

广西伶俐下泥盆统那高岭组几丁虫*

吴守瀚^{1,2)} 梁艳¹⁾ 卢建峰^{1)**}

1) 古生物学与油气地层应用全国重点实验室, 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

2) 中国科学院大学, 北京 100049

提要 受广西运动影响, 华南泥盆系底部以碎屑岩沉积为主, 开展以碳酸盐相为载体的牙形刺生物地层工作颇为受限。为进一步完善该时段的生物地层框架, 系统分析了广西南宁伶俐剖面下泥盆统那高岭组高岭段的几丁虫化石。在高岭段上部鉴定几丁虫1属7种, 含一新种*Angochitina lingliensis* sp. nov., 此外还包括下泥盆统布拉格阶带化石*A. comosa*, 泥盆纪常见种*A. mourai*, *A. dimorpha*等。根据几丁虫化石的形态特征和地层延限, 在高岭段识别出几丁虫*A. comosa*间隔带。通过与牙形刺生物地层进行对比, 确定了华南板块几丁虫*A. comosa*带相当于布拉格阶最底部的牙形刺*Eognathodus irregularis*带; 全球性的牙形刺和几丁虫生物地层对比也表明, 华南板块的*A. comosa*带与其他板块识别出的*A. comosa*带时代相近, 具有全球性的地层对比意义。本文首次在接近布拉格阶底界的那高岭组高岭段获得了较为丰富的几丁虫化石, 补充了中国早泥盆世布拉格早期几丁虫的空白记录, 为下泥盆统高精度生物地层的划分和对比提供新的材料。

关键词 几丁虫 那高岭组 布拉格期 下泥盆统 广西

DOI:10.16087/j.cnki.1000-0674.20250407.001

前言

广西的泥盆系发育完整、化石资源丰富, 是研究华南泥盆纪沉积演变和生物地层的重要区域。受广西运动影响, 华南泥盆系底部主要由碎屑岩组成, 在广西中部以莲花山组为代表。随着海侵的范围扩大, 在莲花山组碎屑岩之上沉积了那高岭组。那高岭组由王钰等(1964)在广西中部描述和建立, 岩性以泥岩、页岩夹薄层灰岩为主。经过半个世纪的研究, 普遍认为那高岭组的沉积时代为布拉格期(王成源和王志浩, 1978; 阮亦萍等, 1979; Lu & Chen, 2016; Lu *et al.*, 2017)。Lu等(2019)在那高岭组上覆地层郁江组石洲段内识别出埃姆斯阶底界的准确层位, 确定那高岭组上部为布拉格期沉积。其后, Lu等(2023)和Lu(2024)在南宁伶俐剖面那高岭组首次发现洛赫考夫期牙形刺分子以及布拉格阶底界标志化石*Eognathodus irregularis*, 并首次在华南地区识别出洛赫考夫阶-布拉格阶界线, 确定了

那高岭组于洛赫考夫晚期或中期已开始沉积。然而, 那高岭组以碎屑岩沉积为主, 仅部分层位发育灰岩薄层及透镜体, 而牙形刺生物地层在碎屑岩地层中存在着一定的局限性。因此, 亟需针对那高岭组碎屑岩地层开展精细的生物地层研究, 以进一步提高华南在早泥盆世, 尤其是洛赫考夫期和布拉格期地层划分和对比的精度。

几丁虫作为一类已灭绝的微体古生物, 在奥陶纪至泥盆纪的各类海相沉积物中广泛分布(梁艳等, 2023), 在志留系-泥盆系界线、洛赫考夫阶-布拉格阶界线等年代地层研究中均发挥过重要作用(Chlupáč, 1995)。随着区域内泥盆纪几丁虫生物带的建立与推广应用(Paris, 1996; Paris *et al.*, 2000; Becker *et al.*, 2020), 几丁虫在泥盆纪生物地层对比中的作用愈发显著。然而, 中国泥盆纪几丁虫的生物地层研究仍然十分薄弱, 仅四川宝兴碛碛群(项礼文等, 1975)、广西六景那高岭组蚂蝗岭段(侯静鹏, 1978)、贵州赫章舒家坪组(赖小娟, 1979)、江

*本研究受到国家自然科学基金项目(42372029、42472014)资助。

**通讯作者(Corresponding author) E-mail: jflu@nigpas.ac.cn

收稿日期 2024-11-15, 修改稿收到日期 2025-03-27

苏泰县五通群观山段(耿良玉等, 2000)等少数区域有零星的系统古生物报道, 缺乏系统的生物地层研究。目前, 中国的下泥盆统仅识别出6个几丁虫序列(Geng *et al.*, 2000), 自下而上依次为*Angochitina chlu paci*, *Angochitina comosa*, *Bulbochitina bulbosa*, *Ramochitina jouannensis*, *Bursachitina riclonensis*以及*Ramochitina maretensis*化石层。

本文以广西伶俐那高岭组高岭段洛赫考夫阶-布拉格阶界线附近的几丁虫为研究对象, 在牙形刺生物地层工作的基础上, 对南宁伶俐剖面的碎屑岩层位进行了系统采样, 以期补充早泥盆世几丁虫的化石数据, 并讨论其生物地层意义。

1 材料及方法

1.1 剖面介绍

王钰(1956)在描述“郁江建造”的腕足动物时, 将“郁江建造”之下厚约50 m的地层称作“那高岭页岩”, 其上部为绿色页岩, 下部为页岩夹薄层灰岩或透镜体。侯鸿飞(1959)在横县六景剖面测制了“那高岭页岩”并将其划分为三层, 总厚度68 m。其后, 王钰等(1964)正式将其命名为那高岭组。侯鸿飞和鲜思远(1975)基于沉积旋回的完整性考虑, 将那高岭组划分为三段: 那高岭段、蚂蝗岭段和霞义岭段, 其中前二段相当于原那高岭页岩, 后一段原隶属于上覆郁江组。邝国敦等(1989)从岩石地层单元的定义出发, 采用王钰(1956)对那高岭页岩的二分法, 同时认为那高岭段这一名称与组名重复, 将其改称为高岭段。本文维持那高岭组建立时的划分方案, 并结合侯鸿飞和鲜思远(1975)与邝国敦等(1989)的研究工作, 将那高岭组自下而上识别为高岭段和蚂蝗岭段。

南宁伶俐剖面位于广西壮族自治区南宁市以东约45 km, 伶俐镇西北方向约2 km(22°52'1"N, 108°44'50"E; 图1)。剖面沿Y028乡道伶俐至沱江段连续出露, 覆盖较少。自下而上出露莲花山组、那高岭组和郁江组。莲花山组主要为紫红色泥岩、粉砂岩; 那高岭组下部高岭段为黄绿色泥岩夹薄层灰岩及灰岩透镜体, 上部蚂蝗岭段为黄绿色泥岩、粉砂岩; 郁江组出露下部的石英细砂岩、粉砂质泥岩。剖面描述如下:

上覆地层 郁江组

霞义岭段

6. 烟灰、灰白色厚层至块状石英砂岩 >5 m

—————整合—————

那高岭组 (厚96.8 m)

蚂蝗岭段

5. 灰绿、青灰色含泥粉砂岩及灰绿色砂质泥岩夹厚层细砂岩 43.7 m

4. 黄绿色、灰绿色泥岩及粉砂质泥岩 9.4 m
高岭段(本文采样层位)

3. 青灰色薄层泥质灰岩、透镜体状灰岩与泥岩互层, 采几丁虫样品 35.4 m

2. 灰绿色薄层粉砂质泥岩、泥质粉砂岩 8.3 m

—————整合—————

下伏地层 莲花山组

1. 紫红色泥质粉砂岩及泥质砂岩 >10 m

1.2 样品采集

样品由中国科学院南京地质古生物研究所卢建峰和黄璞在2022年开展野外工作时采集。研究目的主要为探究下泥盆统洛赫考夫期、布拉格期牙形刺和几丁虫的综合地层框架, 故而样品主要采自那高岭组高岭段中上部薄层灰岩、泥岩互层段, 高岭段底部8.3 m泥岩当时未采样, 后于2024年对该层位及其上地层的灰岩夹层开展样品补充采集, 相关工作正在开展中。本文的首个样品位于高岭段灰岩层出现之上10 cm, 共采集样品22件, 采样编号和具体层位如图2所示。每件样品的重量为2 kg左右, 岩性全部为泥岩。

1.3 实验方法

本文以Paris (1981)汇总的几丁虫酸泡分析方法为标准, 并在此基础上根据实验条件差异略作修改, 对伶俐剖面所采集的泥岩样品进行实验室预处理, 主要流程包括:

1) 碎样: 将样品置于研钵中敲碎, 其后使用0.8 mm孔径和3 mm孔径的套筛过筛, 取0.8 mm筛上的岩石颗粒50 g左右, 置于可密封塑料小桶中, 用清水洗样, 倒掉水备用;

2) 稀盐酸处理: 用5%–10%的稀盐酸将样品中的钙质反应完全, 对于钙质含量较高的样品, 应在开始时适度降低稀盐酸浓度。反应结束后用清水多次清洗样品至中性, 并尽可能将样品中的清水倾倒在干净。反应和清洗的废液回收, 交由专门机构统一处理;

3) 氢氟酸处理: 向样品中加入38%氢氟酸将化石分解出来。为防止样品粘结, 轻晃样品, 频率在首日最高, 随反应进行逐渐降低。反应完全后用清水将样品清洗至中性, 废液回收;

4) 过筛: 使用孔径为45 μm的样品筛对反应物进行筛选。为避免化石破碎, 可将样品筛置于水

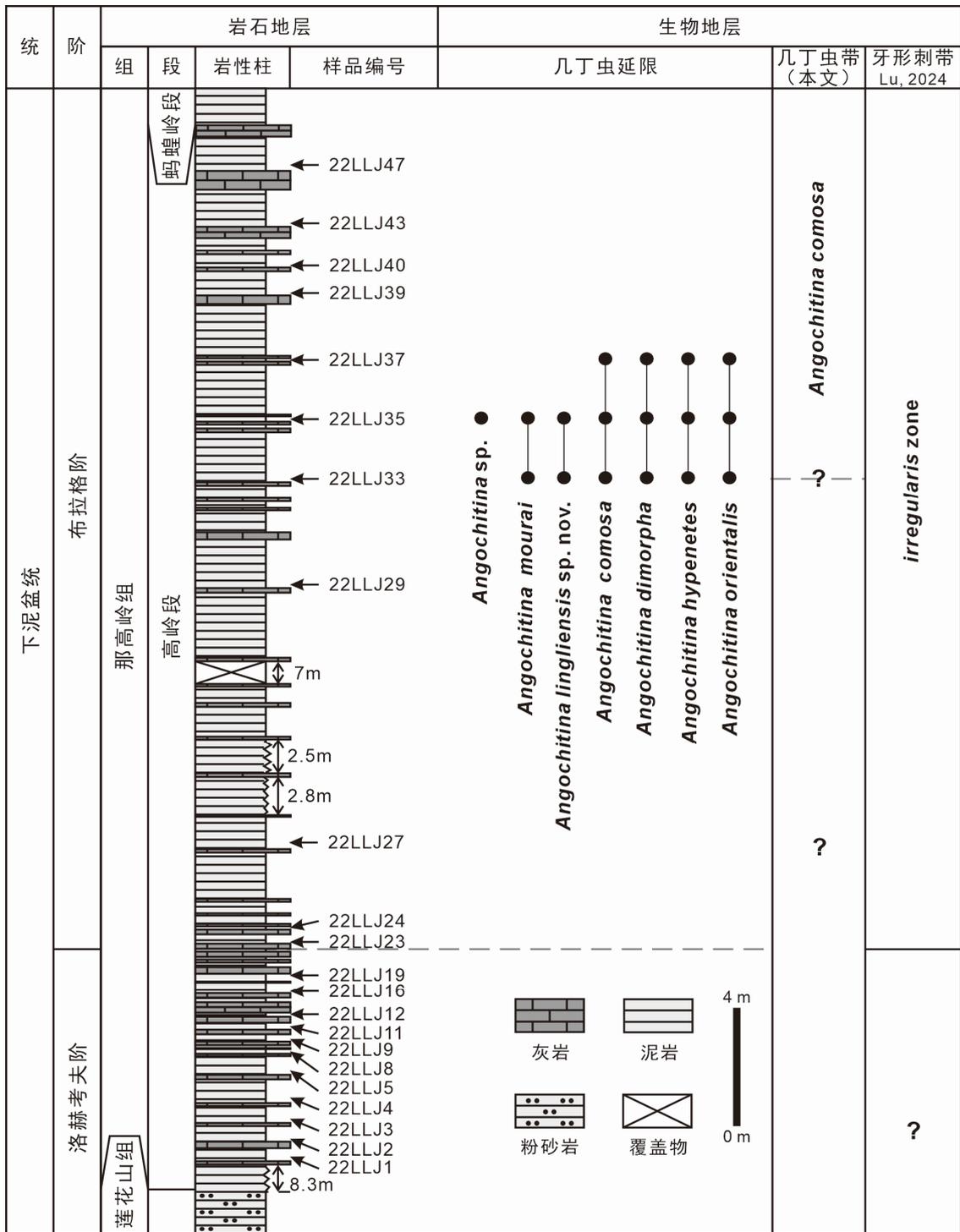


图 2 南宁伶俐剖面地层序列、采样位置及几丁虫延限

Fig. 2 The lithostratigraphic sequence, sampling horizon and the chitinozoan distribution at the Lingli section, Nanning, Guangxi

