

# 基于贝壳和齿舌对中国近海笠贝总科动物的分类学研究

张树乾<sup>1,2</sup>, 张素萍<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 海洋研究所 海洋生物分类与系统演化实验室, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院 海洋大科学研究中心, 山东 青岛 266071)

**摘要:** 作者对中国科学院海洋研究所历年来在中国近海采集的笠贝总科标本进行了整理和分类学研究, 共鉴定出 2 科 5 属 11 种, 选取了其中的 9 种进行了齿舌解剖, 利用扫描电镜对其齿舌形态进行了观察对比。结果表明, 笠贝总科种类的齿舌形态包括形状、排列方式以及齿尖的大小和数目可以作为区分笠贝总科种类的分类依据之一, 从而将各属、种区分开来。此外, 文中利用最新的分类系统对各类群进行了整理和分类, 对相关种类的分类地位进行了确立, 并对各物种贝壳的主要鉴别特征进行了描述, 与相似种进行了分类讨论。

**关键词:** 腹足纲; 笠贝总科; 齿舌; 中国海

**中图分类号:** Q959.212 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-3096(2020)05-0087-09

**DOI:** 10.11759/hyxx20190712002

笠贝总科(Lottioidea)是软体动物门、腹足纲中较为原始的一个类群, 在海洋生态系统中发挥着重要的作用<sup>[1-2]</sup>。该类群呈世界性分布, 从两极地区到热带海域, 从潮间带到深渊, 都有它们的踪迹。大多数种类依靠腹足吸附在岩石上、藻类上或其他物体上, 借助于齿舌刮食附着物表面的藻类或有机碎屑。有研究表明, 笠贝总科动物的齿舌是迄今发现的强度最大的生物材料, 具有开发仿生材料的潜在价值<sup>[3-4]</sup>。此外, 由于该类动物与其他腹足类在壳形、齿舌结构以及内部解剖特征等方面均存在明显的差异, 因此也是研究贝类系统演化的理想材料。

尽管笠贝总科动物在海洋贝类分类与系统演化研究中处于非常重要的地位, 且具有十分重要的潜在开发价值, 然而我国对其物种多样性的认知还远远不足, 缺乏系统的分类学研究, 仅有一些零星或区域性的报道<sup>[5-8]</sup>, 导致对相关物种常常无法准确鉴定, 严重困扰着相关研究的开展和进行。早期学者多依靠贝壳外部形态对该类群进行分类, 缺乏对齿舌的形态观察。笠贝总科的贝壳形态如颜色花纹、雕刻等易受到环境因素的影响, 因此仅依靠贝壳形态进行分类常常会导致分类错误和混乱, 而齿舌的形态无论在科内、属内, 还是在种内, 均存在着较为稳定的差异, 是区分笠贝总科不同物种的重要依据<sup>[9-11]</sup>。作者利用形态分类学方法对分布于中国近海的笠贝总科种类进行了研究, 整理鉴定出 2 科 5 属 11 种, 在

观察贝壳形态特征的基础上, 利用扫描电镜对相关种类的齿舌进行了观察对比。本研究成果可为分类学、生态学和分子生物学等相关研究提供基础资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

本文所观察和研究用标本主要为分布于中国近海的笠贝总科种类。作者利用光学显微镜对贝壳的形态特征进行了观察, 并利用数码相机进行了拍照; 查阅相关文献(包括原始文献和模式标本图片), 对各物种进行了分类鉴定。

### 1.2 齿舌的准备

将软体部分置于体式显微镜下, 用手术刀片沿头部背面纵向剖开, 然后用解剖针及镊子挑出齿舌带, 将其放入 10% NaOH 溶液, 室温浸泡 1~2 h 或 60℃ 浸泡 0.5 h, 期间振荡数次以彻底去除附带组织。将处理好的齿舌带放在蒸馏水中, 洗去残余的组织 and 氢氧化钠, 用镊子和解剖针将其铺平, 用导电胶

收稿日期: 2019-07-12; 修回日期: 2020-01-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(No. 41606162)

[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41606162]

作者简介: 张树乾(1984-), 男, 河北石家庄人, 副研究员, 博士, 主要从事海洋贝类系统分类学研究, 电话: 0532-82898773, E-mail: zsqtaxon@qdio.ac.cn; 张素萍, 通信作者, 研究员, Email: museum@qdio.ac.cn

将其粘到样品台上,放入镀膜机内喷金,后放入扫描电镜内,5 kV 加速电压下进行观察拍照。

## 2 结果与讨论

整理鉴定出中国近海笠贝总科动物 11 种,隶属于 2 科 5 属,选取 9 种进行了解剖,利用扫描电镜对其齿舌形态进行了观察和对比。

### 笠贝总科 *Lottioidea* Gray, 1840

**特征:** 贝壳呈斗笠状或低圆锥形,贝壳表面光滑或具螺肋、放射肋、生长线等雕刻;具椭圆形本鳃;齿舌带长,中央齿常缺,侧齿 1~3 对,缘齿 0~2 对。

#### 高笠贝科 *Acmaeidae* Forbes, 1850

##### 高笠贝属 *Acmaea* Eschscholtz, 1833

### 2.1 南沙笠贝 *Acmaea nanshaensis* Lu, 1991 (图 1a)

*Acmaea nanshaensis* Lu<sup>[12]</sup>, 1991: 86, figs. 1-2, 1-3.; Zhang & Zhang<sup>[13]</sup>, 2015: 3, fig. 2.

