



2025年

黄岩岛蓝洞 调查报告

生态环境部华南环境科学研究所
广西大学广西南海珊瑚礁研究重点实验室
生态环境部宣传教育中心
三沙市生态环境局

2026年6月

目录

前言	1
一、蓝洞生态系统	3
二、黄岩岛蓝洞基本情况及成因	5
(一) 蓝洞基本形态	7
(二) 蓝洞地貌特征与初步成因分析	8
三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况	10
(一) 造礁石珊瑚	11
(二) 砗磲	14
(三) 礁栖鱼类	16
(四) 绿海龟	19
四、调查研究与保护展望	20

前言

海洋蓝洞是地球上罕见的地质地貌单元，因其深邃的蓝色水体与独特的洞穴结构成为极具吸引力的自然景观，常被称为“海洋之瞳”。海洋蓝洞的形成通常跨越千年或万年甚至更长时间尺度，是地质环境演化、历史气候记录和生物多样性演变的“天然档案库”，具有重要的生态价值和科研价值。海洋蓝洞根据成因可分为石灰岩溶解型和珊瑚礁生长结构成因型。

2025 年 8 月，生态环境部华南环境科学研究所、广西大学广西南海珊瑚礁研究重点实验室等单位科考调查人员在黄岩岛潟湖中部发现了一处疑似“蓝洞”的特殊生境，并对其开展水肺潜水观测、水下机器人探测、无人机航拍、海水基础参数监测、水体环境 DNA 样品与沉积物样品采集等一系列现场综合调查。2025 年 9 月至 2026 年 3 月，相关单位进一步结合卫星遥感观测、地质年代学分析、沉积特征分析和生态地质景观影像判读等多学科技术手段研究，并组织相关领域专家综合研判，黄岩岛蓝洞属于世界罕见的珊瑚礁生长结构成因型海洋蓝洞（简称“珊瑚礁蓝洞”），也是我国迄今探明的第一个珊瑚礁蓝洞（图 1）。

黄岩岛蓝洞发育于潟湖中部点礁密集区，洞口面积 1491.7 平方米，洞口最大直径 56.3 米，深度 16.6 米，内部结构呈漏斗状，洞内及周边海域分布有多种典型珊瑚礁生物类群，发现国家一级保护野生动物绿海龟栖息活动，现场调查累计记录造礁石珊瑚 165 种、鱼类 184 种。基于放射性碳 -14 同位素测年等地质年代学研究初步显示，黄岩岛蓝洞至少形成

前言

于距今 3200 年前。

黄岩岛蓝洞是黄岩岛自然生态系统多样性的重要体现，它是记录南海古环境演化、海平面升降、全球与南海区域气候变化影响等的重要地质载体，可为黄岩岛全新世以来的地质演化、南海生物多样性与环境演变研究等提供重要信息，并对揭示海洋蓝洞这一特殊生态系统的形成演化机制及其生态效应提供重要科学支撑，具有不可替代的生态价值、资源支撑价值与全球变化科学研究价值。



图 1 黄岩岛蓝洞

一、蓝洞生态系统

蓝洞作为地球上较为罕见的特殊地质地貌单元，是形成于碳酸盐台地或岛屿中的地下空腔，其与地表相互联通，内部含有受降水和潮汐作用影响的淡水、海水或混合化学性质的水体，主体深度位于海平面以下，内部也可能存在被淹没的洞穴通道¹。蓝洞依据所发育的地理区域可划分为陆地蓝洞与海洋蓝洞。

海洋蓝洞因其深邃的蓝色水体与独特的洞穴结构成为极具吸引力的自然景观，常被称为“海洋之瞳”。海洋蓝洞的形成通常跨越千年或万年甚至更长时间尺度，它不仅是研

究过去全球与区域气候变化、海平面升降与风暴潮等极端事件演化历史的重要载体²，也是研究海洋生物多样性和生物地球化学循环过程的热点区域³，在科学研究、地质环境演化探查、生态环境保护 and 生物资源开发等方面均发挥重要的生态功能。

海洋蓝洞根据成因可进一步分为石灰岩溶解型海洋蓝洞与珊瑚礁生长结构成因型海洋蓝洞。石灰岩溶解型在海洋蓝洞中较为常见，例如伯利兹大蓝洞、巴哈马迪恩斯蓝洞以及我国的三沙永乐龙洞等均属于该类型海洋蓝洞。珊瑚礁生长结

¹ Mylroie, J.E., Carew, J.L., and Moore, A.I. 1995. Blue holes: Definition and genesis. *Carbonate Evaporite*. 10, 225-233.

² Yu, X., Duan, B., Guo, K., Li, T., Feng, A., Du, J., Villemant, B., Ning, Y., Liu, Y., 2022. Mapping and U—Th dating of the world's deepest blue hole (South China Sea): Implications for its timing, possible volcanogenic origin, and Pleistocene eolianites in the Xisha Islands. *Mar Geol*. 447, 106776.