前体目 **Order Prosomatifera Eisenack, 1972**
 长颈瓶几丁虫科 **Family Lagenochitinidae Eisenack, 1931**
 瓶几丁虫亚科 **Subfamily Angochitinae Paris, 1981**
 瓶几丁虫属 **Genus Angochitina Eisenack, 1931**

模式种 *Angochitina echinata* Eisenack, 1931。
 正模标本(Eisenack, 1931, p. 82, pl. 1, fig. 7)已丢失,产地为波罗的Beyrichia灰岩;新模标本(Eisenack, 1964, p. 139, pl. 29, fig. 10)保存在德国图宾根大学地质古生物所,产地为瑞典哥特兰岛志留系罗德洛统Hemse层顶部。

属征 具卵圆形体室, 体表发育简单或复杂刺饰的长颈瓶几丁虫科分子。

产地层位 广泛分布在全球各板块上奥陶统至泥盆系。

Angochitina comosa Taugourdeau et de Jekhowsky, 1960

(图4-1-17)

- 1960 *Angochitina comosa* sp. nov.; Taugourdeau & Jekhowsky, p. 1221, pl. 3, figs. 33-35.
- ?1964 *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Grignani & Mantovani, p. 245, pl. 1, fig. 11.
- ?1967 *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Grignani, pl. 1, fig. 8.
- 1967 *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Magloire, pl. 3, fig. 18.
- 1976 *Angochitina* cf. *comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Paris, p. 95, pl. 19, figs. 1, 2; pl. 24, fig. 11.
- 1978 *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Díez & Cramer, p. 207, pl. 1, figs. 16, 17.
- 1978 *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; 侯静鹏, 365页, 图版49, 图18。
- 1981 *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Paris, p. 255, pl. 33, fig. 6.
- 1985 *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Chlupáč et al., pl. 13, figs. 13a, b.
- 1993a *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Winchester-Seeto, p. 744, figs. 6.13-6.15.
- 1993b *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Winchester-Seeto, p. 101, figs. A-C.
- 1996 *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Ottone, p. 142, pl. 11, fig. 9.
- 1997 *Angochitina* cf. *comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Achab et al., pl. 1, fig. 9.
- 2000 *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky; Geng et al., pl. 8, fig. 8.

材料 南宁伶俐剖面那高岭组, 样品22LLJ33: (14); 22LLJ35: (78); 22LLJ37: (7)。

度量 度量值取自92粒SEM标本, 单位为微米。

描述 个体较小, 壳长112 μm 左右, 壳形呈长颈瓶状; 体颈分异明显, 颈曲显著, 肩不发育; 颈呈圆柱状, 约为壳长的2/5, 颈壁向口极方向变薄; 体室呈球形至卵圆形, 最大壳宽位于体室中下部; 侧缘微鼓胀, 底缘不明显, 底圆, 黄铁矿充填后外凸; 壳表刺饰发育, 大部分是简单刺, 也有

少量刺末端分叉; 刺饰脱落后留下基部, 呈颗粒状均匀分布在壳体表面。

讨论 那高岭组的标本呈烧瓶状, 球形至卵圆形体室, 与 *Angochitina comosa* 模式标本 (Taugourdeau & de Jekhowsky, 1960) 的轮廓基本一致。同时, 标本壳表亦发育密集的单根刺。相较于模式标本, 本文标本壳体大小与刺饰长度略小, 颈部略短 (见图3)。模式标本产地 (北非地区) 所报道的 *A. comosa* 分子颈较长, Ln/L 值在 0.4-0.5 之间; 而在其他地区 (侯静鹏, 1978; Paris, 1976, 1981; Chlupáč et al., 1985; Winchester-Seeto, 1993a, 1993b; Achab et al., 1997; Geng et al., 2000), 包括 *A. comosa* 带建立的欧洲西南部地区的分子中, Ln/L 均值则约为 0.4, 本文将这类颈略短的形态暂称为短颈类型。除北非地区外, 仅有 Díez 和 Cramer (1978) 在西班牙报道的 *A. comosa* 标本颈体比例与模式标本相似, 但其 Dp/Dn 值则与短颈类型相似 (图3-f)。本文标本以壳体较小的分子为主 (图4-6-17), 但亦有壳体较大且颈体比例与模式标本保持一致的标本 (图4-1, 2), 故将本文标本鉴定为 *A. comosa*。

依据前人对此种描述, 可以发现该种的形态仍有细微的差异。Grignani 和 Mantovani (1964) 在摩洛哥上泥盆统报道的 *A. comosa* 标本刺饰不可见 (pl. 1, fig. 11); Grignani (1967) 在突尼斯志留系报道的 *A. comosa* 刺饰较为粗强 (pl. 1, fig. 8), 本文认为该标本存疑。Paris (1981) 在 Mayenne 所报道的 *A. comosa* 刺饰较长, 部分刺饰的基部延伸成短片状; Chlupáč 等 (1985) 在捷克地区所报道的 *A. comosa* 的刺饰基部同样延伸呈短片状或结状。Winchester-Seeto (1993a) 在澳大利亚惠灵顿地区所报道的本种标本大小与本文标本相近, 颈的长度也更加相似。广西六景那高岭组中报道的 *A. comosa* 与本文标本特征相似 (侯静鹏, 1978; Geng et al., 2000)。

由此可见, 不同产地的化石标本存在些微区别。遗憾的是, 由于命名文献的图示标本及描述信息均不够详尽, 暂时无法确定这些差异是否属于种内的形态差异。故而需对模式标本产地的分子开展更精细的形态学研究, 以全方位掌握该种的形态特征。

分布 本文标本产自于广西南宁伶俐剖面那高岭组高岭段。前人报道的 *Angochitina comosa* 分布于北非阿尔及利亚、摩洛哥以及突尼斯井下 (Taugourdeau & de Jekhowsky, 1960; Grignani & Mantovani, 1964; Grignani, 1967), 法国 Massif

表 1 伶俐剖面 *Angochitina comosa* 度量值

Table 1 Biometric data (μm) of *Angochitina comosa* at the Lingli section

	L	Ln	Dn	Dn*	Dp	Dp**	L/Dp**	Dp**/Dn*	Ln/L
最大值	147	70	37	26	73	59	3.05	3.69	0.52
最小值	93	32	18	12	46	37	1.81	1.82	0.31
平均值	112	44	27	19	58	46	2.42	2.51	0.39

表 2 已发表 *Angochitina comosa* 标本度量值

Table 2 Biometric data (μm) of the published *Angochitina comosa*

产地	作者	年份	图版号	L	Ln	Dn	Dp	L/Dp**	Dp**/Dn*	Ln/L	符号
北非	Taugourdeau & de Jekhowsky	1960	33	190	89	33	88	2.70	3.05	0.47	红色星形
		1960	34	180	97	26	81	2.77	3.57	0.54	
		1960	35	183	88	33	94	2.44	3.25	0.48	绿色星形
西欧	Grignani & Mantovani	1964	11	170	69	27	81	2.62	3.44	0.41	
		1978	16	148	78	36	67	2.78	2.14	0.53	绿色菱形
	Paris	1978	17	158	71	31	72	2.75	2.64	0.45	
		1976	平均值	145	60	28	68	2.67	2.78	0.41	黄色菱形
华南	侯静鹏	1981	平均值	127	50	24	63	2.52	3.00	0.39	
		1978	18	161	69	29	62	3.25	2.44	0.43	黄色圆形
澳大利亚	Winchester-Seeto	1993a	平均值	140	54	33	61	2.87	2.11	0.38	
		1993b	平均值	138	43	24	62	2.78	2.95	0.31	黄色五边形
阿根廷	Ottone	1996	9	203	105	42	83	3.06	2.26	0.52	黄色矩形
加拿大	Achab <i>et al.</i>	1997	9	132	55	26	58	2.84	2.55	0.42	黄色三角形

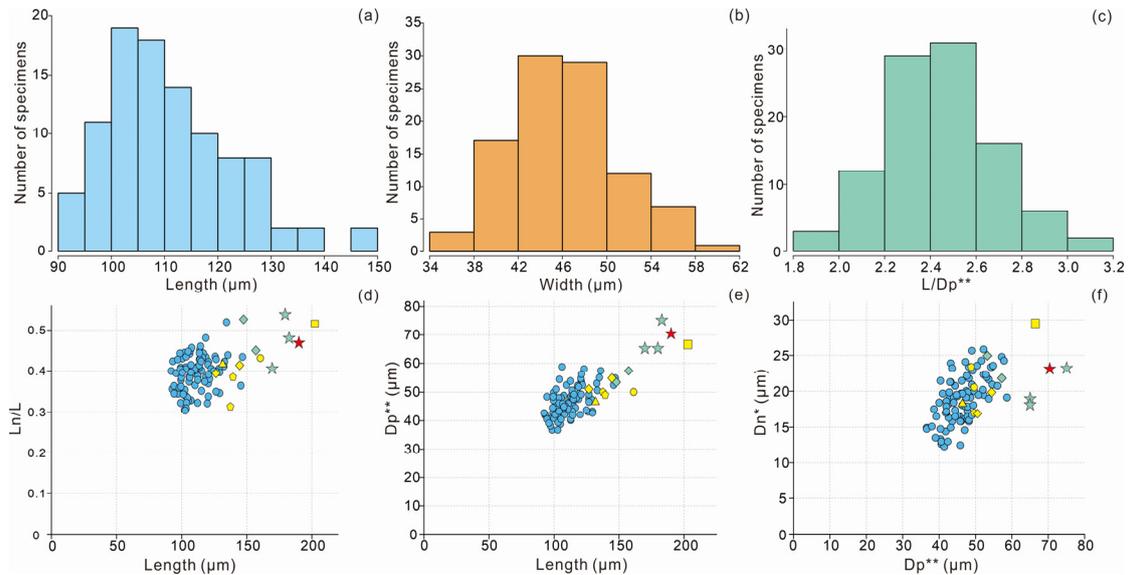


图 3 (a) *Angochitina comosa* 壳长(L)直方图; (b) *Angochitina comosa* 矫正后壳宽(Dp**)直方图; (c) *Angochitina comosa* 壳长与壳宽比值(L/Dp**)直方图; (d) *Angochitina comosa* 壳长(L)与颈长与壳长比值(Ln/L)分布散点图; (e) *Angochitina comosa* 壳长(L)与壳宽(Dp**)分布散点图; (f) *Angochitina comosa* 壳宽(Dp**)与颈宽(Dn*)分布散点图 (散点图中蓝色圆代表本文标本, 前人标本的数据来源及指示符号详见表 2)