**模式标本产地:** 南沙群岛。

**检查标本:** 正模标本(壳长: 19.6 mm, 壳宽: 14.8 mm, 壳高: 11.7 mm), 南沙群岛万安礁, 6°00'N 109°25'E, 沙质底, 水深 147 m, 1987.05.17.采。

**形态特征:** 贝壳中等大小,呈圆锥形;壳质较厚,坚实。壳顶位于贝壳前方 1/4 处。贝壳表面具排列规则的发达螺肋。贝壳呈乳白色。壳口呈椭圆形,前端宽,后端稍窄,内部为白色。

**习性 & 地理分布:** 生活于水深 147 m 的砂质海底。目前仅见于南沙群岛。

#### 笠贝科 *Lottiidae* Gray, 1840

##### 小笠贝属 *Lottia* Gray, 1833

### 2.2 陆川小笠贝 *Lottia luchuana* (Pilsbry, 1901) (图 1b)

*Patella luchuana* Pilsbry<sup>[14]</sup>, 1901: 202.

*Collisella luchuana*: Hirase & Taki<sup>[15]</sup>, 1954: pl. 57, fig. 1.

*Lottia luchuana*: Sasaki & Okutani<sup>[16]</sup>, 1994: 253, figs. 1a-f; Sasaki<sup>[17]</sup>, 2000: 30, fig. 17.; 郭家旻<sup>[18]</sup>, 2009: 8, figs. 8-9.

**模式标本产地:** 日本陆丘岛。

**检查标本:** 2 个标本, 浙江南麂列岛, 2013.11.。

**形态特征:** 贝壳中等大小,呈帽状;壳质薄。壳顶位于中央稍前方。壳表具弱的放射肋和细的生长纹。壳表颜色为淡黄色,具有白、褐相间的放射带。壳口略呈方椭圆形,内面为白色。

齿舌齿式为 1+3+0+3+1。第一侧齿较小,第二侧齿宽大、呈桶状,第三侧齿小,缘齿低、小<sup>[16]</sup>。

#### 标本测量(mm):

|    |      |      |
|----|------|------|
| 壳长 | 21.0 | 16.1 |
| 壳宽 | 19.0 | 13.9 |
| 壳高 | 6.5  | 5.4  |

**习性 & 地理分布:** 生活于潮间带岩礁上。见于我国浙江以南沿海<sup>[18-19]</sup>;日本也有分布。

**讨论:** Pilsbry<sup>[14]</sup>首次描述了该种,将其放在帽贝属 *Patella* 中,随后, Hirase & Taki<sup>[15]</sup>依据贝壳形态将其移入 *Collisella* 中, Sasaki & Okutani<sup>[15]</sup>根据其齿舌结构特征,将其移入了笠贝属 *Lottia* 中,并提供了该种的模式标本图片。本研究所用标本在壳形和颜色图案上均与模式图片一致。

### 2.3 北戴河小笠贝 *Lottia peitaihoensis* (Grabau & S. G. King, 1928) (图 1c, 3a)

*Acmaea peitaihoensis* Grabau & King<sup>[20]</sup>, 1928: 39; 齐钟彦等<sup>[6]</sup>, 1989: 21, text-fig. 24.; Coan, et al.<sup>[21]</sup> 2015: 204, figs. 20A-D.

*Acmaea kolarovai* Grabau & King<sup>[20]</sup>, 1928: 143-144, 235, 278, pl. 11, fig. 114.

*Collisella kolarovai*: 张素萍等<sup>[8]</sup>, 2016: 17, fig. 17.

*Collisella peitaihoensis*: Qi<sup>[7]</sup>, 2004: 14, pl. 6F.

*Lottia dorsuosa*: 张素萍等<sup>[8]</sup>, 2016: 17, fig. 16.

**模式标本产地:** 河北北戴河。

**检查标本:** 10 个标本, 河北北戴河, 1925.07.; 3 个标本, 山东青岛, 2014.05.。

**形态特征:** 贝壳矮或稍高,呈帽状;壳质较薄。壳顶位于贝壳前方 1/4 处。壳表具细弱的放射肋和生长纹。壳表为白色或淡黄色,有与棕色相间的放射带。壳口呈椭圆形,前端稍窄,内为白色或浅蓝色,边缘有一圈白、褐相间的镶边。

齿舌齿式 1+3+0+3+1。第一侧齿稍短,基部长;第二侧齿呈三角铲状;第三侧齿宽短。缘齿低小,呈圆形。

#### 标本测量(mm):

|    |      |      |     |      |     |
|----|------|------|-----|------|-----|
| 壳长 | 11.2 | 11.4 | 9.5 | 11.0 | 9.5 |
| 壳宽 | 8.7  | 8.8  | 7.0 | 8.4  | 7.1 |
| 壳高 | 4.8  | 4.7  | 3.6 | 4.7  | 3.9 |

**习性 & 地理分布:** 生活于潮间带岩礁上。我国见于黄渤海;在日本北部也有分布。

**讨论:** 该种最早由 Grabau & King<sup>[22]</sup>描述于河北省北戴河沿海。Coan 等<sup>[19]</sup>通过检阅模式标本,认为

寇氏小节贝 *Acmaea kolarovai* 为北戴河笠贝的同物异名。在以往的研究中,一些学者依据贝壳形态将该种放入不同的属中<sup>[7-8, 20]</sup>。作者通过观察其齿舌结构,认为该种应归入小笠贝属 *Lottia* 中。

本研究所用标本与模式标本(标本号: MBM229002)在壳形和颜色图案上均一致,但螺肋的粗细程度在不同的个体间存在着一些差异。这些差异具有连续性,存在中间类型,因此应视为种内变异。此外,该种与陆川笠贝在贝壳的颜色花纹上较为相似,不同之处在于后者的齿舌第二侧齿呈楯状而非三角铲状、缘齿呈舌状而非圆形<sup>[16, 18]</sup>。

**新笠贝属 *Nipponacmea* Sasaki & Okutani, 1993**

**2.4 黑新笠贝 *Nipponacmea nigrans* (Kira, 1961) (图 1d, 3b)**

*Notoacmea nigrans* Kira<sup>[23]</sup>, 1961: 293, text-fig. 1.

