

中科院大科学装置系列报道③



“科学”号：圆一个海洋科考梦

■本报记者 沈春蕾

1月7日，“科学”号海洋科学综合考察船(以下简称“科学”号)结束了对西太平洋雅浦岛弧海山生态系统的第一航次调查任务。1月10日，“科学”号从厦门港再度启程，赴西太平洋雅浦海山海域执行第二航次科考任务。

“科学”号核定总吨位4711吨，总长99.80米，型宽17.80米，型深8.90米，续航力15000海里，自持力60天，最大航速15节，载员80人，由武昌船舶重工有限责任公司为中国科学院海洋研究所(以下简称海洋所)打造。

海洋所所长孙松告诉《中国科学报》记者：“‘科学’号稳定性好、操纵灵活、作业空间大，船舶和船载探测与实验系统处于国际先进水平，是目前国际最先进的海洋科学综合考察船之一。”

急需新型科考船

开展海洋环境、海洋生物资源、海底地质和资源勘探研究是国家提出经略海洋、建设海洋强国的基础。

我国海洋综合考察能力应与我国的经济政治地位相适应。海洋所“科学”号项目总工程师于建军表示，海洋科学综合考察船作为海洋探测与研究的重要平台，是海洋能力建设关键的组成部分，也是一个国家综合国力的体现。

世界上海洋科学考察船数量居前几位的是美国、日本、英国、德国、法国等发达国家。进入21世纪以来，世界各国新建成交付

的海洋科学考察船有挪威的“G.O.SARS”、日本的“CHIKYU”、德国的“MARIA S. MERIAN”、英国的“NEW DISCOVERY”、法国的“POURQUOI PAS”、美国的“SIKULIAQ”等。

这些新型科考船的设计突出多学科综合探测研究的特点，不仅装备精良，功能齐全，还具备强大的深大洋立体探测与同步作业的能力、全球范围内信息处理与交换的能力、合理的综合布局和良好的适航性，以满足海洋考察的作业需求和提高探测精度。

“长期以来，我国科考船数量少、船舶老旧、功能落后、作业效率低、配套不完善，难以满足当前日益发展的多学科综合考察，特别是深远海综合考察的需求。”于建军说。

在此背景下，国家对海洋科学综合考察船建设项目给予了高度重视，促成了我国新一代深海洋科学综合考察船的立项。

设计和建造一艘国际先进的、满足现代海洋科学考察需求的海洋科学综合考察船，也是海洋所多年的梦想。

自主设计“科学”号

海洋所“科学”号项目组在广泛调研基础上，充分了解国外科考船的设计理念 and 先进技术，并结合我国涉海单位的科研需求，制定出完整的、满足现代海洋科学考察需求的建造方案。

在此基础上，海洋所与设计单位(中国船舶工业集团第708研究所)和承建单位(武昌船舶重工有限责任公司)一起进行科技攻关和设计创新。

于建军说：“我们在主尺度选型、船体性能优化、科考设备的研发与配置、舱室的综合布局等方面解决了一个又一个关键技术难题。”

在设计过程中，“科学”号项目组瞄准国际上交付不久和正在建造的新型科考船，通过消化吸收国内外船型相关技术，重点研究了用于科考船多波束嵌入式安装的防气泡球首设计、经济节能的短长宽比船型设计、不同推进形式和电站配置的综合评估等关键技术难题。

我国现有自主设计的海洋科学考察船大都体现出瘦长型的特点，在海洋科学考察活动中由于其纵向波动性差，使海上作业受海况的制约性很大。项目组在“科学”号设计过程中，

采用先进的三维建模技术进行生产设计，确保建造精度，实现了船型尺度比和型线的优化。

为解决大量现代海洋科学考察海上作业的实际问题，“科学”号项目在国内没有可参考先例的情况下，研制了多项船舶和辅助科研装备，如国内首个升降鳍板系统、国内首套侧推封盖系统和国际首制重力取样装置翻转机构等。

“科学”号于2010年开工建造，2011年5月进入船台总装阶段，2012年9月在青岛正式交付使用，这也标志着我国海洋科学考察能力实现新的突破，迈入国际先进行列。

海上科考进行时

2013年1月，“科学”号投入试运行，先后承担了“南海成因与南海中南部盆地构造研究”“热液系统海底环境特征及其影响”“主流系与西太平洋暖池变异机制”等国家重大项目，总航行天数460余天，航程55000余海里。