Fig. 3 (a) Histogram of *Angochitina comosa* test length (L); (b) Histogram of *Angochitina comosa* test width corrected with Paris *et al.* (2015)'s coefficient (Dp**); (c) Histogram of *Angochitina comosa* test length-width ratio (L/Dp**); (d) Scatter diagram of *Angochitina comosa* neck-test length ratio (Ln/L); (e) Scatter diagram of *Angochitina comosa* test length (L) and test width (Dp**); (f) Scatter diagram of *Angochitina comosa* test width (Dp**) and neck width (Dn*) (In the scatter plots, blue circles represent specimens from this study; biometric data and symbols of published specimens are indicated in Table 2)

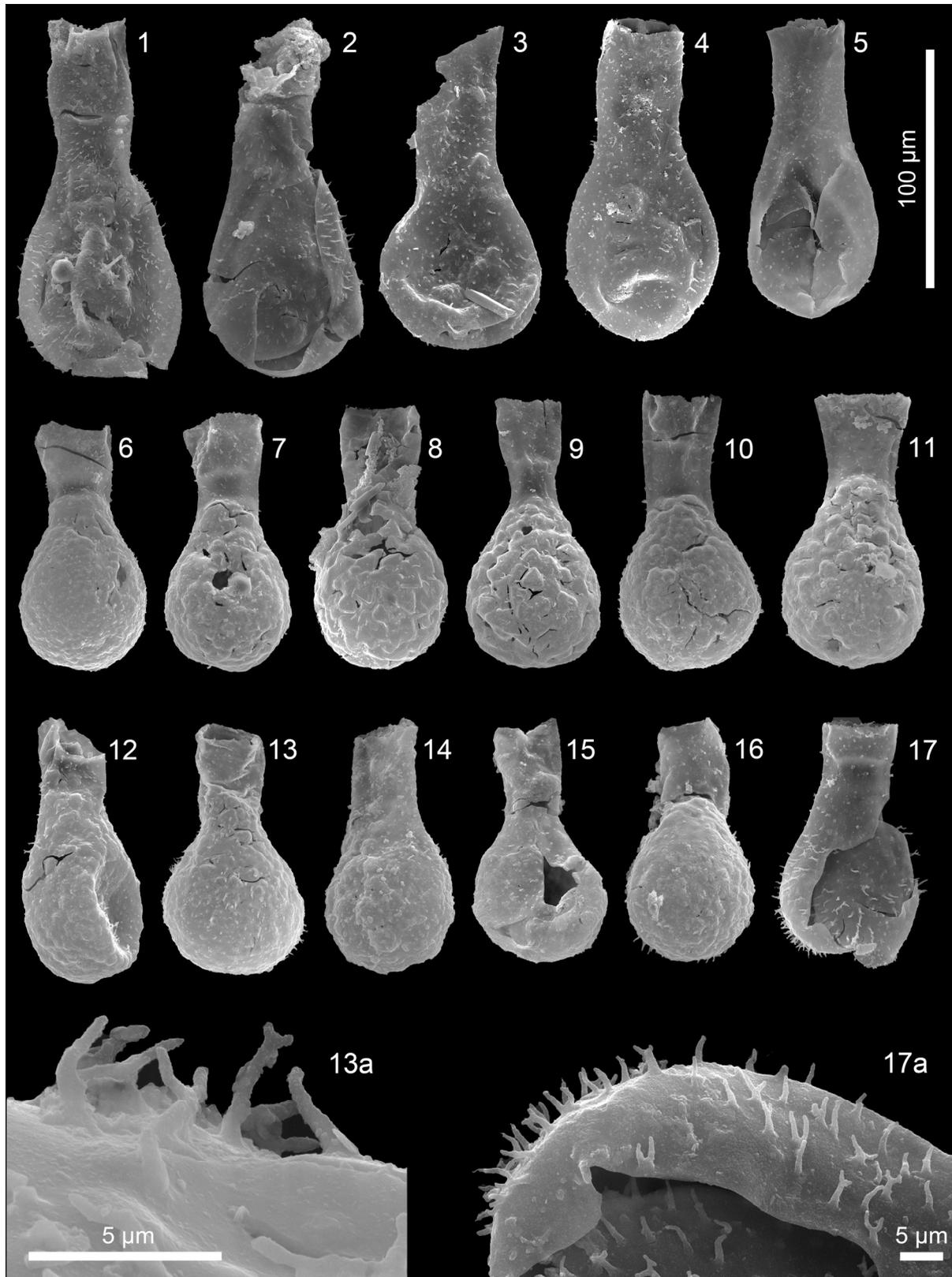


图 4 广西伶俐那高岭组高岭段几丁虫(I)

Fig. 4 Chitinozoans from the Gaoling Member of the Nahkaoling Formation in Lingli, Guangxi (I)

1-17. *Angochitina comosa* Taugourdeau et de Jekhowsky, 1960, 样品号22LLJ35-s234, 22LLJ35-s262, 22LLJ37-13, 22LLJ33-15, 22LLJ35-s311, 22LLJ35-s87, 22LLJ35-s91, 22LLJ35-64, 22LLJ35-63, 22LLJ35-s268, 22LLJ35-s129, 22LLJ35-21, 22LLJ35-s217, 22LLJ35-s166, 22LLJ35-s34, 22LLJ35-s263, 22LLJ35-s337. 文中所有标本保存于中国科学院南京地址古生物研究所

表3 伶俐剖面*Angochitina dimorpha*度量值Table 3 Biometric data (μm) of *Angochitina dimorpha* at the Lingli section

	L	Ln	Dn	Dn*	Dp	Dp**	L/Dp**	Dp**/Dn*	Ln/L
最大值	129	37	35	24	71	57	2.93	3.33	0.37
最小值	82	17	20	14	44	35	1.90	1.83	0.18
平均值	103	28	27	19	56	45	2.31	2.40	0.27

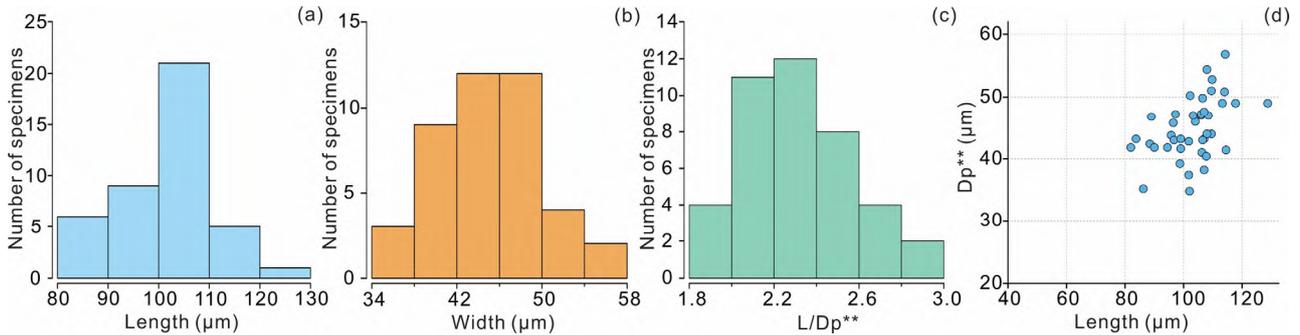


图5 (a) *Angochitina dimorpha*壳长(L)直方图; (b) *Angochitina dimorpha*矫正后壳宽(Dp**)直方图; (c) *Angochitina dimorpha*壳长与壳宽比值(L/Dp**)直方图; (d) *Angochitina dimorpha*壳长(L)与壳宽(Dp**)分布散点图

Fig. 5 (a) Histogram of *Angochitina dimorpha* test length (L); (b) Histogram of *Angochitina dimorpha* test width corrected with Paris *et al.* (2015)'s coefficient (Dp**); (c) Histogram of *Angochitina dimorpha* test length-width ratio (L/Dp**); (d) Scatter diagram of *Angochitina dimorpha* test length (L) and test width (Dp**)

Armorica地区(Paris, 1976)、Mayenne地区(Paris, 1981)、捷克波西米亚地区(Chlupáč *et al.*, 1985)、加拿大东部Forillon半岛(Achab *et al.*, 1997)和澳大利亚新南威尔士中部、昆士兰北部(Winchester-Seeto, 1993a, 1993b)以及广西六景剖面那高岭组高岭段(侯静鹏, 1978; Geng *et al.*, 2000)。Taugourdeau和de Jekhowsky(1960)并未给出模式标本的准确产出层位, 认为其出现在井下的zone 7(中、下泥盆统)。此外, 除存疑标本(Grignani & Mantovani, 1964; Grignani, 1967)及Ottone(1996)在阿根廷中泥盆统报道的标本, 所有化石记录时代均为布拉格期。

Angochitina dimorpha Taugourdeau et de Jekhowsky, 1960

(图8-1-9)

1960 *Angochitina dimorpha* sp. nov.; Taugourdeau & de Jekhowsky, p. 1221, pl. 3, figs 38-40.

1993b *Angochitina dimorpha* Taugourdeau et de Jekhowsky; Winchester-Seeto, p. 101, fig. G.

材料 南宁伶俐剖面那高岭组, 样品22LLJ33: (12); 22LLJ35: (26); 22LLJ37: (4)。

度量 度量值取自41粒SEM标本, 单位为微米。

描述 标本个体较小, 壳长约100 μm , 壳体呈短颈瓶状; 颈体分异明显, 颈曲比较显著; 颈呈短

柱状, 占壳长1/4左右, 颈长和颈宽相近; 体室呈卵圆形, 侧缘微鼓, 底缘不明显, 底圆, 体室最宽处位于体室中间偏下; 壳表发育密集柔软的简单刺, 同时可见刺饰脱落后颗粒状基部在壳表均匀分布。

讨论 Taugourdeau和de Jekhowsky (1960)在建立该种时认为, 此种由于颈的发育情况不同, 形态会受到一定影响。但在Winchester-Seeto (1993b)获得的标本中并未发现此现象, 本次在那高岭组高岭段所获标本同样否定了该猜想。通过获得的中间个体发现, 模式标本类型与其他类型为逐渐过渡, 差异或许是由于模式标本的颈部与体室连接处存在一定形变。

本文标本具有的卵圆形体室、短柱状颈以及壳表发育的简单刺, 均与模式标本及澳大利亚Martins Well (Winchester-Seeto, 1993b)的标本一致, 因此将此类标本鉴定为*Angochitina dimorpha*。该种与Collinson和Scott (1958)在Cedar Valley组建立的*A. milanensis*体室形态相似, 颈的长短与颈体比例也较为近似, 但刺饰形态差距较大, *A. milanensis*的刺更长且末端多具分叉。

分布 本文标本产自于广西南宁伶俐剖面那高岭组高岭段。此外, 于澳大利亚东部(Winchester-Seeto, 1993b)、撒哈拉地区(Taugourdeau & de Jekhowsky, 1960)下泥盆统亦有分布。

表 4 伶俐剖面 *Angochitina hypenetes* 度量值
Table 4 Biometric data (μm) of *Angochitina hypenetes* at the Lingli section

	L	Ln	Dn	Dn*	Dp	Dp**	L/Dp**	Dp**/Dn*	Ln/L
最大值	142	49	35	25	68	54	2.76	2.45	0.40
最小值	94	38	28	19	48	38	2.30	1.68	0.34
平均值	119	45	31	22	57	46	2.60	2.12	0.38

