

# 基于骨骼特征的 2 种深海六放海绵的描述

龚琳<sup>1,2</sup>, 李新正<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 海洋国家实验室 海洋生物学与生物技术功能实验室, 山东 青岛 266200)

**摘要:** 作者记述了两种深海海绵薄管海绵属一种(*Chonelasma* sp.)和绢网海绵科一种(*Farreidae* sp.), 其中薄管海绵属为新记录属。由于采集时海绵已经死亡, 骨针脱离海绵, 只具有骨骼形态, 缺乏骨针形态, 所以两种海绵只能鉴定到属或科。薄管海绵属一种(*Chonelasma* sp.)隶属于真网海绵科(*Euretidae*), 薄管海绵属(*Chonelasma*), 由“蛟龙号”于 2013 年 7 月 7 日采集于南海 3 551 m 处。绢网海绵科一种 *Farreidae* sp. 隶属于绢网海绵科(*Farreidae*), 由“科学号”于 2014 年 4 月 18 日采集于冲绳海槽 1 190 m 处。文中描述了两个种的外部形态特征和骨骼形态, 丰富了中国六放海绵纲(*Hexactinellida*)的研究资料。

**关键词:** 海绵; 六放海绵目(*Hexactinosida*); 真网海绵(*Euretidae*); 绢网海绵(*Farreidae*); 深海

中图分类号: Q959.122 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2016)11-0052-05

doi: 10.11759/hyxx20151126002

六放海绵(*Hexactinellida*)是一类生活在深海的海绵, 因含三轴的六辐骨针而得名, 六辐骨针由 6 个互相垂直的轴构成。目前世界已知 613 种<sup>[1]</sup>, 中国物种名录记录了 44 种<sup>[2]</sup>, 但有详细描述信息的仅有 5 种<sup>[3-4]</sup>, 分别为欧氏偕老同穴(*Euplectella oweni* Herklots & Marshall, 1868)、马氏偕老同穴(*Euplectella marshalli* Ijima, 1895)、堂皇偕老同穴(*Euplectella imperialis* Ijima, 1894)、饭岛围线海绵(*Phoronema ijimai* Okada, 1932)、中间单根海绵(*Monorhaphis intermedia* Li, 1987)。中间单根海绵为 1987 年李锦和命名的新种, 发表在国内期刊上, 未在 WPD (<http://www.marinespecies.org/porifera>)上统一收录, 可认为该种尚未得到国际认可。相对于国外的海绵分类学研究, 国内关于六放海绵的分类学研究较为薄弱。

真网海绵科(*Euretidae*)隶属于六放海绵纲(*Hexactinellida*)、六放海绵亚纲(*Hexasterophora*)、六放海绵目(*Hexactinosida*)、节杖海绵亚目(*Sceptrulophora*)。该科依据身体是否含有分枝的二叉管状结构分为真网海绵亚科(*Euretinae*)和薄管海绵亚科(*Chonelasmatinae*), 包含 18 属 62 种<sup>[5]</sup>。该科的海绵含有真网状骨骼即由三维网状结构形成的初级网状结构, 不含全卷沟和连孔。当同时含外卷沟和内卷沟时, 两者不会交替出现。该科的海绵在世界分布较广泛, 垂直分布深度范围为 90~5 600 m<sup>[6]</sup>。

绢网海绵科隶属于六放海绵纲、六放海绵亚纲、六放海绵目、节杖海绵亚目。绢网海绵科下有 5 个

属、21 种<sup>[5]</sup>。该科海绵通常缺乏沟渠化的网状骨骼, 在一些种的成熟的个体中会出现外卷沟和/或内卷沟的次生网状结构, 含有笄状骨针, 球棒状骨针的节杖骨针, 含或不含矛状骨针或盾盘骨针, 该科的海绵分布广泛, 垂直分布深度从 82 m 到大于 5 200 m<sup>[7]</sup>。

