

## 西沙群岛 8 种热带海参的骨片形态特征

范嗣刚<sup>1,2</sup>, 胡超群<sup>1</sup>, 张吕平<sup>1</sup>, 文菁<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院南海海洋研究所中国科学院海洋生物资源可持续利用重点实验室, 广东省应用海洋生物学重点实验室, 广东广州 510301; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:** 利用扫描电子显微镜对我国西沙群岛 8 种海参(棘辐肛参 *Actinopyga echinites*、图纹白尼参 *Bohadschia marmorata*、黑海参 *Holothuria atra*、红腹海参 *H. edulis*、象牙参 *H. fuscopunctata*、黄乳海参 *H. fuscogliva*、格皮氏海参 *Pearsonothuria graeffei*、糙刺参 *Stichopus horrens*)背部皮层的骨片形态和种类进行观察和研究。结果表明, 8 种海参的骨片包括桌形体、假桌形体、花纹样体、穿孔板、杆状体、扣状体、假扣状体、C 形体和 X 形体等 9 种类型。其中黑海参的杆状体以及格皮氏海参、黄乳海参、图纹白尼参和棘辐肛参的穿孔板为新发现的骨片形态, 象牙参的骨片种类和形态为首次描述。

**关键词:** 海参; 骨片; 扫描电镜

中图分类号: P735.2 文献标识码: A 文章编号: 1009-5470(2010)04-0148-06

## Morphological character of ossicles in eight tropical holothurians in the Xisha Islands of China

FAN Si-gang<sup>1,2</sup>, HU Chao-qun<sup>1</sup>, ZHANG Lü-ping<sup>1</sup>, WEN-Jing<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Marine Bio-resources Sustainable Utilization of CAS, Key Laboratory of Applied Marine Biology of Guangdong Province, South China Sea Institute of Oceanology, CAS, Guangzhou 510301, China; 2. Graduate University of CAS, Beijing 100039, China)

**Abstract:** The dorsal skin ossicles of eight tropical holothurians in the Xisha Islands were observed by scanning electronic microscope (SEM). The results showed that nine kinds of ossicles, including table, pseudo-table, rosette, perforated plate, rod, button, pseudo-button, C-shape and X-shape, were found in eight holothurians. Two kinds of ossicles were observed in *Holothuria edulis*, *Actinopyga echinites* and *Holothuria fuscogliva*; four kinds were observed in *Bohadschia marmorata* and three kinds were observed in the remaining holothurians, including *Stichopus horrens*, *Holothuria fuscopunctata*, *Pearsonothuria graeffei* and *Holothuria atra*. A type of table and a type of perforated plate were observed in *Holothuria edulis*; a type of rosette and a type of perforated plate were observed in *Actinopyga echinites*; a type of button and a type of table were observed in *Holothuria fuscogliva*; three types of rosettes, a type of rod, a type of X-shape and a type of perforated plate were observed in *Bohadschia marmorata*; two types of tables, a type of rosette and a type of C-shape were observed in *Stichopus horrens*; a type of button, a type of pseudo-button and a type of table were observed in *Holothuria fuscopunctata*; a type of perforated plate, a type of rosette and a type of pseudo-table were observed in *Pearsonothuria graeffei*; a type of table, a type of rosette and a type of rod were observed in *Holothuria atra*. Compared with the previous reports about holothurians ossicle, some new findings, including ossicles of *Holothuria fuscopunctata*, rod of *Holothuria atra* and perforated plate of *Pearsonothuria graeffei*, *Holothuria fuscogliva*, *Bohadschia marmorata* and *Actinopyga echinites*, were observed and described in this study.

**Key words:** holothurian; ossicle; scanning electronic microscope (SEM)

收稿日期: 2009-12-14; 修订日期: 2010-01-31。刘学东编辑

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2009BAB44B02); 广东省科技计划项目(2007A020300007-15); 广东省海洋渔业科技项目(A200899E02, A200901E01); 广西壮族自治区重点科技项目(桂科攻 0815006-2)

作者简介: 范嗣刚(1982—), 男, 湖南省吉首市人, 博士研究生, 从事海参系统分类和种质资源研究。E-mail: calvin1845@yahoo.com.cn

