

# 南海蝶参科(棘皮动物: 海参纲: 平足目) 一新记录属和一新记录种\*

肖云路<sup>1</sup> 肖宁<sup>2①</sup> 曾晓起<sup>1①</sup>

(1. 中国海洋大学 海洋生物多样性与进化研究所 青岛 266003;  
2. 中国科学院海洋研究所 海洋生物分类与系统演化实验室 青岛 266071)

**摘要** 通过整理近年来中国科学院海洋研究所采集的深海海参标本, 发现了“蛟龙”号载人潜水器在南海珍珠海水深 2463m 处采集的 1 号蝶参科标本, 经鉴定为一个新记录属底游参属 *Benthodytes* Théel, 1882 的一个新记录种西伯加底游参 *Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901。西伯加底游参与底游参属其他物种的显著差异在于其背部有 5—6 对大疣, 沿背部步带区近乎对称的排列为两行。本文对新记录种的外部形态特征进行了详细的描述, 与该种的模式标本进行了分类学讨论, 提出背部大疣的数量及排列方式为该属物种区分的重要依据。在对骨片进行超微结构研究时发现, 该种背部疣足的骨片与背部和腹部体壁骨片在大小、中央突起的高度和分叉部位上有较大差异, 此前的报道未对疣足骨片进行过描述, 本文对此进行了补充。

**关键词** 深海海参; 蝶参科; 底游参属; 新记录; 珍珠海山

**中图分类号** Q915.821+.6 **doi:** 10.11693/hyhz20191200283

海参纲动物种类繁多, 全球共有 1700 余种, 以印度-西太平洋区系为主(WoRMS Editorial Board, 2019), 我国共有 15 科 58 属 147 种(廖玉麟等, 2011)。国内对海参纲的分类学研究主要集中在近海浅水区, 过去几十年, 由于深海探测能力的欠缺, 我国对深海海参动物分类学研究几乎处于空白阶段, 蝶参科仅报道了蝶参属的 1 种, 长尾蝶参 *Psychropotes longicauda* Théel, 1882, 该种为世界广布种, 在我国首次发现于南海深海海域(廖玉麟, 1997)。直到近几年我国设计建造出以“科学”号综合科学考察船和“蛟龙”号载人潜水器为代表的先进装备, 具备了深海进入、深海探测、深海样品获取的能力, 我们才得以观测和采集到更多的深海海参种类。作者对近几年采集的蝶参科标本进行整理分类时, 发现了这一南海新记录属种, 本文基于其外部形态特征、骨片的超微结

构研究和水下原位照片对该属种进行报道。

底游参属 *Benthodytes*, 隶属于海参纲 Holothuroidea、平足目 Elaspodida、蝶参科 Psychropotidae。该属主要分布于热带西太平洋、南印度洋和大西洋海域, 通常生活在 600—8000m 的深海 (Théel, 1882; Ludwig, 1893; Perrier, 1896; Sluiter, 1901a, b; Koehler *et al.*, 1905; Hansen, 1975; Gebruk, 2008; Rogacheva *et al.*, 2009; Martinez *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2018; Xiao *et al.*, 2018)。19 世纪 80 年代, Théel(1882)建立了底游参属, 以模式底游参 *Benthodytes typica* Théel, 1882 作为模式种对该属进行了首次描述。随后, Ludwig(1893)、Perrier(1896)和 Koehler 等(1905)发现并描述了 3 个新种。到 20 世纪 70 年代, Hansen(1975)对蝶参科进行了全面系统的修订, 共描述了底游参属 8 种, 其中包括他发

\* 中国科学院战略生物资源计划, KFJ-BRP-017-38 号; 青岛海洋科学与技术国家实验室鳌山科技创新计划项目, 2016ASKJ05 号; 中国科学院战略性先导 A 类专项, XDA22050203 号。肖云路, 硕士研究生, E-mail: yunluxiao@126.com

通信作者: 肖宁, 博士, E-mail: xiao\_ning12103007@126.com; 曾晓起, 硕士生导师, 教授, E-mail: zengxq@ouc.edu.cn

收稿日期: 2019-12-30, 收修改稿日期: 2020-01-21

现的 2 个新种。在此之后, 关于底游参属分类学方面仅有零星的报道(Gebruik, 2008; Rogacheva *et al.*, 2009; Martinez *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2018; Xiao *et al.*,