*Nipponacmea nigrans*: Sasaki & Okutani<sup>[24]</sup>, 1993: 22, figs. 15g, 16g, 17g, 18g, 19g, h, 20g, 23; pl. 1, figs. 17-21.; Sasaki<sup>[17]</sup>, 2000: 32, fig. 27.; 郭家旻<sup>[18]</sup>, 2009: 11, fig. 12.

**模式标本产地:** 日本纪伊半岛。

**检查标本:** 4 个标本, 海南省澄迈县玉包村,

2014.04.12。

**形态特征:** 贝壳低平, 壳质薄、坚硬。壳顶钝圆, 位于贝壳中央稍前方。壳表具明显的、排列密集的放射肋, 与细弱的生长纹相交成弱的颗粒状突起。壳表颜色为淡黄色, 常杂以白色或青色斑点或斑块, 有的个体具 2 条浅色的、宽的放射带。壳口呈椭圆形, 内为灰白色。

齿舌齿式为 0+3+0+3+0。第一和第二侧齿宽长且弯曲, 其末端较尖; 第三侧齿低小, 呈三角状。

**标本测量(mm):**

|    |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|
| 壳长 | 26.0 | 23.1 | 22.3 | 22.0 | 19.0 |
| 壳宽 | 22.0 | 18.5 | 17.6 | 16.8 | 16.2 |
| 壳高 | 8.8  | 7.8  | 7.2  | 6.5  | 6.2  |

**习性 & 地理分布:** 生活于潮间带岩礁上。见于福建以南沿海<sup>[16, 23]</sup>; 在日本也有分布。

**讨论:** 该种最初被放入 *Notoacmea* 中, Sasaki & Okutani<sup>[24]</sup> 依据贝壳和齿舌形态将其移入新笠贝属中。本研究所用标本与模式标本在贝壳的颜色图案上有所差别(见 Sasaki & Okutani<sup>[24]</sup>), 但两者在贝壳壳形、雕刻以及齿舌形态上基本一致。

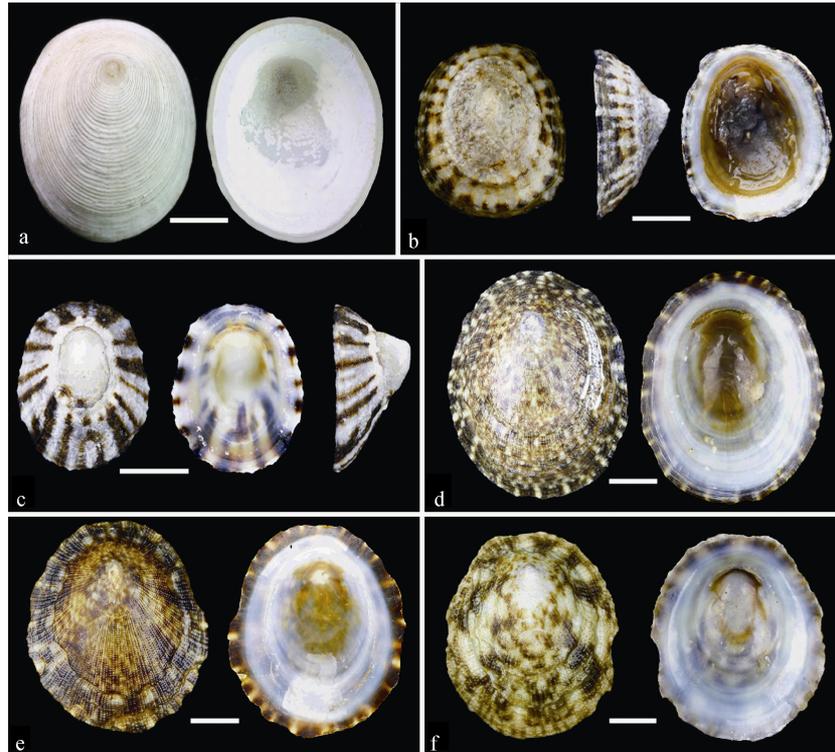


图 1 笠贝总科动物的贝壳

Fig. 1 Lottioidea shells

a: 南沙笠贝 *Acmaea nanshaensis* Lu, 1991; b: 陆川笠贝 *Lottia luchuana* (Pilsbry, 1901); c: 北戴河笠贝 *Lottia peitaihoensis* (Grabau & S. G. King, 1928); d: 黑新笠贝 *Nipponacmea nigrans* (Kira, 1961); e, f: 齿舌新笠贝 *Nipponacmea radula* (Kira, 1961). 比例尺: 5 mm

## 2.5 齿舌新笠贝 *Nipponacmea radula* (Kira, 1961) (图 1e, 1f, 3c)

*Notoacmea radula* Kira<sup>[23]</sup>, 1961: 292, text-fig. 1.

*Nipponacmea radula*: Sasaki & Okutani<sup>[24]</sup>, 1993: 21, figs. 15-21f, 22; pl. 1, figs. 10-11.; Sasaki<sup>[17]</sup>, 2000: 32, fig. 26.

**模式标本产地:** 日本鹿儿岛县。

**检查标本:** 5 个标本, 青岛第一海水浴场, 2014.04.10。

**形态特征:** 贝壳低平, 壳质薄、脆。壳顶位于贝壳中央稍前方。壳表具明显的颗粒状放射肋; 生长纹弱。壳表颜色具淡黄色和棕色相间的放射带, 杂以白色斑点或斑块。壳口呈椭圆形, 内为青灰色。

齿舌齿式为 0+3+0+3+0。第一侧齿和第二侧齿宽大, 顶端呈钝尖状; 第三侧齿小, 呈三角形。

**标本测量(mm):**

|    |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|
| 壳长 | 24.0 | 23.2 | 22.8 | 21.2 | 13.7 |
| 壳宽 | 21.7 | 20.2 | 19.8 | 18.5 | 11.6 |
| 壳高 | 6.3  | 4.4  | 5.5  | 6.0  | 3.4  |

**习性 & 地理分布:** 生活于潮间带岩礁上。分布于黄渤海沿岸<sup>[25]</sup>; 在日本也有分布。

**讨论:** 该种最初被放入 *Notoacmea* 中, Sasaki & Okutani<sup>[24]</sup> 依据贝壳和齿舌形态将其移入新笠贝属中。该种的齿舌形态与黑新笠贝较为相似, 但齿舌的第一侧齿和第二侧齿较为宽短。

## 2.6 史氏背尖贝 *Nipponacmea schrenckii* (Lischke, 1868)(图 2a, 3d)

*Patella schrenckii* Lischke<sup>[26]</sup>, 1868: 220.

