministry of Development *Geol. Surv. Bull.*, 21: 1—17, pls. 1—5.
- [117] Resig, J. M., 1974. Recent foraminifera from a landlocked Hawaiian Lake. *Jour. Foram. Res.*, 4(2): 69—76.
- [118] Ronai, P. H., 1955. Brackish-water foraminifera from the New York Bight. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 6(145): 140—149, pls. 20—21.
- [119] Saunders, J. B., 1957. Emendation of the foraminiferal Genus *Palmerinella* Bermudez, 1934, and erection of the foraminiferal Genus *Helenia*. *Jour. Wash. Acad. Sci.*, 47(11): 370—374, figs. 1—7.
- [120] ———, 1961. *Helenina* Saunders, new name for the foraminiferal Genus *Helenia* Saunders, 1957, non *Helenia* Walcott, 1889, *Ibid.*, 12(235): 148.
- [121] Shirai, T., 1961. Pliocene and Recent foraminifera in Hokkaido. *The Cenozoic Res.*, 33: 20—27, pls. 34—35.
- [122] Sliter, W. V., 1970. Inner-neritic Bolivinitidae from the eastern Pacific margin. *Microplaeontology*, 16(2): 155—174, pls. 1—8.
- [123] Takayanagi, Y., 1955. Recent foraminifera from Matsukawa-Ura and its vicinity. *Contr. Inst. Geol. Pal. Tohoku Univ.*, 45: 18—52, text-figs. 1—33, pls. 1—2.
- [124] Thalmann, H. E., 1955. New names for foraminiferal homonyms, III. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, 6(133): 82.
- [125] Todd, R., 1958. Foraminifera from western Mediterranean deep-sea cores. *Rept. Swedish Deep-Sea Exped. 1947—1948*, 8(3): 169—215, pls. 1—3.
- [126] Todd, R. and Bronnimann, P., 1957. Recent foraminifera and thecamoebina from the eastern Gulf of Paria. *Cushman Found. Foram. Res., Spec. Publ.*, 3: 1—43, pls. 1—12.
- [127] Todd, R. and D. Low, 1961. Near-shore foraminifera of Martha's Vineyard Island, Massachusetts. *Ibid., Contr.*, 12(217): 5—21, pls. 1, 2, text-figs. 1, 2.
- [128] Uchio, H., 1951. New species and genus of the foraminifera of the Cenozoic formations in the middle part of the Boso Peninsula, Chiba-Ken, Japan. *Pal. Soc. Jap., Trans. and Proc.*, n. s., 2: 33—42, pl. 3.
- [129] ———, 1960. Ecology of living benthonic foraminifera from the San Diego, California Area. *Cushman Found. Foram. Res., Spec. Publ.*, 5: 1—72, pls. 1—10.
- [130] Ujiie, H., 1956. The internal structures of some Elphidiidae. *Sci. Rept. Tokyo Kyoiku Daigaku. Sect. C*, 4(38): 267—282, pls. 14—15.
- [131] ———, 1963. Foraminifera from the Yurakucho Formation (Holocene), Tokyo City. *Ibid.*, 8(79): 229—243, pls. 1—3.
- [132] Vilks, G., 1969. Recent foraminifera in the Canadian Arctic. *Microplaeontology*, 15(1): 35—60, pls. 1—3.
- [133] Voorthuysen, J. H. Van, 1958. Les foraminifères Mio-Pliocènes et Quaternaires du Kruisschans.

- Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, Mem.* **142**: 1—34, pls. 1—10.
- [134] ———, 1960. Die Foraminiferen des Dollart-ems Estuarium. *Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. K. Gen. Geol. Series, D1*, **19**: 237—269.
- [135] Waller, H. O., 1960. Foraminiferal biofacies off the south China coast. *Jour. Pal.*, **34**(6): 1164—1182, text-figs. 15.
- [136] Warren, A. D., 1957. Foraminifera of the Buras-Scotfield Bayou Region, southeast Louisiana. *Cushman Found. Foram. Res., Contr.*, **8**(162): 29—40, pls. 3, 4.
- [137] Williamson, W. C., 1848. On the Recent British species of the Genus *Lagena*. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **2**(1): 1—20, pls. 1, 2.
- [138] ———, 1858. On the Recent foraminifera of Great Britain. Ray Society, London: 1—100, pls. 1—7.

THE QUATERNARY FORAMINIFERA OF THE DAYUZHANG IRRIGATION AREA, SHANDONG PROVINCE, AND A PRELIMINARY ATTEMPT AT AN INTERPRETATION OF ITS DEPOSITIONAL ENVIRONMENT*

Zheng Shouyi, Cheng Tsi-chung, Wang Xitang and Fu Zhaoxian

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

About 400 subsamples from seven cores collected from a sampling profile located west of the coast of Laizhouwan, Bohai were qualitatively and quantitatively analyzed for their foraminiferal contents with the aim of determining the distribution of marine and continental facies and of finding faunal evidence of marine transgressive-regressive sequences requisite to an understanding of the depositional environment of the area.

A total of 93 benthonic foraminiferal species belonging to 14 families and 36 genera is identified. Two genera and fifteen species are new.

A comparison of these species with the Recent foraminiferal fauna of Bohai shows that although there is a marked difference in species composition (only 51 species are in common with those of Bohai), there is a marked similarity in faunal characteristics, with the majority of the species belonging to the temperate fauna. However, there also occur a few warm water species such as *Elphidium simplex* Cushman, *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker and Jones), *Asterorotalia pulchella* (d'Orbigny), etc., which are non-existent in the Recent fauna of Bohai. The occurrence of these warm water species provides a basis for interpreting the paleotemperature of the sea water as being slightly warmer than that of the present day Bohai.

Three foraminiferal assemblages, each representative of increasing salinity, depth and marine influence are recognized: (1) a littoral assemblage represented by such species as *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng, *Stomoloculina multangula* Ho, Hu and Wang, *Pseudoeponides nakazatoensis* (Kuwano), *P. compressum* S. Y. Zheng, *P. anderseni* Warren, *Pseudogyroidina sinensis* S. Y. Zheng and *Quinqueloculina seminula* var. *jugosa* Cushman, etc., is indicative of brackish conditions; (2) an inner shallow sea assemblage, represented by such species as *Ammonia tepida* (Cushman), *Nonion glabrum* Ho, Hu and Wang, *Ammonia annectens* Parker and Jones, *Elphidium advenum* (Cushman), *Quinqueloculina akneriana rotunda* (Gerke), *Q. bellatula* Bandy, *Q. seminula* (Linnaeus), and *Elphidium simplex* Cushman, etc., is indicative of water depths less than 20 meters, with corresponding lower salinity and less marine influence; and (3) a middle shallow sea assemblage represented by such species as

* Contribution No. 396 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.

Cribrononion incertum (Williamson), *Elphidium magellanicum* Heron-Allen and Earland, *Protelphidium granosum* (d'Orbigny), *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny), *Buccella frigida* (Cushman), *Ammonia globosa* (Millett), *Cribrononion asiaticum* (Polski) and *Fissurina lucida* (Williamson), etc., is indicative of water depths greater than 20 meters, with corresponding higher salinity and greater marine influence.

Fluctuations in the total number of foraminifera per unit size sample at the various strata in the longest core (140 m) indicate that from the surface downward, it penetrates four alternations of marine and continental strata which are of varying thickness in the six other cores. Fluctuations in percentage composition of the three assemblages in the various strata of each core show that the foraminiferal thanatofacies of the four marine strata is made up mainly of species belonging to the inner shallow sea assemblage indicative of water depths less than 20 meters. However, the second and third marine strata each has one and two sublayers respectively made up mainly of species belonging to the middle shallow sea assemblage indicative of water depths greater than 20 meters. The occurrence of warm water species in the third and fourth marine strata suggests slightly warmer sea temperature than that of the first and second marine strata.

The conspicuous absence of planktonic foraminifera suggests that the area was not subject to direct influence of oceanic currents, was once a more or less closed marine environment.

Description of New Genera and New Species

Spiroloculina bohaiensis S. Y. Zheng, n. sp. (Plate I:9, 10)

Test large, broadly oval to subcircular, base slightly protruding, central portion depressed; periphery narrowly to broadly rounded. Chambers increasing rapidly in size as added, in transverse section oblong to subcircular; early chambers very small, translucent, the last few ones much inflated. Sutures distinct, depressed. Wall rough, with irregularly shaped minute pits, sometimes with transverse wrinkles. Aperture nearly circular, with or without neck, with slightly flaring lip and short T-shaped tooth.

Holotype (IOAS-F549), length, 1.38 mm; width, 1.10 mm; thickness, 0.23 mm.

Paratype (IOAS-F550), length, 0.93 mm; width, 0.55 mm; thickness, 0.20 mm.

This new species resembles somewhat *S. rugosa* Cushman in the rough texture of the wall, but the latter has a longer test, and has two opposing bifurcating teeth. In the apertural characters and texture of the wall it also resembles *S. guppyi* Todd and Bronnimann, 1957, but the latter is much smaller in size, more elongate in shape and has a short simple tooth and fewer chambers.

Massilina pyristoma S. Y. Zheng, n. sp. (Plate IV:1)

Test oval to subcircular, rather compressed, central portion depressed, apertural end sometimes extended into a short neck, base roundly projecting; periphery nearly flattened, slightly depressed in the middle, angles slightly projecting. Chambers distinct, gradually increasing in size as added, the lateral sides nearly flat or slightly depressed, the middle portion usually translucent. Sutures distinct, slightly depressed. Wall smooth. Aperture inverted pyriform, with clubshaped tooth, some-

times projecting inward the aperture, and a small short tooth on the opposite side.

