

南海浮游软体动物明螺属分类学报道 及 4 个中国海新记录种描述

梁竣策^{1,2} 李开枝^{1,3*} 谭烨辉¹

1 中国科学院南海海洋研究所, 广东省应用海洋生物学重点实验室 广州 510301; 2 中国科学院大学 北京 100049;

3 中国科学院大亚湾海洋生物综合实验站, 广东大亚湾海洋生态系统国家野外科学观测研究站 深圳 518121

摘要: 明螺属 (*Atlanta* Lesueur, 1817) 隶属于软体动物门腹足纲滨形目明螺科, 终生以浮游方式生活, 是浮游动物中的一个重要类群。全球目前已报道 21 种, 其中, 中国海域仅 8 种。本研究基于 2022 和 2023 年在南海 4 个航次采集的浮游动物样品, 结合扫描电镜观察, 共鉴定出明螺属 12 种, 其中包括 4 个中国海新记录种: 棘明螺 (*A. echinogyra* Richter, 1972)、平明螺 (*A. plana* Richter, 1972)、肋明螺 (*A. frontieri* Richter, 1993) 和球明螺 (*A. oligogyra* Tesch, 1906)。本文详细描述了上述 4 种的形态特征和地理分布, 并重点比较了其与近似种的形态差异。标本存放于中国科学院南海海洋生物标本馆。本报道不仅丰富了对我国海洋浮游动物多样性的认知, 也为该类群的生态功能研究提供了基础数据。

关键词: 浮游动物; 明螺属; 形态特征; 新记录种; 南海

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2026) 04-479-17

A taxonomic report on the holoplanktonic mollusc genus *Atlanta* from the South China Sea and description of four newly recorded species in the China Seas

LIANG Jun-Ce^{1,2} LI Kai-Zhi^{1,3*} TAN Ye-Hui¹

1 Guangdong Provincial Key Laboratory of Applied Marine Biology, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301; 2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; 3 Daya Bay Marine Biology Research Station, Chinese Academy of Sciences, National Field Observation and Research Station (Guangdong Daya Bay) for Marine Ecosystem, Shenzhen 518121, China

Abstract: [Objectives] The genus *Atlanta* Lesueur, 1817 (Mollusca: Gastropoda: Littorinimorpha: Atlantidae) comprises small, holoplanktonic gastropods that are an important component of marine zooplankton communities. While 21 species are recognized globally, only eight have been documented from the China Seas. This study aims to investigate the species diversity of the genus *Atlanta* in the South China Sea through

基金项目 中国科学院战略生物资源计划能力建设项目 (No. KFJ-BRP-017-095, CAS-TAX-24-044), 科技基础资源调查专项 (No. 2025FY101400), 广东省科技计划项目 (No. 2023B1212060047, 2024B1212040008, 2025A1515012008);

* 通信作者, E-mail: likaizhi@scsio.ac.cn;

第一作者介绍 梁竣策, 男, 博士研究生; 研究方向: 海洋浮游动物多样性研究; E-mail: liangjunce22@mails.ucas.edu.cn.

收稿日期: 2025-11-07, 修回日期: 2026-03-22 DOI: 10.13859/j.cjz.202625210 CSTR: 32109.14.cjz.202625210

detailed morphological analysis, with the objective of identifying and describing potential new records for the China Seas, thereby updating the regional biodiversity inventory. **[Methods]** Zooplankton samples were collected during four research cruises covering the northern, northeastern, western, and southern regions of the South China Sea between 2022 and 2023. A total of 63 samples were obtained via plankton nets with mesh sizes ranging from 160 to 500 μm and were preserved in a 5% formaldehyde solution neutralized with sodium borate to prevent shell dissolution. In the laboratory, a Nikon SMZ18 stereomicroscope was used to sort and identify the specimens. For detailed morphological examination, shells and opercula were cleaned via ultrasonication, dehydrated, dried, and sputter-coated with gold. High-resolution imaging was performed via a Hitachi S-3400N scanning electron microscope (SEM) to observe critical diagnostic features such as fine shell sculpture, protoconch morphology, and opercular structures. Morphometric measurements, including maximum shell diameter and whorl count, were recorded for representative specimens. **[Results]** A total of 12 *Atlanta* species were identified in the South China Sea (Table 2; Fig. 2). Among them, four species—*A. echinogyra* Richter, 1972; *A. plana* Richter, 1972; *A. frontieri* Richter, 1993; and *A. oligogyra* Tesch, 1906—were reported as new records for the China Seas. Detailed morphological descriptions and measurements for these four species are provided (Tables 3 ~ 6; Figs. 3 ~ 6). Key diagnostic features and size ranges are as follows: 1) *A. echinogyra* (max shell diameter: 1.507 mm) is distinguished by its reddish-purple spire with complex sculpture and a spiny opercular gyre (Fig. 3, Table 3). 2) *A. plana* (max shell diameter: 3.230 mm) is characterized by a very flat shell and a low spire with subtle spiral ridges (Fig. 4, Table 4). 3) *A. frontieri* is identified by a distinctive spiral rib running along the suture from the second to the fourth whorl (Fig. 5, Table 5). 4) *A. oligogyra* (max shell diameter: 2.323 mm) features a globular spire with shallow sutures (Fig. 6, Table 6). The spatial distribution of these species within the South China Sea is mapped in Fig. 7. It revealed that *A. plana* and *A. oligogyra* were relatively common and widespread; *A. echinogyra* was mainly found in the southern and western regions; *A. frontieri* was rare and restricted to the western region. **[Conclusion]** The discovery of these four new records increases the known diversity of the genus *Atlanta* in the China Seas from eight to twelve species. All species are typical warm-water taxa, and their presence aligns with the tropical nature of the South China Sea. This study provides crucial morphological and distributional data that not only enrich the marine zooplankton biodiversity inventory of China but also establish a foundational basis for future ecological and biogeographical research on this ecologically significant group. All voucher specimens are deposited in the Marine Biodiversity Collection of the South China Sea, Chinese Academy of Sciences.

Key words: Zooplankton; *Atlanta*; Morphological characteristics; New recorded species; South China Sea

明螺属 (*Atlanta* Lesueur, 1817) 隶属于软体动物门腹足纲的滨形目 (Littorinimorpha A. N. Golikov & Starobogatov, 1975) 翼管螺总科 (Pterotracheoidea Rafinesque, 1814) 明螺科 (Atlantidae Rang, 1829), 是一类终生营浮游生活的小型软体动物。该类群具有由文石构成的扁平外壳, 并演化出一系列适应浮游生活的典

型特征, 如壳体轻薄、眼部发达、身体透明以及足部特化为鳍等。大多数明螺属种类分布于热带和亚热带海域, 它们通过外壳沉降与粪便颗粒输送至海洋深处, 在海洋碳酸盐泵和有机碳输出过程中扮演重要角色 (Lalli and Gilmer 1989), 其文石质外壳也使其成为指示海洋酸化的天然指标 (Bednaršek et al. 2016)。

Lesueur (1817) 首次建立了明螺属, 当时仅包括两个种。随后, 19 世纪的多项远洋考察陆续发现了该属的数十个新物种, 然而, 由于早期命名体系较为混乱, 其分类研究长期存在争议。直至 20 世纪中叶, Tesch (1949) 系统性地将物种数量修订为 10 种, 明螺属的分类框架得以厘清, 为其现代分类体系奠定了基础。此后, 陆续有新种被描述, 也有部分原被视为无效的种得到恢复。迄今为止, 全球已确认明螺属现生种 21 种, 其形态学描述及全球分布资料已较为完善 (van der Spoel 1976, Wall-Palmer et al. 2016, 2018)。目前, 明螺属的分类高度依赖壳体形态, 尤其是螺塔 (由幼壳组成) 包含的螺层数及其表面雕刻, 齿舌、眼和厣等结构也可辅助鉴别 (Richter and Seapy 1999, Janssen 2007a, Wall-Palmer et al. 2018)。尽管针对该属物种的研究起步较早, 但其研究长期面临挑战。一方面, 由于其在多数海域不占数量优势, 它们易被常规采样所忽略。另一方面, 其个体微小、壳体脆弱且种间形态差异细微, 使得基于形态的分类学研究尤为困难; 此外, 浮游动物固定方法常使用酸性的福尔马林溶液, 易对这类脆弱标本的外壳造成结构性损伤, 进一步增加了准确鉴定物种的难度。

受上述因素制约, 我国浮游软体动物形态分类研究开展较晚, 张福绥 (1964) 对南海、东海及黄海南部的明螺进行了系统的形态学研究, 共记述明螺属 9 种。据后续厘定, 其中 8 种为有效种 (WoRMS Editorial Board 2026)。此后, 我国关于该属的形态分类学研究基本停滞, 相关报道多见于生态学研究及物种名录中 (纪焕红等 2006, 黄宗国 2008, 刘瑞玉 2008)。另一方面, 国内现行的形态鉴定主要依据壳体颜色与间插冠 (壳冠后部插入体螺层与内方螺层之间的部分) 位置等特征, 然而这些特征易因固定方法、个体变异及发育阶段的不同而发生变化, 可靠性存疑。相比之下, 螺塔的螺层数与壳表雕刻不易受上述因素影响, 在种内表现出更高的稳定性。