2018)。目前, 全球共发现和报道了底游参属的 14 个有效种(WoRMS, 2019), 其中 5 种分布于热带西太平洋海域(表 1)。

表 1 热带西太平洋海域的底游参属种类及世界分布  
Tab.1 Species of *Benthodytes* recorded from tropical western Pacific waters and their distributions

种名	地理分布	水深(m)	参考文献
血红底游参 <i>Benthodytes sanguinolenta</i>	印度-太平洋	768—7250	Théel, 1882; Hansen, 1975
西伯加底游参 <i>Benthodytes sibogae</i>	印度尼西亚; 南海	694—2798	Sluiter, 1901a, b; Hansen, 1975; 本研究
模式底游参 <i>Benthodytes typica</i>	世界广布种	1873—4700	Théel, 1882; Hansen, 1975
马里亚纳底游参 <i>Benthodytes marianensis</i>	马里亚纳海沟	5567	Li <i>et al.</i> , 2018
马努斯底游参 <i>Benthodytes manusensis</i>	马努斯盆地	1946	Xiao <i>et al.</i> , 2018

## 1 材料与方法

标本采集于 2017 年 4 月“蛟龙”号试验性应用航次(大洋 38 航次), 位于南海中部的珍贝海山, 水深 2463m。“蛟龙”号在调查过程中通过高清摄像机对标本的原位生境进行了记录, 使用间距为 11cm 的两个激光点来测量距离。标本采集到船上后用 70%酒精固定, 现存放于中国科学院海洋生物标本馆(Marine Biological Museum, MBM)。

通过两个激光点的间距测量出标本在原位生境中的体长、体宽等数据, 用扫描电子显微镜(SEM)对海参骨片进行超微结构研究, 从标本的背部、腹部和疣足上分别切取 5 × 5mm 的组织, 分别放入 1.5mL 离心管中, 滴加 1mL 的 15%次氯酸钠溶液消化, 消化完全后将骨片在蒸馏水中反复漂洗几次, 再转移到 95%乙醇中风干。用离子溅射仪(日立 E-1010)对骨片喷金, 然后在扫描电镜(日立 S-3400N)下观察。

## 2 结果与讨论

平足目 Order Elaspodida Théel, 1882  
蝶参亚目 Suborder Psychropotina Hansen, 1975  
蝶参科 Family Psychropotidae Théel, 1882  
底游参属 Genus *Benthodytes* Théel, 1882  
模式种 *Benthodytes typica* Théel, 1882

特征: 身体延长呈圆筒状, 有的种类很扁平。体壁厚, 呈胶状。无不成对的背部附属物。口腹位, 有环口疣。肛门背位。腹中部有管足, 管足在腹面周围相连, 形成边缘。触手柔软可伸缩。骨片为十字形体或杆状体。石灰环由分散的网状组织构成。

讨论: 蝶参科的 3 个属, 分别为底游参属 *Benthodytes*、灵魂参属 *Psycheotrepes* 和蝶参属

*Psychropotes*, 都是在 1882 年由 Théel 建立。能够明显区别底游参属与另外两个属的特征是肛门的位置、有无不成对的背部附属物和环口疣(Hansen, 1975)。本文是该属在中国海域的首次报道。

### 西伯加底游参 *Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901 (图 1, 图 2)

*Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901a: 17-18; 1901b: 55-58, pls. I: 1-2, IX: 11, X: 1.

*Benthodytes hystrix* Sluiter, 1901a: 19-20; 1901b: 59-60, pls. IV: 4, IX: 10; Heding, 1940: 367.

模式产地: 印度尼西亚

标本采集地: 南海(珍贝海山)

研究材料: 1 个标本(MBM286090), 南海珍贝海山, 采集号 JL201701, 潜次 Dive136 (14°59.23'N, 116°32.61'E), 泥沙底质, 水深: 2463m, 2017 年 4 月采集。