*Notoacmea schrenckii*: 张玺等<sup>[5]</sup>, 1964: 21.; 齐钟彦等<sup>[6]</sup>, 1989: 21-22, text-fig. 25.

*Nipponacmea schrenckii*: Sasaki & Okutani<sup>[24]</sup>, 1993: figs. 2-14, 15a, 16a, 17a, 18a, 19a, 20a, 21a. pl. 1, figs. 1-2.; Sasaki<sup>[17]</sup>, 2000; 张素萍等<sup>[8]</sup>, 2016: 19.

**模式标本产地:** 日本长崎。

**检查标本:** 6 个标本, 广东省, 1955.01.07。

**形态特征:** 贝壳中等大小, 低平, 壳质薄而脆。壳顶位于贝壳前方约 1/5 处。壳表具发达的呈颗粒状的放射肋; 生长纹细弱。壳面颜色多变, 随生长环境而异, 通常为浅黄色或黄绿色, 夹杂以青色或褐色的斑点或斑块。壳口呈规则的椭圆形, 内面呈青灰色。

齿舌齿式为 0+3+0+3+0。第一侧齿较小, 背面具发达的纵脊; 第二侧齿宽大, 略呈三角状, 外侧边缘

有一明显的凹陷; 第三侧齿低、小。

**标本测量(mm):**

|    |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|
| 壳长 | 27.2 | 23.2 | 22.8 | 22.0 | 18.6 |
| 壳宽 | 20.4 | 18.5 | 18.2 | 17.3 | 13.2 |
| 壳高 | 5.3  | 6.6  | 7.0  | 5.5  | 4.0  |

**习性 & 地理分布:** 生活在高潮带岩礁上。我国南北沿海常见种; 国外见于朝鲜半岛和日本。

**讨论:** 该种之前被放入不同的属中<sup>[5-6, 26]</sup>, Sasaki & Okutani<sup>[24]</sup> 依据贝壳和齿舌形态将其归入新笠贝属 *Nipponacmea* 中。史氏背尖贝与黑新笠贝和齿舌新笠贝在贝壳形态上较为相似, 壳表均具发达的颗粒状放射肋。不同之处在于齿舌的第一侧齿背面具发达的纵脊, 第二侧齿更为宽大。

**白笠贝属 *Niveotectura* Habe, 1944**

## 2.7 白笠贝 *Niveotectura pallida* (Gould, 1859) (图 2b, 3e)

*Patella pallida* Gould<sup>[27]</sup>, 1859: 162.

*Tectura (Niveotectura) pallida*: Habe<sup>[28]</sup>, 1944: 185, fig. 7.

*Patella pallida*: Sasaki<sup>[17]</sup>, 2000: 28, fig. 1.

*Acmaea pallida*: Zhang<sup>[29]</sup>, 2008: 20.

**模式标本产地:** 日本函馆湾。

**检查标本:** 15 个标本, 山东省海洋岛, 1956.11.23。

**形态特征:** 贝壳大, 较高, 壳质厚而坚实。壳顶位于贝壳前方 1/3 处。贝壳表面具十分发达的放射肋, 生长纹弱。壳表颜色为乳白色。壳口呈方椭圆形, 前端窄, 后端稍宽, 内为白色, 肌痕不明显。

齿舌齿式为 0+3+0+3+0。三个侧齿同等大小, 呈三角铲状, 前端具明显的凹陷, 齿尖钝圆。

**标本测量(mm):**

|    |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|
| 壳长 | 31.4 | 30.0 | 23.7 | 17.6 | 15.0 |
| 壳宽 | 26.1 | 23.8 | 18.1 | 13.5 | 11.8 |
| 壳高 | 16.4 | 13.0 | 11.4 | 7.3  | 6.9  |

**习性 & 地理分布:** 寒温带种, 生活于潮间带低潮区至水深约 20 m 海藻繁茂的岩礁上。分布于北太平洋, 在我国见于渤海和黄海沿岸; 国外见于日本和朝鲜。

**讨论:** 该种最初被归在帽贝科 *Patellidae*、帽贝属 *Patella* 中。Habe<sup>[28]</sup> 观察其齿舌形态后认为该种应属于笠贝科、拟帽贝属 *Patelloida* 种类, 并为此建立了新亚属 *Niveotectura* (现已被提升为单独的属)。然而, 这一结论在随后的研究中并没有被广泛接受<sup>[17, 29]</sup>。作者通过观察该种的齿舌形态, 认同 Habe<sup>[28]</sup> 的观点,

将其归在白笠贝属 *Niveotectura* 中。

**拟帽贝属 *Patelloida* Quoy & Gaimard, 1834**

**2.8 圆锥拟帽贝 *Patelloida conulus* (Dunker, 1861) (图 2c, 3f)**

*Patella conulus* Dunker<sup>[30]</sup>, 1861: 24, pl. 3, fig. 19.

*Patelloida conulus*: Habe<sup>[28]</sup>, 1944: 176, fig. 2.; Sasaki<sup>[17]</sup>, 2000: 28, fig. 10; Nakano & Ozawa<sup>[32]</sup>, 2005: 363, figs. 1C, 5A-D, 6C-D; 张素萍等<sup>[8]</sup>, 2016: 20, fig. 20.

