

“科学”号海洋科学综合考察船

综述及基本情况

设施概述

海洋科学综合考察船“科学”号是实现我国海洋强国战略、开展深远海综合科学考察研究的国家重大科技基础设施。该船由中国船舶及海洋工程设计研究院设计，武昌船舶重工有限责任公司建造，于2012年建成，2015年完成国家验收，由中国科学院海洋研究所管理运行。

“科学”号海洋科学综合考察船是我国首艘具有自主知识产权、具有深远海探测与研究能力的4000吨级综合科考船；定员80人，续航力15000海里，自持力60天，DP-1动力定位，可满足无限航区要求，具有全球航行能力；集多学科、多功能、多技术手段为一体，其综合海洋环境立体探测范围涵盖全球99.2%的海域。

投入使用6年来，“科学”号聚焦西太平洋深远海，统筹中国科学院战略性先导科技专项、科技基础资源调查专项、国家重点基础研究发展计划项目和国家自然科学基金西太平洋船时项目等海上作业需求，在航1500多天，累计航行21万多海里，有力支撑了我国涉海海洋机构深海装备体系、技术体系、人才队伍体系建设和深远海科学研究。

科学目标

“科学”号通过开展全球范围内（冰区除外）深海及洋区海洋科学综合考察活动，实现以下6大科学领域的相关目标：

- 大洋环流系统与气候变化
- 海洋动力过程与灾害
- 深海生物、基因资源及生物多样性
- 大洋生态系统与碳循环
- 洋中脊与大陆边缘热液系统及地球深部过程
- 深海海底油气资源形成机理





承担国家重大项目情况

迄今，“科学”号以西太平洋深远海调查研究为主，累计完成了31个科学考察航次和近300项航次课题，获取了高质量的水文、地质、生物生态和地球物理等数据资料逾15TB和大量宝贵的生物、地质样品。以2018年为例，“科学”号承担了中国科学院战略性先导科技专项13项、国家自然科学基金28项、科技基础资源调查专项8项、国家海洋局专项课题1项、国家重点研发计划4项、中国科学院对外合作重点项目1项、企业合作研究课题3项、问海计划1项、鳌山科技创新计划2项等63个航次课题的调查任务，圆满完成年度科学目标。



“科学”号海洋科学综合考察船下水仪式

研究进展与成果

建成深远海综合探测平台研发与应用体系

基于国家重大科技基础设施“科学”号海洋科学综合考察船，通过自主探索与实践，在国内首次建立了宏观与微观、走航与定点、梯度与原位相结合的深远海环境探测技术体系；突破了10 000米深海定点探测、7 000米深海探测与采样、4 500米深海精准探测与取样、1 000米水体剖面走航探测、深海30米长沉积物取芯等关键技术；具备立体同步精准开展深海地形地貌、海底环境、水体环境的综合探测和样品采集的能力；实现了深海探测“看得清、测得准、下得去、采得上、功能全以及用得起”的目标。迄今，“科学”号在完成深海大洋考察任务逾21万海里，“发现”号深海缆控潜器（ROV）成功完成227次下潜，在南海冷泉、冲绳海槽、雅浦海山区获得4 000余号大型生物样品，实现了深海环境和资源新认知，奠定了我国自主开展深远海综合科学研究的基础。

建成西太平洋实时科学观测网，太平洋西边界流三维结构和变异机制研究居国际引领地位

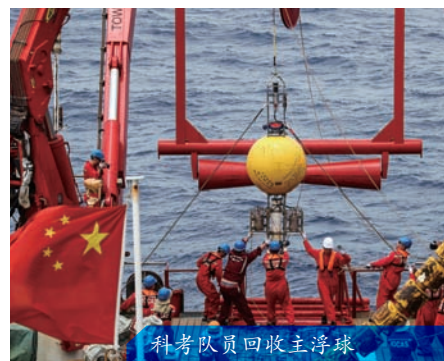
成功建成我国首个深海实时科学观测网，首次实现西太平洋主流系潜标观测的全面覆盖；首次融合感应耦合和声学通信技术实时传输深海6 000米全水深温盐流等数据，实现了深海大容量数据实时传输的安全、自主和可控。观测网全流程一体化作业包括科学规划、深海潜标设计、大洋海上作业、水下和卫星实时传输、数据智能分析挖掘、电脑手机终端图形接收等，其建设与维护实现了批量化、标准化和常态化，为我国大洋观测网建设提供了示范。

基于上述观测和历史积累，深入研究了太平洋西边界流的三维结构和变异机制，揭示了潜流系统的新特征和物理机制，构建了热带太平洋西边界流三维结构框架，揭示了西边界潜流的来源，阐明了西边界潜流在南北半球水交换中的重要作用。该研究取得了一系列突破性原创成果，在国际海洋与气候领域作出了重要贡献，标志着我国在西太平洋环流与气候领域的研究实现了从跟踪到引领的历史性跨越。

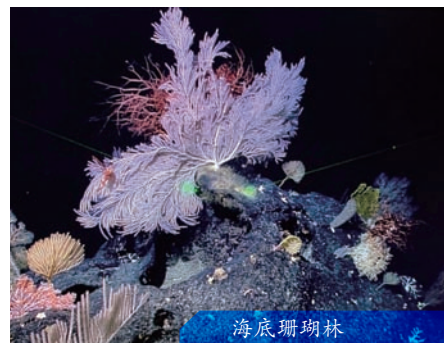
深海海洋生物分类与多样性研究居国际前列

通过对西太平洋海山、热液、冷泉等深海生物多样性调查与研究，发现并发表了深海巨型和大型动物12个新种；首次报道了深海俪虾与舟体海绵属的共生关系，为揭示海洋生物的协同演化，探索甲壳动物分子系统演化以及适应深海热液、冷泉化能生态系统的分子机制提供了新的认知。该成果代表了中国深海生物分类的最高学术水平，显著提升了我国深海生物的研究能力并与国际研究同步，该团队也成长为国际上少有的建制完整的海洋生物分类与多样性研究团队。

