

# 厦门湾大佰屿、小佰屿海域石珊瑚物种多样性

阳 静<sup>1</sup>, 刘佳英<sup>1,2</sup>, 王云沛<sup>1</sup>

(1. 集美大学水产学院, 福建 厦门 361021; 2. 福建省海洋渔业资源与生态环境重点实验室, 福建 厦门 361021)

**[摘要]** 为了解厦门湾内大佰屿、小佰屿附近海域石珊瑚的物种多样性, 于2017、2021年在大佰屿、小佰屿附近海域设置了11个站位进行潜水调查, 共获得196株珊瑚样本, 其中石珊瑚样本17株。采用形态学方法对石珊瑚样本进行鉴定。结果显示, 在大小佰屿海域共栖息有1科3属4种石珊瑚, 分别为筒珊瑚属的 *Tubastraea tagusensis* 及 *T. coccinea*, 枝沙珊瑚属的 *Cladopsammia gracilis*, 以及木珊瑚属待定种 *Dendrophyllia* sp., 其中枝沙珊瑚 *C. gracilis* 是厦门湾海域的新记录种。

**[关键词]** 石珊瑚; 分类鉴定; 新记录种; 大佰屿; 小佰屿

**[中图分类号]** P 735

## Species Diversity of Scleractinian Coral in Dabaiyu and Xiaobaiyu Seas of Xiamen Bay

YANG Jing<sup>1</sup>, LIU Jiaying<sup>1,2</sup>, WANG Yunpei<sup>1</sup>

(1. Fisheries College, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. Fujian Provincial Key Laboratory of Marine Fishery Resources and Ecological Environment, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** In order to understand the current situation of coral species diversity in the sea around Dabaiyu and Xiaobaiyu in Xiamen Bay, 11 stations were set up in 2017 and 2021 for diving investigation in the sea near Dabaiyu and Xiaobaiyu. A total of 196 coral samples were obtained, including 17 scleractinian coral samples. Scleractinian coral samples were identified by morphological method. The results showed that there were 4 species of scleractinian corals in 1 family 3 genera, including *Tubastraea tagusensis*, *T. coccinea*, *Cladopsammia gracilis* and *Dendrophyllia* sp.; *C. gracilis* was a new record species in Xiamen Bay.

**Keywords:** scleractinian coral; classification and identification; new recorded species; Dabaiyu; Xiaobaiyu

## 0 引言

石珊瑚隶属于刺胞动物门 (Cnidaria) 珊瑚虫纲 (Anthozoa) 六放珊瑚亚纲 (Hexacorallia) 石珊瑚目 (Scleractinia)。<sup>[1]</sup>能与虫黄藻共生的石珊瑚, 会吸收虫黄藻光合作用合成的产物, 最终钙化形成碳酸钙骨骼, 是主要的造礁珊瑚<sup>[2-3]</sup>。石珊瑚分为浅水石珊瑚与深水石珊瑚, 浅水石珊瑚主要分布在热带及亚热带浅海, 深水石珊瑚广泛分布于全球各个海域。截至2022年7月23日, 世界海洋物种名录 (WoRMS) 中记录石珊瑚目有效种1625种, 其中约55%为浅水石珊瑚, 约45%为深水石珊瑚<sup>[4]</sup>。