Holotype (IOAS-F567), length, 0.80 mm; width, 0.68 mm; thickness, 0.18 mm.

This new species resembles *Spiroloculina dentata* Cushman and Todd (1944) in external appearance but the latter is much larger, has a convex periphery and has a quadrangular aperture provided with only one tooth.

Sigmoilina minutissima S. Y. Zheng, n. sp. (Plate IV:2; fig. 6)

Test very small, broadly oval, in apertural view oblong, the sides nearly symmetrical, base smoothly rounded; periphery broadly rounded. Chambers distinct, only the last two visible externally, the final one occupying more than half the entire surface of the test. Sutures distinct, slightly depressed, curved. Wall smooth, the walls of the last few chambers very thick. Aperture covered by a crescentiform tooth, leaving only a narrow, arched slit open.

Holotype (IOAS-F568), length, 0.25 mm; width, 0.20 mm; thickness, 0.13 mm.

This new species resembles somewhat *S. sigmoidea* (Brady) but the latter is much larger, has an acute periphery and has a circular aperture with a short, small tooth. It also resembles *S. obesa* Heron-Allen and Earland (1932), but the latter is larger in size, with asymmetrical lateral sides and roundly projecting basal end.

Triloculina rectilocula S. Y. Zheng, n. sp. (Plate IV:4; fig. 7)

Test small, oval to oblong, basal end broadly rounded; apertural end oblique or horizontal, periphery smoothly rounded. Chambers few, rather straight, inflated, increasing rapidly in size as added. Sutures distinct, depressed. Wall thin, transparent to opaque, smooth, sometimes with transverse lines of growth. Aperture gaping, without neck, rim slightly flaring, with a low, broad tooth, the lateral angles sometimes slightly projecting upwards.

Holotype (IOAS-F570), length, 0.43 mm; width, 0.23 mm; thickness, 0.18 mm.

Paratypes (IOAS-F571), length, 0.50 mm; width, 0.34 mm; thickness, 0.25 mm. (IOAS-F572), length, 0.38 mm; width, 0.25 mm; thickness, 0.18 mm.

The gaping aperture, with very low broad tooth, the rather straight and inflated chambers are the distinguishing features of this new species. Most specimens show three chambers externally, a few show only two.

Pseudoeponides compressum S. Y. Zheng, n. sp. (Plate V:3; fig. 9)

Test compressed, nearly circular, usually composed of two whorls, the dorsal side rather flattened, the ventral side slightly convex. Periphery rounded, slightly lobate. Chambers distinct, final whorl with 7—11 (usually 8—9), gradually increasing in size as added; the umbilical end of the chamber extending into a flap covering the umbilical region, the posterior margin of the flap extending backward, covering the inner half of the ventral suture, the posterior end of the flap open. Sutures distinct, on the dorsal side, somewhat sigmoid, depressed, with distinct secondary sutural apertures; on the ventral side curved, depressed, secondary sutural apertures covered by the posterior end of the umbilical flap. Wall thin, transparent, finely and distinctly perforate. Aperture slitlike, at the base of the ventral side of the final chamber, located near the periphery, with internal tooth-plate; the posterior wall of the toothplate partially doubling the septal wall of the previous chamber, leaving a small rounded area at the tip single; the anterior part of the toothplate connected with the aperture, the dorso-lateral side of the toothplate opening into the dorsal secondary sutural aperture, the ventro-lateral side opening into the

ventral secondary sutural aperture; intercameral aperture nearly circular.

Holotype (IOAS-F592), length, 0.33 mm; width 0.25 mm; thickness, 0.10 mm.

This new species differs from *P. anderseni* Warren in the greater number of chambers, and in the posterior margins of the umbilical flaps forming stellate extensions covering the inner halves of the sutures.

Ammonia confertitesta S. Y. Zheng, n. sp. (Plate VI:1, 2)

Test compressed, periphery smoothly rounded, usually not lobate, in peripheral view the two sides nearly parallel; umbilicus deeply depressed, usually without boss. Chambers distinct, increasing gradually in size as added, final whorl with 7—9. Sutures distinct, broadly limbate, flush with the surface or slightly depressed, on the dorsal side slightly curved; on the ventral side slightly curved to straight, umbilical end deeply incised. Wall thick, perforation coarse, densely distributed, the umbilical end of chambers with thickened, nonperforate transparent shell material. Aperture lowly arched, at the base of the ventral side of the final chamber, secondary sutural aperture near the umbilical end, not distinct.

Holotype (IOAS-F597), diameter, 0.38 mm; thickness, 0.18 mm.

Paratype (IOAS-F598), diameter, 0.55 mm; thickness, 0.25 mm.

This new species resembles *A. batava* but the latter has large umbilical bosses and has narrowly rounded periphery.

Ammonia convexidorsa S. Y. Zheng, n. sp. (Plate VI:11)

Test small, composed of 2—3 whorls, dorsal side highly convex, ventral side slightly flattened to slightly convex; umbilical region concave; periphery rounded, slightly lobate, not limbate. Chambers distinct, final whorl generally with 5—6 (sometimes 4), umbilical end flap-like. Sutures distinct, on the dorsal side obliquely curved, broadly limbate, flush with the surface; on the ventral side slightly depressed, curved or nearly radial. Wall thin, nearly transparent, finely and distinctly perforate, smooth. Aperture a low arched opening at the base of the ventral side of the chamber, sometimes not visible, with internal toothplate. Secondary sutural aperture distinct, comma-shaped, near the umbilical end.

Holotype (IOAS-F599), diameter, 0.21 mm; thickness, 0.14 mm.

This new species resembles *Streblus pauciloculatus* (Phleger and Parker) as figured by Lehmann (1957). But according to Phleger and Parker (1951) the latter has straight dorsal sutures, subacute to slightly rounded periphery and has small irregular raised processes around the umbilicus.

Ammonia granulumbilica S. Y. Zheng, n. sp. (Plate VI:3)

Test small, usually with three whorls, ventral side rather flat, dorsal side lowly to highly convex; periphery broadly rounded, lobate. Chambers distinct, slightly inflated, gradually increasing in size as added, 7—9 making up the final whorl. Sutures distinct, on the dorsal side rather obliquely curved, limbate, the early portion slightly raised, the later portion slightly depressed; on the ventral side, curved to radial, depressed, incised near the umbilical end. Wall thin, perforation fine and densely distributed, distinct; on the dorsal side of each chamber a small triangular area near the spiral suture is nonperforate, transparent; umbilical region covered with fine, granular shell material. Aperture a low arch at the base of the ventral side of the chamber; secondary sutural aperture not distinct, at the incised end of

the ventral suture.

Holotype (IOAS-F607), diameter, 0.28 mm; width, 0.15 mm.

This new species resembles *Ammonia inflata* (Seguenza) in having granular ornamentation in the umbilical region, but the latter is of a much larger size, the perforations on the dorsal side of the test are evenly distributed, the dorsal sutures are straight and the aperture is highly arched. It is similar to *A. sikokuensis* (Ishizaki) to some extent, but the latter is larger, has narrowly rounded periphery, lesser number of chambers and the granular material is limited to the two sides of the ventral sutures.

Ammonia multicella S. Y. Zheng, n. sp. (Plate VI:6—8)

Test small, usually with three whorls, low to high spired, dorsal side more convex than ventral side, umbilical region closed or slightly open, depressed, without boss; periphery rounded, slightly lobate. Chambers distinct, gradually increasing in size as added, slightly inflated, final whorl usually with 8—9. Sutures distinct, radial to slightly curved, limbate; on the dorsal side slightly raised on the early portion, slightly depressed on the later portion; on the ventral side depressed, umbilical end incised. Wall thin, finely and distinctly perforate. Aperture at the base of the ventral side of the chamber, usually not distinct; secondary sutural aperture not distinct.

Holotype (IOAS-F610), diameter, 0.38 mm; thickness, 0.16 mm.

Paratypes (IOAS-F611), diameter, 0.28 mm; thickness, 0.13 mm. (IOAS-F612), diameter, 0.31 mm; thickness, 0.15 mm.

Pseudogyroidina S. Y. Zheng, n. gen.

Type species *Pseudogyroidina sinensis* S. Y. Zheng, n. sp.

Derivation *Pseudo*, Gr., false + *Gyroidina* a genus of Foraminifera.

Test trochospiral, dorsal side flat to slightly convex, evolute; ventral side convex, involute, umbilical region depressed, slightly open. Chambers inflated. Sutures distinct, on the dorsal side slightly curved; on the ventral side, nearly radial, with secondary aperture near the umbilical end. Wall calcareous, finely perforate, thin, radial in microstructure, septal face single-layered. Aperture at the base of the ventral side of the chamber, located near the periphery and extending to the umbilicus, sometimes not distinct, with internal toothplate.

The external appearance of this genus resembles *Gyroidina* but the latter has no toothplate and no secondary aperture, has granular instead of radial microstructure. It differs from *Ammonia* in that the posterior part of the toothplate does not extend upward the septal face but stops short at the base of the septal face.

Pseudogyroidina sinensis S. Y. Zheng n. gen., n. sp. (Plate VII:2—4)

Test small, compressed, dorsal side flat to slightly convex, ventral side convex, umbilical region depressed, slightly open; periphery smoothly rounded, not lobate. Chambers distinct, gradually increasing in size as added, making up 2—3 whorls, whorl with 7—10. Sutures distinct, on the dorsal side narrowly limbate, slightly curved and slightly depressed; on the ventral side slightly depressed, slightly curved to nearly radial. Wall thin, translucent, very finely perforate. Aperture at the base of the ventral side of the chamber, highly arched near the periphery, extending towards the umbilical region in the form of an arched slit, sometimes with a broad lip; with internal toothplate which extends forward from the lower side of the

intercameral aperture; dorso-lateral side of toothplate closed, ventro-lateral side open towards the umbilicus; lateral wall of aperture facing the dorsal side sometimes hollowed in to connect with the forward extension of the toothplate.