深海拥有丰富的资源, 国际上关于深海资源的探索越来越热, 中国对于深海的探索也越来越多。海绵在深海中拥有较高的丰度和生物多样性, 是深海大型底栖动物的重要类群。骨针是海绵分类的重要特征。文中记录的两种海绵均采自深海。海绵个体在采集时已经死亡, 骨针已从骨骼上脱落, 仅根据海绵的骨骼形态和外部形态, 无法将标本精确的鉴定到种, 只能鉴定到科级或属级水平。

## 1 六放海绵纲

### 六放海绵亚纲

收稿日期: 2015-11-26; 修回日期: 2016-06-04

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项(A)(XDA11020303); 中国科学院海洋研究所“一三五”专项(2012IO060105); 中国科学院战略性先导科技专项(B)(XDB06010101)

[Foundation: Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences (A), No.XDA11020303; Research Program of the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences (135), No.2012IO060105; Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences (B), No.XDB06010101]

作者简介: 龚琳(1988-), 女, 湖北襄阳人, 博士, 主要从事海洋底栖生物分类学研究, E-mail: gonglin.123@163.com; 李新正, 通信作者, 电话: 0532-82898771, E-mail: lixzh@qdio.an.cn

六放海绵目  
节杖海绵亚目  
真网海绵科  
薄管海绵亚科

### 1.1 薄管海绵属

属鉴别特征:

海绵体呈漏斗状, 体壁呈薄片状, 由四边形的网格和节点横向排列形成网状结构, 网眼不规则。外皮层面具外卷沟, 内腔面具无沟的初级网状结构或内卷沟。外皮层面和内腔面骨针常为带棘的五辐骨针<sup>[6]</sup>。

### 1.2 薄管海绵属一种 *Chonelasma* sp.

#### 1.2.1 研究材料

1 个标本。编号: MBM283037, 蛟龙号第 59 次下潜采集。深度: 3 551 m; 地点: 蛟龙海山火山峭壁 (117°45'41.88"E, 17°33'30.66"N); 采集日期: 2013 年 7 月 7 日; 环境: 海山岩石; 沉积物: 软泥。

#### 1.2.2 形态特征

##### 1.2.2.1 外形

海绵个体死亡, 表面包被一层铁的氧化物和其他物质, 而使海绵呈黑褐色(图 1A)。身体呈漏斗状(图 1B), 个体较小, 高 40 mm, 杯状口的直径为 30 mm, 体壁的厚度约 1 mm。海绵以基网板的方式固定在岩石上, 基网板横截面约成长方形, 长约 30 mm, 宽约 20 mm, 厚约 5 mm。海绵质地坚硬, 易碎。

##### 1.2.2.2 骨骼形态

海绵体壁具 3 层骨骼, 外层为较厚的外皮层(图 2 A), 中间层为初级网状结构(图 2 B), 内层为较薄的内腔层(图 2 C)。初级网状结构为拉长的长方形网状骨骼, 厚度占海绵体壁的 2/5(图 2 D, 区域 b), 约为 4 mm。外皮层面(图 1 B, 箭头 b)沟渠化形成外卷沟(图 2 E 和 2 F), 约占体壁的 2/5(图 2 D, 区域 a)。

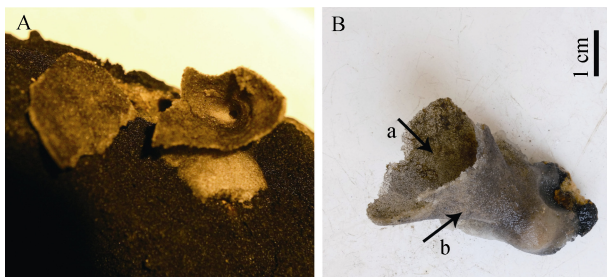


图 1 薄管海绵属一种 *Chonelasma* sp. 的外部形态

Fig. 1 External morphology of *Chonelasma* sp.

