

汪品先院士为何建议上海建一座独一无二的深海馆?逐步揭开面纱的“深海园林”令人惊叹——

探秘马里亚纳海沟的大洋最深生物圈

编者按 ▶▶▶

近日,中国科学院院士、同济大学海洋与地球科学学院教授汪品先向有关部门建议,希望在上海临港建一座“世界上独一无二的”深海馆,将人类自上世纪四五十年代以来对深海的前沿探索成果和最新技术系统呈现给公众。

海洋更大的奥秘、更多的宝藏不在海面,而在深部。今年10月,我国自主研发的“奋斗者号”万米载人深潜器已在大洋最深处的马里亚纳海沟正式投入常规科考应用。在那里,科学家刚刚认识到了一个神秘的微生物世界。在这个被称为“世界第四极”的极端生存环境中,这些生命是如何存活并影响地球碳循环的?让我们跟随科学家的讲述一探究竟。

马里亚纳海沟的挑战者深渊,是目前地球上已知海洋最深的地方。它地处海平面以下1.1万米处,是名副其实的“大洋龙宫”。在这个高压、低温、低氧、黑暗、寡营养的极端生态环境中,会有什么样的奇特生物存在呢?真会有传说中的深海蛟龙吗?

地球“第四极”

暗流中生命极限生存

马里亚纳海沟位于菲律宾海东南部,北端开始于小笠原海台,南端延伸至西马里亚纳岛弧西南坡脚,呈扇形分布。它全长2550千米,平均宽70千米,最大水深达1.1万米,是地球表面最深处,堪称地球“第四极”。

这条地球大洋中最深的海沟里到底有些什么?其实,它和神话传说中的龙宫相去十万八千里。这里既没有色彩缤纷的鱼类,也没有美丽炫目的贝壳动物,更没有耀武扬威的虾兵蟹将。这里的水压高达1100个大气压,相当于1650吨重量压在人的脊背上——以大象平均体重5吨计算,这个水压相当于330头大象踩在一个人的背上。这里的水体温度低至0-4℃,含氧量极低,有机物质严重匮乏,还被黑暗结实实地笼罩。而且,由于马里亚纳海沟位于太平洋板块与菲律宾海板块碰撞地带,因此深海地震等地质活动频发。

一般情况下,人们根据海沟水层的不同深度,将其生态分为海洋上层(水深0-200米)、海洋中层(200-1000米)、海洋深层(1000-4000米)、深渊层(4000-6000米)及超深渊层(6000米及更深)五层结构。海洋上层通过光合作用生产的有机物,约95%会被处于上层的微生物消耗;另有4%左右的有机物在深度300-1200米的水层中被分解;只有不足1%的有机物才会到达1200米及更深的水域。

此外,人们还发现,马里亚纳海沟中的海水并非是静止的,而是以较为稳定的速度在流动。有人曾用仪器在水深6000-10984米的范围内进行检测,在22.9-63.8%的监测时间内,海流速度不到每秒1.5厘米。但在10984米的极深处,曾检测到最高流速达每秒8.1厘米。

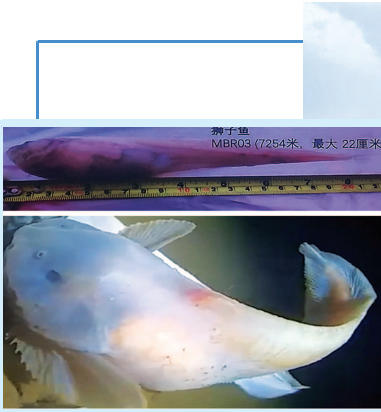
复杂水文活动和特殊地貌地形,调节着海沟内部的物理和化学条件,这是造成马里亚纳海沟内外不同生态位差异的原因。

深海鱼不至

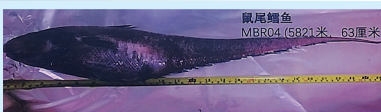
钩虾海参占领万米深渊

随着深海水深的增加,大型生物种类和数量逐步减少。在深度超千米的海水层中,由于光线不能到达,整个海洋陷入完全黑暗,但人们仍在那里发现了各种鱼、乌贼、章鱼以及抹香鲸等大型海洋动物。

