

Maikottia 属骨骼微细构造及其分类^{*}

陈建强

(中国地质大学, 北京 100083)

提 要 *Maikottia* Lavrusevich, 1967 属是泡沫珊瑚目中较特殊的类型, 呈多角块状复体。经电镜研究表明, 其骨骼微细构造以晶片型层状骨骼为主, 隔壁刺由复式杆晶楣组成, 层状骨骼围绕隔壁刺, 在隔壁刺内包绕和联结单杆晶楣。体壁和横板均由层状骨骼组成。本属的纤状骨骼属较原始简单类型——晶粒和短轴晶柱, 它组成复式杆晶楣内单杆晶楣的轴带, 并呈分散状排列。根据该属为泡沫珊瑚类型隔壁及复式杆晶楣, 将其归入泡沫珊瑚目 (Cystiphyllida Nicholson, 1889) 刺壁珊瑚科 (Tryplasmataidae Etheridge, 1907)。

关键词 *Maikottia* 属 骨骼微细构造 分类位置 四射珊瑚

1 前言

泡沫珊瑚目以单体和丛状复体常见, 而本文描述的 *Maikottia* 属特征较特殊, 为多角块状复体, 其隔壁微细构造为复式杆晶楣类型。据陈建强、何心一 (1997a, 1997b) 的研究, *Maikottia* 属是上扬子区下志留统雷家屯组上部四射珊瑚组合带 (*Maikottia-Kodonophyllum* 组合带) 的代表分子, 其层位稳定, 分布广泛, 该组合带又是上扬子区下志留统第三个三级层序高水位体系域 (OS₃-HST) 的生物地层及时限标志。因此, 详细阐述其宏观构造、骨骼微细构造及其繁殖方式, 对讨论泡沫珊瑚目的分类演化及其地层学研究具有重要的意义。

珊瑚化石骨骼微细构造的研究已有较好的基础和系统的成果。Bryan 和 Hill (1941) 曾研究四射珊瑚骨骼形成过程, 提出珊瑚骨骼的形成遵循球粒结晶 (spherulitic crystallization) 方式, 即晶针与分泌骨骼的外胚层表面大致垂直, 外胚层表面向内弯凹的部位发生球粒结晶, 形成晶针。王鸿祯 (Wang, 1950) 最早提出四射珊瑚的层状骨骼组成单元是方解石晶片 (flake), 层状构造是原生构造, 晶片平行于骨骼面; 纤状骨骼的组成单元则是晶针 (needle), 晶针垂直于骨骼面, 并组成晶束 (tuft)、晶簇 (fascicle) 和晶楣 (trabecula) 构造。

Goreau (1959) 和 Vahl (1965) 揭示了现代珊瑚分泌文石晶针的生物结晶作用的可能机制。从 60 年代以来, 电镜技术的应用开辟了研究的新领域。由于四射珊瑚及晚古生代后期的珊瑚层状骨骼极不发育, Hill (1981)、Kato (1963)、Oekentorp (1977, 1984)、Schoupe 和 Stacul (1966)、Sorauf (1971, 1974, 1980) 都把四射珊瑚骨骼结构分为晶楣式 (trabeculate) 和晶针垂直式 (fibro-normal, fibro-lamellar) 两种类型, 同时认为层状骨骼构造是由纤状骨骼经过准同生 (diagenetic) 作用或次生作用影响形成的次生构造。

对志留纪泡沫珊瑚类骨骼微细构造的电镜研究, 已揭示了层状骨骼的原生性质及其分

类学意义。俞昌民和 Oekentorp (Yu and Oekentorp, 1983) 发表的 *Ketophyllum djupviki* 电镜研究照片, 已较清楚地显示了组成层状骨骼的碟形晶片的形态特征。陈建强和王鸿祯 (1986) 发表的 *Gyalophylloides* 电镜研究成果, 阐明了组成层状骨骼的碟形晶片和组成其杆晶楣的较原始纤状骨骼的组成单元的晶粒 (granule) 短轴晶柱 (brachycolumn), 给予了详细的度量说明, 并论证了层状构造为原生构造。王鸿祯等 (1987, 1989)、王鸿祯和陈建强 (Wang and Chen, 1989)、李耀西 (1991)、林宝玉等 (1996)、Lafuste 等 (1983, 1985) 均对珊瑚骨骼微细构造作过系统研究, 并对层状骨骼和纤状骨骼的分类意义给予了高度重视。

