

· 科学论坛 ·

# 顺应海洋科技发展需求 加快推动海洋调查装备共享

冷疏影<sup>1\*</sup> 王凡<sup>2</sup> 刘保华<sup>3</sup> 张亮<sup>1</sup> 刁新源<sup>2</sup>

1. 国家自然科学基金委员会 地球科学部, 北京 100085
2. 中国科学院 海洋研究所, 青岛 266071
3. 崂山实验室, 青岛 266237

**[摘要]** 海洋调查装备的共享是提升海洋科技原始创新能力的重要途径,但因海洋调查装备使用过程中存在诸多体制机制等制约,我国仍然没有建立比较完备的海洋调查装备共享体系。国家自然科学基金委员会自设立“国家自然科学基金海洋科学调查船时费专款”以来,形成了良好的运行机制,积累了较为丰富的船时共享经验和调查资料开放共享经验,着手规划和探索构建船时共享、资料共享和装备共享“三位一体”的海洋调查共享服务平台体系恰逢其时。借鉴国内外成功经验,针对我国海洋调查装备共享问题难点,本文提出了若干宏观对策和举措建议,以期为更好服务我国海洋科技原始创新和海洋强国战略提供参考。

**[关键词]** 海洋科学考察;大型调查装备;共享;国家自然科学基金

海洋调查工作是开展海洋科学研究的基石,海洋调查装备更是进行海洋调查工作的必要技术手段。深入认知海洋科学奥秘、高效开发利用海洋资源、有效保护海洋环境、有力维护海洋权益都离不开海洋科学的发展和海洋调查装备的支撑<sup>[1-3]</sup>。通过几十年的发展,我国在大型海洋调查装备诸如无人水下缆控潜水器(Remote Operated Vehicle, ROV)、载人潜水器(Human Occupied Vehicle, HOV)、水下自主航行器(Autonomous Underwater Vehicle, AUV)、水下滑翔机(Underwater Glider, UG)等领域取得了长足的进步,但因缺乏使用经验的广泛积累,许多装备目前尚不够成熟。伴随着我国在海洋事业的巨大投入,国内也购置使用了相当数量的进口海洋调查装备。这些大型装备由于缺乏统一的共享使用机制,总体来说处于分散使用的状态。开放共享是解决大型科研仪器设备重复购置和闲置浪费等问题的有效途径,有利于资源优化配置。同时,开放共享是国家宏观战略需求,能够充分发挥大型科研仪器设备的科学研究和技术开发作用,促进学科间的交叉融合,增强企业的创新能力,为科技强国的建设提供条件支撑<sup>[4]</sup>。因此,中国迫切需要



**冷疏影** 国家自然科学基金委员会地球科学部处长、二级研究员,先后在北京大学、中国科学院地理科学与资源研究所获得学士、硕士和博士学位,以第一或通讯作者发表研究论文60余篇,作为主编及主要作者出版了专著《地理科学三十年:从经典到前沿》(中英文版)。曾获“有突出贡献中青年专家”和“全国三八红旗手”荣誉称号。

围绕国家海洋战略和国际海洋合作需求,实现海洋调查装备利用效益的最大化,降低海洋调查装备的运行成本,最大限度地发挥现有海洋调查装备的服务潜能,创建适应多学科融合的海洋调查装备服务共享管理体系<sup>[5]</sup>。2009年起,国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)启动了“国家自然科学基金海洋科学调查船时费专款”项目,即“国家自然科学基金共享航次计划”(以下简称“共享航次计划”)。该计划在探索科学基金资助新模式的同时,有力推动了海洋科学考察船资源合理配置以及调查资料开放共享。但截至目前该计划尚未涉及海洋调查装备开放共享<sup>[6,7]</sup>。本文在总结和梳理国内外海洋调查装备共享发展态势的基础上,分析我国海洋调查装备共享发展领域存在的问题和面临的挑