Holotype (IOAS-F615), length, 0.34 mm; width, 0.29 mm; thickness, 0.15 mm.

Cribrononion porisuturalis S. Y. Zheng, n. sp. (Plate VIII: 13, 14; fig. 16)

Test rather compressed, involute to partially evolute; umbilical region slightly depressed, periphery broadly rounded. Chambers distinct, gradually increasing in size as added, final whorl usually with 8—9 (sometimes as many as 11), the last few ones slightly inflated. Sutures distinct, slightly depressed, curved, with a single series of small rounded openings (which are the openings of the simple, vertical branches of the septal canal). Wall thin, transparent to translucent, smooth, finely perforate. Apertural face high, the middle portion usually with a broad band of coarse texture; aperture not distinct externally; intercameral aperture usually consisting of a few semicircular openings at the base of the septal face.

Holotype (IOAS-F642), length, 0.30 mm; width, 0.25 mm; thickness, 0.11 mm.

Paratype (IOAS-F643), length, 0.48 mm; width, 0.33 mm; thickness, 0.15 mm.

This species resembles somewhat *Elphidium poeyanum* (d'Orbigny) as figured by some authors, but the latter is completely involute, has straight sutures, low apertural face and distinct perforations.

Elphidiella brevicanal S. Y. Zheng, n. sp. (Plate IX: 2)

Test new compressed, periphery rounded, usually lobate, umbilical region slightly depressed. Chambers distinct, slightly inflated, 9—11 chambers making up the final whorl. Sutures slightly curved, depressed, sometimes showing a double row of openings which are the openings of the short bifurcating branches of the septal canal. Wall thin, nearly transparent, finely and densely perforated. Aperture slitlike, at the base of the apertural face.

Holotype (IOAS-F647), diameter, 0.43 mm; thickness, 0.15 mm.

This new species externally resembles somewhat *Elphidiella kangsuensis* (Ho, Hu et Wang), but the latter has an entire periphery, flat umbilical region, thicker test, coarser perforations and longer bifurcating canals.

Protelphidium compressum S. Y. Zheng, n. sp. (Plate IX: 3)

Test compressed, longer than broad, umbilical region depressed, with small amount of fine granular shell material; periphery rounded, not lobate. Chambers not inflated, final whorl with 7—9. Sutures distinct, curved, limbate, in the last few chambers slightly impressed, sometimes with a few short septal bridges. Wall thin, nearly transparent, perforations coarse and densely distributed. Aperture not visible externally; intercameral aperture lowly arched, at the base of the apertural face.

Holotype (IOAS-F650), diameter, 0.35 mm; thickness, 0.13 mm.

Pseudononionella S. Y. Zheng, n. gen.

Type species *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng, n. sp.

Derivation *Pseudo-* Gr., false + *Nonionella*, a genus of Foraminifera

Test trochospiral, laterally compressed, dorsal side evolute, ventral side usually involute, sometimes not entirely involute. Chambers increasing rapidly in length than in width. Dorsal and ventral sutures with secondary sutural apertures. Wall calcareous, finely perforate, radial in microstructure. Aperture slitlike, at the base of the ventral side of the chamber, extending from the periphery to the umbilical re-

gion, with internal toothplate.

This new genus differs from *Nonionella* in having internal toothplate, in having dorsal and ventral secondary sutural apertures and in having radial instead of granular microstructure.

Pseudononionella variabilis S. Y. Zheng, n. gen., n. sp. (Plate IX: 7—12)

Test longer than broad, laterally compressed, dorsal side flattened or slightly convex, ventral side slightly convex; umbilical region depressed; periphery narrowly rounded to broadly rounded, usually lobate, sometimes incised. Chambers distinct, rather long, slightly inflated, increasing rather rapidly in size as added, final whorl with 8—12 (usually 9). Sutures distinct, slightly limbate, curved or nearly straight, the middle portion with secondary sutural aperture, in the last few chambers especially distinct, slitlike. Wall thin, nearly transparent to translucent, finely perforate. Aperture slitlike, at the base of the ventral side of the chamber, extending from the periphery to the umbilical region, with internal toothplate; intercameral aperture nearly rounded.

Holotype (IOAS-F653), length, 0.50 mm; width, 0.35 mm; thickness, 0.15 mm.

Paratypes (IOAS-F654), length, 0.58 mm; width, 0.43 mm; thickness, 0.18 mm. (IOAS-F655), length, 0.35 mm; width, 0.25 mm; thickness, 0.10 mm.

The apertural characters of this new species are very stable. The posterior wall of the toothplate partially or entirely covers the septal face of the previous chamber, thus doubling it. The double walls are not fused entirely, leaving a space between. The dorsal and ventral secondary sutural slitlike openings are directly connected with the space formed by the double walls. The anterior portion of the toothplate extends forward to connect with the aperture of the succeeding chamber. The ventro-lateral side of the toothplate is open, the dorso-lateral side, closed.

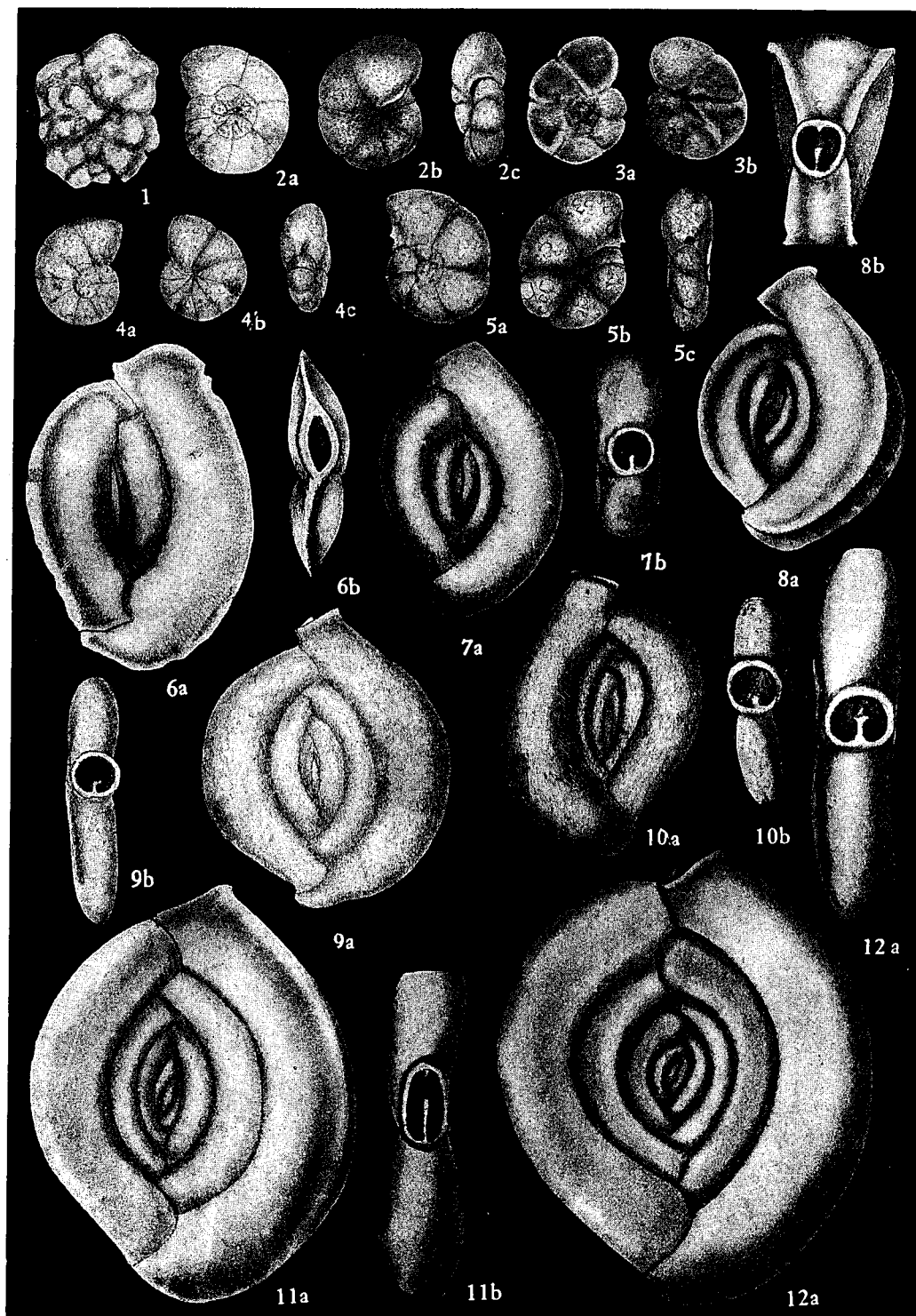
Pseudononion minutum S. Y. Zheng, n. sp. (Plate X: 8—10)

Test small, with 2—3 whorls, dorsal side evolute to not completely evolute, slightly convex; ventral side rather convex, involute to not completely involute; umbilical region depressed, covered by fine granular shell material; periphery rounded to broadly rounded, lobate. Chambers, distinct, slightly inflated, increasing gradually in size as added, final whorl with 8—10. Sutures distinct, limbate, curved. Wall thin, nearly transparent, finely and distinctly perforate; the umbilical ends of sutures, the basal margin of the last few chambers on the dorsal side with a few amount of fine granular shell material. Aperture a low arched opening at the base of the ventral side of the final chamber.