**[收稿日期]** 2023-03-14

**[基金项目]** 福建省自然科学基金面上项目 (2019J01690); 厦门市海洋与渔业局 (南方中心项目) (13GQT001NF14); 集美大学国家基金培育计划项目 (ZP2020021)

**[作者简介]** 阳静 (1996—), 女, 硕士生, 从事珊瑚分类方向研究。通信作者: 刘佳英 (1968—), 女, 博士, 副教授, 从事生物多样性及保育方向研究。E-mail: jiayingliu@jmu.edu.cn

http://xuebaobangong.jmu.edu.cn/zkb

国际上关于石珊瑚物种多样性的研究, 主要聚焦于珊瑚礁集中分布区, 如安地列斯、墨西哥湾、澳大利亚大堡礁、中南美洲及红海等<sup>[5]</sup>。由于气候变化和全球暖化现象, 越来越多的科学家关注高纬度区域石珊瑚的分布及物种多样性研究。珊瑚礁主要分布在南北纬 30°之间。我国近岸海域的石珊瑚群落分布北线是福建东山湾附近<sup>[6]</sup>, 其中以木珊瑚科的较为常见。世界其他高纬度地区的石珊瑚中, 木珊瑚科物种也较为常见。例如, Mantelatto 等<sup>[7]</sup>报道了大西洋西南部木珊瑚科的 *Tubastraea coccinea*、*T. tagusensis*, 并将 *T. coccinea*、*T. tagusensis* 归为大西洋海域入侵物种; Choi 等<sup>[8]</sup>在韩国发现了木珊瑚科 3 个物种 (*T. coccinea*、*T. faulkneri*、*T. micranthus*); 2021 年 Yiu 等<sup>[9]</sup>在香港水域发现木珊瑚科 1 个新物种 (*Tubastraea megacorallita*), 次年 Yiu 等<sup>[10]</sup>又在该水域发现了 3 个木珊瑚科新物种 (*Tubastraea chloromura*、*Tubastraea dendroida*、*Tubastraea violacea*)。

我国在福建、广东、广西、海南、香港、台湾, 以及东沙、西沙、南沙和中沙群岛海域均有珊瑚资源分布<sup>[1, 11–14]</sup>。黄晖等<sup>[6]</sup>、李秀保等<sup>[15]</sup>分别于 2009、2010 年报道东山海域 7 种与 5 种造礁石珊瑚。2014 年杨顺良等<sup>[16]</sup>首次报道闽东海域的造礁石珊瑚, 共计有 4 科 8 属 9 种。倪智等<sup>[17]</sup>2017 年描述了厦门白哈礁的非造礁石珊瑚 6 种, 其中 5 种是厦门湾新记录种。在福建的东山湾口附近、厦门湾口附近, 以及东山岛、牛山岛、台山列岛、星仔列岛、白哈礁等海域发现有石珊瑚栖息<sup>[6, 15–19]</sup>, 累计记录石珊瑚 6 科 14 属 22 种, 其中造礁石珊瑚 4 科 8 属 9 种, 非造礁石珊瑚 3 科 6 属 13 种。

厦门湾为复合式港湾, 围绕着厦门本岛, 分布有厦门港、外港区、马銮湾、同安湾、九龙江河口区与东侧水道等<sup>[20]</sup>。厦门湾岸线曲折, 地形复杂, 主要受黑潮、南海暖流、闽浙沿岸流和九龙江口径流的影响<sup>[18, 21–22]</sup>。大、小佰屿为袖珍近陆岛, 位于厦门湾的北湾口处, 泉金航线中途。大佰屿面积 0.0599 km<sup>2</sup>, 小佰屿面积 0.0170 km<sup>2</sup>, 岛屿表面为黄土砂质, 海岸为基岩岸滩, 间有沙质岸, 人工石砌护岸, 多暗礁, 适宜珊瑚生长<sup>[23–24]</sup>。大、小佰屿具有丰富的营养物质和有机碎屑, 为珊瑚的生长发育提供了丰富的饵料来源<sup>[17]</sup>, 但是尚未见到大、小佰屿海域有石珊瑚栖息的报道。

# 1 材料与方法

## 1.1 调查方法与样品采集

2017 年 7 月及 2021 年 4 月对大、小佰屿附近的海域进行潜水调查取样, 共设置 11 个采样点, 具体采样地点相关信息见表 1。在大、小佰屿附近海域, 2017 年采集到 148 株珊瑚样本, 其中石珊瑚样本 11 株; 2021 年采集到 48 株珊瑚样本, 其中石珊瑚样本 6 株。