形态描述: 根据原位生境图测量出标本体长为 33cm, 宽度为 7cm。用 70%酒精固定数天后的标本体长 18cm, 宽度为 6.5cm。身体呈圆柱形, 整体宽度几乎相同, 前端和后端稍窄, 背部隆起, 腹部扁平。生活时和固定后的标本(图 1a, b)背面和腹面的体色均为暗紫色。身体的边缘窄, 可收缩。背部有 5 对大而明显的疣足(图 1a, c), 表面具有许多颗粒状的突起, 圆锥形, 向上逐渐变细, 末端不分叉。沿背部步带区几乎对称的排列为两行, 第 2 对疣足与第 1 对的间距较小, 后 3 对的间距逐渐增大。第 1 对和最后 1 对疣足的长度稍短, 其他 3 对疣足的长度近似相等, 约 5cm。口位于腹面, 有环口疣, 腹中部有管足, 均匀分布为两列, 肛门在身体背面的末端。用 70%酒精固定后, 标本严重收缩, 因此很难确定触手和腹中部管足的具体数量。

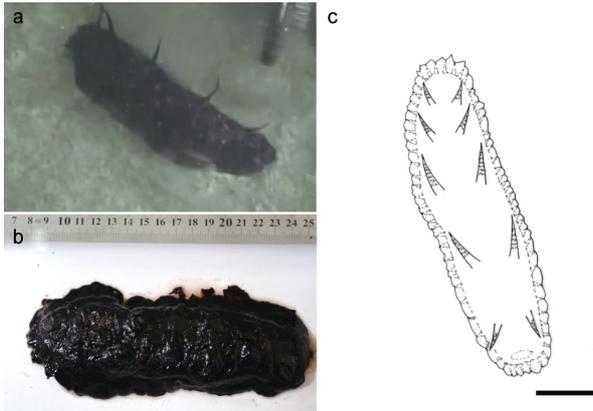


图1 西伯加底游参 *Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901 (标本号: MBM286090)

Fig.1 *Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901 (Registered sample number: MBM286090)

注: a. 海参个体原位生境图, b. 用 70%酒精固定后的标本, c. 手绘图背面观。比例尺: 6cm

背部骨片(图 2a, b)为典型的 4 臂十字形体, 具有二分叉的中央突起, 从二分之一处开始分叉。体臂长 400—700 $\mu\text{m}$ , 稍向下弯曲, 向末端逐渐变细。近末端超过一半的部位上有小棘, 各个体臂接近中央突起的部位较为光滑。中央突起高度为 300—450 $\mu\text{m}$ , 两个叉上都环绕着小棘, 未分叉的部位较为光滑。背部疣足的骨片(图 2c, d)为 4 臂十字形体, 具有非常壮且高的中央突起, 在末端二分叉。体臂长为 100—150 $\mu\text{m}$ , 稍向下弯曲, 几乎整个体臂上环绕着圆锥形的棘, 比背部十字形体体臂上的棘更大更密集, 各个体臂接近中央突起的部位较为光滑。中央突起的高度为 260—300 $\mu\text{m}$ , 至少为体臂长度的 2 倍, 突起上只有靠近基部约四分之一的部位光滑无棘, 其余部位和两个叉上都环绕着和体臂上相似的圆锥形棘。腹部骨片(图 2e—l)的十字形体除二分叉外还具有三分叉和不分叉的中央突起, 一些十字形体的中央突起已经退化。十字形体臂长为 180—550 $\mu\text{m}$ , 部分十字形体(图 2e)的体臂上长有侧枝, 一些中央突起退化的十字形体(图 2l)仅在末端具有少量的棘。

地理分布: 南海, 印度尼西亚。水深 694—2798m。

### 3 讨论

原始描述中, 西伯加底游参 *Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901 和具刺底游参 *Benthodytes hystrix* Sluiter, 1901 在背部大疣的数量和排列方式上相似。Hansen(1975)对原始文献描述的 7 个标本进行了重新