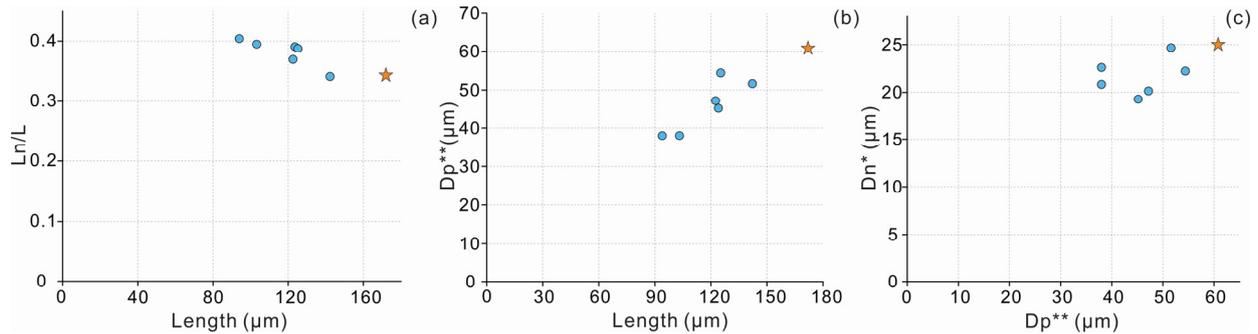


图 6 (a) *Angochitina hypenetes* 壳长(L)与颈长与壳长比值(Ln/L)分布散点图; (b) *Angochitina hypenetes* 壳长(L)与校正后壳宽(Dp**)分布散点图; (c) *Angochitina hypenetes* 壳宽(Dp**)与颈宽(Dn*)分布散点图(图中橙色星形代表模式标本, 数据来自 Winchester-Seeto, 1993a)

Fig. 6 (a) Scatter diagram of *Angochitina hypenetes* neck-test length ratio (Ln/L); (b) Scatter diagram of *Angochitina hypenetes* test length (L) and test width corrected with Paris *et al.* (2015)'s coefficient (Dp**); (c) Scatter diagram of *Angochitina hypenetes* test width (Dp**) and neck width (Dn*) (Orange stars represent type specimens, data from Winchester-Seeto, 1993a)

Angochitina hypenetes Winchester-Seeto, 1993a

(图8-10-12)

1993a *Angochitina hypenetes* sp. nov.; Winchester-Seeto, p. 746, figs. 7.1-7.5.

1993b *Angochitina hypenetes* Winchester-Seeto; Winchester-Seeto, p. 102, fig. 10I.

1997 *Angochitina hypenetes* Winchester-Seeto; Achab *et al.*, pl. 1, fig. 13.

材料 南宁伶俐剖面那高岭组, 样品 22LLJ33: (1); 22LLJ35: (4); 22LLJ37: (1)。

度量 度量值取自6粒SEM标本, 单位为微米。

描述 标本个体较小, 壳长约120 μm , 壳形呈烧瓶状; 颈体分异明显, 颈曲宽缓而显著, 肩不发育; 颈圆柱状, 约为壳长的2/5, 口缘壳壁变薄; 体室呈卵圆形, 最大壳宽位于体室中下部; 侧缘鼓胀, 底缘不明显, 底外凸呈拱形或球形; 壳表发育密集短刺, 密度约为(7-9)根/100 μm^2 , 刺短小, 长度小于3 μm , 末端尖锐。

讨论 本文材料壳形呈烧瓶状, 体室呈卵圆形, 与 Winchester-Seeto(1993a)建立此种时报道的标本轮廓一致。相较模式标本, 本文标本壳体略小, 刺饰密度也较小, 但仍在建立该种时统计度量的范围[(6-11)根/100 μm^2]之内。

本种具有的轮廓形态特征在 *Angochitina* 中十分常见, 如 *A. comosa* (Taugourdeau & de Jekhowsky,

1960)。但二者刺饰具有一定区别, *A. comosa* 的刺饰细长柔软, 且分叉刺占有一定比例; 而本种的刺饰以简单刺为主, 短小坚硬。 *A. valentini aspera* (Cramer, 1964) 的轮廓与本种也较为相似, 同样具有卵圆形的体室, 且具有相似的 Ln/L 值, 最大直径处亦位于体室的中下部, 但其领稍外扩, 刺饰更为稀疏。

分布 本文材料来自于广西南宁伶俐剖面那高岭组高岭段。本种在澳大利亚东部地区新南威尔士中部、昆士兰北部(Winchester-Seeto, 1993a, 1993b)、加拿大东部 Forillon 半岛(Achab *et al.*, 1997)有报道记录, 时代为洛赫考夫晚期到布拉格早期。

Angochitina lingliensis sp. nov.

(图8-13-29)

词源 lingli-, 伶俐; 正模标本产出剖面位置。

正模 图8-17, 标本号22LLJ33-s28。

典型产地 广西南宁伶俐镇Y028乡道旁。

典型层位 下泥盆统那高岭组(布拉格阶下部)

材料 南宁伶俐剖面那高岭组, 样品 22LLJ33: (7); 22LLJ35: (64)。

特征 体室呈球状, 颈体分异明显; 颈约占壳长的1/3, 呈柱状; 壳表发育密集的简单刺。

度量 度量值取自62粒SEM标本, 单位为微米。

表 5 伶俐剖面 *Angochitina lingliensis* sp. nov. 度量值Table 5 Biometric data (μm) of *Angochitina lingliensis* sp. nov. at the Lingli section

	L	Ln	Dn	Dn*	Dp	Dp**	L/Dp**	Dp**/Dn*	Ln/L
最大值	110	40	32	22	77	61	2.29	4.13	0.40
最小值	73	19	17	12	50	40	1.56	2.24	0.23
平均值	92	27	24	17	62	49	1.87	2.93	0.30
模式标本	109	37	26	18	65	52	2.10	2.87	0.34

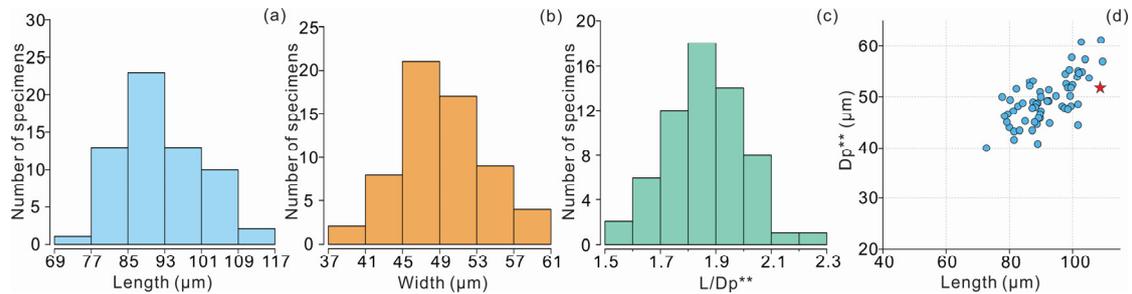


图 7 (a) *Angochitina lingliensis* sp. nov. 壳长(L)直方图; (b) *Angochitina lingliensis* sp. nov. 矫正后壳宽(Dp**)直方图; (c) *Angochitina lingliensis* sp. nov. 壳长与壳宽比值(L/Dp**)直方图; (d) *Angochitina lingliensis* sp. nov. 壳长(L)与壳宽(Dp**)分布散点图(图中红色星形代表模式标本)

Fig. 7 (a) Histogram of *Angochitina lingliensis* sp. nov. test length (L); (b) Histogram of *Angochitina lingliensis* sp. nov. test width corrected with Paris *et al.* (2015)'s coefficient (Dp**); (c) Histogram of *Angochitina lingliensis* sp. nov. test length-width ratio (L/Dp**); (d) Scatter diagram of *Angochitina lingliensis* sp. nov. test length (L) and test width (Dp**) (The red star represents holotype)

描述 标本个体较小, 平均壳长约92 μm ; 颈体分异明显, 颈曲显著, 少部分个体肩部发育; 颈呈短柱状, 约占壳体总长的1/3, 在口缘处变薄, 造成颈的轻微外扩或内收; 体室较宽, 呈球形, 最大宽度平均为63 μm , 最宽处位于体室下部1/2至1/3处; 壳表发育单根刺, 未见末端分叉刺饰。

讨论 该种颈体分异明显, 颈曲显著, 壳表发育刺饰, 应归 *Angochitina* 属。在 *Angochitina* 属中, 该种以球形体室和较短的柱状颈为特征。本种与 Collinson 和 Scott (1958) 在 Cedar Valley 组建立的 *A. globosa* 非常相似, 同样具有球形体室、较短的颈。但本文标本较小, 且刺饰仅为简单刺, 与 *A. globosa* 的刺饰长短和类型完全不同。Collinson 和 Scott (1958) 展示的部分 *Sphaerochitina schwalbi* 标本 (pl. 3, figs. 7, 9) 与本种具有相似的形态轮廓但其壳表光滑, 刺饰不同; 另一些 *S. schwalbi* 标本 (pl. 3, fig. 8) 则拥有锥形体室, 与本种区别明显。*A. mourai* (Lange, 1952) 同样以球形体室、较短的颈为特征, 但与 *A. lingliensis* 相比, 前者颈部较宽, 刺饰更加密集。*A. lebaica* (Eisenack, 1972a) 同样具有圆形体室, 但刺饰更为粗壮, 颈部更长。

Winchester-Seeto (1993a) 在新南威尔士州 Garra 灰岩中报道的 *Sphaerochitina* sp. aff. *S. schwalbi* 与

本文标本特征近乎一致。前者壳表的刺饰长度和体室的形状明显与 Collinson 和 Scott (1958) 描述的 *S. schwalbi* 有差异, 目前没有更明确证据证明 *S. schwalbi* 与其报道的标本存有亲缘关系。本文认为 *Sphaerochitina* sp. aff. *S. schwalbi* (Winchester-Seeto, 1993a) 与 *Angochitina lingliensis* 更相似, 但由于 Winchester-Seeto (1993a) 所展示的标本存在一定破损, 故而暂未纳入同译名表。

分布 本文标本来自于广西南宁伶俐剖面那高岭组高岭段。

Angochitina mourai Lange, 1952

(图11-1-13)

1952 *Angochitina mourai* sp. nov.; Lange, p. 377, pl. 18, figs. 7, 8; pl. 19, figs. 10-12.

1958 *Angochitina mourai* Lange; Collinson & Scott, p. 16, pl. 1, fig. 16; pl. 3, fig. 11.

1959 *Angochitina mourai* Lange; Dunn, p. 1012, pl. 125, figs. 9-11.

1964 *Angochitina mourai* Lange; Grignani & Mantovani, p. 245, pl. 1, figs. 19, 20.

1967 *Angochitina mourai* Lange; Lange, p. 74, pl. 2, figs. 17-20.

1967 *Angochitina mourai* Lange; Grignani, pl. 1, fig. 23.

1967 *Angochitina mourai* Lange; Costa, p. 98, pl. 1, fig. 6.