通信作者: 胡超群。E-mail: cqhu@scsio.ac.cn

海参属于棘皮动物门(Echinodermata), 海参纲(Holothuroidea)。全世界海参约有 160 个属, 近 1400 种<sup>[1]</sup>, 我国约有海参 140 种, 可食用的海参约 20 种<sup>[2]</sup>。海参是一种珍贵的海产品, 具有较高的营养价值和药用价值, 自古以来就有“陆有人参, 海有海参”之说。我国的海参分布于温带区和热带区, 温带区仅有仿刺参的经济价值较高, 其主要分布在山东、辽宁和河北的沿海地区; 热带区可食用的海参有 20 余种, 主要分布在广东、广西和海南岛的沿海地区以及西沙群岛、南沙群岛等地区<sup>[3]</sup>。中国南海的东沙、南沙、西沙和中沙群岛周围海域的棘辐肛参 *Actinopyga echinites*、子安辐肛参 *A. lecanora*、蛇目白尼参 *Bohadschia argus*、图纹白尼参 *B. marmorata*、黑海参 *Holothuria atra*、红腹海参 *H. edulis*、玉足海参 *H. leucospilota*、黄乳海参 *H. fuscogлива*、糙海参 *H. scabra*、花刺参 *Stichopus herrmanni* 和梅花参 *Thelenota ananas* 等均具有较高的经济价值<sup>[4]</sup>。

根据海参触手的形状, 管足或步带的有无, 呼吸树和居维氏管的有无可将海参纲分为 6 个目: 平足目、楯手目、枝手目、指手目、芋参目和无足目。根据海参骨片的形状和大小, 可在种的水平对海参进行分类<sup>[5]</sup>。骨片位于海参的真皮表层, 如体壁、触手、管足和疣足中。海参骨片的形状和大小因种而异, 其主要成分是碳酸钙。常见的海参骨片有桌形体、扣状体、杆状体、穿孔板、花纹样体、轮形体

和锚形体等<sup>[6]</sup>。

本研究利用扫描电子显微镜对采自西沙群岛的 8 种热带海参骨片进行观察和描述, 发现在扫描电子显微镜下能观察到更清晰、细微的骨片结构。研究结果不仅为海参骨片形态学的研究作补充, 还为进一步完善海参品种的分类和鉴定提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

各种海参均于 2009 年 8 月取自西沙群岛。剪取小块海参背部体壁, 置于 100% 的无水乙醇中固定并带回实验室观测。8 种热带海参均属于楯手目, 除糙刺参属于刺参科外, 其余 7 种海参均属于海参科。8 种热带海参的基本信息如表 1 所示。

### 1.2 实验方法

剪取 0.5cm<sup>3</sup> 的体壁组织, 用蒸馏水冲洗干净, 灭菌滤纸吸干水分, 随后将样品放置到清洗干净的 5mL 小烧杯中, 滴加 0.5—1mL 30%NaClO 溶液, 消化 20—60s, 期间不断用镊子晃动样品。待白色颗粒较多时, 挑出未消化的体壁组织, 并用 4mL 蒸馏水冲洗。待白色颗粒沉淀后, 用吸管吸取上层溶液, 再滴加蒸馏水, 重复漂洗 3 次。用吸管将骨片转移到滤纸上, 50—70 °C 干燥 3—4h。HITACHI-1010 型离子溅射仪镀膜 100—120s, 按照 HITACHI-3400N 扫描电镜的操作说明, 观察拍照。每个样品重复 3 次。