2 *Maikottia* 属骨骼微细构造

四射珊瑚亚纲 *Rugosa* Milne-Edwards et Haime, 1850

泡沫珊瑚目 *Gystiphyllida* Nicholson, 1889

定义 单体, 少数复体。隔壁呈分散刺状, 或由单列隔壁刺组成外端连续, 内端分离的不连续板状, 隔壁可发育在体壁内侧, 也可发育在萼穴表面骨骼加厚带中或分布在“隔壁锥”的底部。横列构造以单带型和泡沫型为主, 少数双带型。隔壁刺由层状骨骼包绕杆晶楣、复式杆晶楣或单晶楣组成, 横列构造由层状骨骼组成。

时代 中奥陶世至中泥盆世。

刺壁珊瑚科 *Family Tryplasmatae* Etheridge, 1907

Pholidophyllidae Wedekind, 1927; *Cystiphyllinae* Wang, 1950; *Tryplasmacea* Lecompte, 1952; *Tryplasmacea* Ivanovsky, 1965;

Holacanthiidae Sytova in Sytova et Ulitina, 1966; *Rhabdacanthiidae* Spassky et Kravtsov in Spassky, Kravtsov et Tsyganko, 1974; *Tchinghizophyllidae* Sultanbekova, 1978.

定义 单体、丛状或多角状复体。隔壁短, 边缘部分融联形成狭窄的厚结带, 内端呈分离刺状。刺状隔壁由层状骨骼包绕杆晶楣、复式杆晶楣或单晶楣组成。横板完整, 或具附加斜板。以单带型为主, 泡沫板不发育。横列构造由层状骨骼组成。包括 11 属: *Cantrillia* Smith, 1930, 晚奥陶世—早志留世; *Cystocantrillia* Lin et Zhou in Deng *et al.*, 1983, 晚奥陶世; *Aphyllum* Soshkina, 1937, 志留纪—中泥盆世; *Tryplasma* Lonsdale, 1845, 晚奥陶世—中泥盆世; *Polyorophe* Lindstroem, 1882, 早志留世—中志留世; *Stortophyllum* Wedekind, 1927, 晚志留世—中泥盆世; *Maikottia* Lavrusevich, 1967, 志留纪; *Tabularia* Soshkina, 1937, 志留纪—早泥盆世; *Trypacystiphyllum* He, 1985, 早志留世; *Jipaolasma* Birenheide et Liao, 1985, 中泥盆世; *Foerstephyllum* Bassler, 1941, 中奥陶世—晚奥陶世。

时代 中奥陶世至中泥盆世。

麦科特珊瑚属 *Genus Maikottia* Lavrusevich, 1967

1974 *Qianbelites* Ge et Yu, 葛治洲等, 170 页, 图版 75, 图 7, 8。

模式种 *Maikottia turkestanica* Lavrusevich, 1967, 22 页, 图版 3, 图 4—6; 塔吉克斯坦, 土耳其斯坦山南坡; 上志留统

块状复体,个体多角柱状。周边或假轴部繁殖。体壁较厚。隔壁呈刺状,粗短,近等长,纵向上由单列隔壁刺组成,隔壁刺由复式杆晶楣组成,复式杆晶楣由单杆晶楣丛状分支组成,单杆晶楣之间和隔壁刺由层状骨骼包绕。具狭窄的边缘厚结带。横板较完整,近水平排列。

该属分布地区和包括的种: *Maikottia turkestanica* Lavrusevich, 1967 (塔吉克斯坦,土耳其斯坦山南坡;上志留统); *Maikottia multitabulatus* (Ge et Yu), 1974 (贵州石阡雷家屯,下志留统雷家屯组); *Maikottia simplex* He, 1985 (贵州石阡铺沟,下志留统雷家屯组); *Maikottia* sp. (西藏北部班戈东卡错,下、中志留统东卡组下部); *Maikottia* sp. (北美阿拉斯加,上志留统; Oliver *et al.*, 1975)。

时代分布 早、中志留世,中国贵州、四川、西藏北部;晚志留世,塔吉克斯坦,北美阿拉斯加。

多板麦科特珊瑚 *Maikottia multitabulatus* (Ge et Yu)

(图版 I, 图 1—8; 图版 II, 图 1—9)