**模式标本产地:** 日本爱知县。

**检查标本:** 6 个标本, 福建省东山潮间带, 1984.04.17.。

**形态特征:** 贝壳小, 通常高, 但有的个体稍矮; 壳质较厚, 坚硬。壳顶位于贝壳近中央处。壳表具细弱的放射肋和生长纹。壳表颜色为白色或淡黄色, 具棕色或黑色斑点。壳口近圆形, 内为青色, 肌痕不明显。

齿舌齿式为 2+3+0+3+2。第一侧齿宽短, 顶端稍尖; 第二侧齿呈梯形, 顶端钝圆; 第三侧齿小、呈圆形, 基部与第二侧齿相连。缘齿呈豆芽状。

**标本测量(mm):**

|    |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 壳长 | 6.6 | 6.5 | 6.5 | 6.0 | 5.5 |
| 壳宽 | 6.3 | 6.5 | 6.2 | 5.8 | 5.0 |
| 壳高 | 6.0 | 6.3 | 5.0 | 5.6 | 5.0 |

**习性及地理分布:** 生活于沙质或泥质的中潮带附近, 常附着在滩栖螺的贝壳上。中国南北沿海均有分布; 国外见于日本及朝鲜半岛。

**讨论:** 本种最初被放在帽贝属 *Patella* 中<sup>[30]</sup>, Habe<sup>[28]</sup>依据齿舌形态将其归入了拟帽贝属中。圆锥拟帽贝的贝壳在不同群体间变化较大, 大多数的个体贝壳较高, 但有些个体较矮, 且贝壳的颜色也存在着较大的种内变异<sup>[32]</sup>。Nakano & Ozawa<sup>[32]</sup>为本种选定了新模, 并对贝壳和齿舌形态进行了详细描述。本研究用标本的贝壳和齿舌均与模式标本形态基本一致。

**2.9 矮拟帽贝 *Patelloida pygmaea* (Dunker, 1860)(图 2e, 3g, 3h)**

*Patella pygmaea* Dunker<sup>[30]</sup>, 1860: 154.

*Patelloida pygmaea*: 齐钟彦等<sup>[6]</sup>, 1989: 22, text-fig. 22; Nakano & Ozawa<sup>[32]</sup>: 366, figs. 1A-B, 5G-H, 6E-H; 张素萍<sup>[29]</sup>, 2008: 20.

**模式标本产地:** 日本长崎。

**检查标本:** 5 个标本, 青岛红石崖, 1981.06.02.。

**形态特征:** 贝壳小、较高、壳质厚而坚实。壳顶

位于贝壳中央稍前方。壳表具有细弱的放射肋。壳面颜色多变, 灰白色、黄色或青灰色, 有白、褐相间的放射带。壳口为卵圆形, 内为灰白色或浅蓝色。

齿舌齿式为 2+3+0+3+2。第一侧齿稍窄; 第二侧齿宽大, 顶端钝圆; 第三侧齿低小。缘齿呈豆芽状, 末端边缘呈锯齿状。

**标本测量(mm):**

|    |      |     |     |     |     |
|----|------|-----|-----|-----|-----|
| 壳长 | 12.9 | 9.1 | 9.0 | 9.0 | 7.2 |
| 壳宽 | 9.8  | 7.8 | 7.9 | 8.3 | 5.6 |
| 壳高 | 7.3  | 4.0 | 4.8 | 6.7 | 3.0 |

**习性及地理分布:** 生活在潮间带岩礁, 附着在牡蛎壳上。黄、渤海常见种; 国外见于日本和朝鲜半岛。

**讨论:** 矮拟帽贝虽然与圆锥拟帽贝同域性分布, 但两者的生活习性有明显不同: 圆锥拟帽贝附着在汇螺科种类的壳上, 而矮拟帽贝常附着在牡蛎壳上。与圆锥拟帽贝相比, 矮拟帽贝的贝壳通常较矮; 此外, 其齿舌的第二侧齿呈三角铲状, 与圆锥帽贝明显不同。

**2.10 琉球拟帽贝 *Patelloida ryukyuensis* Nakano & Ozawa, 2005(图 2d, 3i, 3j)**

*Patelloida ryukyuensis* Nakano & Ozawa<sup>[32]</sup>, 2005: 366, figs. 1E, 5I-L, 6I-L)

**模式标本产地:** 日本冲绳县。

**检查标本:** 10 个标本, 福建平潭潮间带, 1984.05.04.。

**形态特征:** 贝壳低平或稍高, 壳质较薄。壳顶位于贝壳中央稍前方或至前端 1/3 处。壳表雕刻有明显的放射肋及细弱的生长纹。壳表颜色多变, 但底色多为浅黄色或棕色, 常杂以深棕色的放射状条带。壳口呈椭圆形, 内侧以乳白色为主。肌痕明显, 多为浅棕色。

齿舌齿式为 2+3+0+3+2。第一侧齿与第二侧齿宽大、呈杓状, 尖端圆钝; 第三侧齿小, 位于第二侧齿外侧基部; 缘齿呈豆芽状。

**习性及地理分布:** 生活于泥沙底质的牡蛎壳上, 多见于中潮带和高潮带。福建、广东和香港有分布<sup>[17, 32]</sup>, 国外见于日本。

**标本测量(mm):**

|    |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|
| 壳长 | 15.8 | 14.0 | 13.5 | 10.4 | 10.8 |
| 壳宽 | 12.3 | 11.5 | 10.5 | 8.0  | 8.0  |
| 壳高 | 5.3  | 5.2  | 4.8  | 4.2  | 4.1  |

**讨论:** 齿舌与矮拟帽贝较为相似, 不同之处在于缘齿的末端边缘平整, 非锯齿状。

2.11 鸡爪拟帽贝 *Patelloida saccharina* (Linnaeus, 1758)(图 2f, 3k)

*Patella saccharina* Linnaeus<sup>[33]</sup>, 1758: 781.