检查, 认为具刺底游参 *Benthodytes hystrix* 是西伯加底游参 *Benthodytes sibogae* 的同物异名。

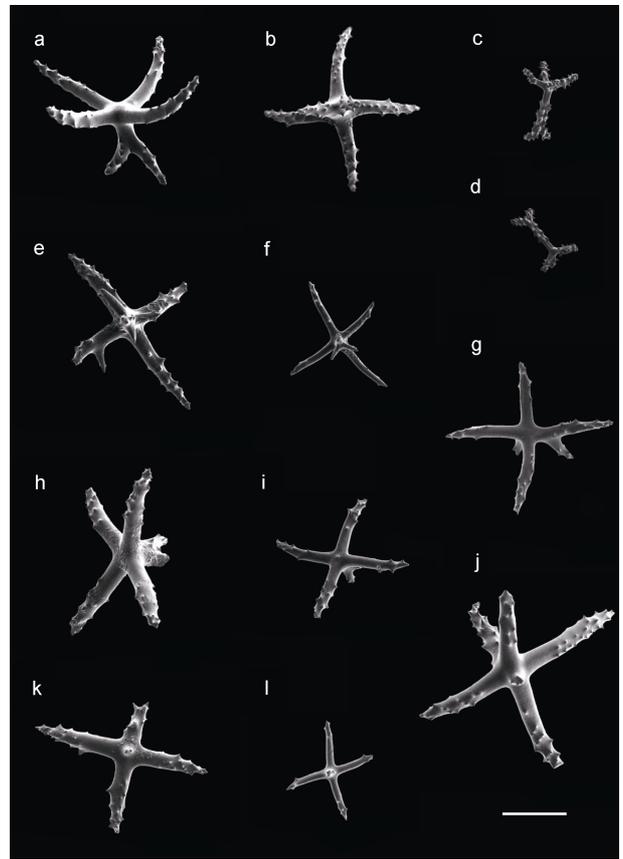


图2 西伯加底游参 *Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901 骨片的扫描电镜图

Fig.2 SEM images of deposits from *Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901

注: a—b: 背面, c—d: 疣足, e—l: 腹面。比例尺: 300 $\mu\text{m}$

本文研究的标本(以下简称南海标本)与西伯加底游参和具刺底游参的模式标本在背部大疣的数量、排列方式以及背部体壁的骨片特征上均相似, 不同点是南海标本背部疣足末端不分叉, 而西伯加底游参和具刺底游参两种模式标本的疣足末端则存在二分叉或三分叉。在原始文献中, Sluiter(1901b)提到个体小的标本背部疣足保存得较好, 他猜测疣足的末端产生分叉是因为采集过程中或采集之后受到了人为因素的影响。Hansen(1975)对标本进行重新检查后, 判断疣足的末端分叉是一种假象。作者认为海参背部疣足的形态是不稳定的, 南海标本经过酒精固定后(图 1b), 背部疣足收缩成了与固定前完全不同的肉状突起, 因此背部疣足的形态会因外部环境的变化而发生改变, 其末端是否分叉不能作为区分种的依据。

具刺底游参的模式标本和南海标本的身体边缘宽度不同,前者身体边缘很宽,而后者的边缘则相对较窄。Hansen(1975)认为在其他外部形态特征和骨片特征均相似的情况下,标本之间身体边缘宽度的差异可能是边缘不同程度的收缩或个体变异造成的。作者认同他的观点,认为边缘宽度在不同个体之间会存在变化,所以南海标本和具刺底游参的模式标本在边缘宽度上的差异很可能属于种内变异,不能作为区分种的依据。本研究认为对底游参属物种进行区分的重要依据应是背部疣的数量及排列方式。

作者在对海参骨片进行超微结构研究时发现,背部疣足的骨片与背部和腹部体壁骨片在大小、中央突起的高度和分叉部位上均有差异。该种此前的报道未对疣足的骨片进行过描述,本文对此进行了补充。

#### 4 结论

本文首次报道了采自南海珍珠海山蝶参科的一新纪录属底游参属 *Benthodytes* 和一新纪录种西伯加底游参 *Benthodytes sibogae*, 文中详细描述了该种的外部形态特征和内部骨片的超微结构,补充了背部疣足的骨片特征,比较了南海标本与西伯加底游参 *Benthodytes sibogae* 和其同物异名具刺底游参 *Benthodytes hytrix* 两种模式标本的差异,推断出标本背部疣的数量及排列方式是该属物种区分的重要依据。该标本的发现进一步扩大了西伯加底游参在西太平洋的分布范围,对研究南海深海的底栖生物多样性与地理分布格局及其在深海中的区系地位具有重要价值。

#### 参 考 文 献

廖玉麟, 1997. 中国动物志 棘皮动物门 海参纲. 北京: 科学出版社, 69—71  
 廖玉麟, 肖 宁, 2011. 中国海棘皮动物的种类组成及区系特点. 生物多样性, 19(6): 729—736  
 Gebruk A V, 2008. Holothurians (Holothuroidea, Echinodermata) of the northern Mid-Atlantic Ridge collected by the *G.O. Sars* MAR-ECO expedition with descriptions of four new species. Marine Biology Research, 4(1—2): 48—60