³ Chen, B., Yu, K., Fu, L., Wei, Y., Liang, J., Liao, Z., Qin, Z., Yu, X., Deng, C., Han, M., Ma, H., 2023. The diversity, community dynamics, and interactions of the microbiome in the world's deepest blue hole: Insights into extreme environmental response patterns and tolerance of marine microorganisms. *Microbiol Spectr*. 11(6): e0053123.

一、蓝洞生态系统

构成因型海洋蓝洞较为罕见，澳大利亚豪特曼—阿波罗尔霍斯蓝洞为该类型海洋蓝洞的典型代表⁴。

⁴ Wyrwoll, K.H., Zhu, Z.R., Collins, L.B., Hatcher, B.G., 2006. Origin of blue hole structures in coral reefs: Houtman Abrolhos, western Australia. *J Coast Res.* 22 (1), 202-208.

二、黄岩岛蓝洞基本情况及成因

2024 年以来，生态环境部华南环境科学研究所、广西大学广西南海珊瑚礁研究重点实验室等单位连续实施黄岩岛海域科考调查。2025 年 8 月，科考调查人员在黄岩岛潟湖内开展珊瑚礁生态系统调查时发现了一处疑似“蓝洞”的特殊生境，随即对其开展了水肺潜水观测、水下机器人探测、无人机航拍、海水基础参数监测、水体环境 DNA 样品与沉积物样品采集等一系列现场综合调查。

2025 年 9 月至 2026 年 3 月，相关单位进一步结合卫星遥感观测、地质年代学分析、沉积特征分析和生态地质景观影像判读等多学科技术手段综合研究，并组织相关领域专家进行专题研究论证，综合研判认为，该蓝洞属于世界罕见的珊瑚礁生长结构成因型海洋蓝洞（简称“珊瑚礁蓝洞”），亦是我国迄今发现的第一个珊瑚礁蓝洞（图 2）。