箭头 a 指内腔面; 箭头 b 指外皮层面

Arrow "a" shows the atrial surface, whereas arrow "b" shows the dermal surface

内腔面的皮层(图 1 B, 箭头 a)沟渠化形成内卷沟(图 2 C), 厚度约占海绵体壁的 1/5(图 2 D, 区域 c), 较外皮层薄。外卷沟由网状骨骼不规则的排列形成, 具有不规则的四边形网眼(图 2 F), 有少量的六辐骨针出现在骨骼中(图 2 G)。

##### 1.2.2.3 讨论

薄管海绵亚科含 8 个属, 其中 *Pleurochorium* Schrammen, 1912 身体呈管状, 不含分枝, 其余 7 个属的海绵身体呈漏斗状、叶片状和扇形<sup>[5]</sup>。*Pinulasma* Reischwig & Stone, 2013 身体呈漏斗状, 侧表面具中空的瘦管, 含羽辐状的六辐骨针<sup>[8]</sup>;*Myliusia* Gray, 1859、*Periphragella* Marshall, 1875 和 *Verrucocoeloidea* Reid, 1969 的身体呈漏斗状; 具侧出水口<sup>[6]</sup>;*Chonelasma* Schulze, 1886 身体呈漏斗状, 不含侧出水口<sup>[6]</sup>;*Bathyxiphus* Schulze, 1899 身体呈叶片状;*Tretochone* Reid, 1958 身体呈扇形或耳朵状<sup>[6]</sup>。本种海绵呈漏斗状, 体壁扁平, 无侧出水口, 外皮层面具外卷沟, 内皮层面具内卷沟, 中间具拉长四方形形成的初级网状结构层, 符合薄管海绵属的特征, 为薄管海绵属下的种。中国海洋生物名录<sup>[2]</sup>中记录中国分布的真网海绵科的物种有 5 种, 分别为: 施氏真网海绵(*Eurete schmidtii* Schulze, 1887)、半球侧网海绵(*Pararete subglobosum* Ijima, 1926)、绢丝侧网海绵(*Pararete farreopsis* Carter, 1877)、雅氏侧网海绵(*Pararete jaksolemi* Ijima, 1926)、脊突魔石海绵(*Myliusia verrucosa* Ijima, 1926), 其中半球侧网海绵和雅氏侧网海绵现被认为无效命名<sup>[5]</sup>, 真网海绵属、侧网海绵属隶属于真网海绵亚科, 只有魔石海绵属与本种的薄管海绵属同为薄管海绵亚科的属。魔石海绵属含有侧出水口, 本种明显不具有上述特征, 而符合薄管海绵属的特征。故我们认为本种为一个中国新记录属的种。

## 2 六放海绵纲

六放海绵亚纲

六放海绵目

节杖海绵亚目

### 2.1 绢网海绵科

科鉴别特征

该科海绵外形多样, 呈管状、枝状、杯状、漏斗状等。初级网状结构不沟渠化, 常由 3 层具四方形网眼的网状结构融合而成。在一些种的成熟个体中会出现外卷沟和/或内卷沟的次级网状结构, 网眼多呈三角形。内腔骨针和皮层骨针为五辐骨针, 小骨针含