Holotype (IOAS-F668), length, 0.35 mm; width, 0.28 mm; thickness, 0.13 mm.

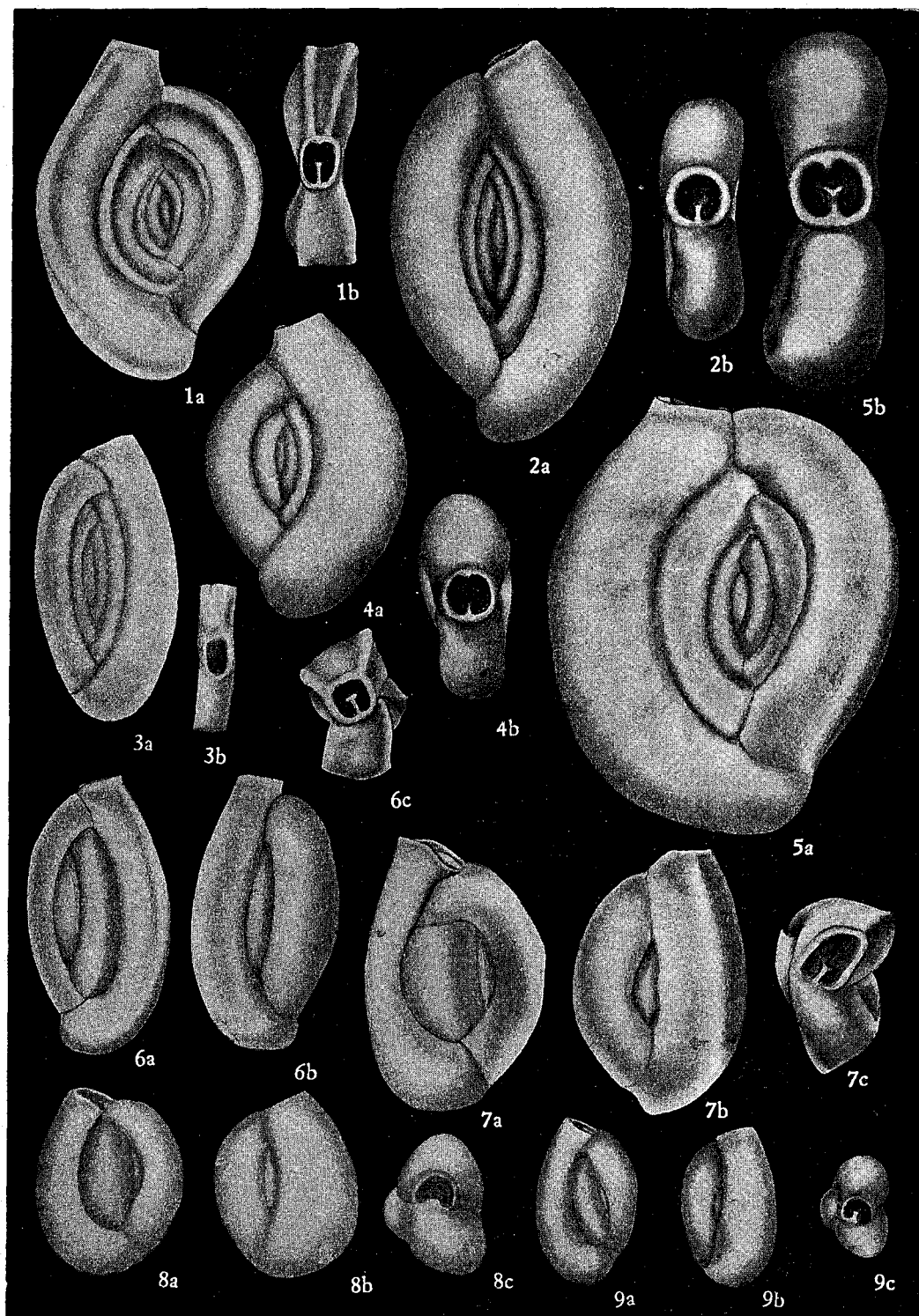
Paratypes (IOAS-F669), length, 0.28 mm; width, 0.20 mm; thickness, 0.13 mm; (IOAS-F670), length, 0.25 mm; width, 0.20 mm; thickness, 0.13 mm.

This new species resembles *P. cushmani* (Stewart and Stewart) but in the latter species, the chambers are low and elongate, and the sutures are not limbate.

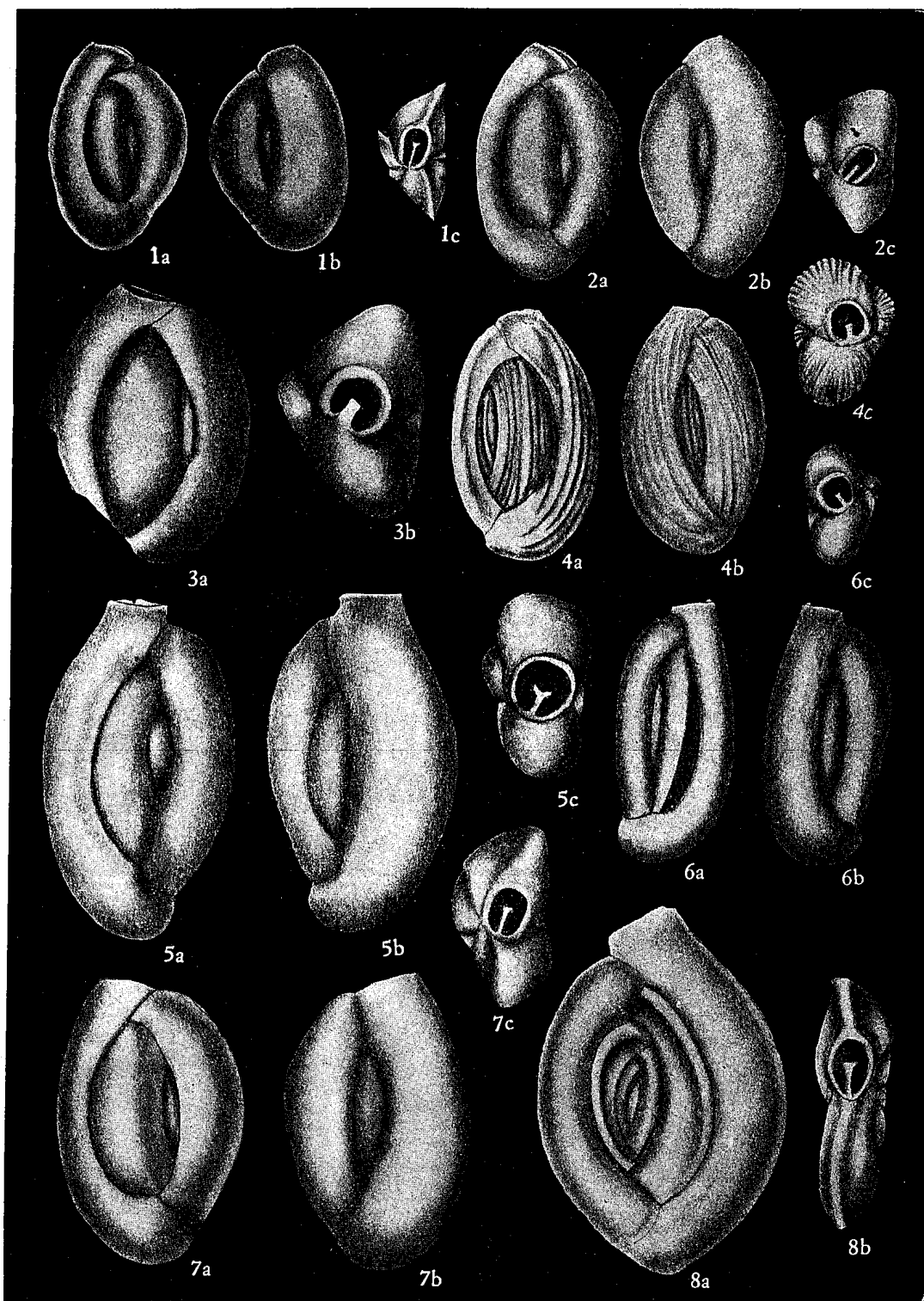


1. 楔形编虫(相似种) *Textularia* cf. *T. cuneata* Hada. ($\times 65$) 侧视。2. 胖砂轮虫 *Trochammina inflata* (Montagu). ($\times 65$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。3. 瘦瘪砂轮虫 *Trochammina macrescens* Brady. ($\times 65$) a. 背视; b. 腹视。4. 亚洲砂竖口虫 *Arenoparrella asiatica* Polski. ($\times 70$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。5. 砂突唇虫(未定种) *Jadammina* sp. ($\times 135$) a. 背视; b. 腹视; c. 口视。6. 刀无齿虫 *Edentostomina cultrata* (Brady). ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。7. 光滑抱环虫 *Spiroloculina laevigata* Cushman and Todd. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。8. 印度抱环虫 *Spiroloculina indica* Cushman and Todd. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。9—10. 渤海抱环虫(新种) *Spiroloculina bohaisensis* S. Y. Zheng, n. sp. 9. 正模标本($\times 32.5$); 10. 副模标本($\times 46$)。a. 侧视; b. 口视。11. 拟扁抱环虫 *Spiroloculina henbesti* Petri. ($\times 32.5$) a. 侧视; b. 口视。12. 挪威抱环虫 *Spiroloculina norvegica* Cushman and Todd. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。(图版中所有标本图形均用显微描图器描绘, 下同)