1974 *Qianbeilites multitabulatus* Ge et Yu, 葛治洲等, 170 页, 图版 75, 图 7, 8。

1978 *Qianbeilite multitabulatus*, 孔磊, 黄蕴明, 图版 18, 图 6a, 6b。

块状复体,个体呈多角柱状,一般为六边形,少数四或五边形,成年个体的体径为 5—6mm。体壁较厚,主要由相邻个体的刺状隔壁边缘厚结带组成,体壁的中间分界线明显,体壁厚度 0.4—0.8mm。隔壁刺状,纵向上由单列隔壁刺组成,边缘部分融联成窄的边缘厚结带,内端分离成向内上方指向的隔壁刺,横切面上成年期个体隔壁刺数量 36—40,分级不明显。横板完整,平列状,多数横板独立分离,少数横板在边缘与相邻横板呈束状相关,排列较密集均匀,5mm 长度内约 15—18,最密处可达 25,一般早年期个体横板较稀疏(5mm 长度内约 12—15)。营萼内边缘繁殖,从 2 分至 4 分至 6 分繁殖(图版 I, 图 1),早期个体横切面呈 3—4 边形。

该种纵列构造和横列构造骨骼主要由层状骨骼组成,唯杆晶楣的轴带由原始型纤状骨骼(分散状晶粒和短轴晶柱)组成。隔壁由单列粗壮的隔壁刺组成,隔壁刺外围和刺内单杆晶楣之间均由层状骨骼联结充填(图版 I, 图 5—8; 图版 II, 图 2, 7),隔壁刺边缘由层状骨骼加厚使侧向衔接成窄的边缘厚结带,并组成体壁构造,越出边缘厚结带的隔壁内端呈分离刺状。每一个刺状隔壁为一个复式杆晶楣(图版 I, 图 7),每个复式杆晶楣内由若干个单杆晶楣组成(图版 I, 图 5 中每个复式杆晶楣内由 3—5 个单杆晶楣之字形交错排列组成; 图版 I 图 7 中每个复式杆晶楣由 15—20 个单杆晶楣呈丛状交织),杆状体之间被层状骨骼联接。层状骨骼由彼此平行,相互叠置的晶片(flake)组成,在杆状体横断面上,靠近顶端的晶片近于水平,显示出晶片不规则碟形轮廓(图版 II, 图 4, 5),而位于 2 个杆状体之间的晶片则近于垂直(图版 II, 图 2, 4),在杆晶楣纵断面上,杆状体两侧晶片近于直立,杆状体之间晶片断面呈向下弯曲的碟状(图版 II, 图 7, 8)。由于晶片直径较大,而相对厚度较薄(直径 d : 厚度 $t \approx 10:1$),而且呈碟形下凹状,所以图影中很难显示一个片的平面状态,通过度量近于直立晶片直径和厚度,得出平均直径为 $32.35\mu\text{m}$,平直厚度为 $3.75\mu\text{m}$ (表 I)。当发育完好时,每个隔壁刺(图版 I, 图 7)长度 0.5—0.8mm,直径较粗处为 0.2—0.3mm,隔壁刺内组成复式

杆晶楣的单杆晶楣直径 0.02—0.03mm (即 20—30 μm) (图版 I, 图 4, 7; 图版 II, 图 4, 5, 7, 8), 单杆晶楣的长度约为 0.07—0.9mm (即 70—90 μm) (图版 I, 图 7, 8)。杆晶楣内由原始型纤状骨骼组成, 即由晶粒和短轴晶柱分散排列而成, 未构成晶束或晶簇构造, 晶粒和短轴晶柱的平均长度为 6.7 μm , 平均直径为 3.95 μm (表 II)。因此, 泡沫珊瑚类的杆晶楣和复式杆晶楣的杆状体部分绝大多数为非放射状排列的原始型晶粒和短轴晶柱组成, 与其它类珊瑚的单晶楣类型是显然不同的, 少量泡沫类珊瑚, 如 *Tryplasma sinananense* Wang, He et Chen (王鸿祯等, 1987, 图版 III, 图 6—10), 其杆状体部分由单晶楣组成。

表 I 近于垂直位置晶片直径(d) 与厚度(t)度量数据

Diameter(d) and thickness(t) of flakes as measured on their cross section

直径(d)	厚度(t)	直径(d)	厚度(t)
(μm)	(μm)	(μm)	(μm)
47.00	8.00	20.00	3.00
30.00	7.00	30.00	2.00
38.00	9.00	25.00	3.00
30.00	7.00	35.00	3.00
50.00	5.00	40.00	2.00
20.00	3.00	37.00	2.00
20.00	2.00	40.00	3.00
28.00	3.00	35.00	2.00
30.00	3.00	30.00	2.00
27.00	3.00	35.00	3.00
平均直径(d)=32.35 μm		平均厚度(t)=3.75 μm	