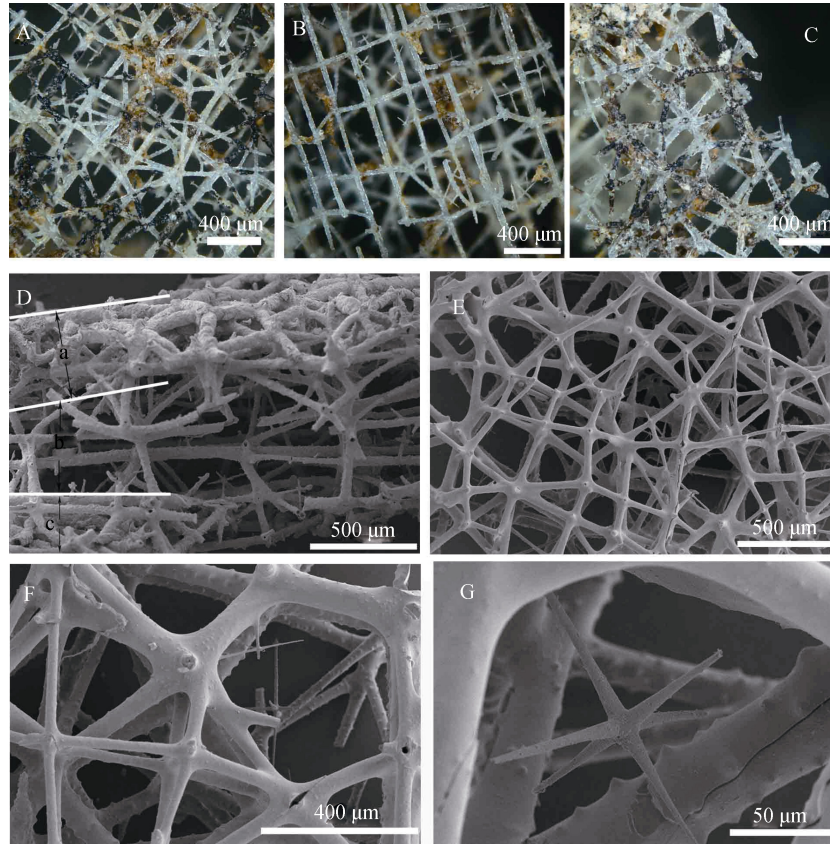


图2 薄管海绵属一种 *Chonelasma* sp.的骨骼形态

Fig. 2 Skeletons of *Chonelasma* sp.

A-C. 薄管海绵骨骼形态显微图片: A. 外皮层面骨骼的外卷沟; B. 初级网状结构层; C. 内腔面骨骼的内卷沟; D-G. 薄管海绵骨骼形态电镜图片: D. 骨骼侧面观: a. 外皮层面骨骼区, b. 初级网状结构层, c. 内腔面骨骼区; E-F. 外皮层骨骼的外卷沟; G. 残余的六辐骨针 (A-C) The LM images of skeleton: (A) Dermal surface view showing apertures of epiphysis channels, (B) middle primary layer, and (C) atrial surface view of apertures of apophysis channels. (D-G) Scanning electron microscope (SEM) images of skeletons: (D) Lateral view of skeleton. Area "a" showing the dermal cortical layer, area "b" showing the primary framework layer, and area "c" showing the atrial cortical layer. (E-F) Dermal surface view showing apertures of epiphysis channels and (G) Hexactin

管状骨针和球棒状骨针的节杖骨针,有时也含有矛状骨针或盾盘骨针<sup>[7]</sup>。

## 2.2 绢网海绵科一种 *Farreidae* sp.

### 2.2.1 研究材料

1个标本。编号: MBM283037。深度: 1 190 m; 地点: 冲绳海槽(126°54'31.72"E, 27°48'47.26"N), 采集日期: 2014年4月18日。

### 2.2.2 形态特征

#### 2.2.2.1 外形

海绵个体采集时已死亡, 表面包被一层含铁的氧化物和其他物质, 而使海绵呈黑褐色。海绵体呈薄片状, 长在石头的一角(图3 A-B)。高度约为4.5 mm, 直径约为19 mm。在解剖镜下直接观察发现, 海绵表面呈网状(图3 C), 网状结构的空隙有孔虫出现(图3 D)。海绵体坚硬易碎。

#### 2.2.2.2 骨骼形态

海绵内腔面骨骼为初级网状结构(图3 C和图3 E), 网眼呈正方形或长方形, 宽0.16 mm~0.45 mm, 长约0.6 mm。内腔面骨骼上具小棘, 但绝大多数不完整(图3 E, 箭头 a), 棘的长度超过0.08 mm。外皮层面的骨骼为次级网状结构(图3 D和图3 F), 网眼呈三角形或四边形, 直径0.2 mm~0.78 mm, 网状骨骼上具棘, 由于棘为立体结构, 显微图片不容易测量其长度, 电镜图片上只有一个完整的棘(图3 F, 箭头 b), 长为0.17 mm。