二、黄岩岛蓝洞基本情况及成因

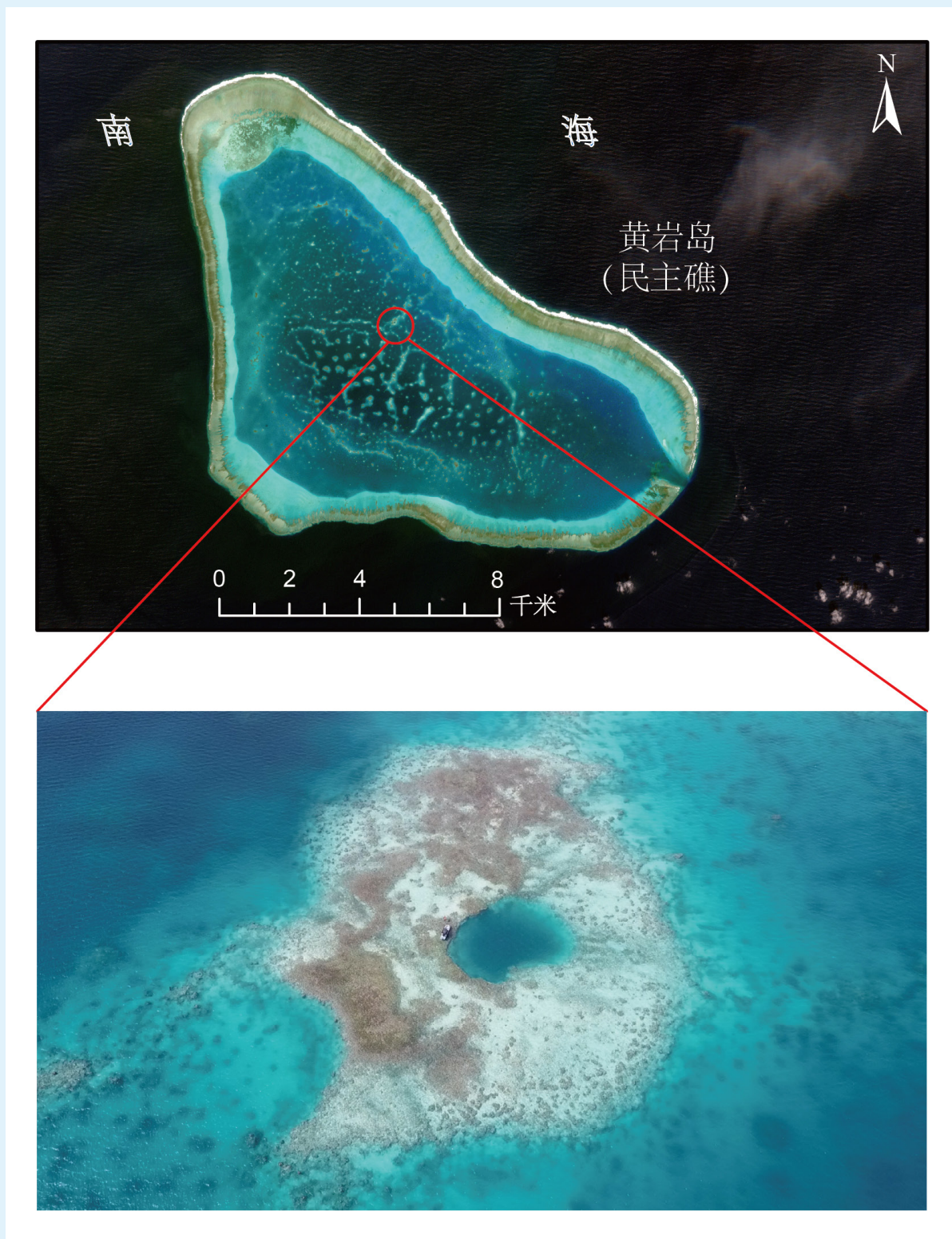


图 2 黄岩岛蓝洞所处地理位置

二、黄岩岛蓝洞基本情况及成因

(一) 蓝洞基本形态

黄岩岛蓝洞发育于黄岩岛潟湖中部一椭圆形点礁内，洞口面积为 1491.7 平方米，洞口周长为 152.4 米，洞口平均半径为 19.6 米，洞口最大直径为 56.3 米。近 10 年来的卫星遥感影像显示，黄岩岛蓝洞洞口形态总体稳定，未发现明显的地貌变迁与形态变化。黄岩岛蓝洞内部结

构呈漏斗状，洞底狭小，最大深度为 16.6 米（图 3），符合珊瑚礁生长结构成因型蓝洞总体深度 10~20 米、最大深度不超过 30 米的深度特征。蓝洞内水下存在高浑浊度海水分层现象，其浊度高于周边珊瑚礁区海水浊度，符合珊瑚礁生长结构成因型蓝洞存在水体分层结构的典型特征。