基于此, 本研究以外壳形态为主要鉴定依据, 结合扫描电镜技术, 对 2022 和 2023 年在南海 4 个航次采集的浮游动物样品进行了系统梳理, 旨在: 1) 厘清南海明螺属的物种组成; 2) 基于微观结构特征, 发掘潜在的中国海新记录种。研究结果不仅充实了南海浮游软体动物的物种多样性资料, 也为深入探究明螺属的生态功能提供了关键的分类学依据。

1 材料与方法

浮游动物采样主要依托在南海进行的 4 个航次 (表 1): 南海东北部—吕宋海峡航次 (2022 年)、珠江口—南海西部共享航次 (2023 年)、搭载国家重点研发项目南海北部岛礁航次 (2022 年) 和南海南部岛礁航次 (2023 年)。为防止浮游软体动物外壳受到腐蚀破坏, 所采集样品使用 5% 硼酸钠中和的福尔马林溶液固定保存 (Heyman 1981)。

实验室内共检测了 63 份样品, 主要依据 Richter 和 Seapy (1999) 及 Wall-Palmer 等 (2018) 等相关文献进行形态分类鉴定。明螺属主要形态结构及数据测量见图 1。使用体视显微镜 (SMZ18, Nikon Corporation) 对样品进行种类鉴定和数据测量。由于检视标本数量较多, 为全面反映种内形态变异, 在壳最大径的最小值与最大值之间, 按大小梯度选取 5 只个体作为代表进行测量, 肋明螺 (*A. frontieri*) 仅采集 4 只个体, 全部测量。对于样品的外壳和厣等硬质材料, 参考 Bednaršek 等 (2012) 的方法, 经解剖分离、超声清洗、乙醇脱水和干燥喷金等一系列处理, 最终使用扫描电镜 (S-3400N, Hitachi Ltd.) 观察拍照。

2 结果与讨论

本研究在南海共记录明螺属 12 种 (表 2, 图 2)。其中, 珠江口—南海西部物种数最多, 共 12 种; 南海南部及南海北部岛礁区次之, 均为 9 种; 南海东北部海盆区最少, 为 6 种。

从物种组成来看, 蜗牛明螺 (*A. helicinoidea*)、

表 1 本研究 4 航次及调查海域信息

Table 1 Information of four cruises and the surveyed sea areas in this study

航次名称 Cruise	采样日期 (年·月·日) Sampling date (Year-month-day)	调查海域 Surveyed sea area	站位水深 Water depth	经纬度范围 Latitude and longitude ranges	采样方式 Sampling method	网目孔径 (μm) Mesh size
南海北部岛礁航次 Northern South China Sea cruise	2022-05-22 ~ 2022-06-12	南海中西部及南海北部自粤东沿岸至台湾海峡南部的岛礁邻近水域 Offshore waters of islands in the central-western and northern South China Sea, from the eastern Guangdong coast to the southern Taiwan Strait	大部分站位不超过 30 m Most stations shallower than 30 m	15°55'12" ~ 23°17'24" N, 112°19'12" ~ 118°00'36" E	水平拖网 (0 ~ 5 m) Horizontal trawl (0 ~ 5 m)	160
南海南部岛礁航次 Southern South China Sea cruise	2023-05-22 ~ 2023-06-13	南海西部及南沙群岛周边岛礁海域 Offshore waters of islands in the western South China Sea and around the Nansha Islands	大部分站位不超过 30 m Most stations shallower than 30 m	9°32'24" ~ 16°34'48" N, 111°39'36" ~ 114°48'36" E	水平拖网 (0 ~ 5 m) Horizontal trawl (0 ~ 5 m)	500
珠江口—南海西部共享 航次 Pearl River Estuary-western South China Sea cruise	2023-10-05 ~ 2023-10-28	珠江口、南海西北部陆架至西沙群岛海区 Pearl River Estuary, northwestern South China Sea continental shelf to the Xisha Islands area	从陆架区不足 100 m 延伸至大洋区超过 1 000 m Ranging from less than 100 m on the shelf to over 1 000 m in the oceanic zone	15°00'00" ~ 21°44'24" N, 110°00'00" ~ 114°47'24" E	垂直拖网 (0 ~ 200 m) Vertical trawl (0 ~ 200 m)	300
南海东北部—吕宋海峡 航次 Northeastern South China Sea-Luzon Strait cruise	2022-09-05 ~ 2022-09-24	南海中东部及巴士海峡以西海盆区域 Central-eastern South China Sea and the basin area west of the Bashi Channel	所有站位水深均超过 1 000 m All stations deeper than 1 000 m	17°00'00" ~ 21°00'00" N, 115°00'00" ~ 119°30'00" E	垂直连续分层拖网 (0 ~ 1 000 m) Vertical stratified trawl (0 ~ 1 000 m)	300

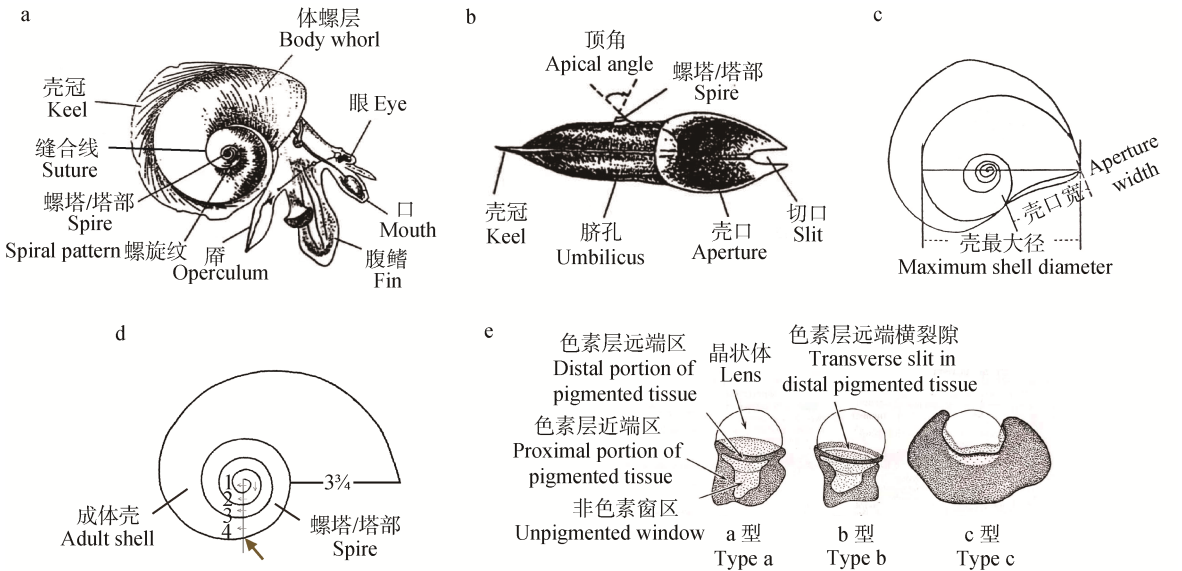


图 1 明螺属种类的主要形态结构及数据测量依据

Fig. 1 Morphological structures and data measurements of the genus *Atlanta*

a. 明螺属顶面观；b. 明螺属壳平面观；c. 明螺属壳测量；d. 螺旋数计算方法，棕色箭头大致为螺层开始增宽处，视作螺塔螺层数计数的终点；e. 明螺属眼的三种类型。整理自张福绥（1964）、Janssen（2007a）和 Richter and Seapy（1999）。
a. Top view of the genus *Atlanta*; b. Apertural view of the genus *Atlanta*; c. Shell measurement of the genus *Atlanta*; d. Calculation method for the number of whorls. Brown arrow indicates approximate areas where whorl expansion begins and is considered the endpoint for counting whorls in the spire; e. Three types of eyes in the genus *Atlanta*. Compiled from Zhang (1964), Janssen (2007a), and Richter and Seapy (1999).

表 2 南海明螺属物种名录

Table 2 Species list of the genus *Atlanta* from the South China Sea

种名 Species name	中国海分布 Distribution in the China Seas	本研究分布 Distribution in this study
褐明螺 <i>Atlanta brunnea</i>	南海 The South China Sea ^{ab}	1, 3
棘明螺 <i>A. echinogyra</i>	南海 The South China Sea ^a	1, 2, 3
肋明螺 <i>A. frontieri</i>	南海 The South China Sea ^a	3
蜗牛明螺 <i>A. helicinoidea</i>	南海、东海 The South China Sea ^{ab} , The East China Sea ^{abd}	1, 2, 3, 4
歪轴明螺 <i>A. inclinata</i>	南海、东海 The South China Sea ^{abc} The East China Sea ^d	3, 4
胖明螺 <i>A. inflata</i>	南海、东海、黄海 The South China Sea ^{abc} , The East China Sea ^{bf} , The Yellow Sea ^b	1, 2, 3, 4
大口明螺 <i>A. lesueurii</i>	南海、东海、黄海 The South China Sea ^{ab} , The East China Sea ^{bdef} , The Yellow Sea ^{bb}	1, 2, 3, 4
球明螺 <i>A. oligogyra</i>	南海 The South China Sea ^a	1, 2, 3
明螺 <i>A. peronii</i>	南海、东海、黄海 The South China Sea ^{abc} , The East China Sea ^{bdef} , The Yellow Sea ^b	1, 2, 3
平明螺 <i>A. plana</i>	南海 The South China Sea ^a	1, 2, 3, 4
玫瑰明螺 <i>A. rosea</i>	南海、东海、黄海 The South China Sea ^{ab} , The East China Sea ^{bdef} , The Yellow Sea ^b	2, 3
塔明螺 <i>A. turriculata</i>	南海、东海 The South China Sea ^{abc} , The East China Sea ^{bdc}	1, 2, 3, 4

本研究分布：1. 南海北部岛礁，2. 南海南部岛礁，3. 珠江口—南海西部陆架，4. 南海东北部海盆；中国海分布：a. 本研究，b. 张福绥（1964），c. 戴燕玉（1995），d. 徐兆礼（2007），e. Xu and Li（2005），f. 胡剑等（2008）。

Numbers 1 ~ 4 represent the four distribution areas in this study: 1. northern South China Sea islands and reefs, 2. southern South China Sea islands and reefs, 3. Pearl River Estuary–western South China Sea continental shelf, 4. northeastern South China Sea basin. Letters a ~ f represent the literature sources: a. this study, b. Zhang (1964), c. Dai (1995), d. Xu (2007), e. Xu and Li (2005), f. Hu et al. (2008).