比如,生活在水深达1000米的管眼鱼,具有完全透明的头部和两个向上的管状眼睛。而抹香鲸作为用肺呼吸的潜水冠



深渊狮子鱼



鼠尾鳐



钩虾



钩虾

本文图片除注明外均由李轩研究组提供

军,可以下潜到2000米深处寻找食物。在2000米或更深处,人们看到过大嘴琵琶鱼、深海龙鱼、小飞象章鱼和望远镜章鱼。但当水深增加到6000至8000米,鱼类就大大减少,至今只发现过几种。例如,科学家曾在6000米深海中发现过一种鼠尾鳐鱼。

迄今人类发现过大海最深处的鱼类,是在马里亚纳海沟8145米的海床上发现的一种深渊狮子鱼。这种鱼浑身呈乳白色,通体半透明或全透明,有较大的头部。一对小眼睛长在头背面,而且结构奇特——其组织结构很像一架望远镜,能随意调整焦距,还能上下左右转向。

狮子鱼没有鱼鳞,体长可达20厘米。生活于深海的狮子鱼,生理组织结构与普通鱼类相比,发生了巨大变化。比如,为适应高压环境,它的骨骼变得细薄而易弯曲,肌肉和纤维组织柔韧细密。2019年,中国科学家完成测序并发表了这种深渊狮子鱼的基因组序列,揭示了该物种为适应深海高压环境生活的重要遗传改变。

那么,在马里亚纳海沟1.1万千米深的挑战者深渊,有大型生物存在吗?答案是肯定的。目前,人们发现生活在大洋最深处的动物,是马里亚纳海沟挑战者深渊的一种短脚双眼钩虾。这种在已知的极限高压下生活的动物属于端足目生物,体长可达5厘米,身体呈漂白色,科学家们正积极研究这种钩虾在极端环境下的生理活动、生存方法,基因组测序的遗传学研究也在进行中。除了钩虾外,科学家还在马里亚纳海沟最深处观察到一些形状特异的软体动物,包括多毛类环虫、海参等。

呼吸本领强

微生物海底“两栖”生存

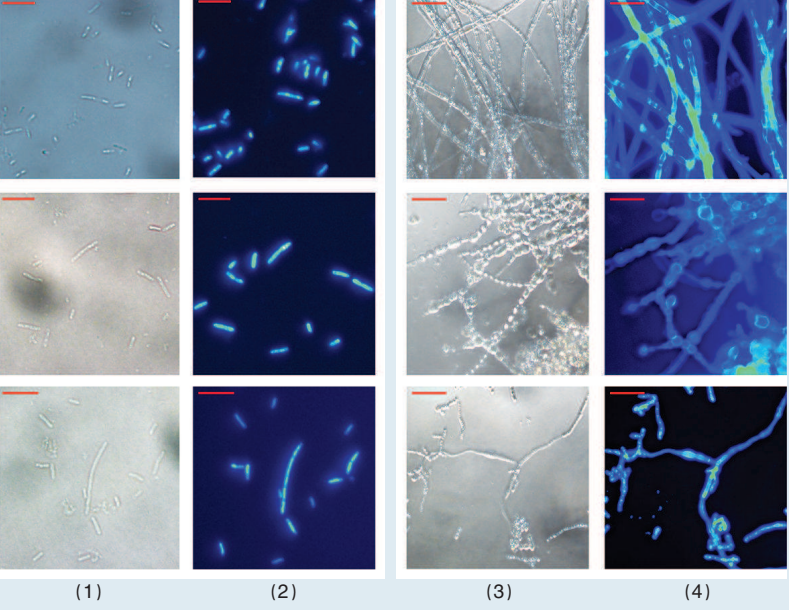
在马里亚纳海沟挑战者深渊,除了人眼可见的生物外,更多的是人眼看不见的微生物。其实,在那样的极端生境下,微生物群落种类繁多,构成了结构复杂非凡的生态圈。



(图片来源:中国科学院深海科学与工程研究所)

生存于一万米水压下的细菌(第1、2列)和真菌(第3、4列)