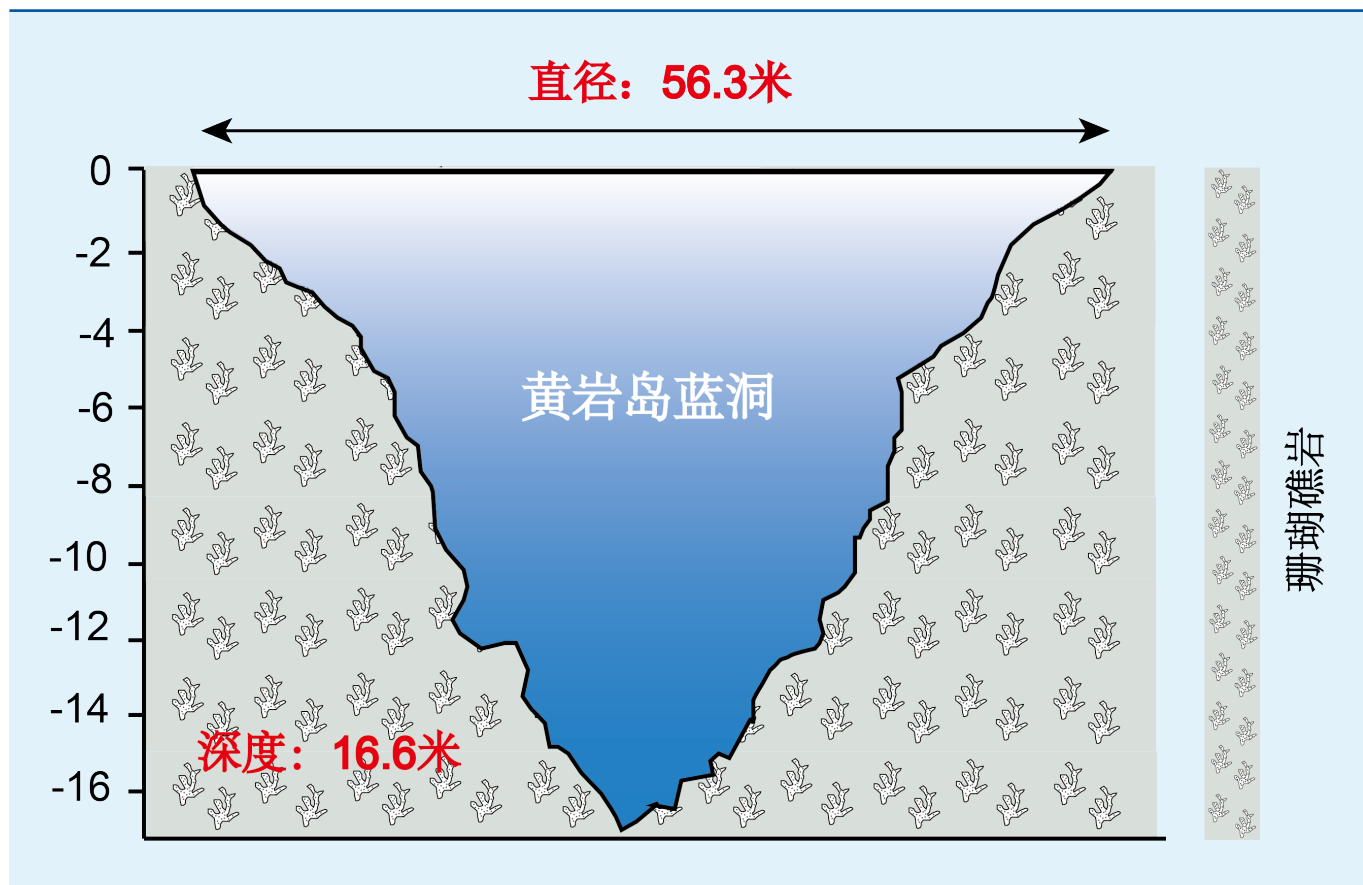


图 3 黄岩岛蓝洞基本形态示意图

二、黄岩岛蓝洞基本情况及成因

(二) 蓝洞地貌特征与初步成因分析

黄岩岛蓝洞洞壁主体为珊瑚礁岩，洞内未发现石笋、钟乳石、通道、侧洞等岩溶地貌特征。洞底与侧壁分布有大量大型珊瑚礁岩、珊瑚骨骼碎屑、砂质沉积物，符合珊瑚礁

生长结构成因型海洋蓝洞的沉积特征（图 4、图 5）。基于放射性碳-14 同位素测年等地质年代学研究初步显示，黄岩岛蓝洞至少形成于距今 3200 年前，符合全球珊瑚礁生长结构成因型海洋蓝洞形成的年代特征（即距今 1 万年以来的全新世）。



图 4 基于水下机器人拍摄的黄岩岛蓝洞洞壁生态地质景观（1.9 ~ 16.4 米）

二、黄岩岛蓝洞基本情况及成因

在气候变化、海平面升降等多重自然因素影响下，黄岩岛潟湖内相邻尖礁或（和）点礁随之发育，礁体通过横向扩张与胶结作用最终形成闭合，可能是黄岩岛蓝洞形成的主要原因。

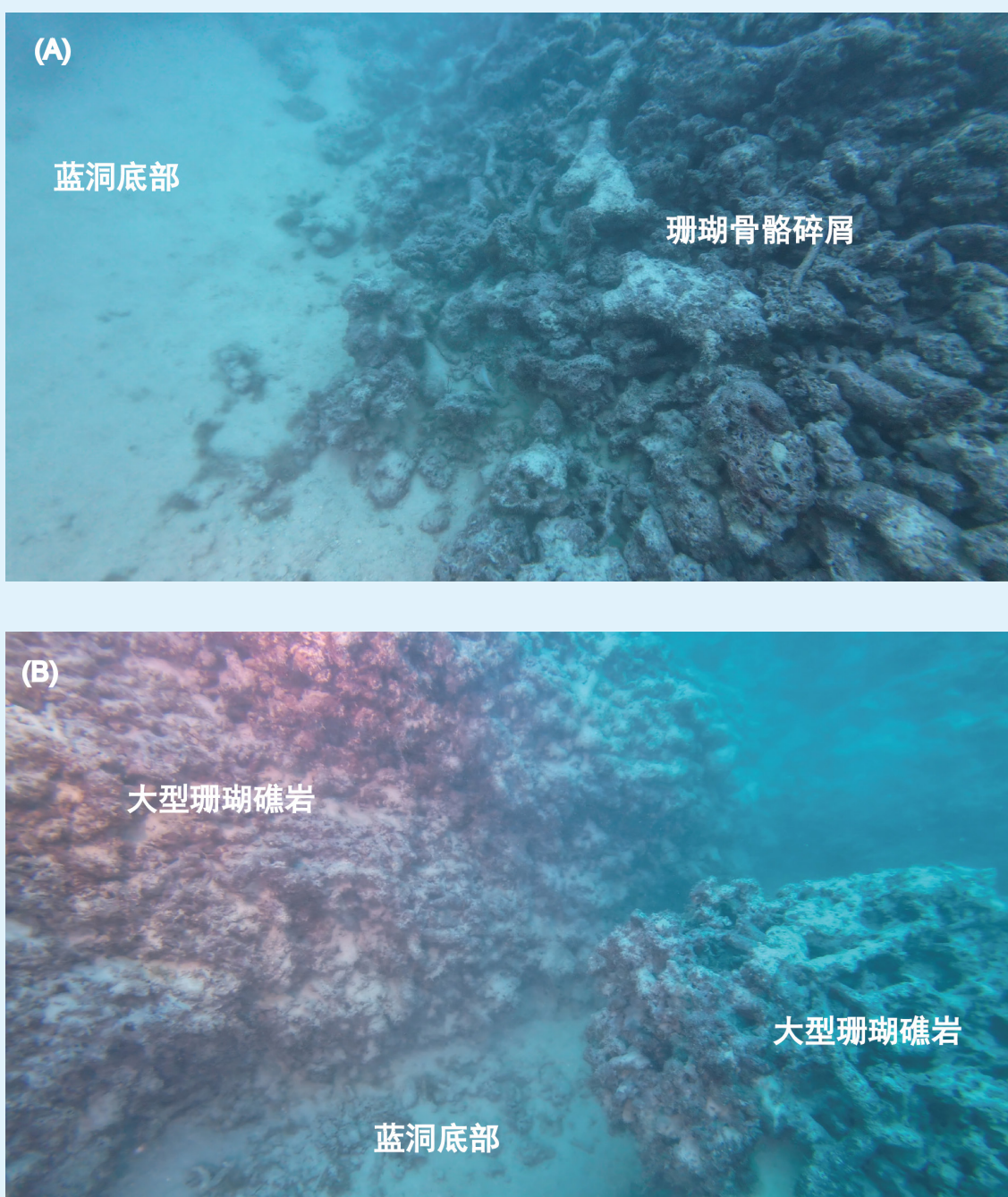


图 5 基于水肺潜水拍摄的黄岩岛蓝洞洞底生态地质景观

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况

黄岩岛蓝洞作为珊瑚礁蓝洞，其洞内及周边海域生物多样性极为丰富（图 6、图 7）。本次现场调查在洞内记录到珊瑚、砗磲、鱼类、海绵、海葵等珊瑚礁典型生物类群，洞内及洞口周边发现有国家一级保

