

RV Shiyuan 1

“实验1” 科学考察船

科学背景

海洋调查船是用于海洋科学考察、应用技术研究、测量或勘探等船舶的统称。认识海洋是海洋可持续发展和国家海洋安全的基础工作，而海洋调查船是认识海洋的必要工具。近年来许多发达的海洋国家将海洋科学列为优先发展的战略领域，均陆续建造现代化的海洋科学综合调查船。小水线面双体船（SWATH）也作为一个新的高性能船型出现在世人面前，其耐波性强、晕船率低、失速小等优点被誉为“21世纪中国船艇业的曙光”，是一种高技术含量、高附加值的船艇，在海洋调查与监察等领域有着广泛的应用前景。

小水线面双体船相比常规的单体船不同，其船体是由三部分组成：流线型的水下潜体、连接水下潜体与上船体的狭片状双支柱体、高出水面的上层船体。其兼容了潜艇、水翼船、双体船的许多优点又避开了这些船型相应的缺陷，良好的特殊结构带来了常规船所没有的优秀效果。

由于与水线（海面）接触的双支柱体面积比同吨位排水量常规单体船要小很多，因此小水线面双体船特有的结构给船体带来的升沉、摇摆幅度都比较常规单体船小，兴波阻力小，受波浪扰动小，在大风浪中船失速率小，在零航速下具有平缓的运动响应，拥有优良的耐波性。其次，小水线面双体船主要机器大部分布置在水面以上的舱室，所以水下辐射噪声大大低于常规单体船，对于海洋声学等环境学科研究是极理想的平台，其缺点是水下湿面积较同等吨位的单体船大。

自20世纪70年代初，中国船舶科学研究中心便开始了对小水线面双体船技术进行跟踪研究，对基础理论做了广泛并有相当深度的探索。20世纪80年代中期开始向研制实用船型过渡，90年代后期开始进行200吨级实船试制，验证了小水线面双体船各项性能的优异表现，为建设更大吨位的小水线面双体船提供了理论和实船依据。



“实验1”考察船

概述

由中科院声学所承建、南海所和沈阳自动化所联合共建的新型小水线面双体综合科考船“实验1”（下称“实验1”），是根据国家中长期发展战略并结合中科院重点涉海学科的迫切需要而建造的。其主要作为水声物理、水声工程、水下机器人的海上研究与试验平台，开展海上自动观测浮标、潜标、水下潜器、探空观测设备布放回收和配合海上遥感、遥测试验，实现海洋环境实时立体监测和综合信息的观测，能在近海、远洋进行水声及其他海洋学科和交叉学科的综合科学考察。

项目于2002年8月启动，2003年10月获中科院立项批准建造，2004年3月签订设计合同，2007年12月在渤海船舶重工集团公司开工建造。2009年4月“实验1”在渤海船舶重工集团葫芦岛渤海船厂建成交付使用，这是国内首艘入CCS船级具备“AUTO-0”机舱自动化及“DP-1”动力定位系统的小水线面双体科学考察船。声学所为“实验1”的法人单位，南海所为运行管理单位，沈自所为共管单位。2009年4月27日“实验1”加入“实验”系列科