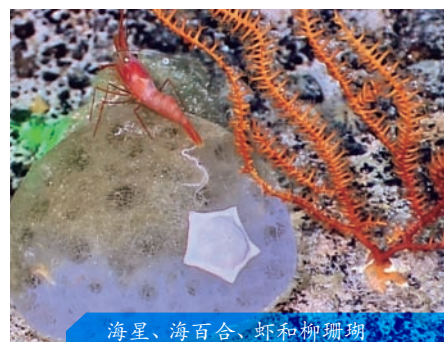
海山航次发现的稀有海蛞蝓、未知的珊瑚、马蹄螺、深海扇贝、多毛类、海鞘、虾蟹和鱼等深海生物，在寡营养海域发现的多片五彩斑斓的珊瑚林、多种深海生物共存共生、深海虾孵卵及海星摄食柳珊瑚等现象，为海山生物多样性和生态系统的研究与保护提供第一手重要资料。



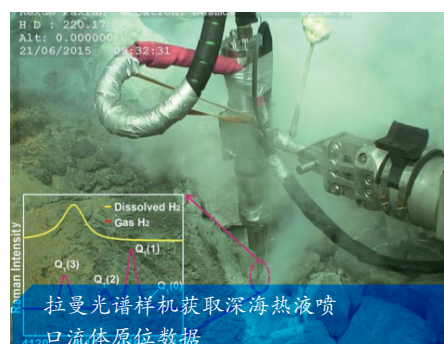
科考队员回收主浮球



海底珊瑚林



海星、海百合、虾和柳珊瑚



拉曼光谱样机获取深海热液喷口流体原位数据



一株巨大的孔肋海绵上附着2种红色的虾和1个海百合



3只不同大小的捕蝇草海葵和单体的长茎海绵共生在一起

系统性揭示了雅浦俯冲带俯冲侵蚀特征，建立了其新生代以来的完整演化模式

雅浦俯冲带地貌-沉积特征研究表明，雅浦弧前区约4 000米水深处形成了明显的坡折带，其存在主要由于弧前斜坡上发育的两期大型滑塌体所导致；在俯冲板片前缘细致刻画了一个正断层发育带，其成因与俯冲过程中板片前缘的挠曲作用相关；在俯冲板片内部地层内识别了强烈的不整合面，其记录了卡罗琳洋脊的初始张裂事件。研究揭示了雅浦俯冲带的俯冲侵蚀模型，认为该区域俯冲板块的粗糙程度是控制上覆板块侵蚀过程的主要因素，俯冲板块内部海山与地垒地堑构造带的发育增大了俯冲板片的基底起伏，其俯冲造成了雅浦俯冲带弧前或岛弧地壳的侵蚀。该观点修正并完善了雅浦俯冲系统的演化模式，对于重新阐明雅浦俯冲带的演化模式及过程具有重要意义。

深海原位拉曼定量探测领域取得新突破

成功研制出国际首台耐高温（450℃）的热液流体拉曼光谱探针（RiP），攻克了光学镜头不耐高温和高浓度颗粒附着对光学系统的影响等国际技术难题。该系统自成功研制后依托“科学”号海洋科学综合考察船和“发现”号深海缆控潜器对马努斯热液区、冲绳海槽热液区的高温热液喷口进行了原位拉曼光谱探测，采集到大量原位光谱数据。基于国内首次获得的亚米级马努斯热液区的深海高分辨地形图，发现2个国际上未见报道的热液区，获得了该热液喷口周围温度梯度分布（最高温度344℃）和物质成分数据；成功确定了冲绳海槽中部热液喷口流体中CO₂、SO₄²⁻的浓度，通过对比在同一热液喷口保压取样方法测量的CO₂浓度，发现原位测量的浓度可高出保压取样实验室测试浓度的3倍以上；在我国南海约1 100多米深的海底首次发现裸露在海底的天然气水合物——“可燃冰”。

深海化能生态系统生物适应机制取得新认知

构建了深海无脊椎动物养殖体系，实现了深海贻贝（水深2 000米）化能营养生物活体的实验室培育，我国成为继德国、日本之后世界上第三个成功开展人工模拟环境下化能营养生物培养的国家。基于“室内模拟实验—海洋移动实验室—深海原位实验室”研究，发现深海贻贝的免疫基因整体收缩，为共生系统的建立和维持创造了有利条件，而Toll样受体（TLR）、肽聚糖识别蛋白（PGRP）等免疫受体收到了正选择且特异性的扩张，提示上述分子在共生菌的特意识别中发挥作用；*Bathymodiolus platifrons*基因组多种类型的通道蛋白发生了扩张并且高表达，提供了适宜的共生环境。此外，细胞外基质的糖基化为共生菌的选择性富集提供有利条件；新的证据支持溶酶体的细胞内消化是深海贻贝获取物质能量的重要方式。以上成果首次基于多物种的比较组学提出了深海无脊椎动物宿主与共生菌互作的概念模型，为深海生物适应性研究提供了理论基础。