表 1 2017、2021 年调查站位  
Tab. 1 Survey stations in 2017 and 2021

年份	站位	经度	纬度	水深/m	pH	年份	站位	经度	纬度	水深/m	pH
2017	DB01	118°27'40"	24°33'46"	4.0	7.6	2017	XB01	118°27'00"	24°34'30"	3.0	8.2
	DB02	118°27'17"	24°34'15"	4.5	8.2		XB02	118°27'12"	24°33'48"	5.0	8.3
	DB03	118°26'58"	24°34'09"	2.5	8.0		XB03	118°27'38"	24°33'47"	4.0	8.2
	DB04	118°27'02"	24°34'27"	4.0	8.1		XB04	118°25'33"	24°35'19"	3.0	8.3
	XB05	118°27'47"	24°33'21"	4.0	8.2	2021	XB05	118°25'55"	24°34'57"	1.0	8.1
							XB06	118°26'20"	24°35'22"	2.0	8.2

## 1.2 鉴定方法

将珊瑚样本编号, 放入样本瓶中保存, 加入 95% 乙醇浸泡。观察前珊瑚骨骼, 用次氯酸钠溶液对样本进行处理, 溶解石珊瑚表面组织, 直至组织脱落干净。在解剖镜下对珊瑚杯形状, 隔片轮数、大小、融合情况, 以及轴向边缘形状进行观察并拍照。对珊瑚杯的高度、珊瑚骨骼长度、珊瑚杯从共骨部分突起的高度等相关数据进行测量、记录并拍照。

2 结果

2.1 筒星珊瑚属（*Tubastraea*）

1) 编号为 20210403-DB-01-4、20210403-DB-01-5、20170702-DB-01-29、20170702-DB-01-29、20170702-DB-02-33、20170702-DB-02-34、20170702-DB-02-35、20170702-DB-02-36、20170702-DB-04-5 的研究样本，初步鉴定为 *T. tagusensis*。

外观特征：如图 1A、B 所示，珊瑚体整体呈现灌木丛状，珊瑚虫为橙色，珊瑚杯筍形，珊瑚骨骼呈白色。生殖方式为从珊瑚杯壁或两杯之间外触手芽生殖。有贝壳附生。

测量数据：珊瑚体宽 2.8 ~ 5.6 cm，珊瑚杯直径 0.4 ~ 1.2 cm，珊瑚杯高于共骨，杯高 0.4 ~ 1.6 cm。

结构特征：如图 1C、D 所示，珊瑚杯壁有肋间纹（i. s.），肋骨（C）清晰，肋间纹为颗粒状的孔；珊瑚杯呈圆柱状或椭圆状；隔片有四轮（S1 ~ S4），隔片宽度 S1 = S2 > S3 > S4，隔片边缘较光滑，隔片表面有齿状凸起，第一轮隔片延伸到轴柱，第四轮隔片融合；杯窝深，轴柱稍突出，呈海绵状。

厦门湾分布：大佰屿（24°33′46″N ~ 24°57′51″N，118°27′2″E ~ 118°45′1″E），水深 3.0 ~ 4.5 m。

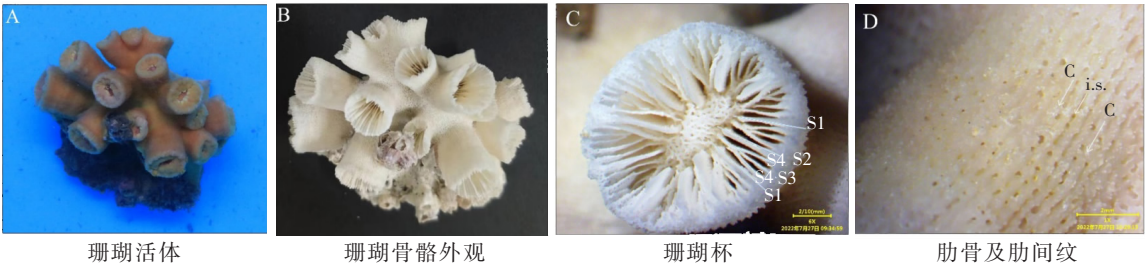


图 1 样本 20210403-DB-01-4 珊瑚外观及骨骼

Fig.1 Pictures of morphology and corallite of specimen 20210403-DB-01-4

2) 编号为 20170702-DB-02-37、20170702-XB-05-5、20170702-XB-05-6、20170702-XB-05-4、20170702-XB-05-7 的研究样本，初步鉴定为猩红筒星珊瑚 *T. coccinea*。