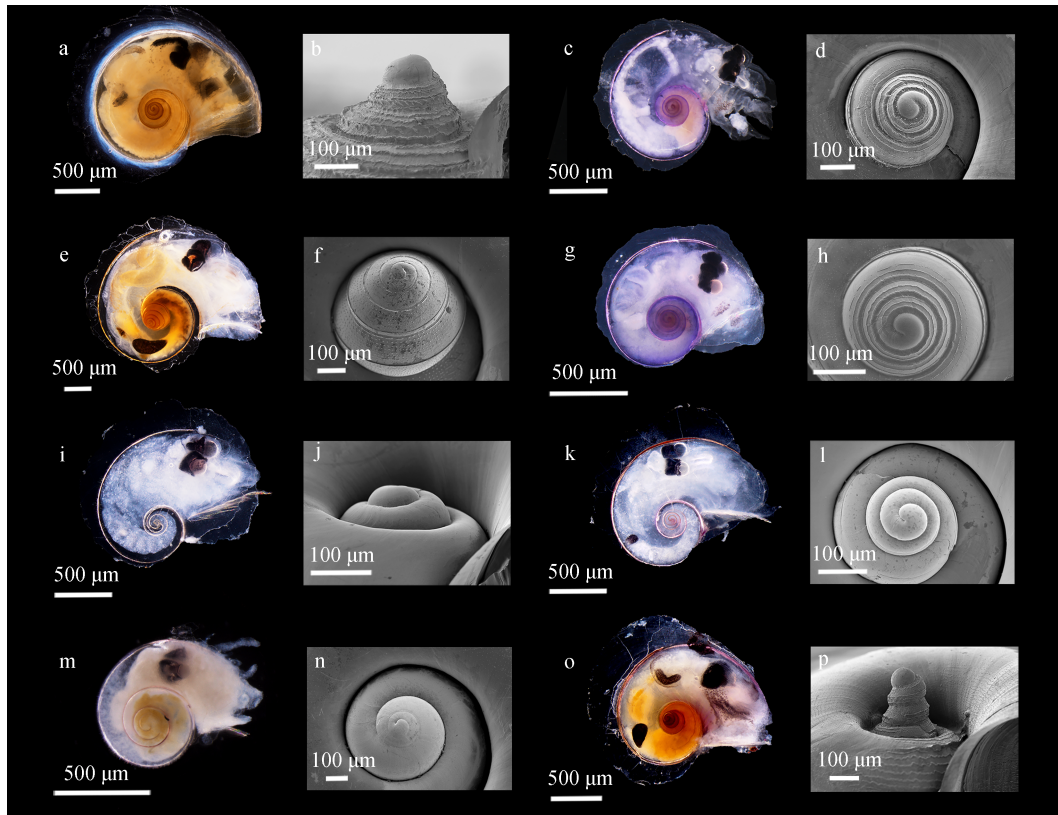


图 2 南海明螺属种类形态图 (除新记录种外)

Fig. 2 Morphological images of *Atlanta* species from the South China Sea (excluding newly recorded species)

a、b. 褐明螺及其螺塔; c、d. 蜗牛明螺及其螺塔; e、f. 歪轴明螺及其螺塔; g、h. 胖明螺及其螺塔; i、j. 大口明螺及其螺塔; k、l. 明螺及其螺塔; m、n. 玫瑰明螺及其螺塔; o、p. 塔明螺及其螺塔。

a and b represent *Atlanta brunnea* and its spire; c and d represent *A. helicinoidea* and its spire; e and f represent *A. inclinata* and its spire; g and h represent *A. inflata* and its spire; i and j represent *A. lesueurii* and its spire; k and l represent *A. peronii* and its spire; m and n represent *A. rosea* and its spire; o and p represent *A. turriculata* and its spire.

胖明螺 (*A. inflata*)、大口明螺 (*A. lesueurii*)、塔明螺 (*A. turriculata*) 和平明螺 (*A. plana*) 分布最为广泛,在上述 4 个调查区均有采集记录。其余物种则表现出一定的海域选择性。例如,褐明螺 (*A. brunnea*) 仅见于珠江口—南海西部和南海北部岛礁;歪轴明螺 (*A. inclinata*) 仅记录于珠江口—南海西部和南海东北部;玫瑰明螺 (*A. rosea*) 则仅分布于珠江口—南海西部和南海南部岛礁。这些分布差异可能与各海域的环境特征及物种自身的生态适应性密切相关。

与历史文献记录 (表 2) 相比,本研究新

增 4 个中国海新记录种:棘明螺 (*A. echinogyra* Richter, 1972)、平明螺 (*A. plana* Richter, 1972)、肋明螺 (*A. frontieri* Richter, 1993) 以及球明螺 (*A. oligogyra* Tesch, 1906)。现将上述 4 个新记录种分别作详细记述。

腹足纲 Gastropoda Cuvier, 1795

滨螺目 Littorinimorpha A. N. Golikov & Starobogatov, 1975

翼管螺总科 Pterotracheoidea Rafinesque, 1814

明螺科 Atlantidae Rang, 1829

明螺属 *Atlanta* Lesueur, 1817

形态特征：壳体甚扁，螺壳及壳冠均为钙质结构，壳冠由两片薄层构成，有时会部分插入体螺层与内方螺层之间，壳口外缘具裂缝。

模式种：明螺 (*A. peronii* Lesueur, 1817)。

地理分布：本属物种主要分布于热带和亚热带海域，在冷水区也有零星分布。

2.1 棘明螺 *Atlanta echinogyra* Richter, 1972 (图 3)

Atlanta echinogyra Richter, 1972: 90, figs. 5, 7; Richter, 1974: 62, fig. 8c, pl. 1, fig. 5; van der Spoel, 1976: 150, fig. 150; Richter, 1986a: 182, pl. 1, figs. 3, 4, pl. 2, fig. 14, pl. 4, figs. 31, 32, pl. 5, fig. 36; Seapy, 1990a: 120, figs. 3C, D, SE, 6F, 8E-H; Janssen, 2007a: 38, pl. 9, figs. 1.

观察标本共 13 只个体：SCSMBC240388, 2 只个体，2023 年 5 月南海南部岛礁航次，112°52'26" E, 9°32'31" N, 水深 0 ~ 5 m; SCSMBC240389, 1 只个体，2023 年 6 月南海南部岛礁航次，114°28'08" E, 9°50'13" N, 水

深 0 ~ 5 m; SCSMBC240289, 1 只个体，2023 年 5 月南海南部岛礁航次，112°58'48" E, 9°39'36" N, 水深 0 ~ 5 m; SCSMBC240290, 1 只个体，2022 年 7 月南海北部岛礁航次，113°53'06" E, 19°10'34" N, 水深 0 ~ 5 m; SCSMBC240291, 1 只个体，2022 年 7 月南海北部岛礁航次，113°04'23" E, 19°31'41" N, 水深 0 ~ 5 m; SCSMBC240292, 4 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，113°49'41" E, 19°29'49" N, 水深 0 ~ 200 m; SCSMBC240293, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，112°20'02" E, 18°47'42" N, 水深 0 ~ 200 m; SCSMBC240294, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，114°40'05" E, 18°48'00" N, 水深 0 ~ 200 m; SCSMBC240295, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，110°35'06" E, 15°00'00" N, 水深 0 ~ 200 m。