考船队的运作管理，同年9月“实验1”船通过中科院组织的专家组的项目验收，并列入中科院重大科技基础设施大科学装置队伍。



实验室



宽敞的作业后甲板

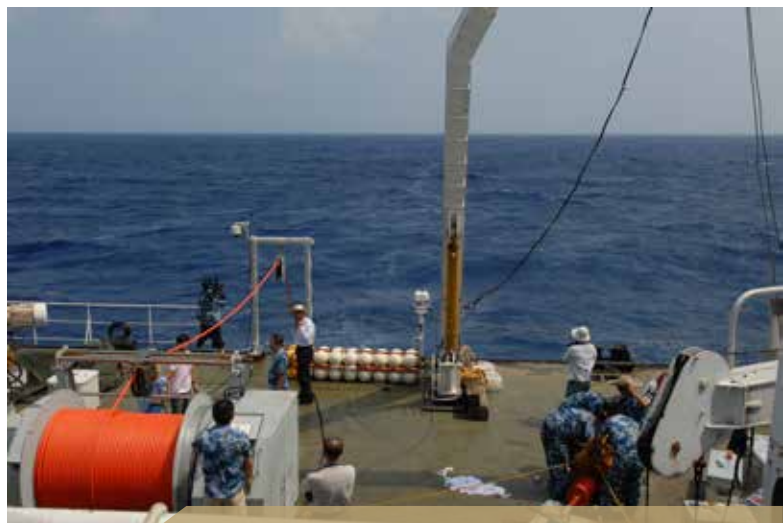
“实验1”全长60.9m、宽26m，排水量2560t，总吨位3071t，钢质全焊接结构，最大续航力为8000海里，自持力40天，定员72人（其中船员27人），经济航速10节，最大航速15节。采用交流变频电力推进系统，拥有目前各种先进的通导设备、DP-I动力定位、全船机舱自动化，满足无限航区（不含冰区）航行要求。船上建有包括海洋声学工程、水下机器人（ROV）、信息处理中心、物理海洋、海洋化学、气象、生物、地质和通海井等11个实验室，总面积391m²。尾甲板总面积380m²，可安装设备空间大，提供220V、380V交流、24V直流电力系统。船上设有通海井，尾部装有2t、3t液压回转吊机各1台，5t×7m龙门架1台，2t×4mA型门架3台，0.5t液压通用绞车2台，2t液压绞车、8000m专用水文CTD绞车、专用声纳绞车和7000m深水绞车各1台及其他海洋科研调查设备。

“实验1”的船舶动力、通导设备、减震降噪、船舶自动化系统设计集合了国内外许多先进设备和技术，其优异的耐波性，良好的安静性、低速拖曳性、灵巧的操纵性以及宽大的甲板作业平台为海上调查实验提供了一个性能优良、安全舒适的平台。

运行

海洋科考概况

“实验1”作为国内高性能水声调查船和先进的海洋综合考察船，自2009年4月投入使用以来执行大部分国家海洋声学考察实验航次，连续6年执行国家自然科学基金委东印度洋海洋综合考察，参与水下仪器设备海试，海洋遥感、环境、地质、生物、物理海洋等多个学科的考察研究工作。其中包括“973”、“863”、“水声专项”、“中科院战略先导科技专项”等国家重大专项。至今已完成42个科考航次，海上作业881天，航程11万多海里，为我国海洋研究提供了一个条件良好的公共基础平台。



海上作业考察

印度洋考察研究的意义

印度洋北部是全球季风活动最强烈的地区之一，该区域的气候变化对亚洲大陆，尤其是南亚和东亚具有重要影响。当前通过海气相互作用的研究来提高亚洲季风系统的预测水平是我国大力发展的科学方向。

同时亚洲季风的海洋气象动力过程对南海海洋过程影响深远，通过印度洋综合科学考察航次对东印度洋的海洋环境因素变化对南海海洋生态环境因素变化的影响进行调查，为南海经济与社会协调、可持续发展与决策提供科学依据。通过航次加强印度洋海洋现场数据的长期积累，促进南海海洋研究与周边海域研究相结合，对我国在海洋研究的长远发展具有战略性意义，响应了国家领导人提出的建设 21 世纪“海上丝绸之路”战略。

“实验 1”2010—2015 年已连续 6 年执行“国家

运行管理及开放共享

“实验 1”秉承“专管共用，开放共享”的管理模式，除了执行国家及中科院下达的专项任务外，充分利用其性能优势，积极对国内高校、军工和企业等研究机构开放，提供航次搭载或空余船时，承担更多任务，也逐步成为国家海洋综合研究、水下设备研发的海上重点试验平台。“实验 1”近 3 年执行中科院开放航次，中科院先导专项，基金委南海、东印度洋共享综合调查，南海、西太平洋水声调查，海洋专项调查，仪器设备海试等共 18 个航次，在航作业 552 天。其中中科院系统主



中科院南海所斯里兰卡海洋观测站（筹）

自然科学基金委东印度洋海洋学综合科学考察实验研究”航次，目的是发挥国内多家高校、科研单位的学科优势和综合研究力量，加强东印度洋海洋现场数据的长期积累，推动重大成果产出。每航次均邀请斯里兰卡 Ruhuna 大学参与短期考察，并与斯里兰卡海军展开航次和培训方面的合作，为南海所斯里兰卡观测站的筹建提供了重要的支撑条件。