表 1 8 种热带海参的分类及样品信息

Tab. 1 Classification and sampling locations of 8 holothurians

序号	种	俗名	采样地点	样品数/个	属
1	棘辐肛参 <i>A. echinites</i>	Deep-water redfish	永兴岛(16°50'N, 112°20'E)	2	辐肛参属 ( <i>Actinopyga</i> )
2	图纹白尼参 <i>B. marmorata</i>	Brown Fish	鸭公岛(16°34'N, 111°41'E)	5	白尼参属 ( <i>Bohadschia</i> )
3	黑海参 <i>H. atra</i>	Lollyfish	晋卿岛(16°27'N, 111°43'E)	7	海参属 ( <i>Holothuria</i> )
4	红腹海参 <i>H. edulis</i>	Pinkfish	全富岛(16°34'N, 111°41'E)	9	海参属 ( <i>Holothuria</i> )
5	象牙参 <i>H. fuscopunctata</i>	Elephant trunkfish	金银岛(16°26'N, 111°30'E)	2	海参属 ( <i>Holothuria</i> )
6	黄乳海参 <i>H. fuscogлива</i>	White teatfish	东岛(16°38'N, 112°43'E)	2	海参属 ( <i>Holothuria</i> )
7	格皮氏海参 <i>P. graeffei</i>	Flowerfish	浪花礁(16°03'N, 112°27'E)	1	皮氏海参属 ( <i>Pearsonothuria</i> )
8	糙刺参 <i>S. horrens</i>	Warty sea cucumber	全富岛(16°34'N, 111°41'E)	5	刺参属 ( <i>Stichopus</i> )

## 2 结果

### 2.1 棘辐肛参

在棘辐肛参中观察到 2 种骨片, 分别是花纹样体和穿孔板(图 1)。花纹样体体长 20—50μm, 主枝杆长 10—20μm, 两侧及末端有分支, 分支 2—4 次, 末端分支形成瘤状结构(图 1a 和 b)。穿孔板骨长 50—100μm, 有许多大小不一的不规则圆孔(图 1c)。

### 2.2 图纹白尼参

在图纹白尼参中观察到 4 种骨片, 分别为花纹样体、杆状体、X 形体和穿孔板(图 2)。花纹样体有 3 种类型。I 形花纹样体繁简不同, 骨长 10—30μm, 主枝干较细, 有长有短, 分支 1—3 次, 末端分支成瘤状(图 2a)。II 类型花纹样体骨长 10—20μm, 主枝干较粗, 分支成块状(图 2b)。III 类型花纹样体骨长约 30μm, 主枝干和分支干明显比 I 形花纹样体的主

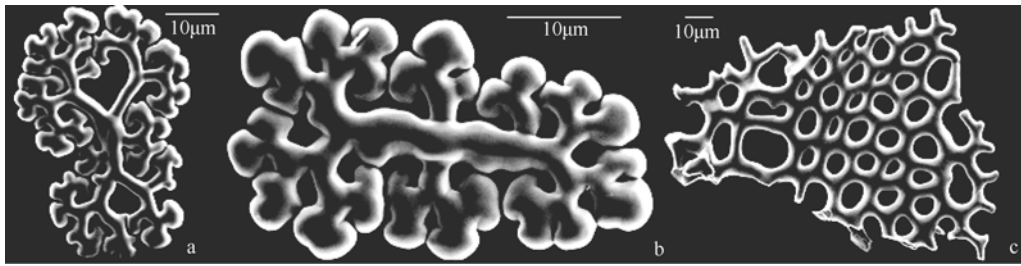


图 1 棘辐肛参背部骨片扫描电镜图

a, b: 花纹样体; c: 穿孔板

Fig. 1 Ossicles of dorsal body walls of *A. Echinites* observed with scanning electronic microscope

枝干和分支干粗, 有 1—2 次分支, 其末端成瘤状(图 2c)。X 形体骨长约 50µm, 分支上有刺状突起, 末端分支逐渐变细(图 2d)。穿孔板骨长 50—100µm, 板散布一些大小不一的不规则圆孔(图 2e)。杆状体体长约 50µm, 主干弯曲有幅度并有刺状突起, 两侧末端有或大或小的丫状分支, 其末端逐渐变细(图 2f)。

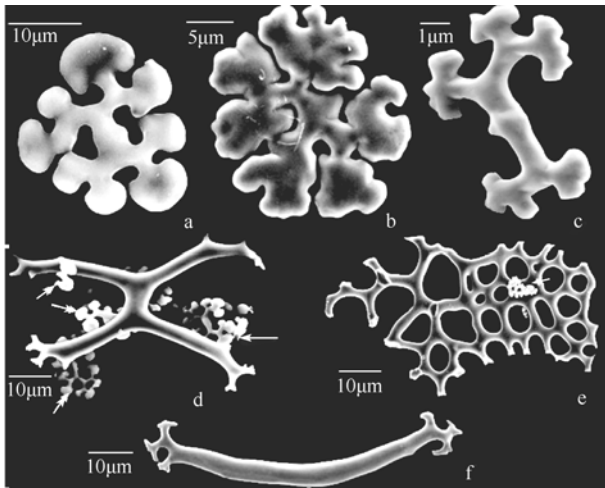


图 2 图纹白尼参背部骨片扫描电镜图

a: I 形花纹样体; b: II 类型花纹样体; c: III 类型花纹样体; d: X 形体, 箭头示花纹样体; e: 穿孔板, 箭头示花纹样体; f: 杆状体