测量标本：5 只个体，测量数据详见表 3。

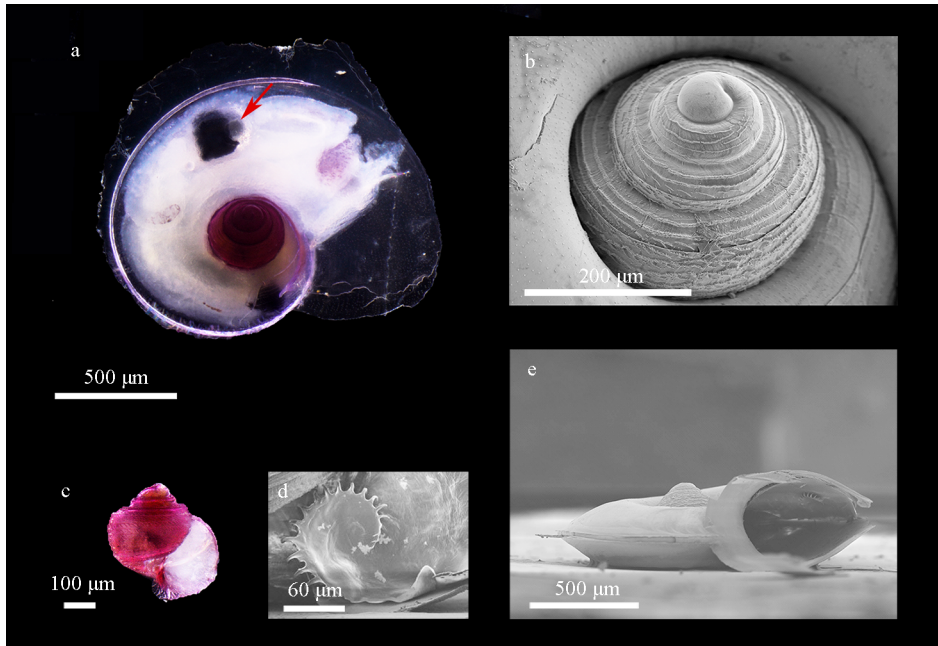


图 3 棘明螺的形态结构

Fig. 3 Morphological structure images of *Atlanta echinogyra*

a. 顶面观，红色箭头处为眼；b. 胚壳和螺塔的扫描电镜图；c. 幼体；d. 厣螺旋部分的棘刺；e. 成体壳口面的扫描电镜图。

a. Top view, with the eye indicated by the red arrow; b. Scanning electron micrograph of the protoconch and spire; c. Larva; d. Spines on the operculum gyre; e. Scanning electron micrograph of the apertural view of the adult shell.

表 3 棘明螺标本测量信息

Table 3 Specimen measurements of *Atlanta echinogyra*

标本号 Accession number	壳最大径 (mm) Maximum shell diameter	壳口宽 (mm) Aperture width	螺层数 Whorl count
SCSMBC240292	1.507	0.665	4¾
SCSMBC240388-1	1.363	0.539	4½
SCSMBC240389	1.049	0.409	4¾
SCSMBC240388-2	0.845	0.355	4
SCSMBC240291	0.393	0.108	3

连字符后的数字用于区分同一标本号下的不同个体。
The number after the hyphen is used to distinguish different individuals under the same accession number.

特征描述：壳体右旋，外形侧扁；螺塔为低圆锥形，约 3¾层，呈红紫色至红棕色，可略倾斜于体螺层平面缝合线深陷。在第 1 螺层末至第 4 螺层的大部分区域，饰有由螺旋纹与斜刻纹交织形成的复杂雕刻，其覆盖密度自稀疏至遍布表面不等。在第 3 与第 4 螺层外缘形成一明显隆起的环肋，此特征在幼体壳表面尤为显著。幼体壳的表面雕刻与成体塔部相近，仅塔顶表面光滑。壳冠中等隆起，前缘略呈截平状，基部呈紫色。厣的螺旋部分具一系列显著的锥形棘。眼为 a 型。

中文名来源：中文名“棘明螺”源自其种加词“*echinogyra*”，用以形容其厣的螺旋部分具发达的棘刺。

地理分布：印度—太平洋海域(Wall-Palmer et al. 2018)、加利福尼亚湾(Angulo-Campillo et al. 2011)、夏威夷海域(Seapy 1990b)以及南海。

讨论：本种属中小型物种，在本研究的标本中最大壳径为 1.507 mm，与已有文献记录的个体大小相似(Seapy et al. 2003, Janssen 2007a, b)。棘明螺的表面具密集的螺旋纹，致使其易与褐明螺(*A. brunnea*)和蜗牛明螺(*A. helicinoidea*)相混淆。棘明螺与两者的区别在于：棘明螺的螺塔更接近锥状，自第二螺层起，壳面布满由螺旋纹与斜刻纹交织形成的复杂雕刻，而蜗牛明螺的螺塔相对扁平，表面雕刻以

连续螺旋纹为主(Wall-Palmer et al. 2018)；棘明螺塔部呈深红紫色(固定后不褪色)，轮廓更为圆钝，顶角多大于 90°，而褐明螺则呈黄褐色，塔部较为尖锐，顶角范围为 58.7° ~ 71.0°(Wall-Palmer et al. 2019)。此外，褐明螺成体壳表常具点状突起，然此类显微结构需经扫描电镜方可清晰观测。

该种的分布呈现较为明显的区域差异，在印度洋数量较为丰富，占翼管螺总科的 9.1%(Richter 1974)。但在太平洋，其丰度显著下降，如在澳大利亚西部海域仅占 1.5%(Seapy et al. 2003)，在夏威夷海域仅占 0.1%(Seapy 2008)。

2.2 平明螺 *Atlanta plana* Richter, 1972 (图 4)

Atlanta plana Richter, 1972: 90, figs. 6, 8; Richter, 1974: 68, fig. 8d, pl. 2, fig. 6; van der Spoel, 1976: 150, fig. 15I; Richter, 1986a: 182, pl. 1, figs. 1-2, pl. 2, fig. 13, pl. 3, figs. 29, 30, pl. 5, figs. 35, 38; Seapy, 1990a: 120, figs. 3A-B, 6E, 8A-D; Seapy and Skoglund, 2001: 36; Janssen, 2007a: 46, pl. 12, figs. 4, 5, pl. 13, figs. 1.

观察标本共 63 只个体：SCSMBC240296，1 只个体，2023 年 6 月南海南部岛礁航次，114°30'58" E，9°52'30" N，水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240297，1 只个体，2023 年 6 月南海南部岛礁航次，114°28'08" E，9°50'13" N，水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240299，5 只个体，2022 年 7 月南海北部岛礁航次，118°00'54" E，22°44'06" N，水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240301，4 只个体，2022 年 7 月南海北部岛礁航次，113°53'06" E，19°10'34" N，水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240303，10 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，111°56'56" E，16°11'53" N，水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240305，8 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，114°14'49" E，21°09'07" N，水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240307，7 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，113°49'41" E，19°29'49" N，水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240309，5 只个体，

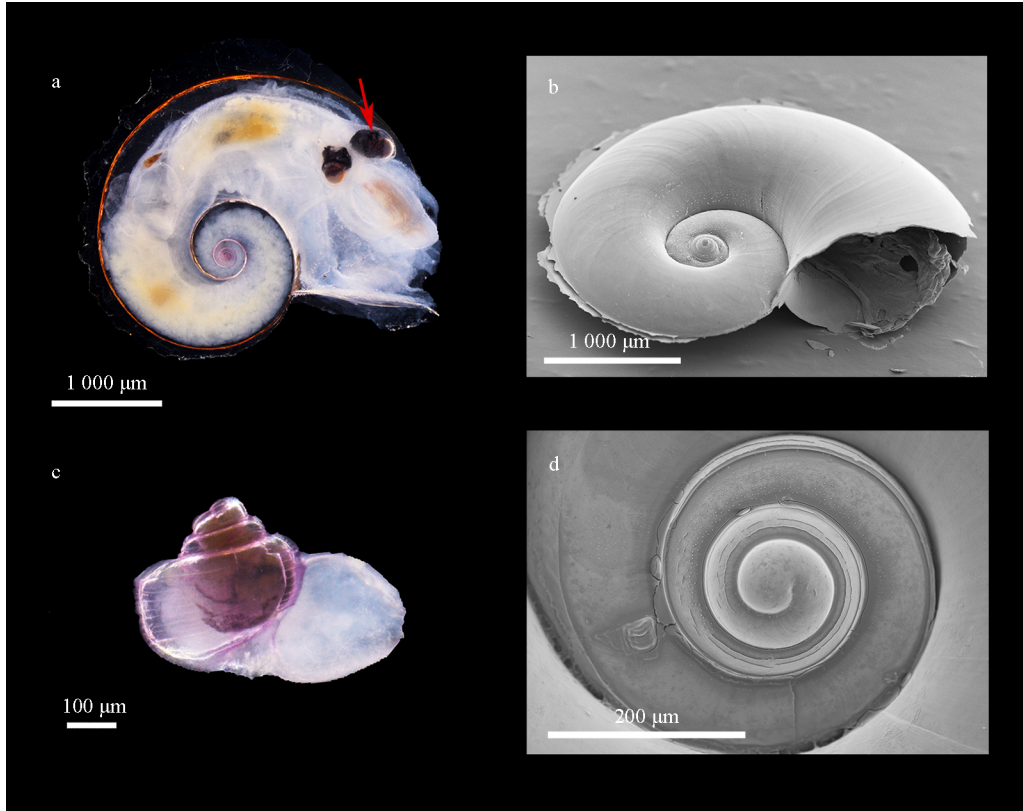


图 4 平明螺的形态结构

Fig. 4 Morphological structure images of *Atlanta plana*

a. 顶面观，红色箭头处为眼；b. 成体斜面观的扫描电镜图；c. 幼体壳口观；d. 胚壳和螺塔的扫描电镜图。

a. Top view, with the eye indicated by the red arrow; b. Scanning electron micrograph of the oblique view of an adult; c. Apertural view of a larva; d. Scanning electron micrograph of the protoconch and spire.