*Patelloida saccharina lanx*: 张玺等<sup>[5]</sup>, 1964: 23;

Sasaki, 2000<sup>[17]</sup>: 29, pl. 14, fig. 6.; 张素萍<sup>[29]</sup>, 2008: 21.

模式标本产地: 加勒比巴巴多斯。

检查标本: 2 个标本, 福建东山, 1984.04.14.

标本测量(mm):

|    |      |      |
|----|------|------|
| 壳长 | 16.1 | 15.5 |
| 壳宽 | 14.3 | 13.2 |
| 壳高 | 4.8  | 4.2  |

**形态特征:** 贝壳呈笠状, 较为低平, 壳质较厚。壳顶位于贝壳前端约 1/3 处。壳表雕刻有 7 条极为发达的放射肋, 向壳口辐射呈鸡爪状; 生长纹细弱。壳表呈黑褐色, 壳顶及放射肋为白色。壳口边缘具与放射肋相对应的凹沟, 内面颜色以白色为主。

齿舌齿式为 2+3+0+3+2。第一侧齿稍小, 基部长; 第二侧齿的基部较窄, 末端宽大; 第三侧齿最小, 其末端向外侧弯曲。缘齿呈豆芽状, 末端宽大。

**习性 & 地理分布:** 生活于潮间带岩礁间。印度-太平洋广布种, 国内见于东南部沿海, 国外见于地中海、日本、澳大利亚、加勒比等国家和地区。

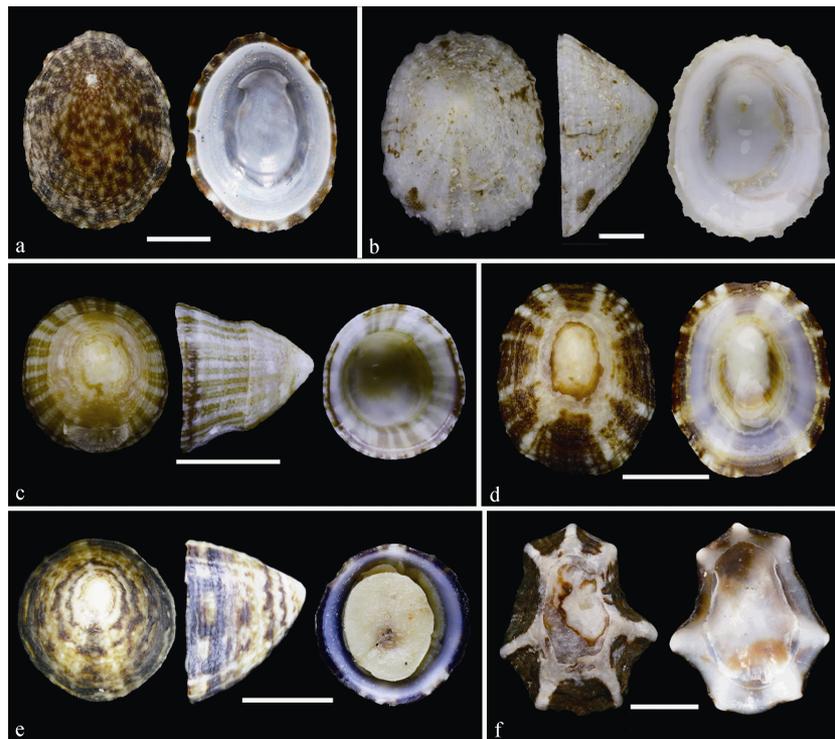


图 2 笠贝总科动物的贝壳

Fig 2 Lottioidae shells

a: 史氏背尖贝 *Nipponacmea schrenckii* (Lischke, 1868); b: 白笠贝 *Niveotectura pallida* (Gould, 1859); c: 圆锥拟帽贝 *Patelloida conulus* (Dunker, 1861); d: 琉球拟帽贝 *Patelloida ryukyuensis* (Nakano & Ozawa, 2005); e: 矮拟帽贝 *Patelloida pygmaea* (Dunker, 1860); f: 鸡爪拟帽贝 *Patelloida saccharina* (Linnaeus, 1758). 比例尺: 5 mm

3 结论

尽管帽贝的贝壳形态如颜色图案、壳表雕刻等易受到环境因素的影响, 存在较大的种内变异, 但贝壳的形态特征仍然是鉴定笠贝种类最为直接和最为重要的依据。本研究中, 除南沙笠贝和白笠贝的壳表颜色为纯白色外, 其他种类的壳表均具不同颜色

的花纹图案。大多数种类可依靠贝壳的形态特征与其他种类区分开来; 但有一些种类, 如陆川笠贝和北戴河笠贝、齿舌新笠贝和史氏背尖贝, 其贝壳形态非常相似, 且存在较大的种内变异, 很容易被鉴定成同一种或同一种被鉴定为不同的种。因此, 尽管贝壳形态为重要的分类依据, 但单纯依靠其进行分类学研究常常会导致错误和混乱。