护野生动物绿海龟栖息活动。蓝洞周边海域连续两年现场调查累计记录造礁石珊瑚 14 科 44 属 165 种、鱼类 27 科 85 属 184 种，利用环境 DNA 技术记录海洋生物超 2700 种。

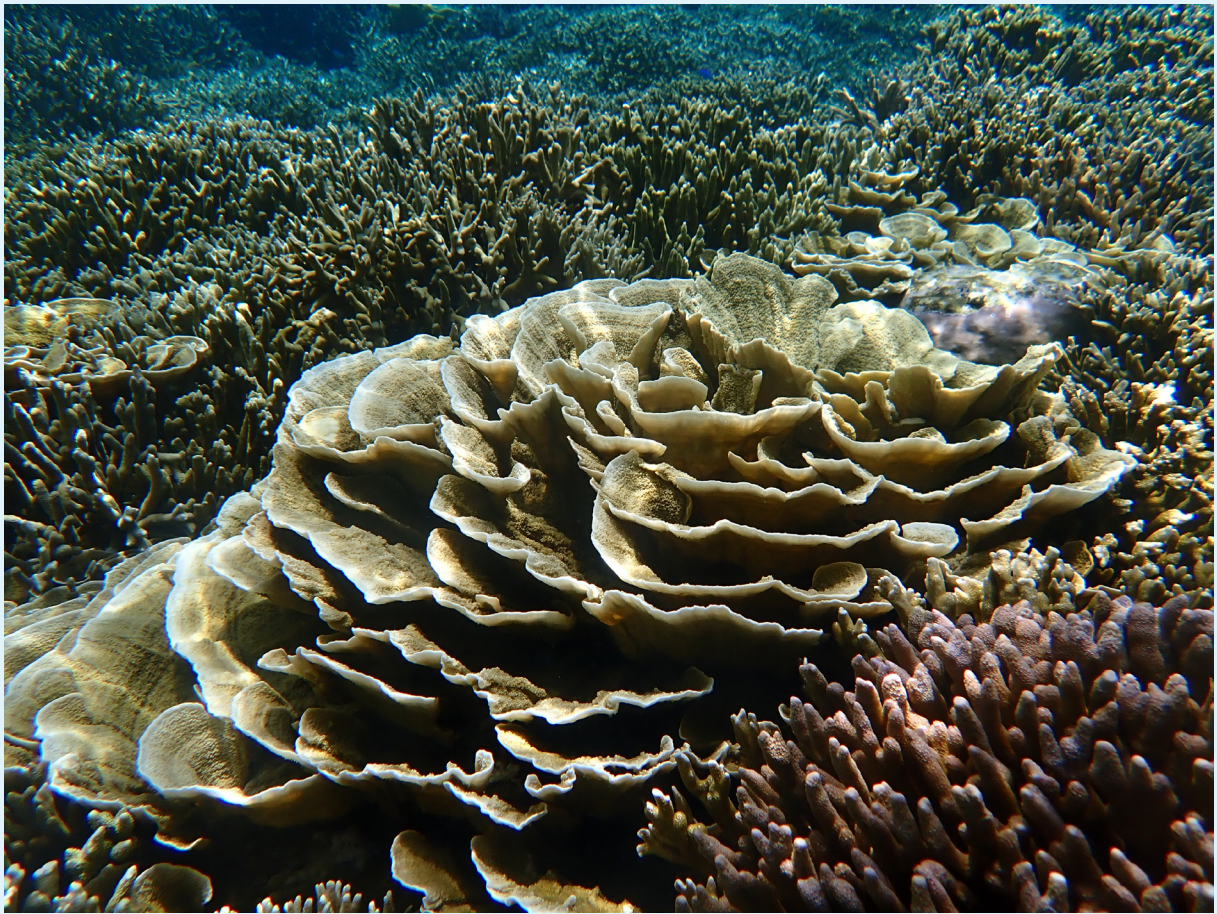


图 6 健康的黄岩岛珊瑚礁生态系统

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况



图 7 多姿多彩的黄岩岛珊瑚礁鱼类

(一) 造礁石珊瑚

本次调查在黄岩岛蓝洞内共记录造礁石珊瑚 3 科 6 属，包括滨珊瑚属 (*Porites*)、鹿角珊瑚属 (*Acropora*)、角孔珊瑚属 (*Goniopora*)、盘星珊瑚属