2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，
114°01'52" E, 21°44'10" N, 水深 0 ~ 200 m;
SCSMBC240311, 5 只个体, 2023 年 10 月珠江
口—南海西部航次, 112°51'14" E, 21°17'31" N,
水深 0 ~ 200 m; SCSMBC240313, 3 只个体,
2023 年 10 月珠江口—南海西部航次,
112°20'02" E, 18°47'42" N, 水深 0 ~ 200 m;
SCSMBC240315, 2 只个体, 2023 年 10 月珠江
口—南海西部航次, 111°09'58" E, 18°48'04" N,
水深 0 ~ 200 m; SCSMBC240317, 2 只个体,
2023 年 10 月珠江口—南海西部航次,
113°29'49" E, 16°12'07" N, 水深 0 ~ 200 m;
SCSMBC240319, 2 只个体, 2023 年 10 月珠江
口—南海西部航次, 112°55'23" E, 15°00'04" N,

水深 0 ~ 200 m; SCSMBC240321, 1 只个体,
2023 年 10 月珠江口—南海西部航次,
114°47'31" E, 19°41'53" N, 水深 0 ~ 200 m;
SCSMBC240323, 1 只个体, 2023 年 10 月珠江
口—南海西部航次, 113°04'16" E, 20°42'29" N,
水深 0 ~ 200 m; SCSMBC240325, 1 只个体,
2023 年 10 月珠江口—南海西部航次,
113°32'13" E, 20°11'06" N, 水深 0 ~ 200 m;
SCSMBC240327, 1 只个体, 2023 年 10 月珠江
口—南海西部航次, 113°21'47" E, 19°51'29" N,
水深 0 ~ 200 m; SCSMBC240329, 1 只个体,
2023 年 10 月珠江口—南海西部航次,
110°00'11" E, 17°30'04" N, 水深 0 ~ 200 m;
SCSMBC240331, 1 只个体, 2023 年 10 月珠江

口—南海西部航次, 111°44'56" E, 17°30'07" N, 水深 0~200 m; SCSMBC240333, 1 只个体, 2022 年 9 月南海东北部航次, 116°00'00" E, 18°00'00" N, 水深 0~25 m; SCSMBC240335, 1 只个体, 2022 年 9 月南海东北部航次, 119°00'00" E, 21°00'00" N, 水深 400~600 m。
测量标本: 5 只个体, 测量数据详见表 4。

表 4 平明螺标本测量信息

Table 4 Specimen measurements of *Atlanta plana*

标本号 Accession number	壳最大径 (mm) Maximum shell diameter	壳口宽 (mm) Aperture width	螺层数 Whorl count
SCSMBC240317	3.230	1.298	5
SCSMBC240307-1	2.382	1.141	4¾
SCSMBC240307-2	1.563	0.731	4½
SCSMBC240331	0.816	0.422	3¾
SCSMBC240301	0.338	0.144	3¾

连字符后的数字用于区分同一标本号下的不同个体。

The number after the hyphen is used to distinguish different individuals under the same accession number.

特征描述: 本种体型较大, 轮廓圆润, 壳冠低矮。壳体无色, 唯壳冠基部呈黄棕色至红棕色, 螺塔缝合线呈紫色。螺塔由约 3 个螺层组成, 呈低矮圆锥形, 缝合线较深。体螺层极为扁平, 壳口显著膨大, 使整个壳体呈现压缩的侧扁形态。第 2 与第 3 螺层上方可见两条微弱的螺旋纹, 该纹末端逐渐被细小的点状突起所替代。螺层肩部具一条清晰的环肋, 始于第 1 螺层末端, 沿缝合线方向延伸, 并于幼壳-成体壳交界处消失。幼体壳周缘饰有间距规则的细螺旋纹。眼为 a 型。

中文名来源: 中文名“平明螺”与拉丁种加词“*plana*”相对应, 体现了该物种螺塔低矮、外壳整体扁平的特征。

地理分布: 印度—太平洋海域(Wall-Palmer et al. 2018)、澳大利亚沿海(Seapy et al. 2003)、夏威夷海域(Seapy 2008)以及南海。

讨论: 平明螺与南海常见种明螺(*A. peronii*) 在壳体形态上高度相似, 二者均具低

锥形螺塔、深刻缝合线及约 3 个螺层。平明螺在第 2 与第 3 螺层上虽有两条特征螺旋纹, 但该结构极为微弱, 须借助扫描电镜方可清晰观测, 在普通光学显微镜下难以区分。此外, 两物种在体型上存在显著差异: 平明螺的最大壳径仅为 4~5 mm, 而明螺则可达到 10 mm (Richter and Seapy 1999)。通过软体形态亦可鉴别两者: 平明螺的眼为 a 型, 而明螺的眼为 b 型。

在分布方面, 平明螺与棘明螺相似, 仅见于太平洋与印度洋的热带海域(van der Spoel 1976, Wall-Palmer et al. 2018)。该种在夏威夷海域及西北印度洋甚至成为优势种(Richter 1974, Seapy 2008), 在红海与加利福尼亚寒流区亦有记录(Bandel et al. 1997, Moreno-Alcántara 2020)。

2.3 肋明螺 *Atlanta frontieri* Richter, 1993 (图 5)

Atlanta frontieri Richter, 1993: 192, pl. 1, fig. 3, pl. 2, fig. 7, pl. 3, fig. 9, pl. 4, figs. 18, 21; Seapy, 2003: 524, fig. 5; Janssen, 2007b: 146, pl. 11, figs. 1-3.

Atlanta peronii (Lesueur): Frontier, 1966: 132, figs. 1, 2, 5; Richter, 1974: 64, pl. 2, fig. 7 (non Lesueur, 1817).

Atlanta inflata (J. E. Gray): Tokioka, 1955: 233, fig. 4, X, X' (non J. E. Gray, 1850).

观察标本共 4 只个体: SCSMBC240337, 2 只个体, 2023 年 10 月珠江口—南海西部航次, 水深 0~200 m, 111°44'56" E, 17°30'07" N; SCSMBC240339, 1 只个体, 2023 年 10 月珠江口—南海西部航次, 113°49'41" E, 19°29'49" N, 水深 0~200 m; SCSMBC240341, 1 只个体, 2023 年 10 月珠江口—南海西部航次, 112°20'02" E, 18°47'42" N, 水深 0~200 m。

测量标本: 4 只个体, 测量数据详见表 5。

特征描述: 本种壳体较大, 壳质无色透明, 壳冠高而圆润。螺塔由 4¼ 至 4½ 个螺层构成, 表面分布着微弱的点状突起, 其密集程度具有

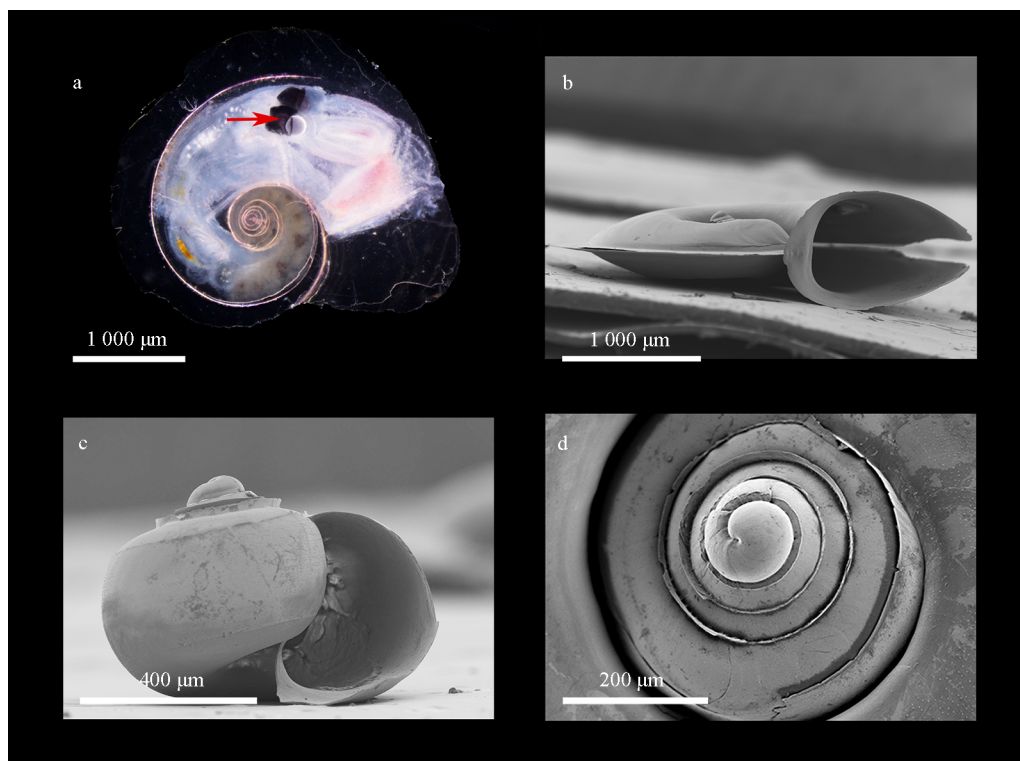


图 5 肋明螺的形态结构

Fig. 5 Morphological structure images of *Atlanta frontieri*

a. 顶面观，红色箭头处为眼；b. 成体壳口观的扫描电镜图；c. 幼体的扫描电镜图；d. 螺塔的扫描电镜图。

a. Top view, with the eye indicated by the red arrow; b. Scanning electron micrograph of the apertural view of an adult; c. Scanning electron micrograph of a larva; d. Scanning electron micrograph of the spire.