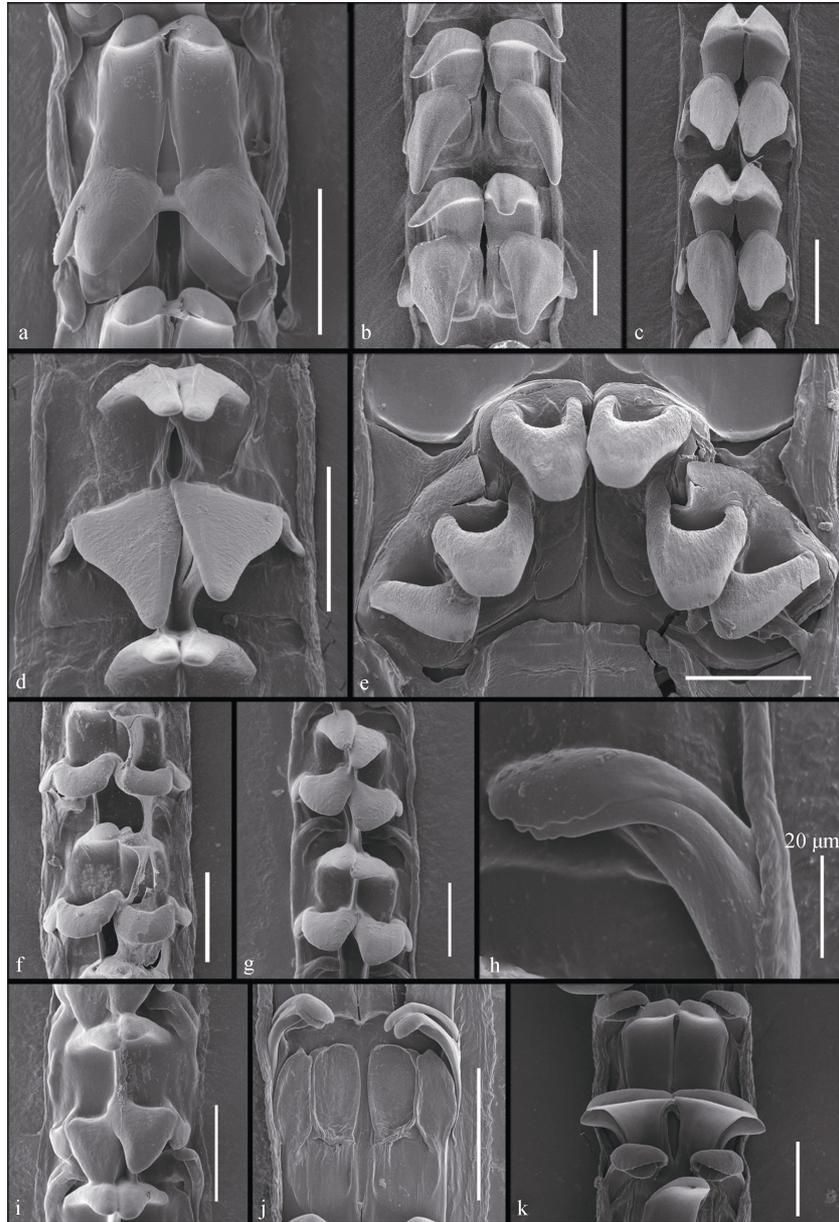


图3 笠贝总科动物的齿舌

Fig. 3 Lottioidea radulae

a: 北戴河笠贝 *Lottia peitaihoensis* (Grabau & King, 1928); b: 黑新笠贝 *Nipponacmea nigrans* (Kira, 1961); c: 齿舌新笠贝 *Nipponacmea radula* (Kira, 1961); d: 史氏背尖贝 *Nipponacmea schrenckii* (Lischke, 1868); e: 白笠贝 *Niveotectura pallida* (Gould, 1859); f: 圆锥拟帽贝 *Patelloida conulus* (Dunker, 1861); g, h: 矮拟帽贝 *Patelloida pygmaea* (Dunker, 1860); i, j: 琉球拟帽贝 *Patelloida ryukyuensis* (Nakano & Ozawa, 2005); k: 鸡爪拟帽贝 *Patelloida saccharina* (Linnaeus, 1758). 比例尺: 100  $\mu$ m

笠贝总科动物的齿舌形态主要包括侧齿齿尖的大小、数目、形状等，其不仅在科水平和属水平划分上具有重要的分类意义，同时也是区分不同物种的重要特征<sup>[9-11]</sup>。本研究中，在观察的9种笠贝中，除齿舌新笠贝 *Nipponacmea radula* (Kira, 1961)和黑新笠贝 *Nipponacmea nigrans* (Kira, 1961)的齿舌较为相似外，其他笠贝的齿舌形态在属内、种内具有一定的

稳定性，而在属间和种间均存在着较为明显的差异，因此可以作为区分属、种的有效分类依据。

参考文献:

- [1] Branch G M. Limpets: their role in littoral and sublittoral community dynamics[C]//Moore P G, Seed R. The ecology of rocky coasts. London: Hodder & Stoughton, 1985, 97-116.