外观特征：如图 2A、B 所示，珊瑚体整体呈盘形，活体颜色为橙色，珊瑚虫为橙色，珊瑚骨骼呈白色。生殖方式为从珊瑚杯基部与珊瑚杯壁的地方外触手芽生殖。

测量数据：珊瑚体宽 4.3 ~ 8.2 cm，珊瑚杯直径 0.6 ~ 1 cm，珊瑚杯高于共骨，杯高 0.4 ~ 1.7 cm。

结构特征：如图 2C、D 所示，杯壁有肋间纹，上有颗粒状的孔；珊瑚杯呈圆柱状或椭圆状；隔片有四轮，第一、二、三轮隔片几近等大，隔片边缘有细小的齿状物；杯窝较深，隔片不突出，轴柱海绵状。

厦门湾分布：小佰屿（24°33′21″N，118°27′47″E），水深 4.0 m；大佰屿（24°34′15″N，118°27′17″E），水深 4.5 m。

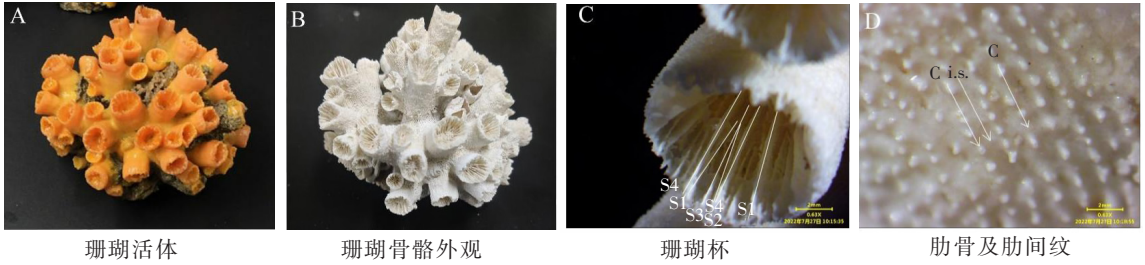


图 2 样本 20170702-DB-02-37 珊瑚外观及骨骼

Fig.2 Pictures of morphology and corallite of specimen 20170702-DB-02-37

2.2 枝沙珊瑚属（*Cladopsammia*）

编号为 20210403-XB-06-1、20210403-XB-06-2 的研究样本，初步鉴定为 *Cladopsammia gracilis*。

外观特征：如图 3A、B 所示，珊瑚虫颜色橙色，珊瑚骨骼为白色，整体呈灌木丛状。生殖方式



为从共骨部分与珊瑚杯壁的地方外触手芽生殖。

测量数据: 珊瑚体宽 4.3 ~ 4.5 cm, 珊瑚杯直径 0.6 ~ 1.7 cm, 珊瑚杯高于共骨, 杯高 0.4 ~ 1.2 cm, 杯深 0.3 ~ 1.1 cm。

结构特征: 如图 3C、D 所示, 珊瑚杯壁有肋间纹, 肋间纹清晰, 肋骨呈齿状; 珊瑚杯呈圆柱状或椭圆状; 隔片排列按照 Pourtales 轮次方式, 有 5 轮, 第一轮与第二轮隔片几近等大, 第一、第二轮隔片上部较窄, 向下在一半处宽度增加后垂直向下至底部与轴柱连接; 杯窝较浅, 隔片不突出, 轴柱海绵状。