收稿日期:2023-02-01;修回日期:2023-02-13

\* 通信作者,Email: lengsy@nsfc.gov.cn

战,提出未来发展的对策和建议。

## 1 国外海洋调查装备共享发展趋势及启示

随着人类科学探索和资源开发向深海大洋挺进,以美国为首的世界海洋强国纷纷加大了对海洋设施研发的投入力度,海洋科学考察船及海洋调查装备获得了快速发展。但随着海洋调查装备需求的不断增加,传统的管理模式逐渐暴露其弊端,凸显出各自为政、重复建设、运行成本过高、海洋调查装备使用效能低下等问题<sup>[8-11]</sup>。为进一步统筹海洋调查装备资源,使之发挥最大效力,世界海洋强国大都在海洋调查装备运维管理和共享方面进行了大量的探索,逐步形成了各具特色且行之有效的服务共享机制,建成了比较完善的海洋调查装备服务共享管理平台,实现了高度信息化的管理方式。总体上,国外的海洋调查装备共享大致经历了两个阶段,从单一研究机构小范围共享向跨机构、跨国家共享发展;也逐步演化出研究机构自主开放共享、国家层面统筹共享和国际间互助共享等三种共享模式,最终实现统筹现有装备专业化运行维护和共享使用,同时兼顾装备发展、更新规划等的顶层设计。

### 1.1 机构设立,自主运营

国际海洋科技强国大都依托其国立海洋研究机构建立了较为健全的海洋设施共享机制。这些研究机构负责运行海洋设施,并对外提供商业化服务,其收入和运行经费相对比较独立,具有较大的自主权。

譬如,英国国家海洋中心(National Oceanography Centre, NOC)牵头并与英国海洋科学界诸多研究机构合作,建立了欧洲最大的国家海洋科学设备池(National Marine Equipment Pool, NMEP),拥有超过10 000种海洋科学仪器设备,为整个英国海洋科研需求提供服务,同时提供熟练的海洋技术人员和专业的技术支持,保障仪器设备的可靠稳定运行,确保获取高质量的科考数据。NMEP调查装备除了向海洋科学界开放共享,还向商界提供租赁服务<sup>[12]</sup>。这种模式在欧洲比较普遍,如法国海洋开发研究院(French Research Institute for Exploration of the Sea, IFREMER)负责规划、建造和管理法国海洋科考船队设施,同样注重海洋调查装备的服务共享,其与法国国家空间中心和国家气象局共用海洋卫星观测设备进行综合性海洋观测<sup>[13-15]</sup>。德国亥姆霍兹基尔海洋科学研究中心(GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, GEOMAR)根据政府规定成立协调委员会来规划仪器设备的使用,中

心负责设备的日常运营和维护,并向所有科研单位和高等院校的科研人员开放<sup>[16]</sup>。荷兰皇家海洋研究所(Royal Netherlands Institute for Sea Research, NIOZ)负责运行该国的国家海洋设施(National Marine Facilities, NMF),为在荷兰工作的研究人员提供船只、航海设备、数据管理和专业配套技术人员。俄罗斯科学院希尔绍夫海洋研究所(Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, IORAS)是俄罗斯最大的海洋研究机构,拥有10多艘海洋科学考察船和多型载人潜水器<sup>[17-19]</sup>。IORAS同样注重海洋调查装备的共享管理,设有海洋研究协调中心,积极协调各涉海研究机构海洋调查装备进行多用途研究,促进世界海洋机构跨区域国际合作,同时还支持俄罗斯国家海洋研究科学委员会(Scientific Committee on Oceanic Research, SCOR)的运作。

澳大利亚联邦科学与工业研究组织(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO)负责管理使用国家海洋设施装备,受国家海洋设施指导委员会(Marine National Facility, MNF)和三个独立的小组委员会(研究咨询委员会、国家福利咨询委员会、补充调度委员会)监督。日本海洋科学技术中心(Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, JAMSTEC)拥有10多艘大型海洋科考船,并配有系列深海潜水器以及其他各种海洋调查设备和仪器。JAMSTEC的海洋科考船调查航次和调查装备均可以在网站上直接进行申请,采取无偿、租赁等多种方式使用。在运行机制方面,JAMSTEC采取由“国家+民间”共同运作的半官方管理运行模式,具有较大的灵活性<sup>[20]</sup>。