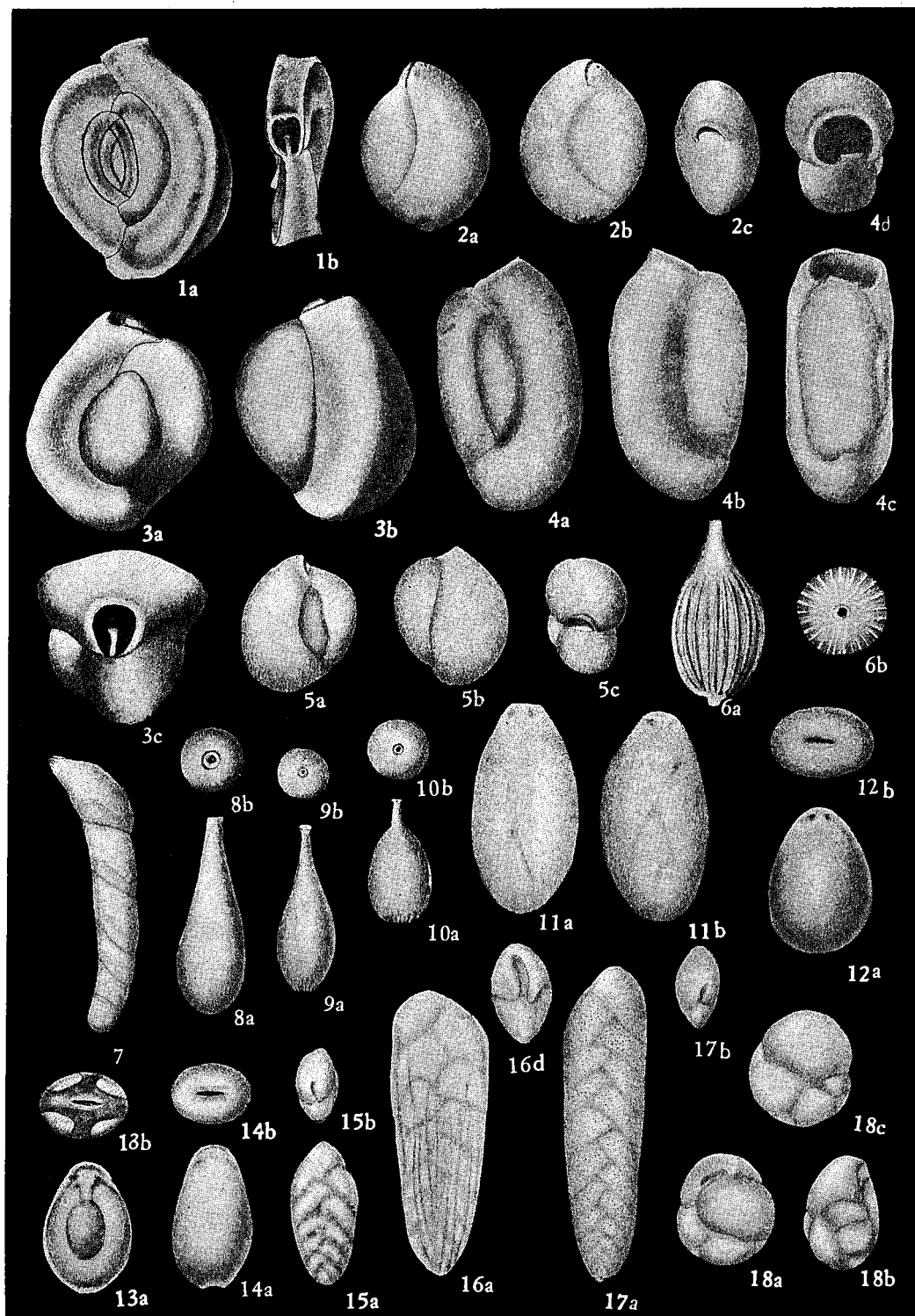
注: 图 12a 的右上角的“12a”应为 12b



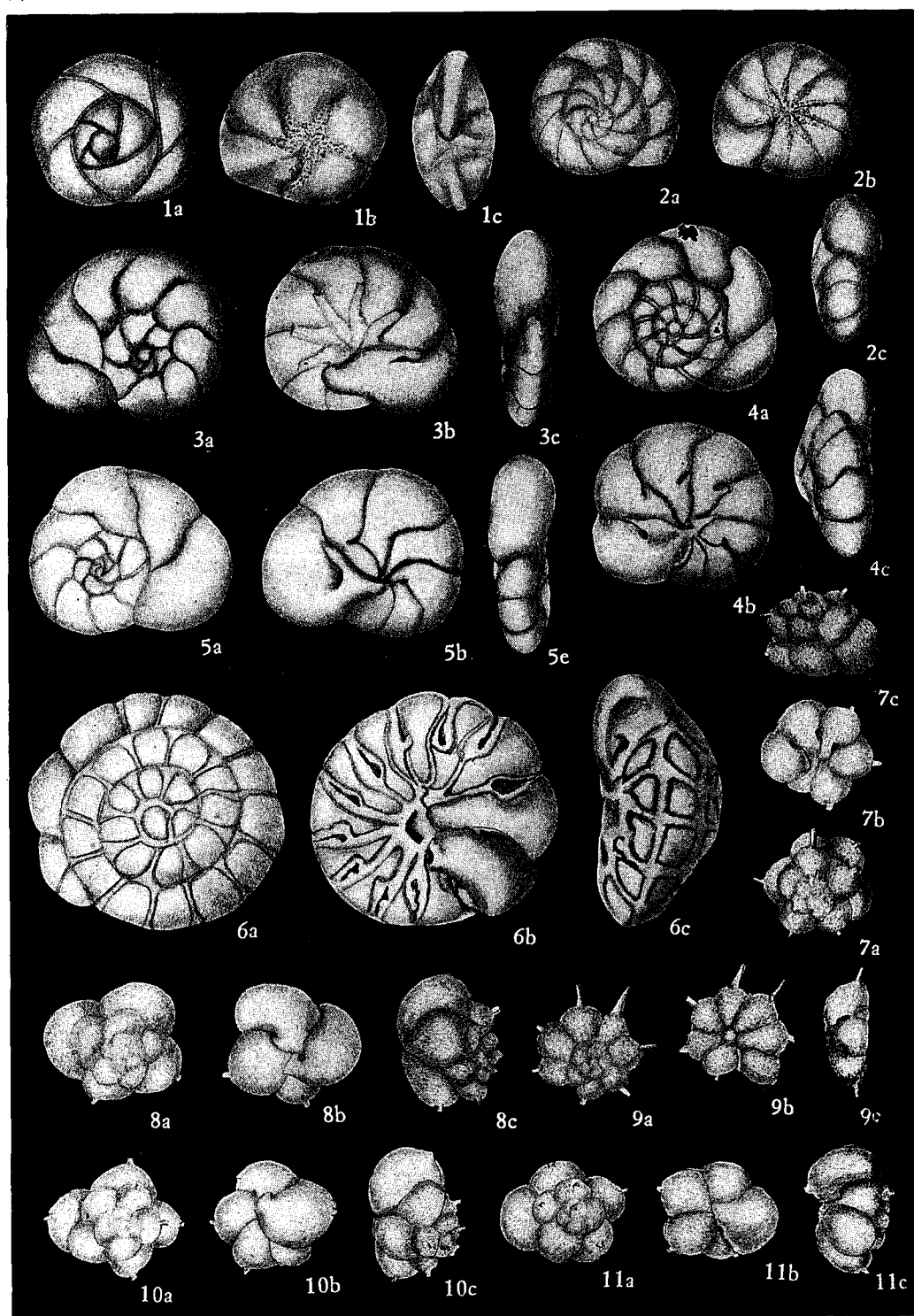
1. 隆缘共抱环虫 *Spiroloculina communis incisa* Cushman. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。 2. 筒室抱环虫 *Spiroloculina terquemiana* Fornasini. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。 3. 扁平抱环虫 *Spiroloculina depressa* d'Orbigny. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。 4. 抱环虫 (未定种 1) *Spiroloculina* sp. 1. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。 5. 抱环虫 (未定种 2) *Spiroloculina* sp. 2. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。 6. 扭转五块虫 *Quinqueloculina contorta* d'Orbigny. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。 7. 北极五块虫 *Quinqueloculina arctica* Cushman. ($\times 65$) a, b. 侧视; c. 口视。 8. 圆形短五块虫 *Quinqueloculina akneriana rotunda* (Gerke). ($\times 90$) a, b. 侧视; c. 口视。 9. 整洁五块虫 *Quinqueloculina bellatula* Bandy. ($\times 65$) a, b. 侧视; c. 口视。