#### 2.2.3 讨论

本种含初级网状结构, 外皮层面含外卷沟, 符合绢网海绵科的特征。绢网海绵科含5个属, 这5个属的主要分类依据是节杖骨针的类型, 本次发现的标本缺乏将海绵鉴定到种的骨针形态, 故不能判定该种为绢网海绵科下的哪一属。中国记录的绢网海

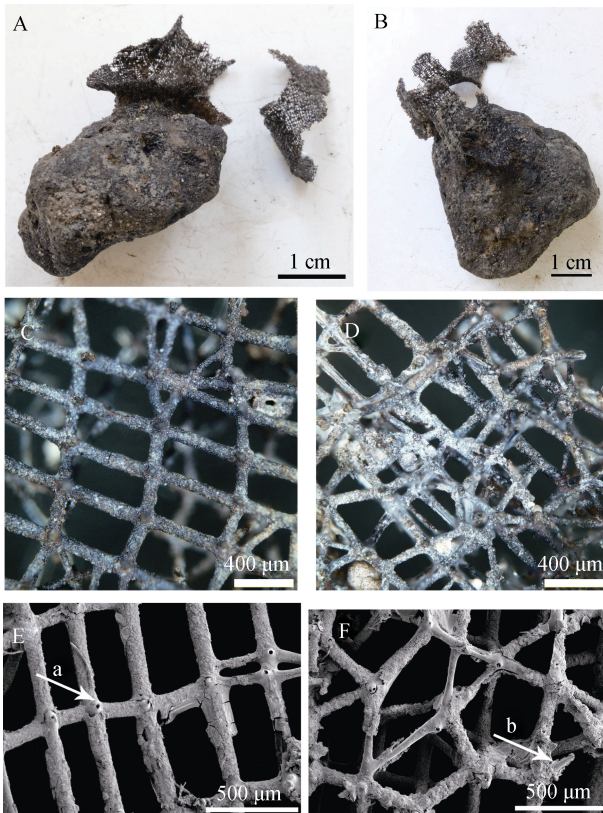


图3 绢网海绵科一种 *Farreidae* sp.  
Fig. 3 *Farreidae* sp.

A-B. 外部形态; C. 内腔面骨骼显微图片; D. 外皮层面骨骼显微图片; E. 内腔面骨骼电镜图片; F. 外皮层面骨骼电镜图片  
A-B. External morphology of *Farreidae* sp.; C. LM images of external atrial; D. LM images of external dermal cortex surface; E. SEM images of external atrial surface; F. SEM images of external dermal cortex surface

绵有两种：耙绢网海绵 (*Farrea occa* Bowerbank, 1862) 和球棒绢网海绵 (*Farrea clavigera* Schulze, 1886)。经修订后 *F. clavigera* 和 *F. occa* 均成为 *F. occa* 的亚种，分别为 *Farrea occa clavigera* Schulze, 1886 和 *Farrea occa occa* Bowerbank, 1862<sup>[6]</sup>。在中国记录报道中，*F. clavigera* 采集于东海 900 m 深处，*F. occa occa* 采集于东海 1 090~2 150 m 处<sup>[2]</sup>，跟本海绵样品的采集深度较符合。而本次发现的标本因缺乏鉴定到种的骨针形态，故不能判断其是否为新种或新记录种。

### 3 结论

作者的海绵标本均采自深海，样品较为珍贵。虽然文中描述的 2 个海绵个体在采集时海绵已经死亡，无骨针形态，只剩骨骼形态，但中国关于海绵的研究相对比较薄弱，根据其骨骼形态能更好的理解六放海绵目各科下的专有名词。现将六放海绵目最常