微分干涉显微镜观察 DAPI 染色观察 微分干涉显微镜观察 CW 染色观察



菌病毒科和藻类脱氧核糖核酸病毒科。

深海环境中的病毒有两方面的功能:其一,病毒通过裂解海洋微生物,改变其物质能量代谢,从而调节和影响海洋生态系统组成和能量物质循环;其二,病毒所携带的代谢相关基因(辅助代谢基因)直接影响微生物宿主生理和代谢活动产物,从而驱动微生物的物质和能量代谢,并可能由此改变海洋环境的物质能量平衡。

迄今,科学家总共在挑战者深渊沉积物病毒中鉴定出至少40种辅助代谢基因,它们在碳、硫、氮的代谢中起着重要作用。虽然辅助代谢基因最常见,但对于氮代谢,研究人员在病毒中发现了编码亚硝酸盐还原酶的NirK基因,说明深渊沉积物病毒可增强宿主的亚硝酸盐还原反应途径,并释放一氧化氮到海沟深渊环境中。对于硫代谢,深渊沉积物病毒被发现含有编码ATP硫酸酯酶的CysN/NodQ基因,它们可以促进同化硫酸盐还原的第一步反应。

海底生物固碳

探索地球碳循环“拼图”

近年来的研究发现,生活在海沟深渊极端环境的微生物具有高价值产物生产能力和非常重要的环境功能。科学家已经在海底热泉、极地等极端环境中,发现能够产生重要化合物的微生物,比如具有重要药用价值的天然抗生素。马里亚纳海沟极端生境中的多样化微生物数量众多,绝对是一个尚待开发利用的生物宝藏。

海洋碳汇(即海洋对于空气中二氧化碳进行捕捉和封存)对于全球大气中温室气体固定,起着极其重要的作用。有研究表明,过去两百年间,海洋吸收的二氧化碳占化石燃料排放量的40%以上。海洋生物完成了地球上55%的生物碳或绿色碳的捕获和固定。某种程度上,海洋的生物固碳发挥着与陆地上绿色森林固碳相当或者更重要的作用。最近,科学家发现马里亚纳海沟深渊微生物拥有多种固碳功能途径,因此其对于地球环境和温室气体固定的意义,才刚刚被人们所认知。

同时,海沟等深海区域微生物在全球海洋气候调节中的重要作用,还须深入探讨研究,尤其是海洋深处微生物对地球大气中的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮等气体(都是重要的温室气体)的吸收转化利用。

此外,海沟深渊微生物还对全球循环有着重要影响。氮是构成蛋白质必不可少的元素,海洋中,尤其在大洋深处,存在大量氨氧化微生物,这些微生物对氨氮的吸收利用也不可忽视。

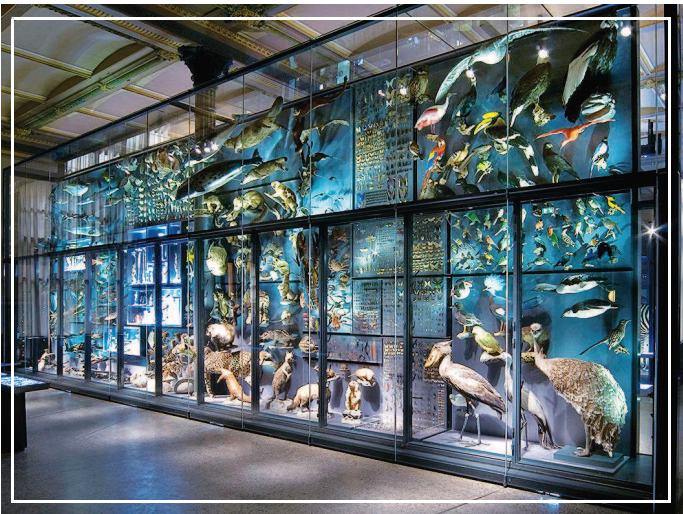
2020年和2021年,中国载人潜水器“奋斗者”号、海深自主遥控水下机器人“海斗一号”、水下滑翔机“海燕—X”号,分别在马里亚纳海沟成功下潜突破万米深度,创造中国载人 and 无人自动深潜新纪录。