厦门湾分布: 小佰屿 (24°58'36"N, 118°43'39"E), 水深 2.0 m。

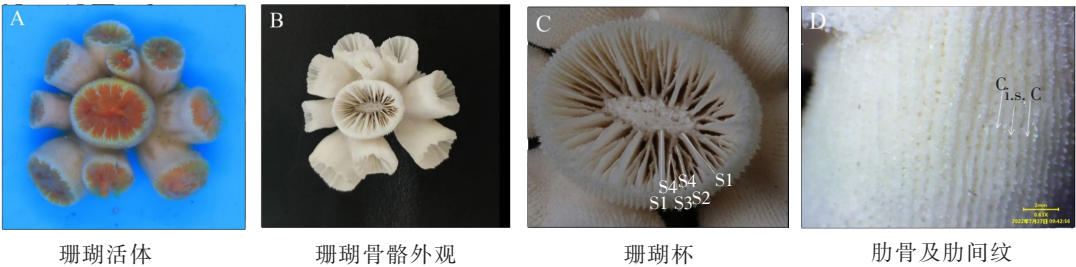


图 3 样本 20210403-XB-06-1 珊瑚外观及骨骼

Fig.3 Pictures of morphology and corallite of specimen 20210403-XB-06-1

2.3 木珊瑚属 (*Dendrophyllia*)

编号为 20210403-XB-06-3 的研究样本, 初步鉴定为 *Dendrophyllia* sp.。

外观特征: 如图 4A、B 所示, 珊瑚体整体呈现灌木丛状, 活体颜色为橙色, 珊瑚虫为橙色, 珊瑚骨骼呈白色。生殖方式为从珊瑚杯基部与珊瑚杯壁的地方外触手芽生殖。

测量数据: 珊瑚体宽 5 cm, 珊瑚杯直径 0.5 ~ 1.8 cm, 珊瑚杯高于共骨, 杯高 0.3 ~ 1.5 cm。

结构特征: 如图 4C、D 所示, 杯壁有肋间纹, 上有颗粒状的孔; 珊瑚杯呈圆柱状或椭圆状; 隔片方式按照 Pourtales 轮次方式发育, 隔片有四轮, 第一、二轮隔片几近等大, 隔片边缘光滑; 杯窝较深, 隔片不突出, 轴柱海绵状。

厦门湾分布: 小佰屿 (24°58'96"N, 118°43'39"E), 水深 2.0 m。

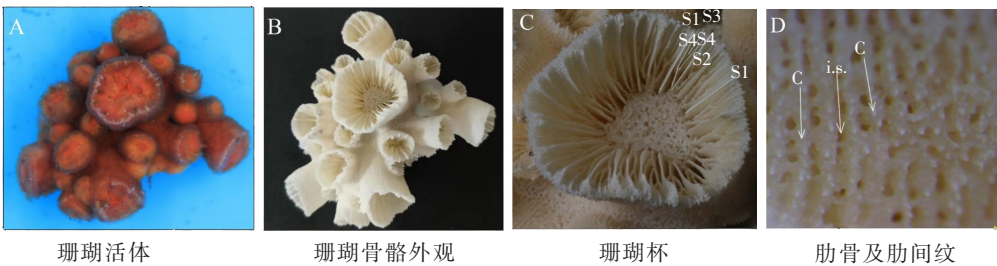


图 4 样本 20210403-XB-06-3 珊瑚外观及骨骼

Fig.4 Pictures of morphology and corallite of specimen 20210403-XB-06-3

3 讨论

本研究调查获得的大、小佰屿海域的石珊瑚样本, 经形态学鉴定, 都是木珊瑚科下物种。该科珊瑚的生长形态包括单体型和群体型, 生活方式则有附着型和游离型<sup>[25]</sup>, 珊瑚群体的生长形式多样, 包括盘形、树形、栅形、表覆形及单体形等<sup>[26]</sup>。该科共同特征是珊瑚孔有厚壁, 珊瑚孔之间的共骨粗糙或多孔洞, 隔片呈褶片或褶页型, 中柱为海绵状或不发育、离片不明显等<sup>[25]</sup>。

3.1 物种特征

对比资料可知, 筒星珊瑚属样本 20170702-DB-02-37 与戴昌凤等<sup>[25]</sup>、倪智等<sup>[17]</sup>描述的猩红筒星珊瑚 (*T. coccinea*) 基本一致, 如珊瑚体表覆形或盘形, 共肉颜色为橙色或金黄色, 珊瑚孔圆柱形, 珊瑚杯直