见的专业名词翻译整理如下：

aporhysis (pl. Aporhyses): 内卷沟。具网状骨骼的海绵体壁内侧的一种网状管道。管沟开口于内腔面，杂乱的结束在海绵体壁内，使其外端呈封闭状(图 2 C)，仅存在于六放海绵目中，与外卷沟相对。

atrium: 内腔。在漏斗状，杯状，管状等形状的海绵中为其中央腔(图 1 B, 箭头 a)。在多数海绵中等同水管腔。

diarhysis (pl. diarhyses): 全卷沟。具网状骨骼海绵体壁上的像蜂窝状放射性排列的管道，管道完全相通，如泡沫海绵科(Aphrocallistidae)。

epirhysis (pl. epirhyses): 外卷沟。具网状骨骼的海绵体壁外侧的一种网状管道。管沟开口于海绵外皮层，杂乱的结束在海绵体壁内，使其内腔面的管道呈封闭状(图 2 A)，存在于六放海绵目中，与内卷沟相对。

primary framework: 初级网状结构。海绵网状骨骼的一部分，贯穿海绵的整个个体发生阶段，会有次生结构在其外表面或内表面生长(图 2 B 和图 3 E)。

secondary framework: 次生网状结构。个体发生时，在初级网状结构上增长的网状骨骼，如本文中绢网海绵皮层面的骨骼(图 3 D 和 F)。

schizorhysis (pl. schizorhyses): 连孔。海绵体壁之间相互连通的圆柱形的孔道，如孔网海绵科(Tretodictyidae)。

#### 参考文献:

- [1] van Soest R W M, Boury-Esnault N, Hooper J N A, et al. World porifera database. Available from: <http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=stats> (accessed in 26 January 2015).
- [2] 刘瑞玉. 中国海洋生物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 289-301.  
Liu Ruiyu. Checklist of marine biota of China seas[M]. Beijing: Science Press, 2008: 289-301.
- [3] 李锦和. 东海大陆架六放海绵的研究[J]. 海洋科学集刊, 1984, 23: 105-118.  
Li Jinhe. Studies on the Hexactinellida of the continental shelf of the east China sea[J]. Studia Marina Sinica, 1984, 23: 105-118.
- [4] 李锦和. 六放海绵一新种——中间单根海绵[J]. 海洋与湖沼, 1987, 18(2): 130-137.  
Li Jinhe. Monorharhis intermedia—a new species of hexactinellida[J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 1987, 18(2): 130-137.
- [5] van Soest R W M, Boury-Esnault N, Hooper J N A, et al. World porifera database[EB/OL]. Available from:

- <http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=browser&id=132106&expand=true#ct> (accessed in 15 January 2015).
- [6] Reiswig H M, Wheeler B. Family Euretidae Zittel, 1877[C]// Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges, Vol. 2. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2002: 1301-1331.
- [7] Reiswig H M. Family Farreidae Gray, 1872[C]// Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges, Vol. 2. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2002: 1332-1340.
- [8] Reiswig H M, Stone R P. New glass sponges (Porifera: Hexactinellida) from deep waters of the central Aleutian Islands, Alaska[J]. Zootaxa, 2013, 3628: 1-64.

## A description of two deep-sea Hexactinellida (Porifera) based on their skeletal structure

GONG Lin<sup>1, 2</sup>, LI Xin-zheng<sup>1, 2</sup>

(1. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Laboratory for Marine Biology and Biotechnology, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266200, China)

**Received:** Nov. 26, 2015

**Key words:** Porifera; Hexactinosida; Euretidae; Farreidae; deep sea

**Abstract:** Two deep-sea Hexactinellida species, *Chonelasma* sp. and *Farreidae* sp., are described herein. *Chonelasma* sp. is a new genus record in China. Its classification was restricted to genus level due to the lack of preserved spicules. *Chonelasma* sp. (Hexactinosida: Sceptrulophora: Euretidae) samples were collected by the “Jiaolong” submersible in the South China Sea on July 07, 2013. *Farreidae* sp. (Hexactinosida: Sceptrulophora: Farreidae) samples were collected by the “RV Faxian” at Okinawa Trough on April 18, 2014. The external morphology and skeletal structure of both the species is described herein. These detailed descriptions provide important new information to the research of Hexactinellida in China.

(本文编辑: 谭雪静)