(*Dipsastraea*)、星孔珊瑚属 (*Astreopora*)、角蜂巢珊瑚属 (*Favites*) (图 8、图 9、图 10、图 11)。上述造礁石珊瑚均为黄岩岛珊瑚礁潟湖区常见珊瑚属物种，为我国二级保护野生动物。

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况



图 8 黄岩岛蓝洞侧壁分布的澄黄滨珊瑚 (*Porites lutea*)

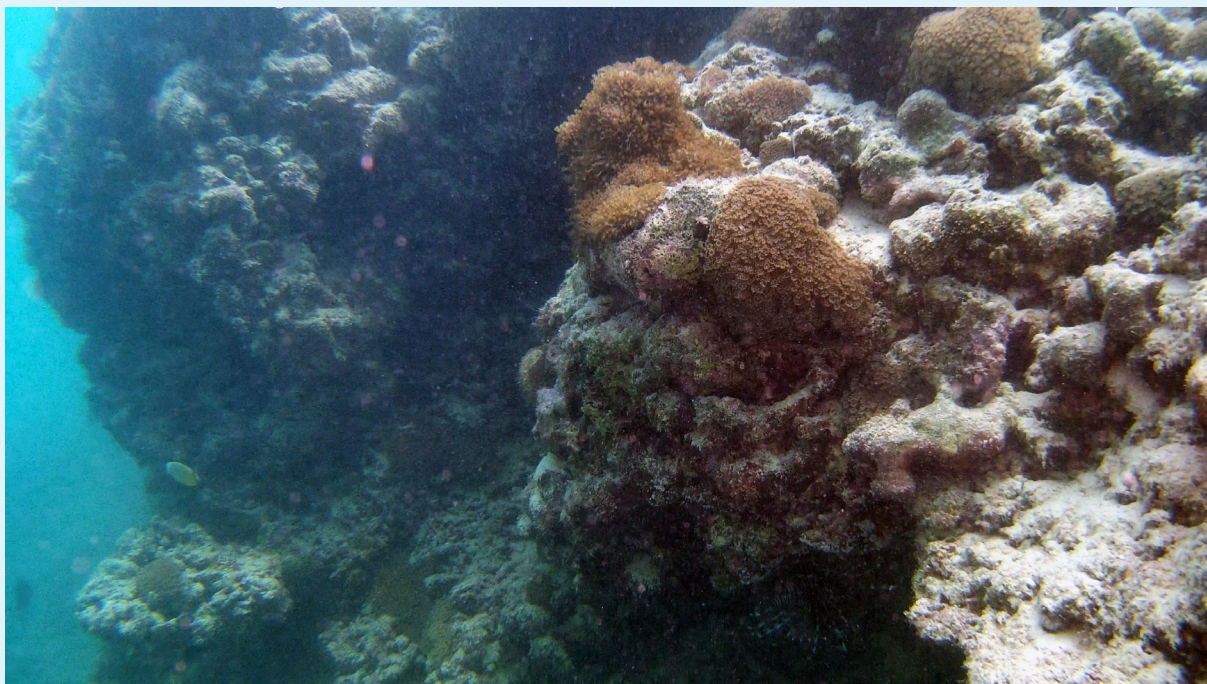


图 9 黄岩岛蓝洞侧壁分布的诺福克角孔珊瑚 (*Goniopora norfolkensis*)

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况



图 10 黄岩岛蓝洞侧壁分布的圆目星孔珊瑚 (*Astreopora ocellata*)