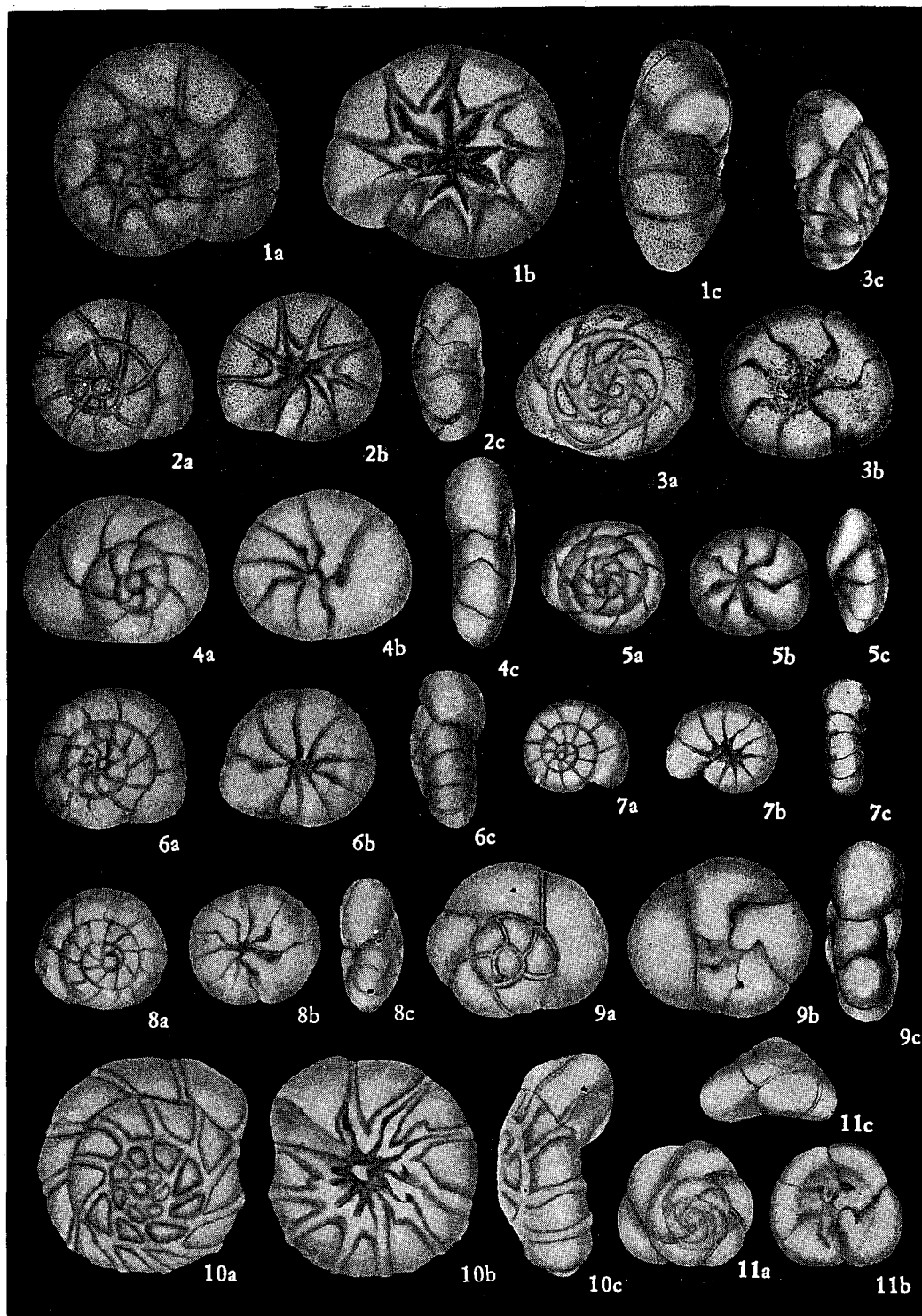
1. 半角五块虫 *Quinqueloculina seminulanguata* McLean. ($\times 65$) a, b. 侧视; c. 口视。 2. 半缺五块虫 *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus). ($\times 65$) a, b. 侧视; c. 口视。 3. 普通五块虫 *Quinqueloculina vulgaris* d'Orbigny. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。 4. 肋纹五块虫 *Quinqueloculina seminula* var. *jugosa* Cushman. ($\times 65$) a, b. 侧视; c. 口视。 5. 明亮五块虫 *Quinqueloculina argunica* (Gerke). ($\times 65$) a, b. 侧视; c. 口视。 6. 五块虫(未定种) *Quinqueloculina* sp. ($\times 65$) a, b. 侧视; c. 口视。 7. 钝缘五块虫 *Quinqueloculina subungeriana* Serova. ($\times 65$) a, b. 侧视; c. 口视。 8. 隆缘块心虫 *Massilina pratti* Cushman and Ellis. ($\times 65$) a. 侧视; b. 口视。



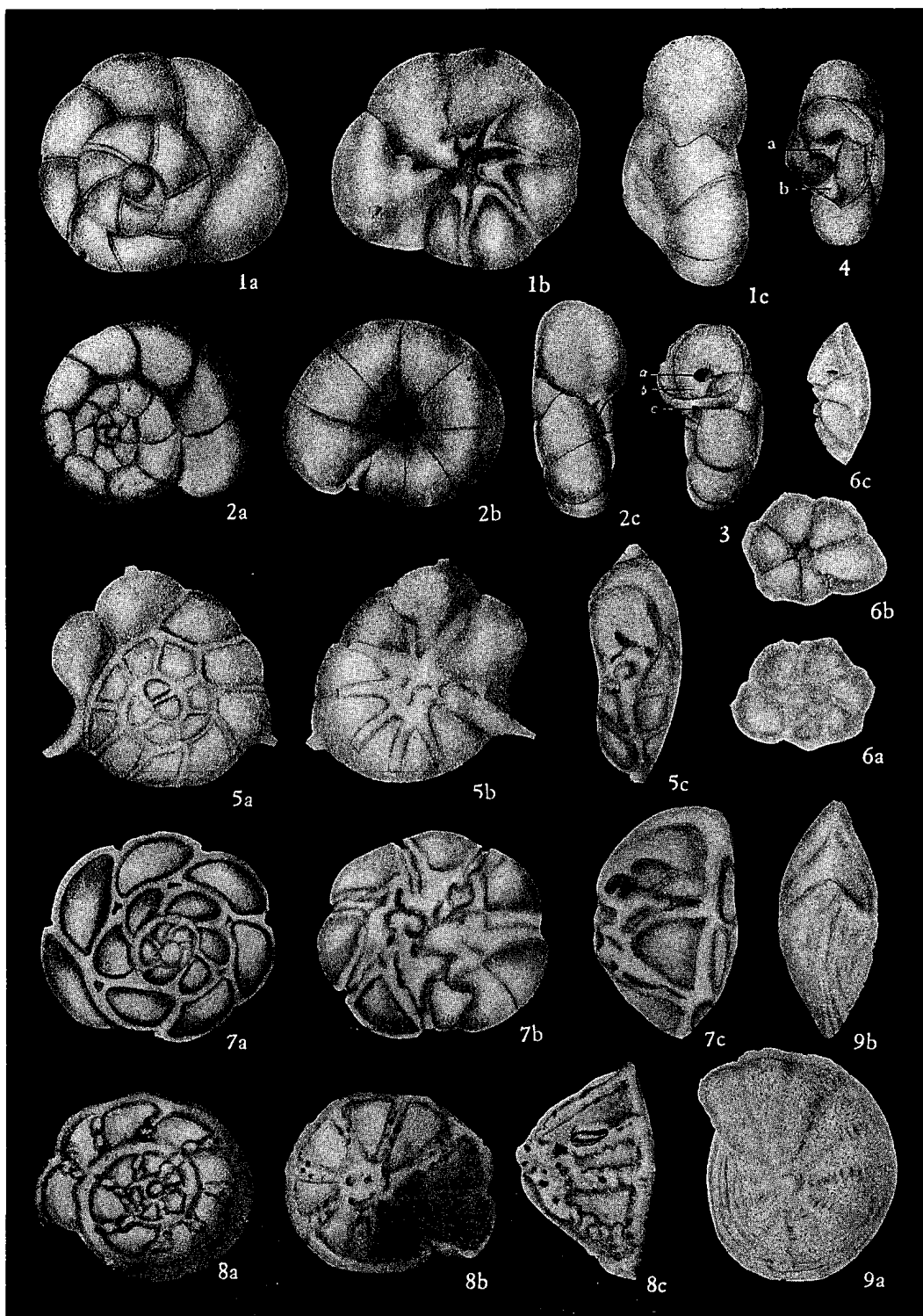
1. 梨口块心虫(新种) *Massilina pyristoma* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 46$) 正模标本。a. 侧视; b. 口视。2. 微小曲形虫(新种) *Sigmoilina minutissima* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 100$) 正模标本。a, b. 侧视; c. 口视。3. 三角三块虫 *Triloculina trigonula* (Lamarck). ($\times 65$) a, b. 侧视; c. 口视。4. 直室三块虫(新种) *Triloculina rectilocula* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 100$) 正模标本。a, b. 侧视; c. 正视; d. 口视。5. 亚圆小粟虫 *Miliolinella subrounda* (Montagu). ($\times 70$) a, b. 侧视; c. 口视。6. 两棒虫(未定种) *Amphicoryna* sp. ($\times 100$) a. 侧视; b. 口视。7. 齿虫(未定种) *Dentalina* sp. ($\times 100$) 侧视。8. 光滑瓶虫 *Lagena laevis* (Montagu). ($\times 100$) a. 侧视; b. 口视。9—10. 短肋瓶虫 *Lagena doveyensis* Haynes. ($\times 100$) a. 侧视; b. 口视。11. 乳小滴虫 *Guttulina lactea* (Walker and Jacob). ($\times 100$) a, b. 侧视。12. 瓜子缝口虫 *Fissurina aradasii* Seguenza. ($\times 100$) a. 侧视; b. 口视。13. 明亮缝口虫 *Fissurina lucida* (Williamson). ($\times 100$) a. 侧视; b. 口视。14. 双刺葫芦缝口虫 *Fissurina cucurbitasema bispinata* Ujiie. ($\times 100$) a. 侧视; b. 口视。15. 海鸟箭头虫 *Bolivina albatrossi* Cushman. ($\times 100$) a. 侧视; b. 口视。16. 细纹点头虫 *Brizalina striatula* (Cushman). ($\times 100$) a. 侧视; b. 口视。17. 针点头虫 *Brizalina acerosa* (Cushman). ($\times 100$) a. 侧视; b. 口视。18. 冰岛虫 *Islandiella islandica* (Nørvang). ($\times 100$) a. 腹视; b. 壳缘视; c. 背视。 注: 图 16d 应为 16b