- [2] Nakano T, Ozawa T. Worldwide phylogeography of limpets of the order Patellogastropoda: molecular, morphological and palaeontological evidence[J]. *Journal of Molluscan Studies*, 2007, 73(1): 79-99.
- [3] Lu D, Barber A H. Optimized nanoscale composite behaviour in limpet teeth[J]. *Journal of the Royal Society Interface*, 2012, 9: 1318-1324.
- [4] Barber A H, Lu D, Pugno N. Extreme strength observed in limpet teeth[J]. *Journal of the Royal Society Interface*, 2016, 12: 1-6.
- [5] 张玺, 齐钟彦, 马绣同, 等. 中国动物图谱 软体动物 第一册[M]. 北京: 科学出版社, 1964: 84.  
Zhang Xi, Qi Zhongyan, Ma Xiutong, et al. Atlas of Animals of China—Mollusca Volume 1[M]. Beijing: China ocean press, 1964: 84.
- [6] 齐钟彦, 马绣同, 王禎瑞, 等. 黄渤海的软体动物[M]. 北京: 农业出版社, 1989: 309.  
Qi Zhongyan, Ma Xiutong, Wang Zhenrui, et al. Mollusca of Huanghai and Bohai[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1989: 309.
- [7] Qi Z Y. Seashells of China[M]. Beijing: China ocean press, 2004: 418.
- [8] 张素萍, 张均龙, 陈志云, 等. 黄渤海软体动物图志[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 421.  
Zhang Suping, Zhang Junlong, Chen Zhiyun, et al. Mollusks of the Yellow Sea and Bohai Sea[M]. Beijing: China ocean press, 2016: 421.
- [9] Pilsbry H A. Monographs of the Acmaeidae, Lepetidae, Patellidae and Titiscaniidae[J]. *Manual of conchology*, 1891, 13: 1-195.
- [10] Lindberg D R. The Patellogastropoda[J]. *Malacological Review Supplement*, 1998, 4: 35-63.
- [11] Sasaki T. Comparative anatomy and phylogeny of the Recent Archaeogastropoda (Mollusca: Gastropoda)[J]. *University Museum, University of Tokyo, Bulletin*, 1998, 38: 1-223.
- [12] 吕端华. 南沙群岛的贝类[C] //南沙群岛及其邻近海区生物研究论文集. 北京: 海洋出版社, 1991, 1: 86-88.  
Lü Duanhua. The limpets of Nansha Islands waters[C]// Nansha Comprehensive Scientific Investigation Team, Chinese Academy of Sciences. Studies on Marine Fauna and Flora of the Nansha Islands and neighbouring Waters. Beijing: China Ocean Press, 1991, 1: 86-88.
- [13] Zhang S P, Zhang S Q. Types of marine gastropods deposited in the Marine Biological Museum, Chinese Academy of Sciences[J]. *Shell Discoveries*, 2015, 1(4): 3-19.
- [14] Pilsbry H A. New Mollusca from Japan, the Loo Choo Islands, Formosa and the Philippines[J]. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 1901, 53: 193-210.
- [15] Hirase S, Taki I. An illustrated handbook of shells in natural colors[M]. Tokyo: Maruzen, 1954: 1-124.
- [16] Sasaki T, Okutani T. An analysis on “*Collisella heroldi*” complex (Gastropod: Lottiidae), with description of three new species[J]. *Venus*, 1994, 53(4): 251-285.
- [17] Sasaki T. Order Patellogastropoda[C]//Okutani T. Marine mollusks in Japan. Tokyo: Tokai University Press, 2000: 24-33.
- [18] 郭家旻. 台湾岩岸潮间带笠螺(软体动物门: 腹足纲: 笠螺目)的分类与地区群集之研究[D]. 中国台湾: 国立中兴大学, 2009: 1-191.  
Guo Jiamin. Studies on Taxonomy and Local Assemblages of Rocky Intertidal Limpets (Mollusca: Gastropoda: Patellogastropoda) in Taiwan[D]. Taiwan, China: College LifeSciences National Chung Hsing University, 2009: 1-191.
- [19] Lin J P, Kong L F, Li Q. DNA barcoding of true limpets (Order Patellogastropoda) along coast of China: a case study[J]. *Mitochondrial DNA Part A*, 2016, 27(4): 2310-2314.
- [20] Grabau A W, King S G. Shells of Peitaiho, V[J]. *Continued. The China Journal of Science and Arts*, 1928, 9(1): 31-41.
- [21] Coan E V, Lutaenko K A, Zhang J L, et al. The molluscan taxa of A. W. Grabau & S. G. King (1928) and their types[J]. *Malacologia*, 2015, 58(1-2): 179-224.
- [22] Grabau A W, King S G. Shells of Peitaiho, 2nd Edition[M]. Beijing: Peking Society of Natural History, 1928: 1-286.
- [23] Kira T. On three new species of *Notoacmea*[J]. *Venus*, 1961, 21(3): 292-295.
- [24] Sasaki T, Okutani T. New genus *Nipponacmaea* (Gastropoda, Lottiidae): a revision of Japanese limpets hitherto allocated in *Notoacmea*[J]. *Venus*, 1993, 52(1): 1-40.
- [25] Yu S S, Wang J, Wang Q L. DNA barcoding and phylogeographic analysis of *Nipponacmea* limpets (Gastropoda: Lottiidae) in China[J]. *Journal of Molluscan Studies*, 2014, 80: 420-429.
- [26] Lischke C E. Diagnosen neuer meeres Conchylien von Japan[J]. *Malak. Blatt*. 1868, 15: 218-222.
- [27] Gould A A. Descriptions of shells collected by the North Pacific Exploring Expedition[J]. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, 1859, 7: 161-166.
- [28] Habe T. On the family Lottiidae (=Acmaeidae) from Japan[J]. *Venus*, 1944, 13: 171-187.
- [29] 张素萍. 中国海洋贝类图鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 2008: 20-21.  
Zhang Suping. Atlas of Marine Mollusks of China[M]. Beijing: China Ocean Press, 2008: 20-21.
- [30] Dunker W. Mollusca japonica descripta et tabulis tribus

- iconum illustrata[M]. Stuttgartiae: typis et sumtibus E. Schweizerbart, 1861: 1-52.
- [31] Dunker W. Neue japanische Mollusken[J]. Malakozoologische Blätter, 1860, 6: 221-240.
- [32] Nakano T, Ozawa T. Systematic revision of *Patelloida pygmaea* (Dunker, 1860) (Gastropoda: Lottiidae), with a description of a new Species[J]. Journal of Molluscan Studies, 2005, 71(4): 357-370.
- [33] Linnaeus C. Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata[M]. Laurentius Salvius: Holmiae, 1758, 781.

## Taxonomic study of Lottioidea from the coast of China based on shell and radular morphology

ZHANG Shu-qian<sup>1,2</sup>, ZHANG Su-ping<sup>1</sup>

(1. Department of Marine Organism Taxonomy and Phylogeny, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Center for Ocean Mega-Science, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

**Received:** Jul. 12, 2019

**Key words:** Gastropoda; Lottioidea; radula; China seas

**Abstract:** In this study, we investigated the morphologies of a total of 11 species of Lottioidea belonging to two families and five genera. Of these, we examined the radular features of nine species by scanning electron microscopy. The results reveal that radular morphology is a useful feature for distinguishing between Lottioidea species at the familial and generic levels, as well as the specific level. In addition, in this paper, we provide the latest classifications for all the species studied and briefly describe and compare them to related species. We also discuss the taxonomic status of some species.

(本文编辑: 康亦兼)