表 II 杆晶楣内晶粒和短轴晶柱的长度(l) 与直径(d)度量数据

Length (l) and diameter (d) of granules and brachy-columns in the axial part of the rhabdacanth

长度(l)	直径(d)	长度(l)	直径(d)
(μm)	(μm)	(μm)	(μm)
5.00	4.50	9.00	2.00
4.50	4.00	5.00	4.00
6.00	3.00	10.00	4.00
5.00	5.00	5.50	5.00
10.00	4.00	6.00	3.00
5.00	3.00	12.00	4.00
6.00	5.00	9.00	4.00
7.00	5.00	5.50	4.50
9.00	4.00	5.00	5.00
5.00	2.50	4.50	4.00
平均长度(l)=6.7 μm		平均直径(d)=3.95 μm	

3 *Maikottia* 属的分类位置和演化关系

Maikottia 属由 Lavrusevich (1967) 建立, 模式种 *Maikottia turkestanica* Lavrusevich 产于塔吉克斯坦, 土耳其斯坦山南坡上志留统。目前在欧洲、美洲(除阿拉斯加外)和大洋洲还未见报道。葛治洲和俞昌民 (1974) 在贵州石阡雷家屯下志留统雷家屯组建立的 *Qianbeilites* 属, 根据其模式种 *Qianbeilites multitabulatus* Ge et Yu 的宏观构造、微细构造和繁殖方式等特征, 应归入 *Maikottia* Lavrusevich, 1967。Hill (1981) 将 *Maikottia* Lavrusevich, 1967 和 *Qianbeilites* Ge et Yu, 1974 作为独立的属, 并分别将 *Maikottia* 属归入四射珊瑚亚纲泡沫珊瑚目 Palaeocyclusidae 科 Tryplasmatinae 亚科; 将 *Qianbeilites* 归入横板珊瑚亚纲 Sarcinulida 目 Billingsariidae 科 Foerstephyllinae 亚科, 并又认为可能归入该亚科中的 *Foerstephyllum* Bassler, 1941; Hill 同时把 *Foerstephyllum* Bassler, 1941, *Lessnikovaea* Sokolov, 1951, *Qianbeilites* Ge et Yu, 1974 归入 Foerstephyllinae 亚科。*Qianbeilites* 无疑应并入 *Maikottia*, 根据 *Foerstephyllum* 的特征, 笔者认为也应归入四射珊瑚亚纲泡沫珊瑚目 Tryplasmatinae 科。

何心一(1985)描述的 *Maikottia simples* He 和 *Maikottia primitina* He, 其中 *Maikottia simples* He 产于贵州石阡铺沟下志留统雷家屯组, 其特征符合 *Maikottia* 属的定义, 而 *Maikottia primitina* 与典型 *Maikottia* 有所不同, 表现在体型薄, 隔壁刺小而稀, 未组成边缘厚结带, 且具萼外与萼内出芽, 其特征比较接近 *Foerstephyllum*, 应是其同义名。由于 *M. primitina* 具萼内和侧方出芽, 他认为可能属于 *Foerstephyllum* 与 *Maikottia* 之间的过渡类型。

黄柱熙和程立人(1988, 252 页, 图版 III, 图 1)报道藏北班戈东卡错下、中志留统东卡组下部产 *Maikottia* sp., 他们仅提供了横切面图影, 其特征与贵州北部下志留统雷家屯组的 *Maikottia multitabulata* 非常相似, 可能同为一种。

根据目前的材料, *Foerstephyllum* 与 *Maikottia* 属最为接近, 可能存在从 *Foerstephyllum* (欧洲、北美、亚洲阿尔泰, 中奥陶统一上奥陶统)→*Maikottia simples* (贵州石阡, 下志留统雷家屯组)→*Maikottia multitabulata* (贵州石阡、四川綦江, 下志留统雷家屯组或石牛栏组上部)→*Maikottia turkestanica* (塔吉克斯坦, 土耳其斯坦山南坡, 上志留统)变化的亲缘及演化关系。据何心一和陈建强的研究(待刊), 扬子区是奥陶—志留纪四射珊瑚起源演化中心之一, 扬子区一方面珊瑚群地方色彩比较浓厚, 另一方面有许多重要属, 如 *Calostylis*, *Amploxoides*, *Tunguselasma*, *Briantelasma*, *Holophragma*, *Axolasma*, *Maikottia* 等在扬子区出现的层位均较国外早。*Maikottia* 属在扬子区为下志留统, 在藏北为下、中志留统, 在塔吉克斯坦和北美阿拉斯加为上志留统, 说明这几个地区志留纪生物古地理联系较密切, *Maikottia* 属可能起源于扬子地区。

本文研究的部分标本为地质矿产部成都地质矿产研究所何原相研究员惠赠, 论文承蒙王鸿祯教授和何心一教授的指导和帮助, 在此表示感谢!