Hansen B, 1975. Scientific results of the Danish deep-sea expedition round the world 1950-52: systematics and biology of the deep-sea holothurians. Galathea Report, 13: 1—262  
 Koehler R, Vaney C, 1905. An Account of the Deep Sea Holothuroidea Collected by the Royal Indian Marine Survey Ship Investigator. Calcutta: Indian Museum  
 Li Y N, Xiao N, Zhang, L P *et al*, 2018. *Benthodytes marianensis*, a new species of abyssal elasipodid sea cucumbers (Elasipodida: Psychropotidae) from the Mariana Trench area. Zootaxa, 4462(3): 443  
 Ludwig H, 1893. Vorläufiger Bericht über die erbeuteten Holothurien. In: Reports on the Dredging Operations off the West Coast of Central America to the Galapagos, etc., by the U. S. Fish Commission Steamer "Albatross". IV. Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College, 24(4): 105—114  
 Martinez M I, Solis-Marin F A, Penchaszadeh P E, 2014. *Benthodytes violeta*, a new species of a deep-sea holothuroid (Elasipodida: Psychropotidae) from Mar del Plata Canyon (South-western Atlantic Ocean). Zootaxa, 3760(1): 89—95  
 Perrier R, 1896. Sur les Élasipodes recueillis par le Travailleur et le Talisman. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 123(21): 900—903  
 Rogacheva A, Cross I A, Billett D S M, 2009. Psychropotid holothurians (Echinodermata: Holothuroidea: Elasipodida) collected at abyssal depths from around the Crozet Plateau in the Southern Indian Ocean. Zootaxa, 2096(1): 460—478  
 Sluiter C P, 1901a. Neue Holothurien aus der Tiefsee des indischen Archipels gesammelt durch die Siboga-Expedition. Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging, 7(1): 1—28  
 Sluiter C P, 1901b. Die Holothurien der Siboga-Expedition. 1—142  
 Théel, H, 1882. Report on the Holothuroidea dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Part I. Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Zoology, 4(13): 1—176  
 WoRMS, 2019. *Benthodytes* Théel, 1882. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=123529>  
 WoRMS Editorial Board, 2019. World register of marine species. <http://www.marinespecies.org>  
 Xiao N, Li X M, Sha Z L, 2018. Psychropotid holothurians (Echinodermata: Holothuroidea: Elasipodida) of the tropical Western Pacific collected by the *KEXUE* expedition with description of one new species. Marine Biology Research, 14(8): 816—826

**NEW RECORDS OF A GENUS AND A SPECIES OF PSYCHROPOTIDAE  
(ECHINODERMATA: HOLOTHUROIDEA: ELASIPODIDA) FROM THE  
SOUTH CHINA SEA**

XIAO Yun-Lu<sup>1</sup>, XIAO Ning<sup>2</sup>, ZENG Xiao-Qi<sup>1</sup>

(1. *Institute of Evolution & Marine Biodiversity, Ocean University of China, Qingdao 266003, China*; 2. *Department of Marine Organism Taxonomy and Phylogeny, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China*)

**Abstract** A psychropotid species, *Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901, collected from Zhenbei Seamount from the South China Sea (at the depth of 2463m) was recognized when identifying the deep-sea specimens housed in Marine Biological Museum, Chinese Academy of Sciences. This is the first species recorded from Chinese waters within genus *Benthodytes* Théel, 1882. Detailed descriptions of its external feature were provided. *Benthodytes sibogae* is significantly different from other species of *Benthodytes* in having five or six pairs of large dorsal papillae arranged in two rows along the dorsum and evenly distributed. Observation of the ultra structure showed that the deposits of papillae differed from those of dorsal and ventral in size and height of the central apophyses, and the bifurcate positions of apophyses. In addition, the morphological characters of papillae deposits were illustrated for the first time. The taxonomic status of this species was compared with the type materials of *Benthodytes sibogae* Sluiter, 1901 and *Benthodytes hystrix* Sluiter, 1901. It shows that the number and arrangement of large papillae are important taxonomic features in diagnosing species of *Benthodytes*.

**Key words** deep-sea holothurians; Psychropotidae; *Benthodytes*; new record; Zhenbei Seamount