Fig. 2 Ossicles of dorsal body walls of *B. marmorata* observed with scanning electronic microscope

### 2.3 黑海参

在黑海参中观察到骨片类型有桌形体、花纹样体和杆状体(图 3)。桌形体底盘较小, 近圆形, 直径约 20µm, 周缘平滑或有 1—8 个棘状突起, 中央有 4 个凹陷的大孔, 周缘有 4 个小孔(图 3a)。桌形体顶部和底盘之间有 4 个立柱支撑, 立柱之间有 1 个横梁相连, 顶部中间有 1 个小孔。每个立柱在塔的顶端各有 3 个小齿, 其中 1 个竖立, 另 2 个间隔约 90° 成水平分出(图 3b)。花纹样体整体呈椭圆状, 骨长约 20µm, 主枝干较细, 分支 2—3 次(图 3c)。杆状体骨长约 100µm, 枝干略有弯曲, 上面有小突起, 末端有分叉(图 3d)。

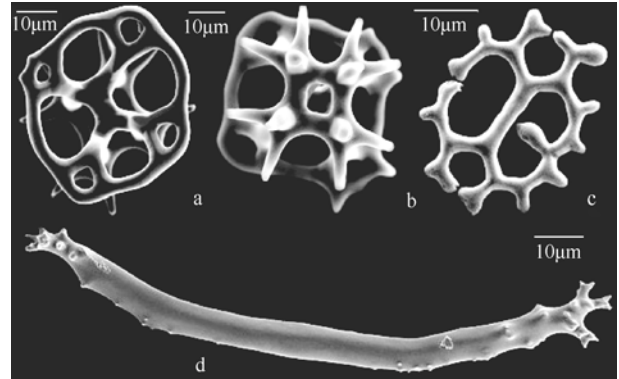


图 3 黑海参背部骨片扫描电镜图

a: 桌形体顶部; b: 桌形体底盘; c: 花纹样体; d: 杆状体

Fig. 3 Ossicles of dorsal body walls of *H. atra* observed with scanning electronic microscope

### 2.4 红腹海参

在红腹海参中观察到 2 种骨片, 分别是桌形体和穿孔板(图 4)。桌形体底盘很小, 近似 1 个正方形, 边长约 12µm, 中间为 1 个小圆孔, 直径约 5µm。顶部和塔部之间有 4 个立柱支撑, 立柱之间有横梁相连, 每个立柱的顶端有 2 层水平方向的齿, 每层有齿 2—3 个(图 4a)。有些桌形体的底盘和立柱上也有形状类似的齿无规律地分布着(图 4b)。穿孔板近椭圆形, 长径约 50—70µm, 宽径 10—30µm, 有大穿孔 1—2 个, 边缘孔 2—8 个, 对称排列, 有的穿孔大小相似, 有的穿孔大小不一(图 4c)。

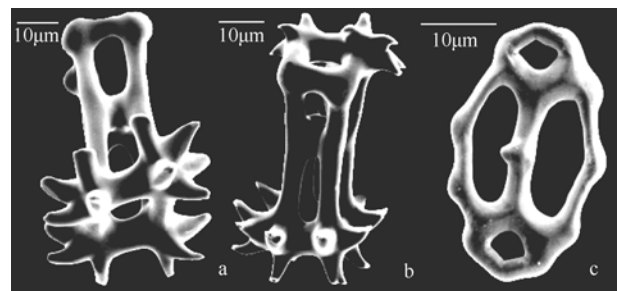


图 4 红腹海参背部骨片扫描电镜图

a, b: 桌形体; c: 穿孔板

Fig. 4 Ossicles of dorsal body walls of *H. edulis* observed with scanning electronic microscope