个体差异。前两螺层显著凸起而膨胀，后续螺层则趋于扁平。自第一螺层开始，可见一条逐渐向缝合线靠拢的螺旋纹；至第二螺层末端，该纹隆起形成沿缝合线分布的片状螺旋肋，并延续至第四螺层后消失。这一特征为该物种最显著的鉴别依据，但仅能在扫描电镜下清晰观察。在幼体标本中，肩部钝圆而平缓，眼为 b 型。

中文名来源：中文名“肋明螺”取自本种最显著的鉴别特征——其螺塔第二至第四螺层具有一圈沿缝合线分布的片状螺旋肋。

地理分布：印度洋（Richter 1974）、澳大利亚沿海（Seapy et al. 2003）、加利福尼亚湾（Angulo-Campillo et al. 2011）、墨西哥南部海域（Moreno-Alcántara et al. 2014）以及南海。

讨论：本种壳最大径约 5 mm（Seapy et al. 2003），本研究标本多为亚成体和幼体。该种曾因眼型、厣型及齿舌形态与胖明螺（*A. inflata*）或明螺（*A. peronii*）相似，而被误鉴定为这两种物种（Tokioka 1955, Richter 1974）。Richter（1993）主要依据其沿缝合线分布的螺旋肋这一显著特征，将肋明螺确立为新种，并将其与明螺、玫瑰明螺（*A. rosea*）及大西洋种 *A. fragilis* 归为同一物种群。尽管这些物种共享相同的眼型与光滑壳面，但肋明螺在除第一螺层外的塔部上方螺层明显更为扁平，且螺塔的螺层数较同物种群其他物种多出约 1 个螺层，构成其关键的鉴别依据。张福绥（1964）在中国近海报道的“胖明螺”，其图版显示塔部表面光滑无雕刻，壳体呈“无色透明或白垩色”。然而，

胖明螺的典型特征为塔部呈棕褐色，且表面具多条连续的螺旋纹。上述描述与胖明螺明显不符，反而更吻合肋明螺的形态特征。据此重新鉴定，张福绥（1964）所报道的该种应为肋明螺。

表 5 肋明螺标本测量信息

Table 5 Specimen measurements of *Atlanta frontieri*

标本号 Accession number	壳最大径 (mm) Maximum shell diameter	壳口宽 (mm) Aperture width	螺层数 Whorl count
SCSMBC240337-1	2.842	1.421	5
SCSMBC240337-2	1.034	0.450	4½
SCSMBC240341	0.926	0.357	4¼
SCSMBC240339	0.591	0.187	3¾

连字符后的数字用于区分同一标本号下的不同个体。
The number after the hyphen is used to distinguish different individuals under the same accession number.

该物种多数历史记录集中于印度洋， de Vera and Seapy（2006）甚至推测其分布可能局限于该海域。然而，最新研究相继在哥伦比亚沿岸、加利福尼亚半岛沿岸等海域记录到其存在（Moreno-Alcántara et al. 2017, 2020）。这些发现表明，该种可能广泛分布于全球热带与亚热带海域，而受限于其发现时间较晚及鉴定困难，其真实的分布区域很可能被长期低估。

2.4 球明螺 *Atlanta oligogyra* Tesch, 1906（图 6）

Atlanta oligogyra Tesch, 1906: 54, pl. 8, figs. 14–18; Richter, 1974: 62, pl. 2, fig. 10; Richter, 1986b: 23, fig. 2, pl. 1, figs. 2, 4; Seapy, 1990a: 118, figs. 7E–H; Richter and Seapy, 1999: 636, fig. 6D; van der Linden, 2003: 130; Janssen, 2007a: 43, pl. 11, figs. 2, 3.

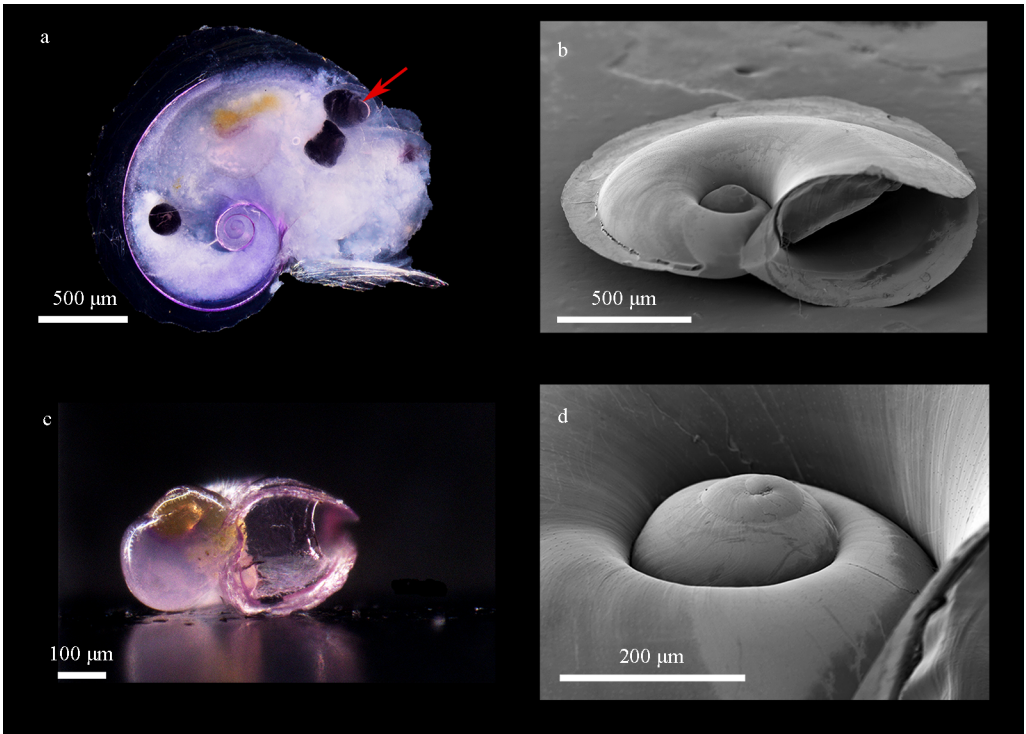


图 6 球明螺的形态结构

Fig. 6 Morphological structure images of *Atlanta oligogyra*

a. 顶面观，红色箭头处为眼；b. 成体斜面观的扫描电镜图；c. 幼体壳口观；d. 螺塔的扫描电镜图。
a. Top view, with the eye indicated by the red arrow; b. Scanning electron micrograph of the oblique view of an adult; c. Apertural view of a larva; d. Scanning electron micrograph of the spire.

Atlanta lesueuri (J. E. Gray): van der Spoel, 1976: 143, figs. 138 (non J. E. Gray, 1850).

观察标本共 61 只个体：SCSMBC240343, 3 只个体，2023 年 5 月南海南部岛礁航次，112°52'26" E, 9°32'31" N, 水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240345, 1 只个体，2023 年 6 月南海南部岛礁航次，114°17'31" E, 9°43'55" N, 水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240347, 1 只个体，2023 年 5 月南海南部岛礁航次，114°28'55" E, 9°54'00" N, 水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240349, 1 只个体，2023 年 5 月南海南部岛礁航次，112°58'48" E, 9°39'36" N, 水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240351, 1 只个体，2023 年 6 月南海南部岛礁航次，114°28'08" E, 9°50'13" N, 水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240353, 1 只个体，2022 年 7 月南海北部岛礁航次，113°04'23" E, 19°31'41" N, 水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240355, 1 只个体，2022 年 7 月南海北部岛礁航次，118°00'54" E, 22°44'06" N, 水深 0 ~ 5 m；SCSMBC240357, 13 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，112°51'14" E, 21°17'31" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240359, 8 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，111°56'56" E, 16°11'53" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240361, 7 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，114°40'05" E, 18°48'00" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240363, 4 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，111°09'58" E, 18°48'04" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240365, 3 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，113°49'41" E, 19°29'49" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240367, 3 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，111°45'11" E, 15°00'00" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240369, 3 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，112°20'02" E, 18°47'42" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240371, 2 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，111°44'56" E, 17°30'07" N, 水深 0 ~ 200 m；

SCSMBC240373, 2 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，113°29'49" E, 16°12'07" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240375, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，114°14'49" E, 21°09'07" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240377, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，114°47'31" E, 19°41'53" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240379, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，113°04'16" E, 20°42'29" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240381, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，113°30'07" E, 18°47'49" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240383, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，112°55'08" E, 16°11'56" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240385, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，110°35'06" E, 14°59'56" N, 水深 0 ~ 200 m；SCSMBC240387, 1 只个体，2023 年 10 月珠江口—南海西部航次，112°55'23" E, 15°00'04" N, 水深 0 ~ 200 m。

测量标本：5 只个体，测量数据详见表 6。

表 6 球明螺标本测量信息

Table 6 Specimen measurements of *Atlanta oligogyra*

标本号 Accession number	壳最大径 (mm) Maximum shell diameter	壳口宽 (mm) Aperture width	螺层数 Whorl count
SCSMBC240343-1	2.323	1.121	3¼
SCSMBC240343-2	1.880	1.003	3½
SCSMBC240355	1.232	0.559	3¼
SCSMBC240381	0.979	0.593	3
SCSMBC240357	0.500	0.267	2¼

连字符后的数字用于区分同一标本号下的不同个体。
The number after the hyphen is used to distinguish different individuals under the same accession number.