主要参考文献

- 王鸿祯、陈建强, 1989: 四射珊瑚亚纲的骨骼构造与系统分类。见王鸿祯、何心一、陈建强等著: 中国古生代珊瑚分类演化及生物古地理, 第二章, 6—60 页。科学出版社。
- 王鸿祯、何原相、陈建强, 1987: 泡沫珊瑚目的骨骼构造和系统分类。现代地质, 1(1): 3—14。
- 孔 磊、黄蕴明, 1978: 四射珊瑚亚纲。见贵州地层古生物工作队编著: 西南地区古生物图册, 贵州分册(一), 寒武纪—泥盆纪, 35—160 页, 图版 12—56。地质出版社。
- 何心一, 1985: 黔、川、陕早志留世四射珊瑚新种及对一些属的讨论。地球科学——武汉地质学院学报, 10: 43—54。
- 李耀西, 1991: 蜂巢珊瑚类横板珊瑚的体壁构成及其有关问题。古生物学报, 30(2): 231—242。
- 林宝玉、李耀西、邓占球、李志明、许寿永、池永一、金淳泰, 1996: 床板珊瑚形珊瑚的超微构造类型、演化及其分类学意义。地质出版社。
- 黄柱熙、程立人, 1988: 藏北班戈、申扎地区志留纪和泥盆纪珊瑚及其意义。长春地质学院学报, 18: 249—257。
- 葛治洲、俞昌民, 1974: 志留纪珊瑚。见中国科学院南京地质古生物研究所编著: 西南地区地层古生物手册, 165—173 页, 图版 72—79。科学出版社。
- Bryan, W. H. and Hill, D., 1941: Spherulitic crystallization as a mechanism of skeletal growth in the hexacorals. Proc. Roy. Soc., Qd52: 78—91.
- Goreau, T. F., 1959: The physiology of skeleton formation in corals. I. A method for measuring the rate of calcium deposition by corals under different conditions. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole, 116: 59—75.

- Hill, D., 1981: Rugosa and Tabulata. In Teichert, C. (ed.): Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F, Coelenterate, Supplement 1, pp. F1—429. Geol. Soc. America, Inc. and Univ. Kansas, Boul. Colorado and Lawrence, Kansas.
- Kato, Makoto, 1963: Fine skeletal structures in Rugosa. Hokkaido Univ. J. Fac. Sci., Ser. 4, **11**(4): 571—630.
- Lavrusevich, A. I., 1967: Nokotorye pozdnesiluriyskie rugozy tsentralnogo Tadzhikistana; Akad. Nauk SSSR, Paleontol. Zhurnal, **3**: 18—24.
- Oliver, W. A., Merriam, C. W. and Churkin, Michael, 1975: Ordovician, Silurian and Devonian corals of Alaska. U. S. Geol. Surv., Prof. Pap., **823-B**: 13—44.
- Vahl, J., 1966: Sublichtmikroskopische Untersuchungen der kristallinen Grundbauelement und der Matrixbeziehungen zwischen Weichkörper und Skelett an *Caryophyllia* Lamarck 1801. Z. Morph. Okol. Tiere, **56**: 21—38.
- Wang, H. C., 1950: A revision of the Zoantharia Rugosa in the light of their minute skeletal structures. Roy. Soc. London, Philos. Trans. (B), **611**(234): 175—264.
- Wang Hong-zhen and Chen Jian-qiang, 1988: Microskeletal structures and classification of rugose corals. Mem. Ass. Australas. Palaeontols, **8**: 179—190.
- Yu Chang-min and Oekentorp, K., 1983: Electron microscopic study on the microstructures of the Silurian *Ketophyllum djupviki* Wedekind, 1927 (Rugosa). Neues Jb. Geol. Palaont. Mh., **9**: 561—575.