2013年5月~8月，“科学”号在国内首次开展南海中南部地球物理调查，获得南海东—西和南—北向近8000公里的横跨陆架—海盆—陆架的综合地球物理大断面数据和样品采集，为研究南海成因及盆地构造、南海形成演化等重大科学问题提供了重要数据。

2014年4月~5月，“科学”号首航奔赴西太平洋，执行中科院“热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响”战略性先导科技专项任务，并使用国内最先进的4500米级“发现”号水下遥控潜器，在国内首次对冲绳海槽热液区进行现场原位观测和取样分析。

该航次首席科学家、海洋所研究员李超伦表示：“我们本次赴西太平洋科考的目的就是为了探索冲绳海槽热液区的环境特点以及极端环境下的生命过程和形式。”

2014年8月~10月，“科学”号在国际上首次大规模在西热带太平洋海域开展了

大型潜标的集中布放，对西边界流和赤道流系流量和流速及其结构进行长时序的连续观测。

2014年12月~2015年2月，“科学”号从青岛奥帆基地码头启航，赴西太平洋雅浦海山海域，执行中国科学院海洋先导科技专项“深海海洋环境与特殊生态系统”科学考察任务。

本航次首席科学家李超伦介绍，进行西太平洋深海洋山系统的系统调查研究，是拓展和发掘国家战略性海洋资源的长远需求，将有力提升我国在深海大洋研究能力和技术水平。

延伸阅读

作为我国新一代先进的海洋科学综合考察船，“科学”号是拥有自主知识产权，集多学科、多功能、多技术手段为一体，可以满足海洋多学科研究需求。它具备全球航行能力，在技术水平和考察能力方面已达到甚至超过国际海洋强国新建和在综合考察船的先进水平。

“科学”号的投入使用将为国家海洋科学基础研究和海洋高新技术研发，特别是深海及洋区的海洋基础科学研究，提供先进的海上移动实验室和试验平台。在未来10~20年内，该型船将成为我国远洋科学综合考察的主力船型之一。

“科学”号的完工测试结果证明，其工程目标和总体性能指标全面达到甚至超过设计指标。试航测定，“科学”号单台发电机运行时(功率为2610kW的发电机，夏季时负荷率为86.8%，冬季时负荷率为80.2%)航速达到12.12海里每小时(kn)，双机运行时最大航速达到15.88kn，是相同吨位级别同类型电力推进船舶中油耗最低的船型之一，快速性和经济性指标均达到和超过国际同类型船舶的先进水平。

经倾斜试验验证，“科学”号船舶重量与重心位置与设计预估状态非常吻合，未采取临时固定压铁处理方案。试航期间，“科学”号船舶调配压载灵活，各种液舱包括消耗品舱、压载水舱均实现了预先设计的功能，充分体现重量重心有效控制的成果。

试航测定“科学”号达到最大航速15kn时，回转直径为194m，回转最大横倾角约12度；航速12kn时，回转直径为185m，回转最大横倾角约6.5度；回转直径均低于两倍船长(2×99.6m)，大大优于常规轴浆推进的船舶，回转性能良好。

在最大航速下，“科学”号228秒内可实现停船，惯性滑动距离约为722m；紧急停船时间在130秒内，滑动纵距不超过450m；在5分钟内可实现原地回转；横移自如，航向稳定。

“科学”号按照CB/T 3526-94《海洋调查船特殊抗风力要求》进行设计。2012年春节前，“科学”号在我国台湾东北部试航时遇到9~10级的较大风浪，船舶一度处于横浪上，横摆角度达到35度，仍旧具备较好的复原力臂。船舶经历了较大的稳性生存考验，抗风安全性得到初步验证。

“科学”号采用无人机的设计，并获取无人机舱(AUT-0)船舶入级证书。经试航测定和一年多的运行结果证明，“科学”号机舱设备运行平稳，动力系统和船舶管系通畅，机舱监测系统运行正常，充分验证了船舶自动化程度高，系统安全可靠，设备操作简单，维护保养方便的特点。

“科学”号在艏部两个侧推、艉部两个吊舱推进的联合作用下，船舶在1.5节流、5到6级风的海况下，能够实现定位精度0~3米、船舶向±10度的可靠定位。

船舶电站负荷在动力定位时有充足的储备，前后推进器也进行了损失单个推进器的定位测定，结果表明：配置的DP-1动力定位系统满足各项指标要求且具有较高的可靠性和冗余度。