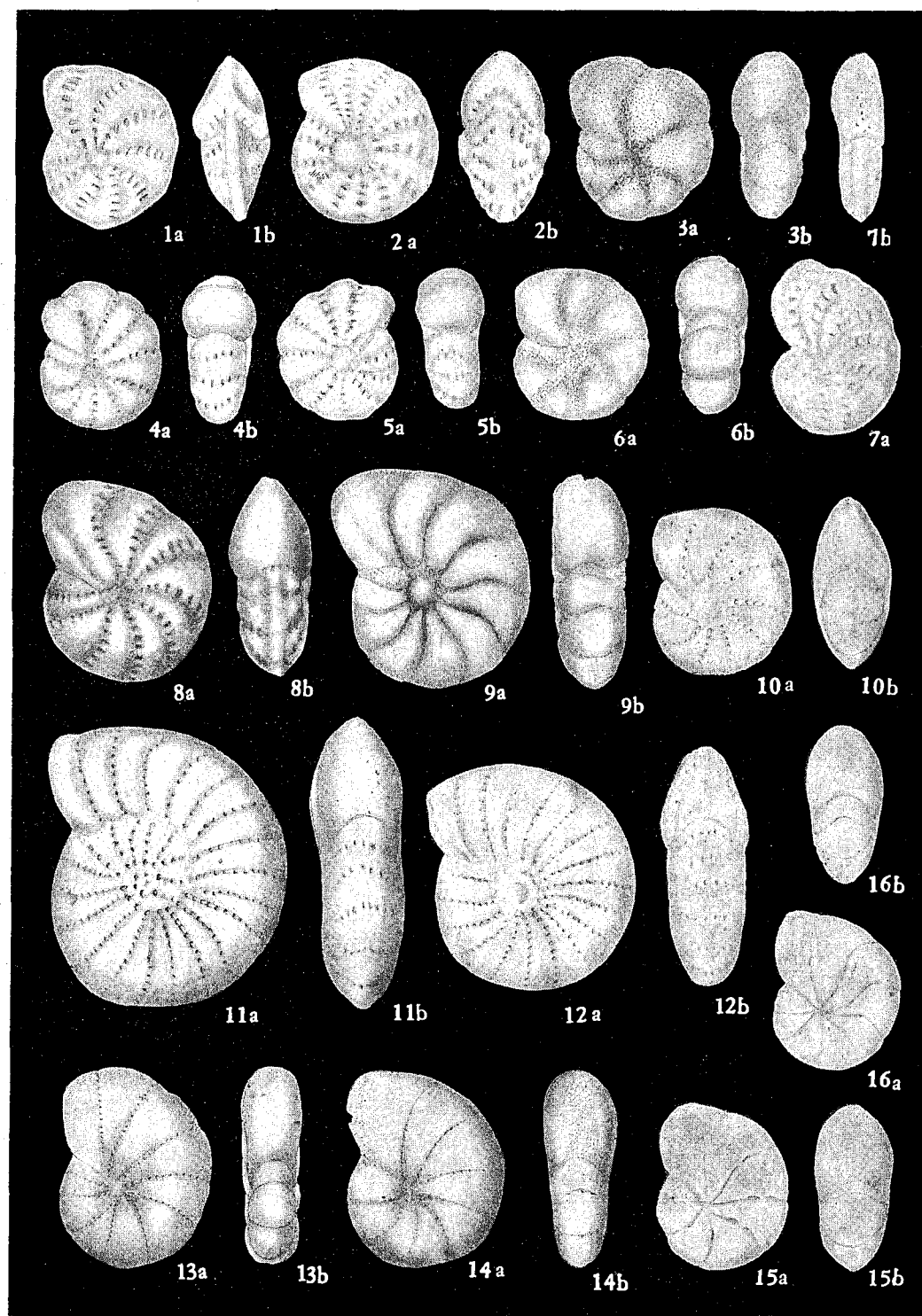
1. 冷面颊虫 *Buccella frigida* (Cushman). ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 2. 覆盖面颊虫(?) *Buccella*(?) *tunicata* Ho. Hu et Wang. ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 3. 扁平假穹背虫(新种) *Pseudoeponides compressum* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 100$) 正模标本。 a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 4. 中里假穹背虫 *Pseudoeponides nakazatoensis* (Kuwano). ($\times 65$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 5. 缝裂假穹背虫 *Pseudoeponides anderseni* Warren. ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 6. 连接转轮虫 *Ammonia annectens* (Parker and Jones). ($\times 46$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 7—11. 球室转轮虫 *Ammonia globosa* (Millet). ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。
注：图 5c 应为 5c



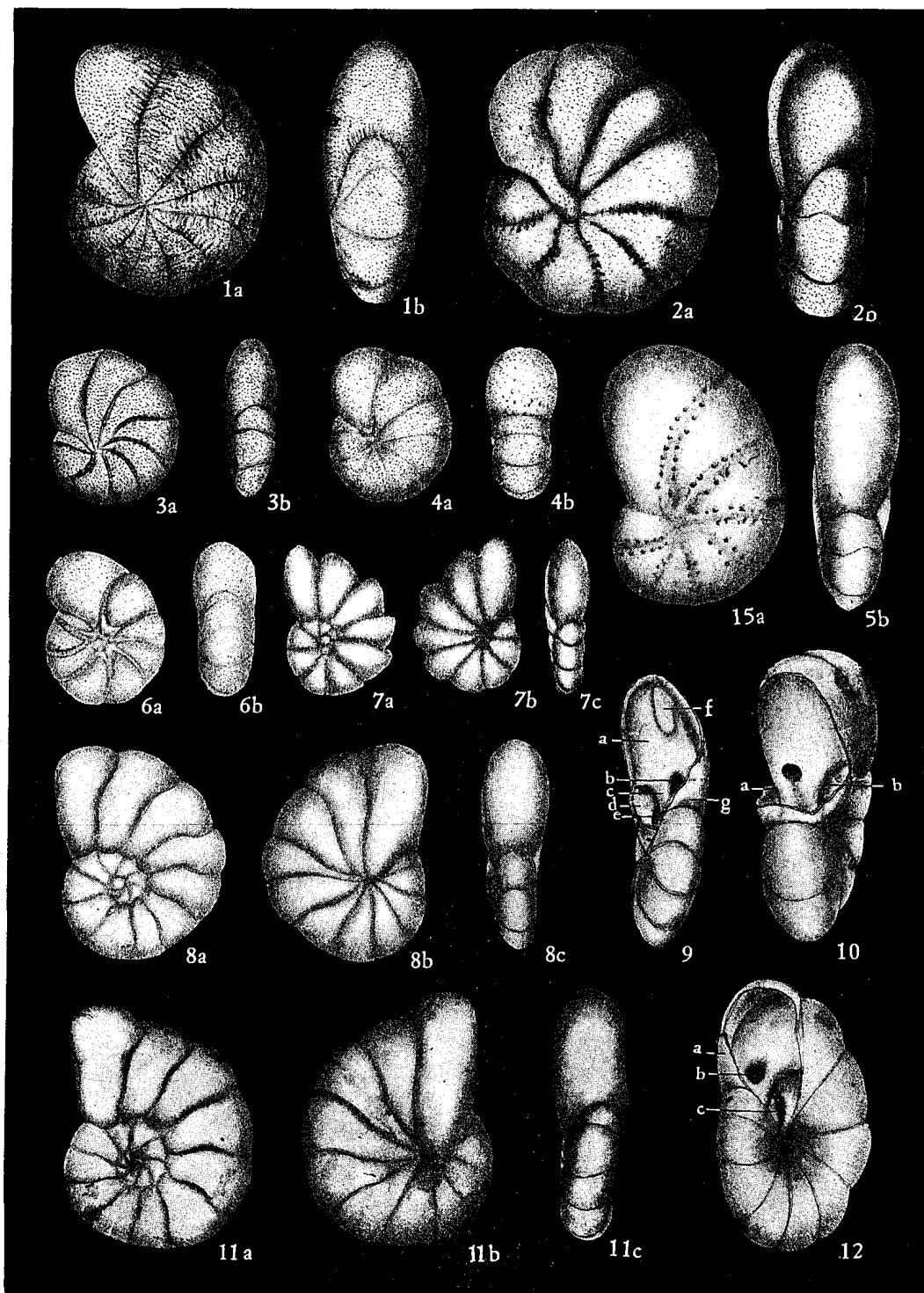
1—2. 厚壁转轮虫(新种) *Ammonia confertitesta* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 65$) 1. 副模标本(微球型); 2. 正模标本(显球型)。a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 3. 粒脐转轮虫(新种) *Ammonia granulumbilica* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 100$) 正模标本。a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 4. 沼泽转轮虫 *Ammonia limnetes* (Todd and Bronnimann). ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 5. 高锅转轮虫 *Ammonia takanabensis* (Ishizaki). ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 6—8. 多室转轮虫(新种) *Ammonia multicella* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 100$) 6. 正模标本; 7—8. 副模标本。a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 9. 显脐转轮虫 *Ammonia flevenensis* (Hofker). ($\times 90$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 10. 凸镶边转轮虫 *Ammonia limbatobeccarii* (McLean). ($\times 65$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 11. 凸背转轮虫(新种) *Ammonia convexidorsa* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 100$) 正模标本。a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。