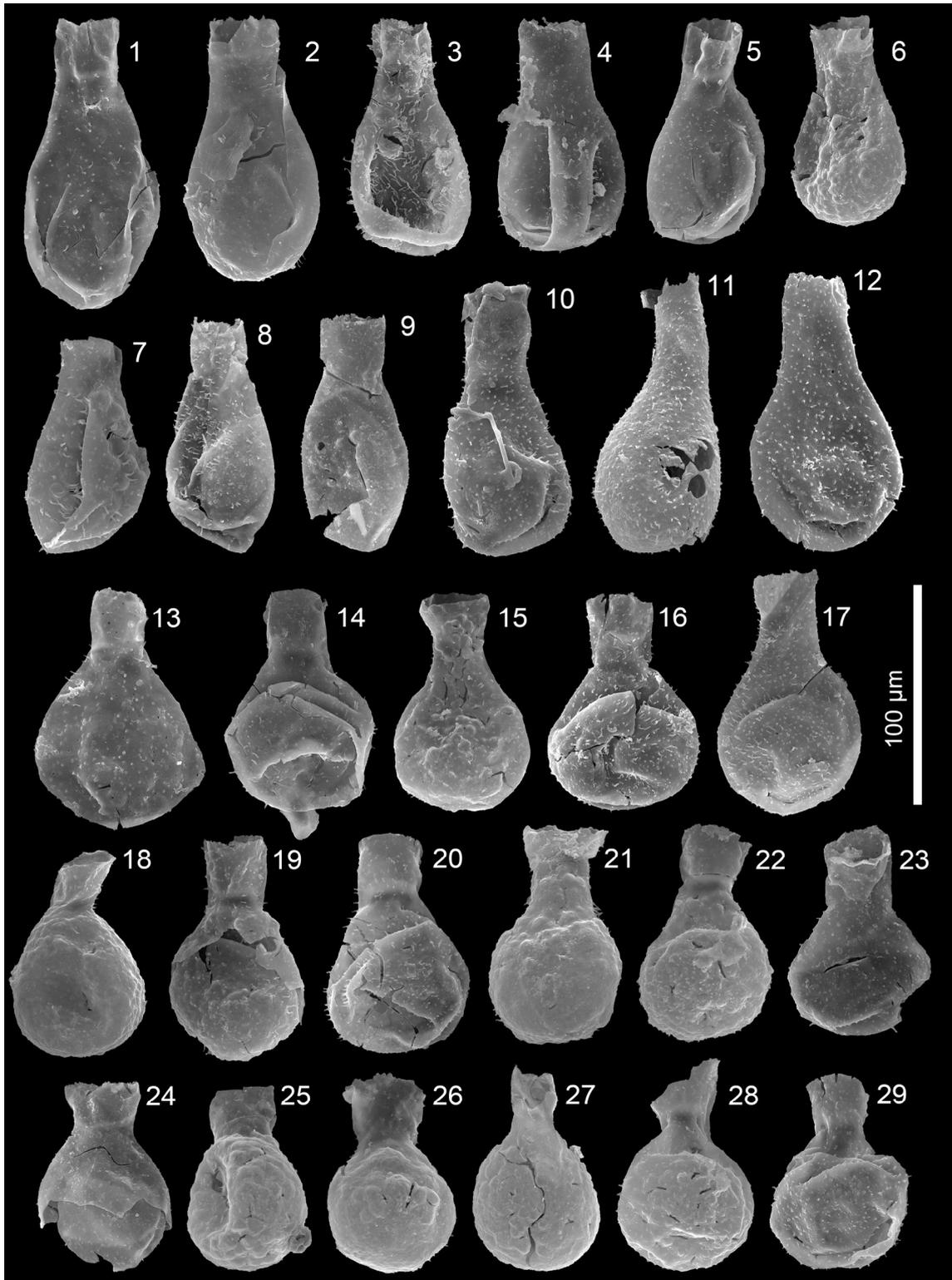


图 8 广西伶俐那高岭组高岭段几丁虫(II)

Fig. 8 Chitinozoans from the Gaoling Member of the Nahkaoling Formation in Lingli, Guangxi (II)

1-9. *Angochitina dimorpha* Taugourdeau et de Jekhowsky, 1960, 样品号22LLJ37-s2, 22LLJ33-s57, 22LLJ33-s13, 22LLJ35-s15, 22LLJ35-s177, 22LLJ35-53, 22LLJ37-22, 22LLJ35-s326, 22LLJ35-s203; 10-12. *Angochitina hypenetes* Winchester-Seeto, 1993a, 22LLJ35-57, 22LLJ35-14, 22LLJ33-57; 13-29. *Angochitina lingliensis* sp. nov., 样品号22LLJ33-s53, 22LLJ35-s18, 22LLJ35-s64, 22LLJ35-7, 22LLJ33-s28, 22LLJ35-s56, 22LLJ35-s197, 22LLJ35-s319, 22LLJ35-s317, 22LLJ35-s232, 22LLJ35-s362, 22LLJ35-s94, 22LLJ35-s364, 22LLJ35-s70, 22LLJ35-s75, 22LLJ35-s73, 22LLJ35-s62

表 6 伶俐剖面 *Angochitina mourai* 度量值Table 6 Biometric data (μm) of *Angochitina mourai* at the Lingli section

	L	Ln	Dn	Dn*	Dp	Dp**	L/Dp**	Dp**/Dn*	Ln/L
最大值	130	54	43	30	73	58	2.43	2.85	0.42
最小值	85	24	25	18	53	43	1.76	1.89	0.25
平均值	106	36	33	23	64	51	2.08	2.19	0.34

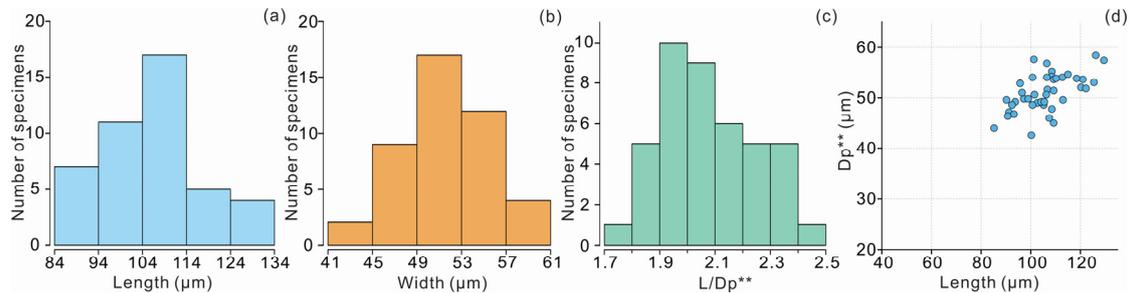


图 9 (a) *Angochitina mourai* 壳长(L)直方图; (b) *Angochitina mourai* 校正后壳宽(Dp**)直方图; (c) *Angochitina mourai* 壳长与壳宽比值(L/Dp**)直方图; (d) *Angochitina mourai* 壳长(L)与壳宽(Dp**)分布散点图

Fig. 9 (a) Histogram of *Angochitina mourai* test length (L); (b) Histogram of *Angochitina mourai* test width corrected with Paris *et al.* (2015)'s coefficient (Dp**); (c) Histogram of *Angochitina mourai* test length-width ratio (L/Dp**); (d) Scatter diagram of *Angochitina mourai* test length (L) and test width (Dp**)

- 1971 *Angochitina mourai* Lange; Costa, p. 227, fig. 21.
 ?1982 *Angochitina mourai* Lange; Quadros, pl. 2, fig. 7.
 ?1988 *Angochitina mourai* Lange; Quadros, pl. 4, fig. 21.
 2002 *Angochitina mourai* Lange; Grahn & de Melo, p. 122, pl. 2, fig. 1.
 2003 *Angochitina mourai* Lange; Grahn *et al.*, pl. 3, fig. 6.
 2010 *Angochitina mourai* Lange; Noetinger, fig. 4.3.1.3.5, F.
 2019 *Angochitina mourai* Lange; Alexander & Emma, p. 76, pl. 1, fig. 11.
 2021 *Angochitina mourai* Lange; Steemans *et al.*, pl. 3, figs. 3, 4.
 2021 *Angochitina mourai* Lange; Sedorko *et al.*, fig. 3N.

材料 南宁伶俐剖面那高岭组, 样品 22LLJ33: (28); 22LLJ35: (14)。

度量 度量值取自42粒SEM标本, 单位为微米。

描述 标本个体较小, 平均壳长约106 μm , 壳体呈烧瓶状; 颈体分异明显, 颈曲发育, 肩部发育; 颈呈柱状, 占壳长1/4-2/5, 体室连接处与口缘处近乎等宽; 体室呈球形或近球形, 侧缘鼓胀, 底缘不明显, 底圆, 体室最宽处位于体室中部; 壳表发育密集、柔软简单刺, 末端尖锐, 极少见末端分叉刺, 最长可达约6 μm 。刺饰在体室更为发育, 颈部刺饰较短。

讨论 本文标本与Lange (1952)在巴西中泥盆统建立此种所报道的标本在体室形态、颈体比例以及刺饰的类型特征一致, 仅体型较小。Lange (1952)所描述的模式标本刺饰类型为简单刺, 在后续研究中展示了刺饰为多根刺的 *Angochitina*

mourai 标本, 并认为该种的刺饰类型并不单一 (Lange, 1967)。在其他作者报道的标本中, 也可见多根刺为主的 *A. mourai* (Quadros, 1982, 1988; Grahn *et al.*, 2003), 其刺饰长度普遍大于发育有简单刺的标本。值得注意的是, 这类多根刺类型仅在巴西的中晚泥盆统的地层中被报道。本文报道的标本未见多根刺类型。

本种以较宽的体室和颈部区别于本属内其他种。该种与 *Angochitina globosa* (Collinson & Scott, 1958)均发育圆形体室, 但后者的颈略短, 刺饰较为强壮、稀疏。 *A. praedensibaculata* (Grahn, 2005)的体室和颈部形态与本种具有一定相似性, 但其体室直径略小, 且刺饰更为密集、粗壮。 *A. lebaica* (Eisenack, 1972a)与本种体室形态相似, 但其颈部长度变化较大, 向口缘处微微外扩, 且体室下部分布着粗壮具分叉的刺饰。 *A. lingliensis* sp. nov.与本种相比, 颈宽较小, 刺饰更为稀疏。

分布 本文标本来自于广西南宁伶俐剖面那高岭组高岭段。该种地理分布较广, 此前报道多见于亚洲板块之外各地的中、晚泥盆统。

Angochitina orientalis Hou, 1978

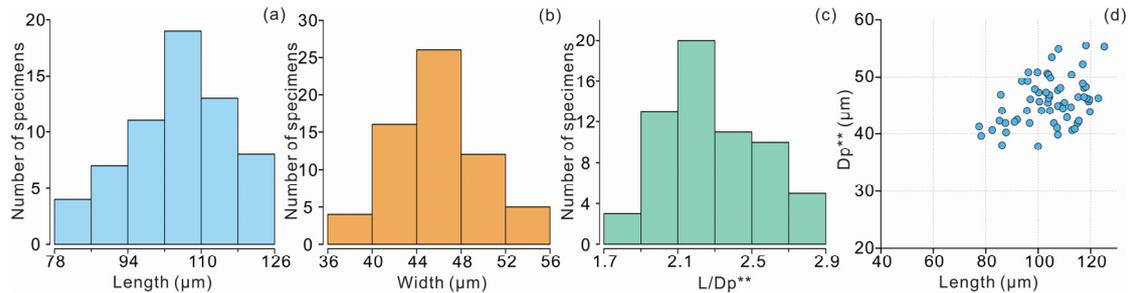
(图11-14-27)

1978 *Angochitina orientalis* sp. nov.; 侯静鹏, 365页, 图版51, 图4-6。

1979 *Angochitina orientalis* Hou; 赖小娟, 图版2, 图8。

表 7 伶俐剖面 *Angochitina orientalis* 度量值Table 7 Biometric data (μm) of *Angochitina orientalis* at the Lingli section

	L	Ln	Dn	Dn*	Dp	Dp**	L/Dp**	Dp**/Dn*	Ln/L
最大值	125	43	35	24	69	55	2.79	3.27	0.41
最小值	78	15	20	14	47	38	1.83	1.96	0.16
平均值	104	27	25	18	57	45	2.30	2.58	0.26

图 10 (a) *Angochitina orientalis* 壳长(L)直方图; (b) *Angochitina orientalis* 校正后壳宽(Dp**)直方图; (c) *Angochitina orientalis* 壳长与壳宽比值(L/Dp**)直方图; (d) *Angochitina orientalis* 壳长(L)与壳宽(Dp**)分布散点图Fig. 10 (a) Histogram of *Angochitina orientalis* test length (L); (b) Histogram of *Angochitina orientalis* test width corrected with Paris *et al.* (2015)'s coefficient (Dp**); (c) Histogram of *Angochitina orientalis* test length-width ratio (L/Dp**); (d) Scatter diagram of *Angochitina orientalis* test length (L) and test width (Dp**)