在深海极端环境航次中，“发现”号遥控水下机器人在水下长达7~8个小时的作业中，“科学”号动力定位系统始终将船位控制在0.3~0.4米的范围之内。

“科学”号采用减振降噪技术，通过优化设备配置和建造过程的层层把关，取得了非常明显的效果。经振动噪声测定本船在全速航行时，机舱、集控室及机修间的振动噪声指标均满足或大大优于国际标准。如：机舱集控室的噪声指标为60dB，远低于船级社设定的最高舒适度等级中对于机舱集控室70dB的要求，已达到驾驶室最高舒适度标准。此外，机舱及机械场所等通风设备采用特殊降噪技术，降噪效果十分明显。

“科学”号共有40间卧室，公共区设有餐厅、休闲厅、网吧、学术厅(影院)、会议室、咖啡吧、健身房、桑拿房、理发室等。经海上航行测定，全速航行时噪声指标达到船员卧室噪声舒适度最高等级的房间为30间(低于52dB)，占全船卧室的75%；达到客舱乘客高级舱室噪声舒适度最高等级的房间为10间(低于45dB)，占全船卧室的25%。

“科学”号采用烟囱前置，右舷L型主流布局；同时采用了干湿性实验室分置的综合布置；艉部作业甲板设置了较大的低舷作业面积和有效空间，为科考作业的操作和设备扩展预留了空间。甲板预埋紧固件为移动式设备和集装箱的安装提高了效率。

此外，遮蔽作业甲板、船舶“科学桅”、船舶部的通海井和升降鳍板以及作业集中操作室为科考作业提供了理想的环境条件。在试运行期间，“科学”号多次赴深海洋和太平洋海底冷泉和热液区，完成了深海洋底油气资源形成机理、深海洋底环境调查、大洋环流系统与气候变化等科学考察，取得了丰硕成果，科学目标得到初步体现。(作者系海洋所“科学”号项目总工程师)

实验室

“2001年3月，当我在美国内布拉斯加州立大学任查尔斯·玛格丽·德姆信息科学与技术讲习教授时，曾邀请时任全国人大常委会副秘书长、国家自然科学基金委管理科学部主任成思危先生去该校访问。”2014年年末的一天，在北京中关村的一间办公室里，中科院虚拟经济与数据科学研究中心常务副主任石勇笑着向《中国科学报》记者回忆起十三年前的往事。

后来石勇又陪同成思危参观了著名的信用卡管理与数据企业“第一数据公司”。当石勇介绍自己及团队在该公司从事的基于大规模数据的信用风险管理建模与分析工作时，成思危对他说：“你应该考虑回国工作，这些科研可以促进中国的金融创新。”

彼时，他们的谈话间，都还没有用到十多年后的今天人尽皆知的一个词——大数据。

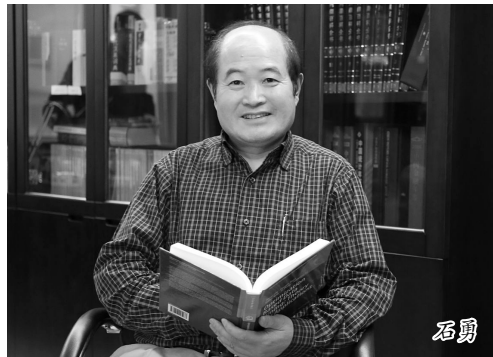
先人一步

“今天人人皆谈大数据，却难以想象十年前人们对于这一概念的陌生。”石勇带着几分自豪说：“我们可是从十年前就开始从事数据科学研究了。”

2004年秋，在应中科院领导之邀回国的石勇的主持下，数据挖掘与知识管理中心(筹)在中科院研究生院中关村校区正式成立。

在那之前，数据挖掘与知识管理这两个方向在国际上还是分离的。石勇适时地组织了一次学术会议，邀请了两个领域的专家参加，专家们讨论后得出共识：要将两者结合起来，产生新的创新性科研成果。