### 2.5 象牙参

在象牙参中观察到 3 种骨片, 分别是扣状体、假扣状体和桌形体(图 5)。扣状体骨长有 40—60 $\mu\text{m}$ , 骨宽约 20 $\mu\text{m}$ , 有大小不同的穿孔 8—12 个, 一般成左右对称排列, 骨上有棘状突起(图 5a)。在扣状体的两侧产生 3—6 个形态多变的结节, 形成有孔中空纺

锤形穿孔体, 骨上有棘状突起, 即假扣状体(图 5b)。桌形体底盘近似成正方形, 边长约 16 $\mu\text{m}$ , 中央有 4 个凹陷的大孔, 周缘有 1—4 个小孔(图 5c), 顶部和底盘之间有 4 个立柱支撑, 立柱之间有一横梁相连。顶部仅有 1 个大孔, 直径约 12 $\mu\text{m}$ 。底盘和顶部有棘状突起(图 5d)。

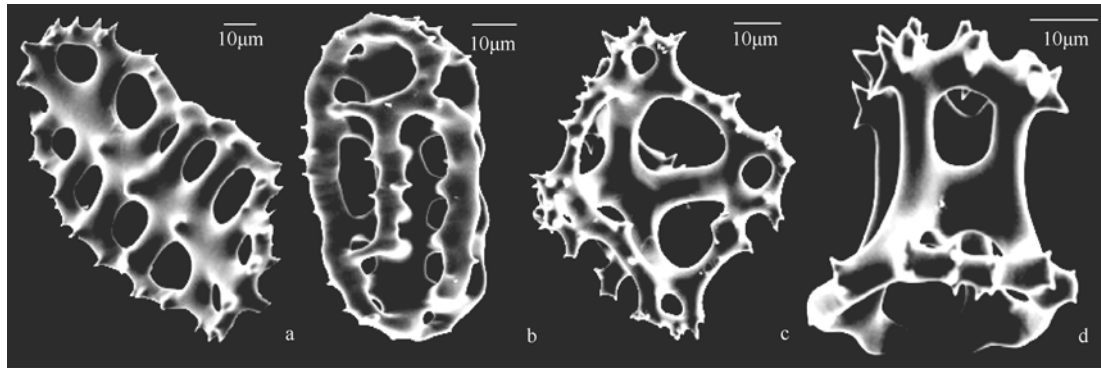


图 5 象牙参背部骨片扫描电镜图

a: 扣状体; b: 假扣状体; c: 桌形体底盘; d: 桌形体侧面

Fig. 5 Ossicles of dorsal body walls of *H. fuscopunctata* observed with scanning electronic microscope

### 2.6 格皮氏海参

在格皮氏海参中观察到的骨片类型有穿孔板、花纹样体和假桌形体(图 6a—图 6d)。穿孔板近椭圆形, 长径 150—250 $\mu\text{m}$ , 短径约 100 $\mu\text{m}$ , 无序排列着许多圆形, 椭圆形或近似圆形的大小不一的孔, 有些穿孔板上有结节(图 6a)。花纹样体骨长 10—30 $\mu\text{m}$ , 主枝干分支 1—2 次, 末端形成瘤状结构(图 6b)。假桌形体骨长约 30 $\mu\text{m}$ , 没有明显的底盘, 底部仅有 1 个直径约 2 $\mu\text{m}$  的圆形小孔(图 6c), 小孔连接着 4 根向外弯曲的柱子, 这些柱子形成 1 个中央孔, 并在基部汇合成 1 个塔部(图 6d)。假桌形体外部无序分布着大小不等的棘状突起(图 6c 和图 6d)。

### 2.7 黄乳海参

在黄乳海参中观察到 2 种骨片结构: 桌形体和扣状体(图 6e—图 6h)。桌形体底盘近圆形, 底盘中间是 1 个圆形大穿孔, 直径有 30—50 $\mu\text{m}$ , 周缘有大小不等的小穿孔 4—15 个, 盘面光滑(图 6e)。塔顶与底盘之间有 4—5 个立柱相连。塔顶有 1 个圆孔, 直径约 10 $\mu\text{m}$ , 周围不规则地排列着 2—3 层棘状突起(图 6f)。扣状体边缘光滑, 繁简不同, 简单的扣状体光滑有弧度, 骨长约 90 $\mu\text{m}$ , 骨宽约 30 $\mu\text{m}$ , 有 10—20 个大小不一的穿孔, 部分穿孔对称排列(图 6g)。复杂扣状体形成有孔中空纺锤形穿孔体, 骨长 30—50 $\mu\text{m}$ , 骨宽 20—30 $\mu\text{m}$ , 边缘光滑(图 6h)。