特征描述：本种体型中等偏小，壳质透明，壳冠呈中度隆起的弧形，前缘缓渐地倾斜下降至壳口后方。螺塔多呈浅紫色，表面光滑，由约 2¼个螺层构成，第 3 螺层迅速增宽。在倾斜或侧视观察时，塔部轮廓呈低矮而圆润的形态。第 1 与第 2 螺层间缝合线较浅，使螺塔整体呈

球状。幼体周缘呈规则弯曲，肩部与壳冠结构缺失，壳表几乎无任何纹饰。眼为 a 型。

中文名来源：中文名“球明螺”源于其最显著的鉴别特征：螺塔前两个螺层的缝合线较浅，从而形成独特的球形轮廓。

地理分布：印度洋 (Richter 1974)、夏威夷海域 (Seapy 1990b)、巴西沿海 (Baldoni 2019)、澳大利亚沿海 (Seapy et al. 2003) 以及南海。

讨论：本种在形态上与大口明螺 (*A. lesueurii*) 极为相近，二者均为壳最大径通常不超过 4 mm 的中小型种类。它们具有较小的螺塔，由约 $2\frac{1}{4}$ 个螺层构成，成体壳迅速增宽，最大个体亦仅具约 $3\frac{1}{2}$ 个螺层 (Richter and Seapy 1999)。Tesch (1906) 在其原始描述中仅以球明螺“壳体较小且表面无明显横纹”与大口明螺相区分。然而，如今认为这些特征易受个体变异及发育阶段影响，鉴别价值有限。由于长期缺乏稳定可靠的鉴定依据，球明螺自被发现以来，其分类地位屡经调整 (Tesch 1949, van der Spoel 1976)。直至 Richter (1974, 1986b) 通过系统的形态学比较研究，涵盖眼的结构等重要特征，最终确认了球明螺的有效种地位。

目前，二者主要依据以下特征加以区分：

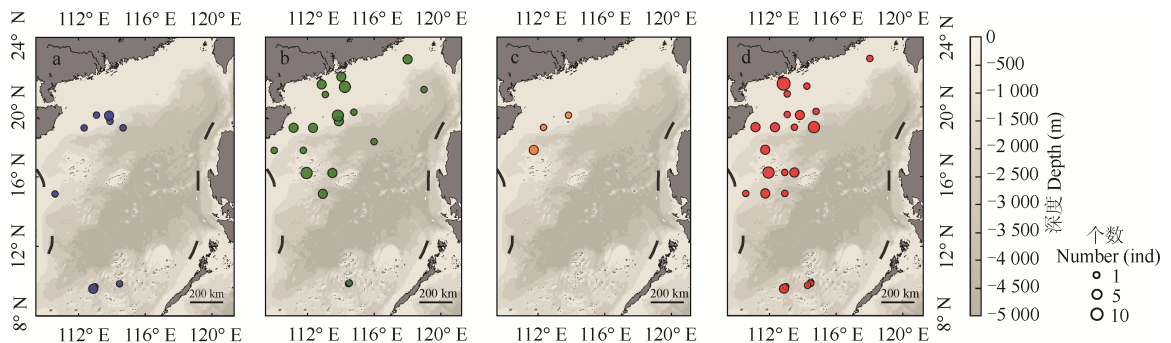


图 7 南海明螺属 4 个新记录种的分布

Fig. 7 Distribution of four newly recorded *Atlanta* species in the South China Sea

蓝色、绿色、橙色和红色圆圈分别对应棘明螺 (a)、平明螺 (b)、肋明螺 (c) 和球明螺 (d) 的分布位置及数量。审图号：GS 京 (2026) 2005 号。

The blue, green, orange, and red circles represent the distribution locations and quantities of *Atlanta echinogyra* (a), *A. plana* (b), *A. frontieri* (c), and *A. oligogyra* (d), respectively. Approval number: GS Jing(2006)2005.

球明螺具有 a 型眼，晶状体大小适中，而大口明螺为 b 型眼，晶状体相对眼基部较大；在螺塔形态上，球明螺呈低矮的球状，第 1 与第 2 螺层间缝合线较浅，而大口明螺塔部略高耸，第 1 与第 2 螺层间缝合线深而清晰，此为二者最显著区别；此外，球明螺壳冠高度中等，向壳口延伸的倾斜度较为平缓，而大口明螺成体壳冠极高，前缘陡急地向壳口倾斜下降。

尽管本种呈全球性分布，但其分布核心集中于印度-太平洋海域，在印度洋尤为丰富 (Richter 1974)，而在夏威夷海域数量较少 (Seapy 1990b)。

2.5 南海明螺属新记录种的分布

本研究发现的 4 种中国海新记录种均为典型的暖水种，这与它们的全球分布格局相符。然而，这些种类在南海的出现频率和数量存在明显差异 (图 7)。棘明螺 (图 7a) 主要分布于南海南部岛礁区及西部海域；肋明螺 (图 7c) 仅在南海西部海域有零星记录，且数量稀少，多为幼体，推测其为南海稀有种类；平明螺 (图 7b) 和球明螺 (图 7d) 则在多个航次中均有发现，尤其在珠江口和南海西部海域数量较为丰富，同时在南海北部、东北部及南部岛礁区也有分布，显示出较广的生态适应能力，可能为南海常见的明螺种类。

南海明螺属新记录种的发现和报道，不仅丰富了对南海浮游软体动物物种多样性的认知，也为进一步研究其生态功能及生物地理格局提供了重要依据。未来仍需在更广的时空尺度上开展我国海域浮游软体动物的采样和分析，以准确揭示其分布模式及生境特征。为便于南海明螺属物种的快速鉴定，本文依据形态特征编制了该属物种检索表（附录 1）。

致谢 本研究得到国家动物标本资源库资助，样品采集搭载国家自然科学基金委员会共享航次（珠江口—南海西部综合科学考察航次和南海东北部-吕宋海峡科学考察航次）以及国家重点研发计划子课题（南海关键造礁生物对生态系统结构演变的驱动过程及其效价评估）航次，感谢柯志新研究员和李刚研究员在样品采集中给予的大力协助，感谢中国科学院南海海洋生物标本馆陈志云正高级工程师在论文撰写过程中的悉心指导，在此一并致以诚挚谢意。

参 考 文 献

- Angulo-Campillo O, Aceves-Medina G, Avedaño-Ibarra R. 2011. Holoplanktonic mollusks (Mollusca: Gastropoda) from the Gulf of California, México. *Check List*, 7(3): 337–342.
- Baldoni L C. 2019. Pterotracheoidea (Mollusca, Gastropoda) na Plataforma Externa e Talude Sudeste e Sul do Brasil. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande.
- Bandel K, Riedel F, Weikert H. 1997. Planktonic gastropod larvae from the Red Sea: A synopsis. *Ophelia*, 47(3): 151–202.
- Bednaršek N, Harvey C J, Kaplan I C, et al. 2016. Pteropods on the edge: Cumulative effects of ocean acidification, warming, and deoxygenation. *Progress in Oceanography*, 145: 1–24.
- Bednaršek N, Tarling G A, Bakker D C, et al. 2012. Description and quantification of pteropod shell dissolution: A sensitive bioindicator of ocean acidification. *Global Change Biology*, 18(7): 2378–2388.
- de Vera A, Seapy R R. 2006. *Atlanta selvagensis*, a new species of heteropod mollusc from the Northeastern Atlantic Ocean (Gastropoda: Carinarioidae). *Vieraea*, 34: 45–54.
- Frontier S. 1966. Notes morphologiques sur les *Atlanta* récoltées dans le plancton de Nosy-Bé (Madagascar). *Cahiers ORSTOM Océanographie*, 4(2): 131–139.
- Gray J E. 1850. Explanation of plates // Gray M E, Gray J E. Figures of Molluscan Animals: Selected from Various Authors: Etched for the Use of Students. Vol. 4. London: Longman & Co, 1–124.
- Heyman R P. 1981. Narcotisation, fixation and preservation experiments with marine zooplankton. *Verslagen en Technische gegevens*, 28(1): 1–36.
- Janssen A W. 2007a. Holoplanktonic Mollusca (Gastropoda: Pterotracheoidea, Janthinoidea, Thecosomata and Gymnosomata) from the Pliocene of Pangasinan (Luzon, Philippines). *Scripta Geologica*, 135: 29–178.
- Janssen A W. 2007b. Holoplanktonic Mollusca (Gastropoda) from the Gulf of Aqaba, Red Sea and Gulf of Aden (Late Holocene-Recent). *The Veliger*, 49(3): 140–195.
- Lalli C M, Gilmer R W. 1989. Pelagic Snails: The Biology of Holoplanktonic Gastropod Mollusks. Stanford: Stanford University Press.
- Lesueur C A. 1817. Mémoire sur deux nouveaux genres de mollusques, Atlante et Atlas. *Journal de Physique, de Chimie, et d'Histoire Naturelle*, 85: 390–393.
- Moreno-Alcántara M, Aceves-Medina G, Angulo-Campillo O, et al. 2014. Holoplanktonic molluscs (Gastropoda: Pterotracheoidea, Thecosomata and Gymnosomata) from the southern Mexican Pacific. *Journal of Molluscan Studies*, 80(2): 131–138.
- Moreno-Alcántara M, Delgado-Hofmann D, Aceves-Medina G. 2020. Diversity of Atlantidae mollusks (Gastropoda: Pterotracheoidea) from the southern region of the California current off Baja California peninsula, Mexico. *Marine Biodiversity*, 50(2): 27.
- Moreno-Alcántara M, Giraldo-López A, Aceves-Medina G. 2017. Heteropods (Gastropoda: Pterotracheoidea) identified along a coastal-oceanic transect in the Colombian Pacific. *Boletín Investigaciones Marinas y Costeras*, 46(2): 175–181.
- Richter G. 1972. Zur Kenntnis der Gattung *Atlanta* (Heteropoda: Atlantidae). *Archiv für Molluskenkunde*, 102(1/3): 85–91.
- Richter G. 1974. Die Heteropoden der Meteor Expedition in den Indischen Ozean 1964/65. *Meteor Forschungsergebnisse*, 17: 55–78.
- Richter G. 1986a. Zur Kenntnis der Gattung *Atlanta* (III). *Atlanta*