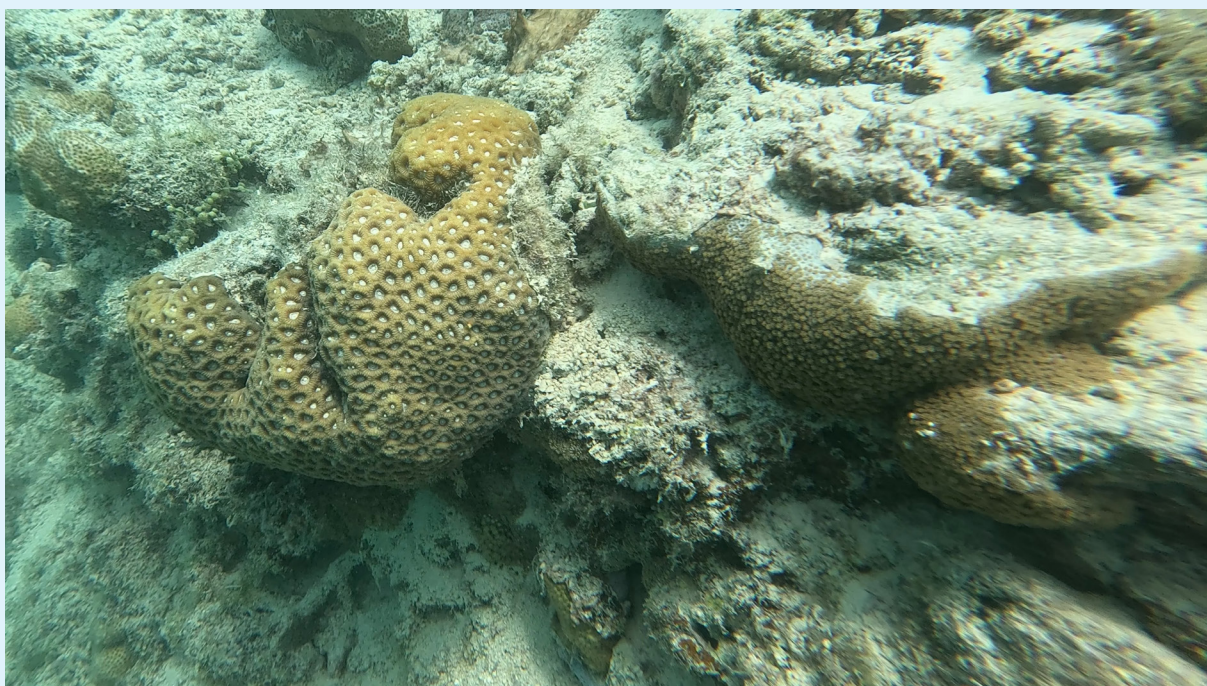


图 11 黄岩岛蓝洞侧壁分布的五边角蜂巢珊瑚 (*Favites pentagona*)

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况

(二) 砗磲

本次调查在黄岩岛蓝洞内记录砗磲 (Tridacnidae) 2 属 2 种, 包括番红砗磲 (*Tridacna crocea*) 与砗蚝 (*Hippopus hippopus*)。其中, 砗蚝是较 2024 年调查多记录到的砗磲物种, 其在南海热带珊瑚礁区较为少见, 属于砗磲科 (Tridacnidae) 砗蚝属 (*Hippopus*)。砗磲是海洋中最大的双壳贝类, 栖息于珊瑚礁中, 是我国重点保护野生动物。与造礁石珊瑚一样, 砗磲主要依赖于体内互利共生的虫黄藻通过光合作用提供营养满足生长发育的需求。砗磲具有造礁护礁功能, 对于促进珊瑚礁礁体生长、维护珊瑚礁生态平衡等具有重要作用。

1 砗蚝 (*Hippopus hippopus*)

砗蚝隶属于砗磲科 (Tridacnidae) 砗蚝属 (*Hippopus*), 为我国二级保护野生动物, 被列入

《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》(图 12)。砗蚝壳形呈菱形, 两侧大小相等, 外壳曲起成弓状, 壳长通常约 23 厘米, 最大个体超过 40 厘米, 壳体厚重, 可达 10 公斤。壳面常呈黄白色, 具有 8~12 条粗细不均的放射肋, 肋上有小鳞片或棘, 通常有放射状的紫红色小斑点。壳内呈白色, 成年个体足丝孔闭合紧密。外套膜颜色多呈灰色、绿色或黄棕色的斑驳图案。砗蚝外套膜不延伸出壳的边缘之外, 该性状特征与砗磲属 (*Tridacna*) 存在显著差异。砗蚝栖息于热带珊瑚礁中, 大型个体通常不固着在礁石上, 本次调查仅见于黄岩岛蓝洞侧壁浅水区。

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况



图 12 黄岩岛蓝洞内的砗蚝 (*Hippopus hippopus*)

2 番红砗磲 (*Tridacna crocea*) 套膜绚丽多彩，且表面常有各色的
番红砗磲隶属于砗磲科 (Tridacnidae) 砗磲属 (*Tridacna*)，
为我国二级保护野生动物 (图 13)。贝壳呈卵圆形，个体大小通常不超过 20 厘米，具有一个大的足丝孔，壳面黄白或略带红色，具有宽而低平的放射肋，呈波浪形，肋上有低矮的鳞片，肋间浅沟。外套膜绚丽多彩，且表面常有各色的
花纹。番红砗磲栖息于热带珊瑚礁中，通过发达的足丝腺分泌足丝固着在礁石上，习惯将壳体完全嵌入礁石缝隙内或珊瑚顶部，在固着基质表面通常只暴露出外套膜。本次调查多见于黄岩岛珊瑚礁礁坪、潟湖以及珊瑚礁蓝洞浅水区域的侧壁处。

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况



图 13 黄岩岛蓝洞内的番红砗磲 (*Tridacna crocea*)

(三) 礁栖鱼类

本次调查在黄岩岛蓝洞共记录礁栖鱼类 16 科 25 属 33 种。包括丝蝴蝶鱼 (*Chaetodon auriga*)、绿唇鹦嘴鱼 (*Scarus forsteni*)、双斑金翅雀鲷 (*Chrysiptera biocellata*)、触须蓑鲉 (*Pterois antennata*)、污色绿鹦嘴鱼

(*Chlorurus sordidus*)、显盘雀鲷 (*Dischistodus perspicillatus*)、栉齿刺尾鱼 (*Ctenochaetus striatus*)、横带唇鱼 (*Cheilinus fasciatus*)、条斑副绯鲤 (*Parupeneus barberinus*)、棕吻鹦嘴鱼 (*Scarus psittacus*)、多带副绯鲤 (*Parupeneus multifasciatus*) 等。珊瑚礁鱼类除具有重要的经济价值外，对珊瑚礁