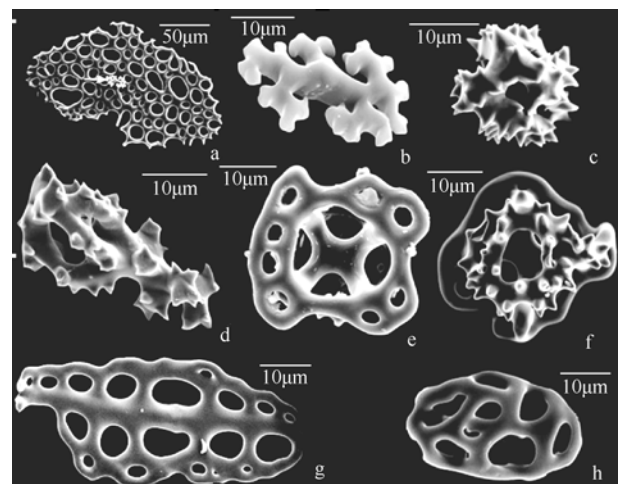


图 6 格皮氏海参、黄乳海参背部骨片扫描电镜图

a: 格皮氏海参穿孔板, 箭头示花纹样体; b: 格皮氏海参花纹样体; c: 格皮氏海参假桌形体底部; d: 格皮氏海参假桌形体侧面; e: 黄乳海参桌形体底盘; f: 黄乳海参桌形体顶部; g, h: 黄乳海参扣状体

Fig. 6 Ossicles of dorsal body walls of *P. graeffei* and *H. fuscogliva* observed with scanning electronic microscope

### 2.8 糙刺参

在糙刺参中观察到 3 种骨片, 分别是桌形体、花纹样体和 C 形体(图 7)。桌形体有 2 种类型。I 形桌形体底盘成圆形, 周缘平滑, 直径约 30 $\mu\text{m}$ , 中央有 4 个凹陷的大圆孔, 周围遍布 4—14 个大小不等的小孔(图 7a)。底盘和顶部有 4 根柱子连接, 立柱之间有 1 个横梁相连, 塔部高约 20 $\mu\text{m}$ 。桌形体顶部

中央有 1 个圆孔, 直径约  $10\mu\text{m}$ , 每个立柱的顶端均有小齿 5 个(图 7b)。II 形桌形体比 I 形桌形体大, 底盘成圆形, 周缘平滑, 直径约  $100\mu\text{m}$ , 中央为 4 个圆孔, 周围遍布许多大小不一的穿孔(图 8c)。底盘和顶部有 4 根柱子连接, 立柱之间有 1—4 个横梁相连, 塔部高约  $70\mu\text{m}$ , 塔部顶端愈合合成单尖(图 7d)。糙刺参的花纹样体繁简不一, 骨长  $10—30\mu\text{m}$ , 分支 1—2 次, 主枝杆和副枝干有不同程度的弯曲弧度(图 7e)。C 形体骨长约  $50\mu\text{m}$ , 中间枝干细长, 两端枝干向内弯曲(图 7f)。

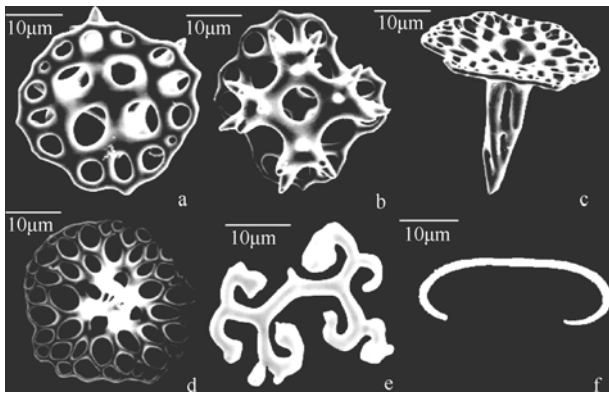


图 7 糙刺参背部骨片扫描电镜图

a: I 形桌形体底盘; b: I 形桌形体顶部; c: II 形桌形体侧面; d: II 形桌形体底盘; e: 花纹样体; f: C 形体

Fig. 7 Ossicles of dorsal body walls of *H. horrens* observed with scanning electronic microscope