[1997年3月7日收到]

THE MICROSKELETAL STRUCTURES OF *MAIKOTTIA* LAVRUSEVICH (RUGOSA)

Chen Jian-qiang

(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Key words *Maikottia*, microskeletal structures, taxonomic position, rugose coral

Summary

Maikottia Lavrusevich 1967 is a group of peculiar fossil cystiphyllids, usually in cerioid compound forms with cystiphylloid septa composed of composite rhabdacanthines, ranging from Lower Silurian (Llandovery Series) to Upper Silurian (Ludlow Series) in the Yangtze Platform, northern Tibet, Tadzhikistan and Alaska. An SEM study of their microskeletal structures shows that lamellar structures are undoubtedly primary in origin. The fundamental skeletal unit of lamellar structures is the calcite flake about $32.35\mu\text{m}$ in diameter and $3.75\mu\text{m}$ in thickness (Tab. I). These flakes compose longitudinal interwall, and transverse skeletons, invest the acanthine septa and connect them in the narrow peripheral stereozone. They also invest and connect the rhabdacanth within the septal spines. The fibrous skeleton is poorly developed and only occurs along the axial part of the rhabdacanth. Its fundamental unit is the calcite granule and irregular calcite brachycolumn about $6.7\mu\text{m}$ in length and $6.7\mu\text{m}$ in diameter. These two kinds of elements combine to form composite rhabdacanth, with single rhabdacanth comprising axial fibrous granules (or brachycolumns) and lamellar flakes.

Based on these microstructures, megastructures and increasing peripheral and pseudoaxial ways, the genus is placed in Family Tryplasmataidae belonging to Cystiphyllida. The genus *Maikottia* contains 3 species, namely, *M. turkestanica* Lavrusevich, 1967, *M. multitabulatus* (Ge et Yu), 1974, and *M. simplex* He, 1985.

图 版 说 明

标本均保存在中国地质大学(北京)。

图 版 I

1—8. *Maikottia multitabulatus* (Ge et Yu)

1. 横切面, $\times 2$ 。
 2. 纵切面, $\times 2$ 。
 3. 横切面体壁和刺状隔壁局部显微放大, $\times 35$, 示刺状隔壁边缘加厚融联(侧向衔接)成窄的边缘厚结带, 内端(越出边缘厚结带)分离刺状, 个体体壁之间界线清晰。
 4. 纵切面上体壁显微放大, $\times 35$, 左侧为个体上方, 中间线上方体壁可见近于平行和近于垂直的单杆晶楣断面, 中间线以下体壁主要为近于平行的单杆晶楣断面。
 5. 横切面体壁和隔壁显微放大, $\times 35$, 示刺状隔壁由层状骨骼包绕复式杆晶楣组成。
 6. 为图 5 中一个复式杆晶楣放大, $\times 90$ 。
 7. $\times 60$, 8. $\times 90$, 内容同图 5, 6, 唯隔壁刺较粗长, 其中复式杆晶楣分支较多, 一个复式杆晶楣可由 15—20 个单杆晶楣组成, 图 8 为图 7 中局部显微放大。登记号: SQG-01-04。
- 产地层位: 四川綦江观音桥, 下志留统石牛栏组。

图 版 II

1—9. *Maikottia multitabulatus* (Ge et Yu)

均为扫描电子显微镜照片。

- 1—3. 为横切面体壁和隔壁放大, 图 1 为观察位置, 图 2 为图 1 中方框处上方隔壁放大, 示每个隔壁刺由层状骨骼包绕(复式)杆晶楣构成, 图 2 上方从左到右为 3 个刺状隔壁及其边缘厚结带, 图 3 为图 2 中一个刺状隔壁局部放大。
 - 4—6. 为复式杆晶楣中一个杆晶楣横断面放大, 图 3 中部为单杆晶楣横断面, 晶楣内由少量晶粒和短轴晶柱组成, 晶楣外围为碟形(向杆晶楣中心包绕)晶片, 图 5, 6 为图 4 单杆晶楣横断面放大, 示晶粒和短轴晶柱的形态和分散排列特征。
 - 7—9. 为复式杆晶楣中一个杆晶楣纵断面放大, 图 7 中 A, B, C 处分别为 3 个单杆晶楣的纵断面或斜断面, D 处为一个单杆晶楣的横断面, 由层状骨骼包绕单杆晶楣, 图 8 为图 7A 处单杆晶楣放大, 示杆晶楣部位由晶粒和短轴晶柱分散状组成, 无晶束构造, 晶楣两侧为近于直立及包绕晶楣的层状骨骼, 图 9 为图 8 单杆晶楣部位晶柱和短轴晶粒放大, 示其形态及分散状排列。登记号: SQG-01-04。
- 产地层位: 四川綦江观音桥, 下志留统石牛栏组。