材料 南宁伶俐剖面那高岭组, 样品 22LLJ33: (19); 22LLJ35: (49); 22LLJ37: (3)。

度量 度量值取自63粒SEM标本, 单位为微米。

描述 个体较小, 平均壳长为104 μm ; 颈体分异明显, 颈曲较为宽缓, 肩不发育; 颈呈短柱状, 占壳长1/5左右, 向口缘方向变薄并外扩; 体室呈梨形或长卵圆形, 侧缘鼓, 底缘不明显, 底呈圆形, 最宽处位于体室中下部; 壳表发育刺饰, 多为不分叉的简单刺, 部分标本发育极少数的分叉刺, 刺饰最长约为4 μm 。部分标本壳表刺饰磨损严重, 在壳表留下刺根。

讨论 本文标本与侯静鹏(1978)展示的 *Angochitina orientalis* 特征一致, 同样具侧缘微鼓的梨形体室(如图11-14-18)。赖小娟(1979)在贵州报道的标本, 亦以短柱状外扩颈为主要特征, 但侧缘鼓胀, 体室呈卵圆形, 亦与本文的部分标本特征一致(如图11-22-25)。本文产出标本的体室形态亦有介于二者之间的过渡形态(如图11-19-21, 26)。故而, 该种为具有梨形至卵形体室, 短柱状外扩颈的 *A. orientalis* 分子。

Angochitina calandrai (Cramer, 1967) 与本种形态相似, 主要区别在于前者壳表装饰不明显, 颈部呈柱状, 无明显外扩。 *A. sinica* (Cramer, 1970) 在形态上也与 *A. orientalis* 较为相似, 但 *A. sinica* 具有不规则间距的颗粒状突起。侯静鹏(1978)在建立

本种的同时, 还建立了另一种 *A. pyriformis*, 它与本种形态相似, 层位相近, 区别在于前者颈部刺饰呈束状且较为粗强, 这些特征未在本文标本中发现。Grahm等(2005)在巴西东北部Parnaíba盆地报道的 *Ramochitina* sp. A., 其轮廓的形态特征与本文标本相似度较高, 且生活时代相近, 但其表面可见粗强的刺饰, 虽有一定破损但仍存在区别。

分布 本文材料来自于广西南宁伶俐剖面那高岭组高岭段。该种目前仅报道于华南广西(侯静鹏, 1978)、贵州(赖小娟, 1979)下泥盆统, 在世界同时期地层中相似分子较少。

Angochitina sp.

(图11-28-30)

材料 南宁伶俐剖面那高岭组, 样品 22LLJ35: (5)。

度量 度量值取自5粒SEM标本, 单位为微米。

描述 标本个体较小, 壳长约115 μm , 壳体呈长颈瓶状; 颈体分异明显, 颈曲较为宽缓; 颈呈长柱状, 占壳长2/5左右; 体室呈卵圆形, 侧缘微鼓, 底缘不明显, 底圆, 部分标本由于黄铁矿填充导致底部凸起, 体室最宽处位于体室1/2处; 壳表具有短小的刺饰, 且保存较差。

讨论 该标本与赖小娟(1979)在贵州赫章舒家坪组所建立的 *Angochitina tiekuangshanensis* 部

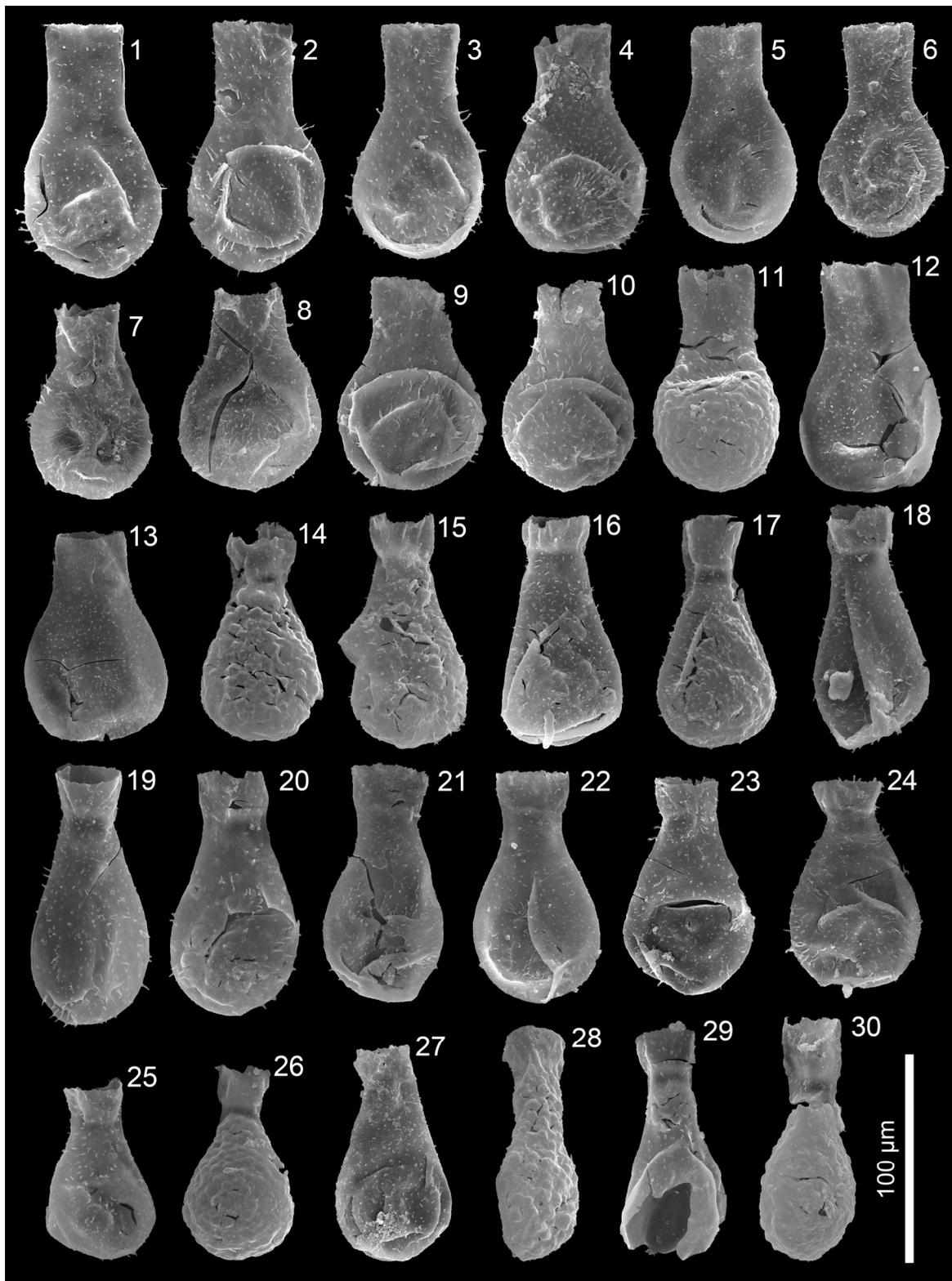


图 11 广西伶俐那高岭组高岭段几丁虫(III)

Fig. 11 Chitinozoans from the Gaoling Member of the Nahkaoling Formation in Lingli, Guangxi (III)

1–13. *Angochitina mourai* Lange, 1952, 样品号22LLJ33-19, 22LLJ33-16, 22LLJ33-s78, 22LLJ35-s45, 22LLJ33-s3, 22LLJ33-36, 22LLJ33-28, 22LLJ33-s39, 22LLJ33-s73, 22LLJ33-51, 22LLJ33-11, 22LLJ35-s306, 22LLJ35-s37; 14–27. *Angochitina orientalis* Hou, 1978, 22LLJ35-s220, 22LLJ35-s23, 22LLJ35-18, 22LLJ35-s316, 22LLJ35-s349, 22LLJ35-s6, 22LLJ35-s108, 22LLJ35-s133, 22LLJ33-s84, 22LLJ33-40, 22LLJ33-s87, 22LLJ33-s200, 22LLJ35-s373, 22LLJ33-32; 28–30. *Angochitina* sp., 样品号22LLJ35-6, 22LLJ35-s308, 22LLJ35-s278

表 8 伶俐剖面 *Angochitina* sp. 度量值Table 8 Biometric data (μm) of *Angochitina* sp. at the Lingli section

	L	Ln	Dn	Dn*	Dp	Dp**	L/Dp**	Dp**/Dn*	Ln/L
最大值	120	53	23	16	50	40	3.68	2.69	0.47
最小值	113	37	20	14	38	31	2.81	1.94	0.32
平均值	115	45	22	15	44	35	3.33	2.32	0.39

分标本有一定相似度,但本文标本略小, Ln/L值与 Dp/Dn值都有较大差距。 *A. tiekuangshanensis* 模式标本颈部较短, 体室更宽。

分布 本文标本来自于广西南宁伶俐剖面那高岭组高岭段。

4 几丁虫组合划分与对比

根据几丁虫的延限特征和地层分布, 将伶俐剖面那高岭组高岭段的几丁虫识别为 *Angochitina comosa* 间隔带。该带目前于伶俐剖面33层至37层识别, 以 *A. comosa* 出现为识别特征, 除此以外, 主要分子有 *A. orientalis*, *A. mourai*, *A. lingliensis* sp. nov. 等。由于化石产出层位有限, 该带在伶俐剖面的顶底界线均有待开展进一步工作。Geng等(2000)总结了中泥盆统几丁虫数据, 布拉格阶下部可识别两个几丁虫化石层, 自上而下为 *Angochitina comosa* 与 *Bulbochitina bulbosa* 化石层, 本文所识别的 *A. comosa* 带大致与 Geng 等(2000)所划分的 *Angochitina comosa* 化石层相当。

本文首次在华南板块报道了 *Angochitina hypenetes*, 扩大了该种的古地理分布区域。 *A. hypenetes* 是一类延限较短的种, 生活时代为洛赫考夫晚期至布拉格早期, 此前仅出现在冈瓦纳大陆东部和劳伦大陆(Paris et al., 2000)。 *A. hypenetes* 首次报道于新南威尔士中部 Garra 灰岩中, 是一类以短小、密集刺饰为主要特征的 *Angochitina* 属分子(Winchester-Seeto, 1993a), 是洛赫考夫阶-布拉格阶界线附近重要标志化石之一。据本文材料, 在伶俐剖面那高岭组报道一新种 *A. lingliensis* sp. nov.。该种以特征的球形体室与密集的刺饰区别于其他种, 在本次报道的组合中占有一定比例。 *A. dimorpha* 曾在北非(Taugourdeau & de Jekhowsky, 1960)和澳大利亚东部(Winchester-Seeto, 1993b)下泥盆统地层中被报道, 由于记录较少, 时代意义有待进一步研究。 *A. orientalis* 在南宁六景那高岭组蚂蝗岭段有过报道(侯静鹏, 1978), 为华南下泥盆统特有分子, 暂未在其他板块报道。 *A. mourai* 为全球广布型分子, 延限较长, 在 *A. comosa* 带中数量

较多。 *A. comosa* 是一类以卵圆形的体室、长柱状的颈部以及密集的刺饰为主要特征的 *Angochitina* 属几丁虫分子, 由Taugourdeau和de Jekhowsky(1960)在撒哈拉地区阿尔及利亚北部的钻井Ge. 1中首次报道, 其地层延限较短, 仅在布拉格早期出现。