### 3 讨论

骨片位于海参的真皮层, 其主要成分为碳酸钙, 是海参纲分类的重要特征。在海参幼体和成体中, 骨片的大小和形态会有不同<sup>[5,7]</sup>。Massin<sup>[5]</sup>对不同生长阶段的糙海参 *Holothuria scabra* 幼体的骨片进行研究, 结果发现随着海参幼体的成长, I 型桌形体逐渐减少, II 型桌形体在幼体体长 6—10mm 时开始出现并逐步增多, 扣状体变短, 孔变少, 光滑的表面逐渐有瘤。Delboni<sup>[8]</sup>对 *Synaptula hydriformis* 的骨片生长进行研究, 记录了锚形体等骨片类型的生长变化过程。在海参成体中, 骨片种类和形态非常稳定。李赟等<sup>[9]</sup>在光学显微镜下观察了市场上 15 种干海参体壁背脊部的骨片形态及不同类型骨片所占的比例, 认为根据海参背脊部的骨片特征就能区分这 15 种海参干品。文菁等<sup>[10]</sup>使用扫描电子显微镜观察 6 种海参的骨片形态及结构, 丰富了海参骨片的形态学研究信息。O'loughlin 等<sup>[11]</sup>根据骨片形态和结构, 鉴

定了澳大利亚的 2 种新海参 *Holothuria (Panninogothuria) austrinabassa* O' Loughlin sp. Nov 和 *Holothuria (Halodeima) nigralutea* O' Loughlin sp. Nov。Samyn 等<sup>[12]</sup>根据海参骨片的形态和结构, 对海参属麦太森亚属进行重新分类。

本文研究的 8 种海参骨片的类型和形态有相似之处, 例如图纹白尼参、格皮氏海参和棘辐肛参的穿孔板均由大小不等的圆孔不规则排列而成; 格皮氏海参的花纹样体与图文白尼参的 III 类型花纹样体比较相似。不同属的海参骨片有较大差异, 如格皮氏海参(皮氏海参属)的假桌形体没有底盘, 糙刺参(刺参属)的 II 型桌形体塔部顶端愈合合成单尖, 这是区分糙刺参的标志; 图纹白尼参(白尼参属)花纹样体较小, 末端分枝的瘤状结构少, 而棘辐肛参(辐肛参属)花纹样体较大, 末端分枝的瘤状结构多。同为海参属的象牙参、黄乳海参、红腹海参和黑海参的桌形体均有明显不同: 红腹海参桌形体底盘小, 只有 1 个小圆孔; 象牙参桌形体的底盘有棘状突起; 黄乳海参的塔顶有棘状突起; 黑海参桌形体的塔顶的小齿分 4 组排列, 每组 3 个, 其中 1 个小齿竖立, 另 2 个小齿间隔约  $90^\circ$ , 成水平方向分出。因此, 本研究认同 Massin 等<sup>[5]</sup>的观点, 海参骨片具有种的特异性, 根据海参骨片的细微结构能在种的水平上鉴定海参。依据本研究结果可鉴定出这 8 种热带海参。

Toral-Granda<sup>[13]</sup>对新鲜、盐渍的和干制的棕色等刺参 *Isostichopus fuscus* 骨片进行观察, 发现这 3 种处理方式的棕色等刺参的骨片都非常完整清晰, 这说明海参骨片非常稳定, 不因盐渍或干制受到破坏。本研究结果证明直接用 100% 无水乙醇固定的海参材料, 骨片形态和类型也不受损害。

廖玉麟等<sup>[2]</sup>对我国 134 种海参骨片的形态及类型进行了描述, 为我国的海参骨片形态学奠定坚实的基础。本研究对比廖玉麟的研究结果, 在某些种类发现了一些新的骨片结构: 黑海参的杆状体; 格皮氏海参、图纹白尼参和棘辐肛参的穿孔板, 黑海参有些桌型体的底盘有棘状突起; 红腹海参有些桌型体的底盘和立柱有棘状突起。研究增补了象牙参骨片形态和类型的描述(表 2), 研究结果不仅对我国海参骨片的结构和形态资料进行了补充, 还为海参分类和鉴定提供了基础资料。