径 1.0 ~ 1.2 cm, 所有的隔膜不突出, 隔片边缘有细小的齿状物, 隔片 4 组和 S4 常发育不全等。

筒星珊瑚属样本 20210403-DB-01-4 与戴昌凤等<sup>[25]</sup>、倪智等<sup>[17]</sup>描述的 *T. tagusensis* 形态基本一致, 资料描述 *T. tagusensis* 隔片在 3 或 4 组, S1、S2 与中柱相连, 肋片平滑, 或有颗粒状凸起, 珊瑚杯直径在 0.4 ~ 2.3 cm 左右, 口部鲜红色等。

枝沙珊瑚属样本 20210403-XB-06-1 与 Choi 等<sup>[27]</sup>描述的 *C. gracilis* 基本一致, 如从共同的基底共生体上的外生芽生殖, 珊瑚杯圆柱形或近似圆柱形, 肋部条纹呈线性颗粒状, 肋间纹多孔, 隔片面有小刺, 隔片 5 组且轴柱细长, 海绵状形态。文献 [27] 中珊瑚杯窝深 0.1 ~ 0.9 cm, 本样本珊瑚杯窝深 0.3 ~ 1.1 cm, 稍有差异, 但根据前面的形态描述与隔片形式等可判定样本为 *C. gracilis*。倪智等<sup>[17]</sup>在相似海域环境的白哈礁海域发现了 3 属 6 种石珊瑚, 分别为筒星珊瑚属、枝沙珊瑚属、木珊瑚属物种, 其中筒星珊瑚属物种与本研究发现的一致, 枝沙珊瑚属与木珊瑚属都为待定种。

对厦门湾海域珊瑚的分布进行后续的研究, 可丰富厦门湾的物种多样性。

### 3.2 三属物种分布现状

大、小佰屿石珊瑚样本形态学鉴定结果为木珊瑚科下筒星珊瑚属、枝沙珊瑚属与木珊瑚属物种, 珊瑚活体颜色多为黄色、橙色, 部分石珊瑚上附着生长有贝类生物。截止到 2022 年 12 月 26 日, WoRMS 记录筒星珊瑚属有效物种 10 种, 枝沙珊瑚属有效物种 8 种, 木珊瑚属有效物种 27 种。

筒星珊瑚属物种: 筒星珊瑚属物种主要分布在印度洋—大西洋—太平洋等海域。Sammarco 等<sup>[28]</sup>与 Mantelatto 等<sup>[7]</sup>分别于 2010、2011 年报道大西洋海域筒星珊瑚属物种 *T. coccinea*、*T. tagusensis*, 并认定其为入侵物种, 同时认为 *T. coccinea* 不仅入侵了西大西洋, 也入侵了印度—太平洋海域。Choi 等<sup>[8]</sup>在韩国周边发现了筒星珊瑚属 3 个物种——*T. coccinea*、*T. faulkneri*、*T. micranthus*。Sammarco 等<sup>[29]</sup>在墨西哥湾北部天然气和近海石油平台也发现了 *T. coccinea*。*T. coccinea* 在中国沿海地区栖息范围较广泛, 如深圳东部海域<sup>[30]</sup>、海南大洲岛后港<sup>[31]</sup>及三亚鹿回头<sup>[32]</sup>海域、厦门—东山<sup>[6,15]</sup>沿海、牛山岛和台山列岛<sup>[18]</sup>海域、台湾沿海<sup>[33]</sup>。《厦门湾物种多样性》<sup>[34]</sup>记录有筒星珊瑚属物种 *T. coccinea*, 倪智等<sup>[17]</sup>对白哈礁海域石珊瑚物种进行了研究, 报道了 *T. coccinea*、*T. tagusensis*、*T. sp.*。本研究在大、小佰屿海域发现了 *T. coccinea*、*T. tagusensis*, 这 2 种在国外许多地方都判定为入侵物种, 在厦门湾是否属于入侵种还需进一步研究。