导的任务航次 10 个，海洋局系统主导的任务航次 5 个，基金委共享航次 3 个，科技部“863”计划航次 1 个。

2012 年“实验 1”加入由国家海洋局组织的“国家海洋调查船队”，通过该平台实现船时开放，接受用船机构申请并适时安排，提高船舶使用率。同时实现信息交流共享，扩大社会影响力及知名度，学习其他单位及船舶管理经验。同年 9 月，“实验 1”成为“国家海上遥感验证工作站”，成为国家海上遥感观测的公共实验平台。



国家海洋调查船队牌匾



科技部副部长曹健林等为“实验 1”成为国家“海上遥感验证工作站”揭牌

用户及平台支撑成果

“实验1”自投入使用以来，含科研机构、大学、军工、企业等共34个船舶单位用户，涉及海洋学科有声学、物理、化学、生物、地学、环境、能源、工程等，通过开展海洋调查研究工作，也促进了一系列成果的产出。据不完全统计，2012—2014年

间“实验1”船舶用户依托“实验1”科考船作为实验平台获取原始样品或基础数据共产生论文61篇，其中SCI收录31篇，会议论文8篇，其他期刊论文22篇，授权发明专利12项，国家技术发明奖二等奖1项，省部级奖1项。

海洋学科领域

在除海洋声学外的学科领域，“实验1”船舶用户近3年产生与之相关论文31篇，其中SCI收录28篇，产生国家奖1项，省部级奖1项。

目前，我国海洋软体动物渔获量约4000万吨/年，由于其蛋白质结构庞大复杂、分子高度交联，定向制备成功能肽的难度极大，从而限制了它的高值化利用。怎样在温和条件下，把蛋白质水解成安全、易于吸收的小分子功能肽，是海洋软体动物高效利用的世界级科技难题。

的瓶颈问题，有效解除蛋白质糖基侧链的屏蔽，提升蛋白可控水解效率；

● 构建新型复合酶系统，发明功能肽的定向酶解新技术，优化功能肽产率；

● 发明软体动物新型功能肽的定向制备新技术，实现了珍珠贝多糖肽和日本鱿鱼肽的定向酶解以及珍珠角蛋白的酶促定向改造；

● 创建软体动物功能肽功能确证新方法，发现功能肽的营养免疫和诱食新功能，研制新型功能饲料。

该研究解决了海洋蛋白定向转化难的问题，在热带海洋微生物新型生物酶及其应用方面达到国际领先水平。应用新技术的精细加工珍珠和渔用功能饲料产品产生了良好的经济效益，海洋精细加工珍珠产品占国内市场份额40%，促进项目参与企业的渔用饲料年销售量达世界第一。

在此项成果中，该课题组2006—2014年共采集深远海沉积物样品165个，通过对微生物分离、鉴定、保藏等分析，获得了12000多株海洋微生物，通过多种酶活性筛选，共获得了900多株产酶微生物，构建了产酶微生物菌种资源库。该产酶微生物菌种库的构建，为课题组研究功能肽的转化提供了关键菌种，为该项国家奖的获得打下良好的基础。这些菌株均是通过南海所“实验3”和“实验1”科考船采集获得。