Angochitina comosa 间隔带是布拉格阶底界以上首个几丁虫生物带(Paris et al., 2000)。该带以 *A. comosa* 在捷克Cerna Rokle剖面81层的首现面为底界(Chlupáč et al., 1985), 以 *A. caeciliae* 的首现为顶界。该生物带在布拉格阶底界全球年代地层单位界线层型剖面和点位(GSSP)亦可识别, 这为 *A. comosa* 带的时间提供了精确的参考(Chlupáč & Oliver, 1989)。在Velka Chuchle层型剖面上, *A. comosa* 于22层首现, 位于 *Eognathodus irregularis* (= *E. sulcatus* “*eosulcatus*”) 的首现层位之上10层处(Slavík & Hladil, 2004)。在其他地区, 该几丁虫带与牙形刺生物地层的对比工作具有相似结论。Winchester-Seeto (1993a) 在澳大利亚东部GCR剖面Garra灰岩中报道的 *A. comosa* 的最低层位为62.7 m, 较Wilson(1989)通过牙形刺生物地层限定的布拉格阶底界高27.7 m; Winchester-Seeto(1993b)在Martins Well剖面报道的 *A. comosa* 出现在该剖面24.6 m处; Telford(1975)在该剖面9 m和10.5 m报道了 *E. irregularis* (= *Spathognathodus exiguus*)。Lu (2024)详细研究了伶俐剖面高岭段的牙形刺生物地层, 21层至47层属于牙形刺 *E. irregularis* 带, 带化石命名分子 *E. irregularis* 为布拉格阶底界标志化石。本文识别的 *A. comosa* 带底界为33层, 略高于布拉格底界, 仍属于牙形刺 *E. irregularis* 带。本文 *A. comosa* 带和波西米亚、澳大利亚东部该生物带与牙形刺生物带的关系基本一致, 因此可以认为在华南布拉格阶的 *A. comosa* 带与世界其他地区的产出时代具有可对比性, 与牙形刺 *E. irregularis* 带时代相当。

5 结 论

本文在广西伶俐剖面那高岭组高岭段中首次报道了华南海南板块明确属于布拉格早期的几丁虫化

石组合,共1属7种,包括下泥盆统带化石 *A. comosa*、长延限广布分子 *A. mourai* 和 *A. dimorpha*、华南特有地方性分子 *A. orientalis* 和新种 *A. lingliensis* sp. nov.。首次在华南板块报道了 *A. hypenetes*, 扩大了该种的古地理分布区域,对早泥盆世几丁虫生物区系划分具有重要意义。上述报道补充了中国早泥盆世几丁虫研究的记录,为下泥盆统高精度生物地层的划分和对比提供了新的数据。

通过几丁虫生物地层与牙形刺生物地层的对比,确定了华南板块布拉格阶的 *A. comosa* 带与牙形刺 *E. irregularis* 带时代相当,并可与全球几丁虫生物带 *A. comosa* 带对比,具有重要的生物地层划分和对比意义。

目前,受限于本文的研究材料,未能准确限定 *A. comosa* 带的顶、底界线,有待开展进一步的研究。此外,关于 *A. comosa* 的鉴定特征以及其是否存在过渡类型亦需在模式标本产地及其他地区获取更多标本,开展更深入的研究,以对这一关键时期的带化石与 *Angochitina* 属的系统分类学有更清晰、准确的认识。

致谢 感谢审稿人对本文提出的宝贵建议。论文研究材料野外采集工作获得了中国科学院南京地质古生物研究所黄璞副研究员的帮助;处理及拍照过程得到了中国科学院南京地质古生物研究所实验技术中心方艳高级工程师和张红勇实验员的支持,在此表示感谢!

参考文献

- 王 钰, 1956. 广西南部郁江建造中的几种新腕足类. 古生物学报, **4**(2): 137–162
- 王 钰, 俞昌民, 方大卫, 1964. 广西中东部泥盆系那高岭组的时代及郁江组的分层. 科学通报, **11**: 1013–1016
- 王成源, 王志浩, 1978. 广西, 云南早、中泥盆世的牙形刺. 华南泥盆系会议论文集. 北京: 地质出版社. 334–345
- 邝国敦, 赵明特, 陶业斌, 1989. 中国海相泥盆系标准剖面: 六景泥盆系剖面. 武汉: 中国地质大学出版社. 1–154
- 阮亦萍, 王成源, 王志浩等, 1979. 论那高岭组和郁江组的时代. 地层学杂志, **3**(3): 225–229
- 项礼文, 邢裕盛, 叶善德等, 1975. 四川宝兴早泥盆世含笔石地层及生物群特征. 地质学报, **2**: 126–135
- 侯鸿飞, 1959. 广西南部下泥盆统和艾斐尔阶石燕化石. 古生物学报, **7**(6): 450–475
- 侯鸿飞, 鲜思远, 1975. 广西, 贵州下、中泥盆统腕足类化石. 地层古生物论文集, **1**: 1–85
- 侯静鹏, 1978. 广西横县六景泥盆系那高岭组几丁虫. 华南泥盆系会议论文集. 北京: 地质出版社. 359–373
- 耿良玉, 张允白, 丁连生等, 2000. 江苏泰县五通组观山段胞石 *Grahnichitina pilosa* 的发现及其意义. 古生物学报, **39**(4): 535–543
- 高联达, 1988. 几丁虫. 见: 侯鸿飞, 四川龙门山地区泥盆纪地层古生物

- 及沉积相. 北京: 地质出版社. 356–358
- 梁 艳, 唐 鹏, Hints O 等, 2023. 几丁虫研究现状及展望. 古生物学报, **62**(3): 436–450
- 赖小娟, 1979. 贵州赫章铁矿山下泥盆统舒家坪组的几丁虫化石. 中国孢粉学会第一届会议论文集, 中国孢粉学会, 161–166
- ACHAB A, ASSELIN E, LAVOIE D *et al.*, 1997. Chitinozoan assemblages from the third-order transgressive-regressive cycles of the Upper Gaspa Limestones (Lower Devonian) of eastern Canada. Review of Palaeobotany and Palynology, **97**(1–2): 155–175
- ALEXANDER J A, EMMA R, 2019. A new Middle Devonian chitinozoan assemblage from northern Iberia. Review of Palaeobotany and Palynology, **268**: 72–87
- BECKER R, MARSHALL J, DA SILVA A-C *et al.*, 2020. The Devonian period. In: Geologic Time Scale 2020. Elsevier. 733–810
- CHLUPÁČ I, 1995. Evaluation of some Devonian standard boundaries. Nova Acta Leopoldina, **291**(71): 41–52
- CHLUPÁČ I, LUKES P, PARIS F *et al.*, 1985. The Lochkovian-Pragian boundary in the Lower Devonian of the Barrandian Area (Czechoslovakia). Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, **128**: 9–41
- CHLUPÁČ I, OLIVER W A, 1989. Decision on the Lochkovian-Pragian boundary stratotype (Lower Devonian). Episodes Journal of International Geoscience, **12**(2): 109–114
- COLLINSON C, SCOTT A J, 1958. Chitinozoan faunule of the Devonian Cedar Valley Formation. Illinois State Geological Survey, Circular, **247**: 1–34
- COSTA N D, 1967. Quitinozoários Silurianos e Devonianos da Bacia Amazônica e sua correlação estratigráfica. Atas Simp. Biota Amazonica, **1**: 87–119
- COSTA N D, 1971. Quitinozoários brasileiros e sua importância estratigráfica. Anais da Academia Brasileira de Ciências, **43**: 209–272
- CRAMER F H, 1964. Microplancton from three Palaeozoic formations in the Province of Leon (NW Spain). Leidse Geologische Mededelingen, **30**, 255–361
- CRAMER F H, 1967. Chitinozoans of a composite section of Upper Llandoveryan to basal Lower Gedinian sediments in northern Leon, Spain. A preliminary report. Bulletin de la Société Belge de Géologie, **75**: 69–129
- CRAMER F H, 1970. *Angochitina sinica*, a new Siluro-Devonian chitinozoan from Yunnan Province, China. Journal of Paleontology, **44**(6): 1122–1124
- DÍEZ M D C R, CRAMER F H, 1978. Iberian Chitinozoans—II. Lower Devonian forms (La Vid Shales and equivalents). Palynologia, num. Extraord, **1**: 203–217
- DUNN D L, 1959. Devonian chitinozoans from the Cedar Valley Formation in Iowa. Journal of Paleontology, **33**(6): 1001–1017
- EISENACK A, 1931. Neue mikrofossilien des baltischen Silurs (New microfossils of the Baltic Silurian). I. Paläontologische Zeitschrift, **13**(1–2): 74–118
- EISENACK A, 1964. Mikrofossilien aus dem Silur Gotlands. Chitinozoen. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **120**: 308–342
- EISENACK A, 1972a. Chitinozoen und andere mikrofossilien aus der Bohrung Leba, Pommern. Palaeontographica Abteilung A, **139**: 64–87
- EISENACK A, 1972b. Beiträge zur Chitinozoen-forschung. Palaeontographica Abteilung A, **140**: 117–130
- GAO L D, 1986. Chitinozoans. In: HOU H F (ed.), Devonian Stratigraphy, Palaeontology and Sedimentary Facies of Longmenshan, Sichuan.