表 2 本研究结果与先前报道<sup>[2]</sup>的比较

Tab. 2 Comparison of holothurian ossicles between this study and previous study

海参品种	相同点	新发现
棘辐肛参	花纹样体	穿孔板
图纹白尼参	花纹样体、杆状体、X 形体	穿孔板
黑海参	桌形体、花纹样体	有些桌形体底盘有齿, 杆状体
红腹海参	桌形体、穿孔板	有些桌形体的底盘和立柱上有齿
象牙参	无	扣状体、假扣状体和桌形体
格皮氏海参	花纹样体、假桌形体	穿孔板
黄乳海参	桌形体和扣状体	无
糙刺参	桌形体、花纹样体和 C 形体	无

## 参考文献

- [1] SMILEY S. Holothuroidea[M]/HARRISON F W, CHIA F S. Microscopic Anatomy of Invertebrates, Echinodermata: Vol 14. Wiley-Liss, Inc: New York, 1994: 401-407.
- [2] 廖玉麟. 中国动物志 棘皮动物门 海参纲[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [3] 姚雪梅. 热带海参在我国南方沿海地区的增养殖前景[J]. 水产文摘, 2003, 29: 2-5.
- [4] LI X. Fishery and resource management of tropical sea cucumbers in the islands of the South China Sea[M]/LOVATELLI A, CONAND C, PURCELL S, et al. Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management, FAO, Rome, Fisheries Technical Paper, 2004: 261-265.
- [5] MASSIN C, MERCIER A, HAMEL J. Ossicle change in *Holothuria scabra* with a discussion of ossicle evolution within the Holothuriidae (Echinodermata) [J]. Acta Zoologica, 2000, 81: 77-91.
- [6] 廖玉麟. 我国的海参[J]. 生物学通报, 2001, 35: 1-4.
- [7] CUTRESS B. Changes in dermal ossicles during somatic growth in Caribbean littoral sea cucumbers (Echinoidea: Holothuroidea: Aspidochirotida) [J]. Bulletin of Marine Science, 1996, 58: 44-116.
- [8] DELBONI C. Description of calcareous structures of the apoda holothurian *Synaptula hydriformis* (Lesueur 1824) [J]. SPC Beche de Mer Information Bulletin, 2008, 27: 13-15.
- [9] 李赞, 费来华, 陈家鑫. 十五种海参骨片的形态学研究[J]. 中国海洋大学学报, 2008, 38(2): 211-216.
- [10] 文菁, 张吕平, 胡超群, 等. 中国热带 6 种海参骨片的种类和形态研究[J]. 海洋学报, 2009, 31(2): 139-145.
- [11] O' LOUGHLIN P M, PAULAY G, VANDENSPIEGEL D, et al. New *Holothuria* species from Australia (Echinodermata: Holothuroidea: Holothuriidae), with comments on the origin of deep and cool holothuriids[J]. Memoirs of Museum Victoria, 2007, 64: 35-52.
- [12] SAMYN Y, MASSIN C. The holothurian subgenus *Mertensiothuria* (Aspidochirotida: Holothuriidae) revisited [J]. Journal of Natural History, 2003, 37: 2487-2519.
- [13] TORAL-GRANDA M V. The use of calcareous spicules for the identification of the Galapagos sea cucumber *Isostichopus fuscus* in the international market[J]. SPC Beche de Mer Information Bulletin, 2005, 22: 3-5.

## 4 结论

本研究通过扫描电子显微镜对西沙群岛 8 种热带海参(棘辐肛参、图纹白尼参、黑海参、红腹海参、象牙参、黄乳海参、格皮氏海参、糙刺参)的背部骨片类型和形态进行了观察及描述, 得到以下结论:

1) 8 种海参的骨片包括桌形体、假桌形体、花纹样体、穿孔板、杆状体、扣状体、假扣状体、C 形体和 X 形体等 9 种类型。

2) 黑海参的杆状体以及格皮氏海参、黄乳海参、图纹白尼参和棘辐肛参的穿孔板为新发现的骨片形态, 象牙参的骨片种类和形态为首次描述。