重大成果：“热带海洋微生物新型生物酶高效转化软体动物功能肽的关键技术”获2014年国家技术发明奖二等奖

本成果利用海洋微生物的新属种和独特环境适应性，挖掘新型蛋白酶和糖苷酶，发明安全高效定向转化海洋软体动物功能肽的关键技术，取得以下重要突破：

● 解决产酶微生物的种质问题，保藏海洋来源产酶菌种900多株；

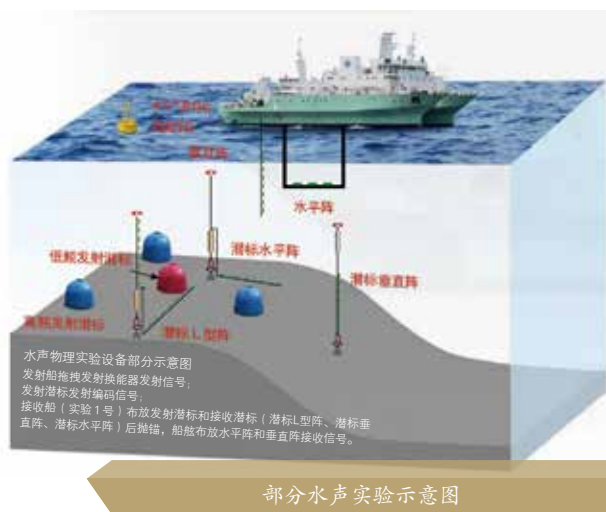
● 发明海洋微生物新型生物酶发掘技术，解决高效生物酶

水声应用领域成果

2012—2014年中科院声学所研究人员依托“实验1”科考船作为实验平台共产生授权发明专利12项，论文25篇，其中会议论文8篇。

近几年，“实验1”承担了90%的国家声学专项调查任务，完成专项海上综合试验及水声拖曳双阵线阵研制及多次深海声学潜标的布放与回收。同时在超远程水声通信试验方面开展了相关研究与试验，取得了高质量试验结果。其中“A Kind of Underwater Time Service and Synchronization”（一种水下授时和同步方法及其系统）获得PCT国际专利，该发明提出一种新的水下授时和同步方法及其系统，解决传统方

法受水声信道多途及起伏效应影响的问题，从而有效提高授时及同步的精度，并降低授时系统的复杂度。



海洋实时观测浮标系统建设与维护

以“实验1”为支撑装置平台，由声学所、南海所和沈阳自动化所三方共建中尺度海洋观测联合实验室，以海洋环境与海洋声学连续监测为重点，以建设西沙、南沙岛礁深海海洋环境与声学监测台站为核心，重点开展海洋声学技术及其监测应用、海洋遥感信息分析与应用、多源海洋监测信息资料通话与集成

分析等海洋环境立体监测关键技术研究，构建南海中尺度海洋研究观测站网系统，为多学科海洋创新研究和高技术实验提供观测数据和技术平台。

“实验1”在多次指定海区投放遥测浮标，为水文气象综合观测系统的建立实现了风速、风向、气温、相对湿度、气压、波浪、潮位、水温等观测

在所部的远程实时接收；海洋光学观测系统则主要测量水上阳光辐照度和风速、风向、相对温湿度和大气压的气象要素，水下观测各层上、下两个方向的光谱辐照，采用自动化和远程通讯技术，实现海面、水下光辐射的连续实时观测。系统的建成，充分实现海洋环境多元化参数信息的获取，为海洋生态与环境研究、气候变化研究、生物资源变动规律提供基础资料，对海洋科学研究、海洋经济建设、国家安全建设等具有重要意义。



未来展望

加强船舶通讯能力建设

“实验1”作为科学考察、试验的装置平台，面对的是海上恶劣多变的天气和通讯方式单一、能力薄弱的环境，方便快捷的通讯对船舶在海上考察作业和航行显得非常重要，也是国内外科考船愈加重视并逐步完善的一项船舶基础能力，同样，加强“实验1”船载通讯系统的建设是今后的一个重点工作。当船舶在

海上作业时，通过海洋卫星电话、网络、桌面视频系统等媒体平台，及时汇报船舶运行和科研作业进展，做出决策，为保障船舶运行和科研活动的安全高效开展提供强有力支撑，同时有利于更快、更全面、更准确地对海上样品进行分析，推动科研成果产出。

完善科学综合考察能力

“实验1”独特的小水线面双体船型，有优越的耐波性、良好的安静性、低速拖曳性、灵巧的操纵性以及宽大的甲板作业，是一个理想的海上工作实验平台。但作为一艘以水声考察为主的海洋综合学科考察船，“实验1”的船载科考设备整体配套并不完善，缺少大部分的海洋探测设备和科研仪器，一定程度上限制了多学科综合考察的需求。在未来几年，“实验1”将加强船载科考设备和系统的建设，逐步完善综合考察

船的功能，最大限度发挥其优越的船型和安全作业优势，提高船舶使用率，满足多学科交叉、多项目的综合用船需求，发挥科考船良好的经济和科研效益。

新型综合科学考察船“实验1”的运行为我国海洋科学技术领域的发展提供了公共基础平台与技术支撑，也填补了我国在小水线面双体船应用与开发的空白，极大地推动了海洋声学、海洋物理等学科的应用和发展，特别是在国防建设中发挥了重要的作用。