如同对外太空天体的探索一样,通过对海洋最深处生态和生物群的研究,人们逐步了解到极限生态环境条件下的生命现象和生命演化的奥秘。我们这颗蓝色星球上的生命正是从海洋中诞生的。今天,我们要不断向海洋深处进发,纵向探索地球演化和人类最初的奥秘。

(本文系中国科学院分子植物科学卓越创新中心李轩研究组集体创作)

深海世界 海外看展

德国柏林自然博物馆“深海特展”



柏林自然博物馆于2009年推出的“深海特展”包括40件标本和35件深海生物模型,让参观者了解深海迷人的生态系统,包括深海底部热液喷口周围的水生群落。同时,特展也展示了拖网捕捞、海洋垃圾倾倒、锰结核和甲烷水合物开采对海底生物的破坏,以及对生态系统的影响等内容。

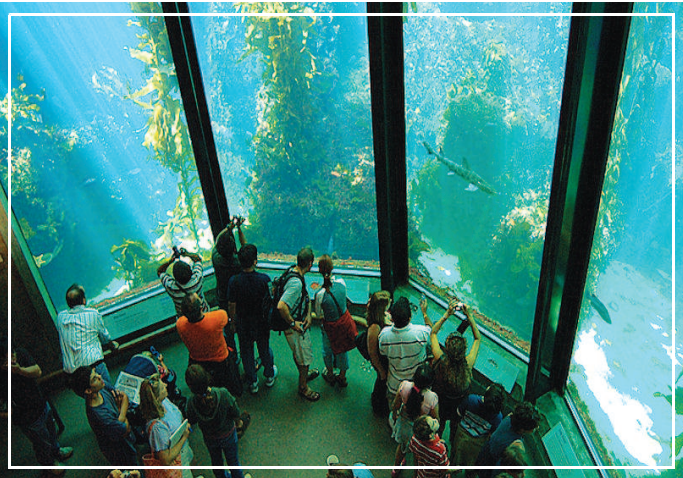
新加坡金沙艺术科学博物馆“深海珍奇展”

该馆2015年推出的“深海珍奇展”以罕见标本为主,包括大红水母、长身短吻狮子鱼、烟灰鲯小章鱼等。展览包括一项名叫“隐藏/深度”的互动装置。该装置由深海生物标本、发光玻璃雕塑、发光海洋生物影像片段和美国国家航空航天局提供的声音片段组成,共同集合成了一个沉浸式环境。

日本静岡深海水族馆和腔棘鱼博物馆

博物馆于2011年耗资60亿日元(约3亿元人民币)建成。水族馆分两层,这是世界上第一座拥有深海生物主题的水族馆。

美国加州蒙特雷湾水族馆“探索未知深海特展”



2022年春季,该水族馆与蒙特雷湾水族馆研究所合作,将推出最新特展“探索我们未知的深海”,向公众展示一些深海奇特而迷人的动物。

德国法兰克福森肯伯格自然历史博物馆深海展厅

深海主题展厅位于场馆三楼,环境黑暗,地板柔软。在“海洋研究”展览部分,参观者可乘坐潜艇模型体验深海潜航员,虚拟潜入海洋深渊。此外,展览还展示了用于探索海洋的下潜设备,以及海洋研究人员取得的科学成果。

澳大利亚悉尼国家海事博物馆

博物馆主体建筑拥有3700平方米的展览空间。其中,“挑战深海”是一个沉浸式展览,主要追溯探险家和电影制作人詹姆斯·卡梅隆在深海科学、工程和探索方面的综合创意和技术成就。

德国斯特拉德松海洋博物馆



该博物馆总造价约5000万欧元(约合3.6亿元人民币),展览面积为8700平方米,共有五个常设主题展区,分别为:“世界海洋—生命的多样性”“波罗的海—我们中间的海洋”“海洋的探索和利用”“儿童之海”“1:1海洋巨人”。

俄罗斯加里宁格勒世界海洋博物馆

博物馆于1990年建成,除了展示有活体海洋生物、地质标本、俄罗斯战后潜艇Vityaz、科考船实验室,还有人类探海史等。建筑包括博物馆主楼和海洋世界水族馆。

(温廷宇/整理)