1.嗜温转轮虫 *Ammonia tepida* (Cushman). ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 2—4. 中华假圆旋虫 (新属新种) *Pseudogyroidina sinensis* S. Y. Zheng, n. gen., n. sp. 图2. 正模标本 ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。图3. 剖去局部终室壁, 示壳口特征 ($\times 90$)。壳缘视。a—室间壳口; b—齿板; c—终室壳口。图4. 剖去局部终室壁, 示内齿板 (a) 与终室壳口内凹壁 (b) 的关系 ($\times 90$)。终室顶视。 5. 丽星车轮虫 *Asterorotalia pulchella* (d'Orbigny). ($\times 65$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 6. 仿车轮虫 (未定种) *Pararotalia* sp. ($\times 65$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 7. 多变假车轮虫 *Pseudorotalia gaimardii* (d'Orbigny). ($\times 65$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 8. 圆锥假车轮虫 *Pseudorotalia schroeteriana* (Parker and Jones). ($\times 32$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 9. 粗糙企虫 *Elphidium hispidulum* Cushman. ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。

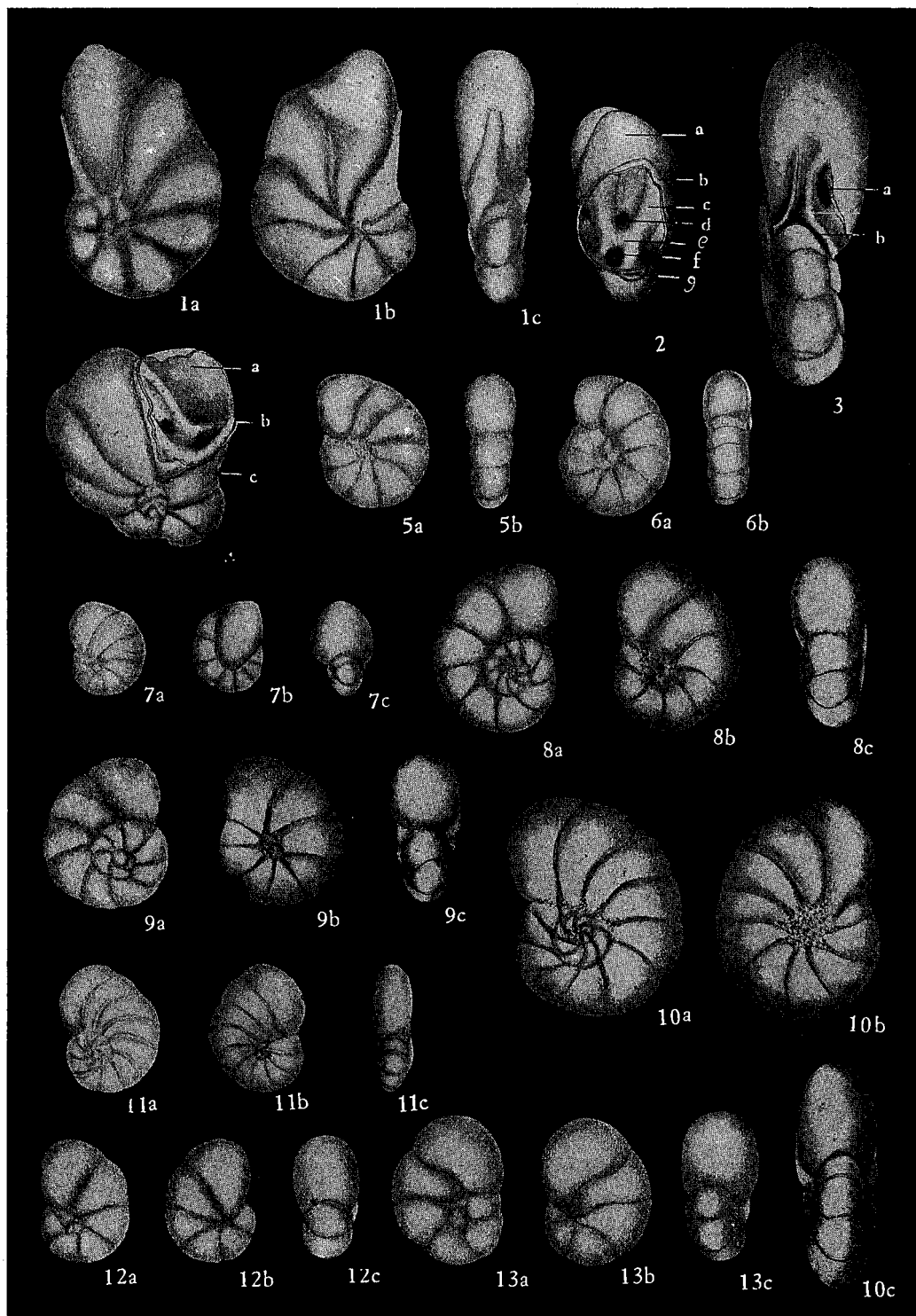


1. 异地企虫 *Elphidium advenum* (Cushman). ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。 2. 亚卷曲企虫 *Elphidium subcrispum* Nakamura. ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。 3. 缝裂企虫 *Elphidium magellanicum* Heron-Allen and Earland. ($\times 100$) a. 侧视; b. 壳缘视。 4—5. 显孔鼓室企虫 *Elphidium hughesi foraminosum* Cushman. ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。 6. 霜粒企虫 *Elphidium nakanokawaense* Shirai. ($\times 100$) a. 侧视; b. 壳缘视。 7. 扁肾企虫 *Elphidium jenseni* (Cushman). ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。 8. 珍珠企虫 *Elphidium margaritaceum* Cushman. ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。 9. 简单企虫 *Elphidium simplex* Cushman. ($\times 100$) a. 侧视; b. 壳缘视。 10. 亚洲筛九字虫 *Cribrononion asiaticum* (Polski). ($\times 100$) a. 侧视; b. 壳缘视。 11—12. 清晰企虫 *Elphidium limpidum* Ho, Hu et Wang. ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。 13—14. 孔缝筛九字虫(新种) *Cribrononion porisuturalis* S. Y. Zheng, n. sp. 13. 正模标本 ($\times 65$); 14. 副模标本 ($\times 100$)。 a. 侧视; b. 壳缘视。 15—16. 易变筛九字虫 *Cribrononion incertum* (Williamson). ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。



1. 江苏小企虫 *Elphidiella jiangsuensis* (Ho, Hu et Wang) ($\times 100$) a. 侧视; b. 壳缘视。 2. 短管小企虫(新种) *Elphidiella brevicanalisis* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 100$) 正模标本。 a. 侧视; b. 壳缘视。 3. 扁原企虫(新种) *Protelphidium compressum* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 65$) 正模标本。 a. 侧视; b. 壳缘视。 4. 原企虫(未定种) *Protelphidium* sp. ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。 5. 扁平直小企虫 *Rectoelphidiella aplata* Ho, Hu et Wang, ($\times 100$) a. 侧视; b. 壳缘视。 6. 粒突原企虫 *Protelphidium granosum* (d' Orbigny). ($\times 65$) a. 侧面; b. 壳缘面。 7—12. 多变假小九字虫(新属新种) *Pseudononionella variabilis* S. Y. Zheng, n. gen., n. sp. (7, 8, 11. $\times 65$; 9, 10, 12. $\times 90$)。 7. 副模标本(显球型); 8. 正模标本(显球型); 11. 副模标本(微球型)。 a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 9. 剖去局部终室壁, 示壳口及齿板后片。 a——齿板后片; b——次室间壳口; c——齿板前片; d——倒数第二房室隔壁面; e——主室间壳口; f——未被齿板后片覆盖的隔壁面; g——终室余壁。 10. 剖去局部终室壁, 示齿板前片背侧(a)封闭、腹侧(b)开放。壳缘视。 12. 剖去局部终室壁, 示室间壳口。腹侧视。 a——终室余壁; b——次室间壳口; c——主室间壳口。

注: 图 15a 应为 5a



1—4. 多角口室虫 *Stomoloculina multangula* Ho, Hu et Wang. (1. $\times 65$; 2—4. $\times 90$). 1. a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 2. 剖去局部终室壁, 示壳口及齿板等特征。终室顶视。a——倒数第二房室; b——终室余壁; c——齿板后片; d——倒数第二房室口面下部的次室间壳口; e——齿板前片; f——终室口面下部的次室间壳口; g——补充房室的缝状开口。 3. 剖去补充房室壁, 示终室壳口特征。壳缘视。a——次室间壳口; b——主室间壳口。 4. 剖去局部终室壁, 示壳口及齿板等特征。背视。a——终室余壁; b——补充房室的缝状开口; c——补充房室。 5. 秋田九字虫 (相似种) *Nonion* cf. *N. akitaense* Asano. ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。 6. 光滑九字虫 *Nonion glabrum* Ho, Hu et Wang. ($\times 65$) a. 侧视; b. 壳缘视。 7. 小九字虫 (未定种) *Nonionella* sp. ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 8—10. 小假九字虫 (新种) *Pseudononion minutum* S. Y. Zheng, n. sp. ($\times 100$) 8. 副模标本 (微球型)。a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 9. 副模标本 (显球型)。a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 10. 正模标本 (微球型)。a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 11. 扁假九字虫 *Pseudononion oinomikadoi* Matsunaga. ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。 12—13. 假九字虫 (未定种) *Pseudononion* sp. ($\times 100$) a. 背视; b. 腹视; c. 壳缘视。