枝沙珊瑚属物种: 枝沙珊瑚属物种主要分布在西大西洋, 以及日本、韩国、新喀多尼亚、中国、美国等太平洋海域。枝沙珊瑚属物种 *C. gracilis* 在中国、韩国、日本、印度、澳大利亚等地都有栖息<sup>[25,27]</sup>。本研究在大、小佰屿海域发现了枝沙珊瑚属物种 *C. gracilis*, 为厦门湾海域新记录种。

木珊瑚属物种: 木珊瑚属物种主要分布在西太平洋, 如日本、中国及马来西亚等太平洋海域<sup>[25]</sup>。我国在东海发现了木珊瑚属待定种 *Dendrophyllia* sp.<sup>[35]</sup>, 福建牛山岛海域发现了 *Dendrophyllia arbuscula*<sup>[18]</sup>, 福建厦门湾白哈礁附近海域发现了木珊瑚属待定种 *Dendrophyllia* sp.<sup>[17]</sup>。本研究在大、小佰屿海域发现了木珊瑚属待定物种 *Dendrophyllia* sp., 是否为厦门湾海域广布属还需进一步调查研究。

## 4 结论

通过对大、小佰屿海域的石珊瑚样本进行形态学鉴定, 鉴定结果分属 1 科 3 属 4 种, 分别为筒星珊瑚属物种 *T. tagusensis* 和 *T. coccinea*, 枝沙珊瑚属物种 *C. gracilis*, 和木珊瑚属待定种 *D. sp.*。其中枝沙珊瑚属物种 *C. gracilis* 是厦门湾海域的新记录种。

## [ 参考文献 ]

- [1] 刘瑞玉. 中国海洋生物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 346.
- [2] 戴昌凤, 秦启翔, 郑安怡. 东沙珊瑚生态图鉴[M]. 高雄: 海洋国家公园管理处, 2013: 20.
- [3] 王丽荣, 赵焕庭. 珊瑚礁生态系的一般特点[J]. 生态学杂志, 2001(6): 41-45.
- [4] FLANDERS MARINE INSTITUTE. World Register of Marine Species (WoRMS) [EB/OL]. (2022-07-23) [2022-07-23]. <http://xuebaobangong.jmu.edu.cn/zkb>

tps://www.marinespecies.org/scleractinia/index.php.