- Beijing: Geology Press. 356, 357
- GENG L Y, WANG Y, CAI X Y *et al.*, 2000. Chitinozoan biostratigraphy in China. In: Palynofloras and Palynomorphs of China. Hefei: Press of University of Science and Technology of China. 209–241
- GENG L Y, ZHANG Y B, DING L S *et al.*, 2000. Discovery of *Grahnichitina pilosa* from the Guanshan Member of the Wutung Formation in Taixin of Jiangsu with discussion on its significance. *Acta Palaeontologica Sinica*, **39**(4): 535–543
- GRAHN Y, 2005. Devonian Chitinozoan biozones of western Gondwana. *Acta Geologica Polonica*, **55**(3): 211–227
- GRAHN Y, DE MELO J H G, 2002. Chitinozoan biostratigraphy of the Late Devonian formations in well Caima PH-2, Tapajós River area, Amazonas Basin, northern Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **118**(1–4): 115–139
- GRAHN Y, DE MELO J H G, 2003. Silurian–Devonian chitinozoan biostratigraphy along the Urubu, Uatuma and Abacate rivers in the western part of the Amazonas Basin, northern Brazil. *Bulletin of Geosciences*, **78**: 373–391
- GRAHN Y, DE MELO J H G, STEEMANS P, 2005. Integrated chitinozoan and miospore zonation of the Serra Grande group (Silurian–Lower Devonian), Parnaíba Basin, Northeast Brazil. *Revista Española de Micropaleontología*, **37**(2): 183–204
- GRAHN Y, LOBOZIAK S, DE MELO J H G, 2003. Integrated correlation of Late Silurian (Přidolí *s.l.*)–Devonian chitinozoans and miospores in the Solimões Basin, northern Brazil. *Acta Geologica Polonica*, **53**: 283–300
- GRIGNANI D, 1967. Correlation with chitinozoa in the Devonian and Silurian in some Tunisian well samples. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **5**: 315–325
- GRIGNANI D, MANTOVANI M P, 1964. Les Chitinozoaires du sondage Oum Dou 1 (Maroc). *Revue de Micropaléontologie*, **6**(4): 243–258
- HOU H F, 1959. Lower Devonian and Eifelian spiriferid brachiopods from southern Guangxi. *Acta Palaeontologica Sinica*, **7**(6): 450–462
- HOU H F, XIAN S Y, 1975. Lower to Middle Devonian brachiopods from Guangxi and Guizhou. *Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology*, **1**: 1–85
- HOU J P, 1978. Early Devonian chitinozoans from the Nahkaoling Formation of Liujing, Heng County, Kwangsi. *Symposium on the Devonian System of South China*, 359–396
- KUANG G D, ZHAO M T, TAO Y B, 1989. The Standard Devonian Section of China: Liujing Section of Guangxi. Wuhan: China University of Geosciences Press. 1–154
- LAI X J, 1979. Chitinozoans from the Shujiaping Formation (Lower Devonian) of Tiekuangshan of Hezhang District, Guizhou. *Symposium of the Palynological Society of China*, 161–166
- LANGE F W, 1952. Quitinozóários do Folhelho Barreirinha, Devoniano do Pará. *Dusenya*, **3**: 373–386
- LANGE F W, 1967. Biostratigraphic subdivision and correlation of the Devonian in the Paraná Basin. *Boletim Paranaense de Geociências*, **21**(22): 63–98
- LIANG Y, TANG P, HINTS O *et al.*, 2023. Chitinozoan study: review and prospect. *Acta Palaeontologica Sinica*, **62**(3): 436–450
- LU J F, 2024. Conodonts across the Lochkovian/Pragian boundary in central Guangxi, South China. *Palaeoworld*, **33**(5): 1268–1280
- LU J F, CHEN X Q, 2016. New insights into the base of the Emsian (Lower Devonian) in South China. *Geobios*, **49**(6): 459–467
- LU J F, GUO W, WANG Y *et al.*, 2023. The first discovery of Lochkovian (Lower Devonian) conodonts in central Guangxi, South China and its geological implications. *Journal of Paleontology*, **97**(2): 421–433
- LU J F, QIE W K, YU C M *et al.*, 2017. New data on the age of the Yukiang (Yujiang) Formation at Liujing, Guangxi, South China. *Acta Geologica Sinica - English edition*, **91**(4): 1438–1447
- LU J F, VALENZUELA-RÍOS J I, LIAO J *et al.*, 2019. Polygnathids (Conodonts) around the Pragian/Emsian boundary from the Dacun-1 section (central Guangxi, South China). *Journal of Paleontology*, **93**(6): 1210–1220
- MAGLOIRE L, 1967. Étude stratigraphique, par la Palynologie, des dépôts argilo-gréseux du Silurien et du Dévonien inférieur dans la Région du Grand Erg Occidental (Sahara Algérien). *International Symposium of the Devonian System*, **2**: 473–491
- NOETINGER M S, 2010. Estudios de asociaciones micro y megafloresticas del Devónico en la porción sur de la Cuenca Tarija, noroeste argentino y sur de Bolivia: edad, correlación y ambiente de sedimentación. Doctor, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 1–319
- OTTONE E G, 1996. Devonian palynomorphs from the Los Monos Formation, Tarija Basin, Argentina. *Palynology*, **20**(1): 105–155
- PARIS F, 1976. Les chitinozoaires. In: Les Schistes et Calcaires Eodévoniens de Saint-Cénére (Massif armoricain, France). *Sédimentologie, Paléontologie, Stratigraphie, Mémoires de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, **19**: 93–133
- PARIS F, 1981. Les Chitinozoaires dans le Paléozoïque du sud-ouest de l'Europe (cadre géologique-étude systématique-biostratigraphie). *Mémoires de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, **1**–412
- PARIS F, 1996. Chitinozoan biostratigraphy and palaeoecology. In: JANSONIUS J, Mcgregor D C (eds.), *Palynology: Principles and Applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, **2**: 531–552
- PARIS F, GRAHN Y, NESTOR V *et al.*, 1999. A revised chitinozoan classification. *Journal of Paleontology*, **73**(4): 549–570
- PARIS F, VERNIERS J, MILLER M A *et al.*, 2015. Late Ordovician–earliest Silurian chitinozoans from the Qusaiba-1 core hole (North Central Saudi Arabia) and their relation to the Hirnantian glaciation. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **212**: 60–84
- PARIS F, WINCHESTER-SEETO T, BOUMENDJEL K *et al.*, 2000. Toward a global biozonation of Devonian chitinozoans. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg*, **220**: 39–55
- QUADROS L P, 1982. Distribuição bioestratigráfica dos Chitinozoa e Acritarchae na bacia do Parnaíba. *Petrobrás, Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello*, 1–76
- QUADROS L P, 1988. Zoneamento bioestratigráfico do Paleozóico inferior e medio (seção marinha) da Bacia do Solimões. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **2**(1): 95–109
- RUAN Y P, WANG C Y, WANG Z H *et al.*, 1979. On the age of Nahkaoling and Yukiang formations. *Journal of Stratigraphy*, **3**(3): 225–229
- SEDORKO D, NETTO R G, SCHEFFLER S M *et al.*, 2021. Paleoeologic trends of Devonian Malvinokaffric fauna from the Paraná Basin as evidenced by trace fossils. *Journal of South American Earth Sciences*, **109**: 103200
- SLAVÍK L, HLADIL J, 2004. Lochkovian/Pragian GSSP revisited: evidence about conodont taxa and their stratigraphic distribution. *Newsletters on Stratigraphy*, **40**(3): 137–153
- STEMMANS P, PEREIRA E, LE HÉRISSE A *et al.*, 2021. Palynology and geochemistry of the Frasnian global transgression in the Parnaíba Basin,

- Brazil. Review of Palaeobotany and Palynology, **284**: 104345
- TAUGOURDEAU P, DE JEKHOWSKY B, 1960. Répartition et description des chitinozoaires Siluro-Dévonien de quelques sondages de la C.R.E.P.S., de la C.F.P.A. et de la S.N. Repal au Sahara (Distribution and description of Siluro-Devonian chitinozoans from some surveys of C.R.E.P.S., C.F.P.A. and S.N. Repal in the Sahara). Revue de l'Institut Français du Pétrole et Annales des Combustibles Liquides, **15**(9): 1199–1260
- TELFORD P G, 1975. Lower and Middle Devonian conodonts from the Broken River Embayment, north Queensland, Australia. Special Papers in Palaeontology, **15**: 1–96
- WANG C Y, WANG Z H, 1978. Early and Middle Devonian conodonts of Kwangsi and Yunnan Province. In: Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences (ed.), Symposium on the Devonian System of South China. Beijing: Geology Press. 334–345
- WANG Y, 1956. Some new brachiopods from the Yukiang Formation of southern Kwangsi Province. Acta Palaeontologica Sinica, **4**(2): 207–226
- WANG Y, YU C M, FANG D W, 1964. On the age of Nahkaoling Formation and subdivision of Yukiang Formation in central-eastern Guangxi. Chinese Science Bulletin, **11**: 1013–1015
- WILSON G, 1989. Documentation of conodont assemblages across the Lochkovian-Pragian (Early Devonian) boundary at Wellington, central New South Wales, Australia. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, **117**: 117–171
- WINCHESTER-SEETO T, 1993a. Chitinozoa from the Early Devonian (Lochkovian-Pragian) garra limestone, central New South Wales, Australia. Journal of Paleontology, **67**(5): 738–758
- WINCHESTER-SEETO T, 1993b. Chitinozoan assemblages from the Pragian (Lower Devonian) of eastern Australia. Proceedings-Royal Society of Victoria, **105**(2): 85–112
- XIANG L W, XING Y S, YE S D *et al.*, 1975. Early Devonian graptolite-bearing formation and its paleontological features at Baoxing County, Sichuan. Acta Geologica Sinica, **2**: 126–135

EARLY DEVONIAN CHITINOZOANS FROM THE NAHKAOLING FORMATION IN LINGLI, GUANGXI, SOUTH CHINA*

WU Shouhan^{1, 2)}, LIANG Yan¹⁾ and LU Jianfeng^{1)**}

1) State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008

2) University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract The Lower Devonian (Lochkovian and Pragian) in the South China Block is mainly represented by siliciclastic rocks due to the Kwangsi Orogeny. Conodont, which significantly relies on carbonate facies, has limitations in biostratigraphy during this period. To improve the biostratigraphic framework, we systematically studied the lower Pragian chitinozoans from the Gaoling Member of the Nahkaoling Formation at the Lingli section in Nanning, Guangxi. One genus and seven species are identified, including a newly established taxon *Angochitina lingliensis* sp. nov., the index species of the *Angochitina comosa* Biozone, associated with *A. mourai* and *A. dimorpha*. According to the chitinozoan assemblage and their biostratigraphic ranges at the Lingli section, the *A. comosa* interval biozone is adopted for this interval. Comparison of the chitinozoan biostratigraphy with conodont biostratigraphy suggests that the *A. comosa* Biozone in the South China Plate can be correlated with the lowest Pragian *Eognathodus irregularis* conodont biozone. In addition, the global conodont and chitinozoan biostratigraphic correlations indicate that the *A. comosa* Biozone recognized at the Lingli section is of the same age as the globally recognized lower Pragian *A. comosa* Biozone. This study presents a relatively rich collection of chitinozoans from the Gaoling Member of the Nahkaoling Formation, which is the first record for the lowermost Pragian in South China and provides a new data for the high-resolution biostratigraphical subdivisions and correlations for this interval.

Key words chitinozoans, Nahkaoling Formation, Pragian, Lower Devonian, Guangxi

DESCRIPTION OF NEW SPECIES

The systematic chitinozoan framework and terminology follow Paris *et al.* (1999). Specimens were extracted from clastic rocks were preserved in a flattened state. The measurement data were corrected using the

coefficients proposed by Paris *et al.* (2015). The measurement parameters adopted are as follows: L=shell length; Ln=neck length; Dp=maximum width of the chamber; Dp**=corrected maximum width of the chamber, with a coefficient of 0.8 (Paris *et al.*, 2015);

* This research was supported by the National Natural Science Foundation of China (42372029, 42472014).

** Corresponding author E-mail: jflu@nigpas.ac.cn

D_n =neck width; D_n^* =corrected neck width, with a coefficient of 0.7 (Paris *et al.*, 2015).

Order Prosomatifera Eisenack, 1972

Family Lagenochitinidae Eisenack, 1931

Subfamily Angochitinae Paris, 1981

Genus *Angochitina* Eisenack, 1931

***Angochitina lingliensis* sp. nov.**

(Fig. 8-13-29)

Etymology Named after the Lingli town, where the holotype is recovered.

Diagnosis A characteristic species of *Angochitina* with a spherical chamber and a cylindrical neck; simple spines densely distributed over the test surface.

Holotype Figure 8-17, repository number is 22LLJ33-s28.

Type locality Lingli Section, Nanning City, Guangxi.

Type stratum Nahkaoling Formation, the lower Pragian.

Material Seven specimens from Sample 22LLJ33 and 64 specimens from Sample 22LLJ35.

Dimensions The dimensions in Table 4 and Figure 7 are based on 62 specimens with SEM images.

Description Test small, with an average test length of 92 μm ; the neck is well-differentiated with the chamber, flexure significant, shoulder can be observed in few specimens; Short cylindrical neck takes about one-third of the total length, the wall is thinning and slightly flaring towards the aperture. The maximum width is around 63 μm , at the middle to lower part of the spherical chamber. The test surface is covered by simple spines.

Remarks These specimens have well-differentiated neck-chamber, significant flexure and spines on the test surface, undoubtedly belonging to *Angochitina*. *A. lingliensis* is characterized by its globose chamber and short cylindrical neck. The morphology is similar to that of *A. globosa* from the Ceder Valley Formation in America (Collinson & Scott, 1958), but differs in spines. *A. globosa* has a larger test and scattered strong-bifurcate spines. Some specimens of *Sphaerochitina schwalbi* shown by Collinson and Scott (1958: pl. 3, figs. 7, 9) have a similar outline, but their test surface is smooth. Other specimens of *S. schwalbi* (pl. 3, fig. 8) are distinguished from *A. lingliensis* by having a conical chamber. *A. mourai* (Lange, 1952) shares a similar spherical chamber and a shorter neck, but develops a wider neck and with more densely distributed spines. *A. lebaica* (Eisenack, 1972a) also has a spherical chamber, but its spines are more robust and its neck is longer.

Noteworthy, *Sphaerochitina* sp. aff. *S. schwalbi* reported from the Garra Limestone in New South Wales by Winchester-Seeto (1993a) highly resembles *A. lingliensis*. Its spine length and chamber outline differ from those *S. schwalbi* described by Collinson and Scott (1958). Moreover, there is a lack of decisive evidence to prove that *S. schwalbi* has an affinity with the specimens reported by Winchester-Seeto (1993a). However, the specimens shown by Winchester-Seeto (1993a) are damaged, therefore no further conclusion could be drawn.

Occurrences The materials are recovered from the Gaoling Member of the Nahkaoling Formation (early Pragian) at the Lingli section, South China.