考虑到当时公众的认知，在时任中科院院长路甬祥的建议下，中心的名称变成了“数据技术与知识经济研究中心(筹)”。



大数据的“掘金”十年——中科院虚拟经济与数据科学研究中心的成长故事

■本报记者 肖洁

2007年初，中科院正式批准该中心成立。后来，国际上也陆续成立了有关数据科学的团队。“例如，美国哥伦比亚大学2012年成立数据科学研究所，比我们中心整整晚了5年多。”石勇说。

在海量数据里淘到“金子”

领先的当然不仅仅是时间。这些年来，虚拟经济与数据科学研究中心为国家宏观经济提供了不少决策依据。中心名誉主任成思危2009年曾撰文《论人民币汇率制度改革的下步——建立灵活的人民币汇率双层目标区》，而后运用虚拟经济理论，写就《全球金融危机与中国的对策》等报告。在2014年度出版的《人民币国际化》一书中，成思危提出了10年内基本实现人民币国际化的目标和时间表建议。

该中心也通过扎实的研究为地方建言献策。石敏俊团队通过研究，为石羊河流域合理规划调整和完善提出了具体建议。他们还与埃森哲合作创建了埃森哲中科院新资源经济城市指数，为中国城市规划与管理提供了一套全新评估分析体系。

科研成果直接面向相关产业，则是该中心的一大特色。

2006年至2009年，石勇团队与中国人民银行征信局和征信中心合作，在全国个人信用数据库基础上建立了全国个人信用评分系统。这一工

作对中国13亿人在商业银行的日常经济活动有重大影响。截至2010年5月31日，该个人征信系统查询次数达6.5亿次。该系统年收费20亿元，实现了真正意义上的基于大数据挖掘的金融工程理论实践。中国人民银行前副行长、现中国驻国际货币基金组织副总裁朱民赞扬这一居民信用评级“已经超过了国际水平”。

目前，石勇团队独创的多目标最优化数据挖掘模型，已成功应用于金融、保险、电商等领域的海量数据或大数据问题。网易、工商银行、中国融期期货交易所、中国投资公司、中国再保险集团、国家审计署、一号店、商务部都成为他们的“客户”。

各个团队的努力，为中心赢得了总数4000多万万元的课题经费，而难以置信的是，中心的全职研究人员仅有十来人。

中心的学者也拿下了诸多奖项：成思危于2014年获得复旦管理学终身成就奖；石勇于2009年获得复旦管理学杰出贡献奖和国际多目标决策学会的最高奖项——康托学术奖，2013年还获得教育部自然科学一等奖。

中心的毕业生中诞生了两位国家“青青”和一位教育部长江学者。此外，一位应邀任职于美国加州大学，两位任职于澳大利亚两所大学。除了科研骨干，毕业生中还有包括著名创投平台“36kr”CEO在内的企业精英和创业人才。据石勇介绍，中心招收的研究生分为数学、计算机和管

理三个专业，“我希望不同的学科交流碰撞，促成更多新思想的产生”。

一直走下去

2014年8月，石勇作为申请单位代表，参加中科院重点实验室的评审。评议会一开始，他就犯起了嘀咕：60多个候选者角逐30个名额，而他们被安排在学科组第一个答辩，“总觉得评委们会对第一个讲得特别苛刻嘛”。

但让石勇惊喜的是，评委们高度评价他们的工作，一致通过了他们的申请。中科院大数据挖掘与知识管理重点实验室得以获批成立，该实验室将依托中科院虚拟经济与数据科学研究中心、国科大管理学院、数学科学学院和计算机与控制学院的科研力量。

作为实验室主任的石勇认为，这一新平台势必会进一步促进中心在相关领域的前沿优势。

出于对他们工作的认可和肯定，美国工程院刊The Bridge邀请石勇作为主编，在其最新一期冬季期刊上刊登了题为《大数据的全球视野》的学术专稿。石勇邀请了14位来自9个国家和地区的知名学者，就各国大数据的现状、挑战及趋势撰文研讨。

在石勇看来，大数据目前面临不少重大挑战：其一，研究异构数据的不同表现形式之间的逻辑关系，以寻求基于异构数据的“多维数据表”的一般规律；其二，探索大数据复杂性、不确定性特征描述的刻画方法以及大数据的系统建模；其三，研究数据异构性与决策异构性的关系对大数据知识发现与管理决策的影响。

面对这些挑战，石勇表示：“我们中心在分析与运用海量数据的科研道路上已经走了十年，未来还会继续走下去。”