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况

生态系统中的物质循环、能量流动、生态平衡维持具有重要作用(图 14、图 15、图 16、图 17)。珊瑚礁蓝洞可为礁栖鱼类提供栖息、觅食和躲避灾害的生境，对维护黄岩岛珊瑚礁生态健康具有积极作用。



图 14 黄岩岛蓝洞内的丝蝴蝶鱼 (*Chaetodon auriga*)

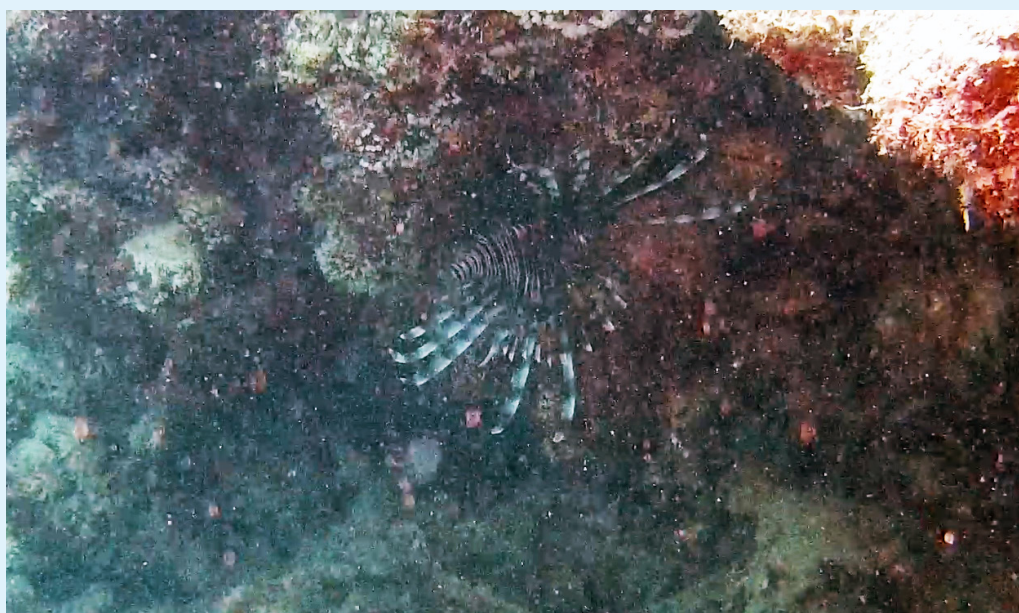


图 15 黄岩岛蓝洞内的触须蓑鲉 (*Pterois antennata*)

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况



图 16 黄岩岛蓝洞内的双斑金翅雀鲷 (*Chrysiptera biocellata*)



图 17 黄岩岛蓝洞内的绿唇鹦嘴鱼 (*Scarus forsteni*)

三、黄岩岛蓝洞及周边海域生物多样性状况

(四) 绿海龟

本次调查利用环境 DNA 技术，在黄岩岛蓝洞洞内水体中记录到大型旗舰物种绿海龟 (*Chelonia mydas*) 活动，同时基于现场调查在黄岩岛蓝洞周边海域记录到绿海龟活动 (图 18)。绿海龟隶属

于海龟科 (Cheloniidae) 绿海龟属 (*Chelonia*)，为我国一级保护野生动物。绿海龟具有抑制礁区竞争性藻类生长、调控食物网结构等核心生态功能，对于维持黄岩岛海域生物多样性与生态平衡具有重要作用。



图 18 黄岩岛蓝洞周边栖息的绿海龟 (*Chelonia mydas*)

四、调查研究与保护展望

2025 年 9 月，中国政府建立黄岩岛国家级自然保护区，积极维护黄岩岛自然生态系统多样性、稳定性和持续性。珊瑚礁蓝洞是黄岩岛自然生态系统多样性的重要体现，它是记录南海古环境演化、生物多样性演变、海平面升降、全球与区域气候变化影响等的重要地质载体。未来可聚焦黄岩岛蓝洞形成演化机制、生态演变规律、生态系统功能以及蓝洞对黄岩岛自然生态系统高生物多样性贡献等方面，开展更加深入、系统、全面的调查研究。

一是通过系统开展黄岩岛蓝洞生境的多维度生态环境调查，深入剖析黄岩岛蓝洞生态系统结构与生物群落动态、进化演替、生态功能及区域生物地球化学循环过程，发掘潜在的微生物与天然产物资源。

二是通过跨生境的长期连续调

查监测，解析黄岩岛蓝洞与珊瑚礁、海草床等自然生态系统的连通性，探明其对典型生物类群与旗舰物种维持、存续的支撑作用，揭示蓝洞对黄岩岛海域高生物多样性的生态贡献。

三是通过深入开展黄岩岛蓝洞地质环境调查，进一步探明黄岩岛蓝洞的形成演化机制、关键驱动因素、古生物多样性状况以及古气候记录等，解析黄岩岛全新世以来的地质演化、环境变迁以及生物多样性演变等，并为深入探究南海千年至万年尺度的海洋生物多样性与环境演变历史过程等提供重要支持。