- [5] 马志华. 世界各地的珊瑚礁[J]. 海洋信息, 1994(10):28-30.
- [6] 黄晖,练健生,李振兴,等. 福建东山珊瑚自然保护区及其生物多样性[M]. 北京:海洋出版社, 2009:62.
- [7] MANTELATTO M C, CREED J C, MOURAO GG, et al. Range expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* in the Southwest Atlantic[J]. Coral Reefs, 2011, 30(2):397.
- [8] CHOI E, SONG J. Three records of the genus *Tubastraea* (Anthozoa:Hexacorallia:Scleractinia:Dendrophylliidae) from Korea[J]. Animal Systematics, Evolution and Diversity, 2017, 33(2):65-72.
- [9] YIU S K F, CHUNG S S, QIU J. A new species of the sun coral genus *Tubastraea* (Scleractinia:Dendrophylliidae) from Hong Kong[J]. Zootaxa, 2021, 5047(1):1-16.
- [10] YIU S K F, QIU J. Three new species of the Sun coral genus *Tubastraea* (Scleractinia:Dendrophylliidae) from Hong Kong, China[J]. Zoological Studies, 2022, 61(45).
- [11] 傅秀梅,王长云,邵长伦,等. 中国珊瑚礁资源状况及其药用研究调查 I:珊瑚礁资源与生态功能[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2009, 39(4):676-684.
- [12] 陈天然,余克服,施祺,等. 大亚湾石珊瑚群落近 25 年的变化及其对 2008 年极端低温事件的响应[J]. 科学通报, 2009, 54(6):812-820.
- [13] 黄晖,尤丰,练健生,等. 西沙群岛海域造礁石珊瑚物种多样性与分布特点[J]. 生物多样性, 2011, 19(6):710-715.
- [14] 姜峰,陈明茹,杨圣云. 福建东山造礁石珊瑚资源现状及其保护[J]. 资源科学, 2011, 33(2):364-371.
- [15] 李秀保,练健生,黄晖,等. 福建东山海域石珊瑚种类多样性及其空间分布[J]. 台湾海峡, 2010, 29(1):5-11.
- [16] 杨顺良,赵东波,任岳森,等. 在闽东海域发现的石珊瑚的种类组成和分布[J]. 应用海洋学学报, 2014, 33(1):29-37.
- [17] 倪智,刘佳英,宋倩倩,等. 厦门白哈礁海域石珊瑚的分类鉴定[J]. 应用海洋学学报, 2017, 36(4):550-557.
- [18] 杨顺良,杨璐,赵东波,等. 福建沿海浅水石珊瑚和柳珊瑚的种类及其分布[J]. 应用海洋学学报, 2015, 34(2):209-218.
- [19] 黄宗国,郑成兴,李传燕,等. 福建东山石珊瑚伴生物种多样性[J]. 生物多样性, 1999, 7(3):181-188.
- [20] 林桂兰,孙飒梅,曾良杰,等. 高分辨率遥感技术在厦门海湾生态环境调查中的应用[J]. 台湾海峡, 2003, 2(12):242-247.
- [21] 鲍晶晶. 厦门湾及邻近海域地形地貌研究[D]. 厦门:国家海洋局第三海洋研究所, 2011.
- [22] 陈国通,邹仁林. 东海深水石珊瑚的分布特点[J]. 东海海洋, 1984(1):38-45.
- [23] 宋倩倩,刘佳英,倪智,等. 厦门海域珊瑚体内重金属水平和分布特征[J]. 海洋科学, 2018, 42(8):98-106.
- [24] 卢千妮. 浅谈无居民海岛:大小破灶屿的旅游策划研究[J]. 黑龙江科技信息, 2017(4):199-200.
- [25] 戴昌凤,郑有容. 台湾珊瑚全图鉴(上):石珊瑚[M]. 台北:猫头鹰出版社, 2020:269-281.
- [26] 邹仁林. 中国动物志:腔肠动物门[M]. 北京:科学出版社, 2001:11.
- [27] CHOI E, SONG J. Four new records of two genera *Balanophyllia* and *Cladopsammia* (Anthozoa:Hexacorallia:Scleractinia:Dendrophylliidae) from Korea[J]. Animal Systematics, Evolution and Diversity, 2014, 30(3):183-190.
- [28] SAMMARCO P, PORTER S, CAIRNS S. A new coral species introduced into the Atlantic Ocean -*Tubastraea micranthus* (Ehrenberg 1834) (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia):an invasive threat? [J]. Aquatic Invasions, 2010, 5(2):131-140.
- [29] SAMMARCO P W, ATCHISON A D, BOLAND G S. Expansion of coral communities within the Northern Gulf of Mexico via offshore oil and gas platforms[J]. Marine Ecology Progress Series, 2004, 280:129-143.
- [30] 贾春斌,王佳美,唐振朝. 深圳东部海域珊瑚群落分布特征[J]. 渔业研究, 2020, 42(6):590-597.
- [31] 古倩怡,李洪武,钱军,等. 海南大洲岛后港造礁石珊瑚的种类组成与分布[J]. 海南大学学报(自然科学版), 2017, 35(4):366-371.
- [32] 张乔民,余克服,施祺,等. 全球珊瑚礁监测与管理保护评述[J]. 热带海洋学报, 2006(2):71-78.
- [33] CHAN I, HUNG J, PENG S, et al. Comparison of metal accumulation in the azooxanthellatescleractinian coral (*Tubastraea coccinea*) from different polluted environments[J]. Marine Pollution Bulletin, 2014, 85(2):648-658.
- [34] 黄宗国. 厦门湾物种多样性[M]. 北京:海洋出版社, 2006:122.
- [35] 阎贫,王彦林,靳永斌,等. 东沙海区海丘发现多底栖方式深水珊瑚[J]. 地学前缘, 2022, 29(4):202-210.

(责任编辑 朱雪莲 英文审校 黄力行)