- inflata*, *A. helicinoides*, *A. echinogyra* und *A. plana* (Prosobranchia: Heteropoda). Archiv für Molluskenkunde der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, 117(4/6): 177–201.
- Richter G. 1986b. Zur Kenntnis der Gattung *Atlanta* (II). *Atlanta lesueuri* Souleyet und *Atlanta oligogyra* Tesch (Prosobranchia: Heteropoda). Archiv für Molluskenkunde der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, 117(1/3): 19–31.
- Richter G. 1993. Zur Kenntnis der Gattung *Atlanta* (V). Die *Atlanta peroni*-Gruppe und *Atlanta gaudichaudi* (Prosobranchia: Heteropoda). Archiv für Molluskenkunde, 122: 189–205.
- Richter G, Seapy R S. 1999. Heteropoda // Boltovskoy D. South Atlantic Zooplankton. Leiden: Backhuys, 621–647.
- Seapy R R. 1990a. The pelagic family Atlantidae (Gastropoda: Heteropoda) from Hawaiian waters: A faunistic survey. Malacologia, 32(1): 107–130.
- Seapy R R. 1990b. Patterns of vertical distribution in epipelagic heteropod molluscs off Hawaii. Marine Ecology Progress Series, 60(3): 235–246.
- Seapy R R. 2008. Offshore-inshore and vertical distributional patterns of heteropod mollusks off leeward Oahu, Hawaii. Marine Biology, 154(6): 985–995.
- Seapy R R, Lalli C M, Wells F E. 2003. Heteropoda from western Australian waters // Wells F E, Walker D I, Jones D S. The Marine Flora and Fauna of Dampier, Western Australia. Perth: Western Australian Museum, 513–546.
- Seapy R R, Skoglund C. 2001. First records of Atlantid heteropod mollusks from the Golfo de California. Festivus, 33: 33–44.
- Tesch J J. 1906. Die Heteropoden der Siboga-expedition. Siboga Reports, 51: 1–112.
- Tesch J J. 1949. Heteropoda. Dana Report, 34: 1–53.
- Tokioka T. 1955. On some plankton animals collected by the Syunkotu-Maru in May-June 1954- II. Shells of Atlantidae (*Heteropoda*). Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 4(2/3): 227–236.
- van der Linden J. 2003. Atlantidae: wereldwijd voorkomend, maar weinig bekend. Spirula, Correspondentieblad van de Nederlandse Malacologische Vereniging, 335(1): 129–132.
- van der Spoel S. 1976. Pseudothecosomata, Gymnosomata and Heteropoda (Gastropoda). Utrecht: Bohn, Scheltema and Holkema.
- Wall-Palmer D, Burrige A K, Goetze E, et al. 2018. Biogeography and genetic diversity of the atlantid heteropods. Progress in Oceanography, 160: 1–25.
- Wall-Palmer D, Hegmann M, Goetze E, et al. 2019. Resolving species boundaries in the *Atlanta brunnea* species group (Gastropoda, Pterotracheoidea). ZooKeys, 899: 59–84.
- Wall-Palmer D, Smart C W, Kirby R, et al. 2016. A review of the ecology, palaeontology and distribution of atlantid heteropods (Caenogastropoda: Pterotracheoidea: Atlantidae). Journal of Molluscan Studies, 82(2): 221–234.
- WoRMS Editorial Board. 2026. World Register of Marine Species. [DB/OL]. [2026-03-19]. <https://www.marinespecies.org>.
- Xu Z L, Li C J. 2005. Horizontal distribution and dominant species of heteropods in the East China Sea. Journal of Plankton Research, 27(4): 373–382.
- 戴燕玉. 1995. 南海中部翼足类和异足类生态的初步研究. 海洋学报, 17(6): 111–116. [Dai Y Y. 1995. A preliminary study on pteropods and heteropods in central South China Sea. Acta Oceanologica Sinica, 17(6): 111–116.]
- 胡剑, 徐兆礼, 朱德弟. 2008. 长江口海域浮游软体动物生态特征的季节变化. 中国水产科学, 15(6): 976–983. [Hu J, Xu Z L, Zhu D D. 2008. Seasonal changes of ecological characteristics of pelagic Mollusc in Yangtze River estuary. Journal of Fishery Sciences of China, 15(6): 976–983.]
- 黄宗国. 2008. 中国海洋生物种类与分布. 北京: 海洋出版社. [Huang Z G. 2008. Marine Species and Their Distribution in China. Beijing: China Ocean Press.]
- 纪焕红, 叶属峰, 刘星, 等. 2006. 南麂列岛海洋自然保护区浮游动物的物种组成及其多样性. 生物多样性, 14(3): 206–215. [Ji H H, Ye S F, Liu X, et al. 2006. The species composition and diversity of zooplankton in Nanji Islands National Nature Reserve. Biodiversity Science, 14(3): 206–215.]
- 刘瑞玉. 2008. 中国海洋生物名录. 北京: 科学出版社. [Liu R Y. 2008. Checklist of Marine Biota of China Seas. Beijing: Science Press.]
- 徐兆礼. 2007. 东海浮游异足类环境适应分析. 中国水产科学,

14(6): 932–938. [Xu Z L. 2007. Mathematical analysis on adaptation of Heteropoda to different temperature and salinity in the East China Sea. Journal of Fishery Sciences of China, 14(6): 932–938.]

张福绥. 1964. 中国近海的浮游软体动物. I. 翼足类、异足类及海

蜗牛类的分类研究. 海洋科学集刊, 5(1): 125–226. [Zhang F S. 1964. The pelagic molluscs off the China coast. I. A systematic study of Pteropoda (Opisthobranchia), Heteropoda (Prosobranchia) and Janthinidae (Ptenoglossa, Prosobranchia). Studia Marina Sinica, 5(1): 125–226.]

附录 1 南海明螺属物种检索表

Appendix 1 Key to *Atlanta* species from the South China Sea

1a 螺塔相对于壳体平面甚倾斜	歪轴明螺 <i>Atlanta inclinata</i>
1b 螺塔相对于壳体平面不倾斜	2
2a 螺塔较高，突出于体螺层平面之上	3
2b 螺壳较扁，螺塔一般不突出于体螺层平面之上	4
3a 螺塔细长呈塔楼状，顶角 17.4° ~ 32.2°	塔明螺 <i>A. turriculata</i>
3b 螺塔呈锥形，顶角 58.7° ~ 71.0°	褐明螺 <i>A. brunnea</i>
3c 螺塔呈锥形，顶角 > 90°	棘明螺 <i>A. echinogyra</i>
4a 螺塔表面具雕刻	5
4b 螺塔表面光滑，不具雕刻	6
5a 螺层由约 3 个螺旋组成	平明螺 <i>A. plana</i>
5b 螺层由约 4½ 个螺旋组成	7
6a 螺层由约 2¼ 个螺旋组成	8
6b 螺层由约 3 个螺旋组成	9
7a 螺塔表面密布连续的螺旋纹	10
7b 第二至第四螺层具有一圈沿缝合线分布的片状螺旋肋	肋明螺 <i>A. frontieri</i>
8a 螺塔缝合线浅	球明螺 <i>A. oligogyra</i>
8b 螺塔缝合线深	大口明螺 <i>A. lesueurii</i>
9a 螺塔缝合线浅	玫瑰明螺 <i>A. rosea</i>
9b 螺塔缝合线深	明螺 <i>A. peronii</i>
10a 眼 a 型	胖明螺 <i>A. inflata</i>
10b 眼 c 型	蜗牛明螺 <i>A. helicinoidea</i>