以上这些研究机构的海洋调查装备运营及共享开放,在不同程度上得到了国家的授权,接受国家的直接资助,建立了相对完善的海洋调查装备规划建设、运行管理、开放共享模式,很好地促进了海洋科学研究的进步。但是受制于整个国家体量及管辖海域的限制,这些研究机构尚不能完全独立支撑国际大科学计划的顺利实施。在此基础之上,相关国家通过国际合作逐渐建立起了跨国海洋调查装备共享机制,并以此为依托支撑国家间科技合作及国际大科学计划的顺利实施。

### 1.2 跨国设立,共同运营

欧洲的海洋调查装备共享最初在几个海洋强国间展开,逐步形成了以欧洲海洋科学考察船队(Eurofleets)、欧洲海洋设施交换集团(Ocean

Facilities Exchange Group, OFEG) 共享计划为代表的欧洲国家间的海洋科学考察船与海洋调查装备的共享机制, 这些共享机制也支撑了诸如全球海洋观测系统 (Global Ocean Observing System, GOOS)、全球海洋联合观测组织 (Partnership for Observation of the Global Ocean, POGO) 等大型国际合作计划。

其中较早启动的是 OFEG 共享计划, 1996 年由英国、法国、德国开始发起, 主要目标是实现国家间海洋科学考察船和海洋调查装备的共享, 这种共享的基本原则是不进行经费交换, 而是根据海洋科学考察船或海洋调查装备的价值赋予不同的积分点数, 通过积分系统确保船时和机时的等价交换。OFEG 设备池中的设备部分可以免费使用, 其余设备需要支付额外的费用, 使用另一机构的海洋科学考察船或设备, 受益机构必须付出对等的船时或机时, 所以其运营成本仍然落在船东或设备拥有者身上。海洋设施交换计划 1994—2018 年间进行了百余次, 1500 余天 (图 1)、近 20000 点积分 (图 2) 的设施共享, 其中德国和英国之间的设施互换最为频繁<sup>[21]</sup>。

Eurofleets 有别于 OFEG, 它主要是围绕科学目标, 共享欧洲国家间的海洋科学考察船和海洋调查装备, 其经费来源主要为欧盟委员会。Eurofleets 已经执行了两期, 分别为 Eurofleets1 和 Eurofleets2, 目前正在执行的是 Eurofleets<sup>+</sup>。以 Eurofleets2 的“区域 3”行动计划为例, 该计划在 2015—2016 年间共执行了 11 个航次、99 天的海上观测任务<sup>[22]</sup>。在“东南地中海碳酸盐渗漏”航次中, 来自以色列、瑞士、德国、意大利的科学家搭乘希腊

的“AEGAEON”号科学考察船, 利用“MaxRover”号 ROV, 进行东南地中海及以色列近海富营养化海水中碳酸盐堆积及深海珊瑚的相关研究。执行期为 2019—2023 年的 Eurofleets<sup>+</sup> 动员了 27 条科学考察船、5 套 AUV、8 套 ROV, 欧盟出资 1000 万欧元, 发起“海洋”“区域”等研究计划<sup>[23]</sup>。Eurofleets 在巩固泛欧区调查船队的基础设施建设和海洋科学考察船与海洋调查装备的协调使用过程中发挥了重要作用, 欧洲和非欧洲国际研究人员均可通过网络系统申请搭载欧洲最先进的调查船以及使用 AUV 和 ROV 等大型海洋调查装备进入北大西洋、地中海、黑海、北海、波罗的海、太平洋、南大洋和罗斯海开展调查研究。

由于 OFEG 共享计划是跨国合作, 因此其运行体制机制上尽量避免资金往来, 也尚未形成稳定支持的资金来源渠道。而 Eurofleets 计划是通过科学计划的设立获得周期性的资助, 其最大优点在于有明确集中的研究目标, 通过整合相关国家的优势资源, 在一定的周期之内完成有效的科技攻关, 助推重大科学问题的解决。

### 1.3 国家设立, 统筹运营

二战以后, 美国海洋领域的科研机构迅速发展壮大, 形成了多所世界知名研究机构协同发展的局面, 也逐渐形成了独具特色的海洋调查装备共享的体制机制。这种共享体制机制建立的标志就是 20 世纪 60 年代通过大学—国家海洋实验室系统 (University-National Oceanographic Laboratory System, UNOLS) 形成的管理组织框架。在这个框

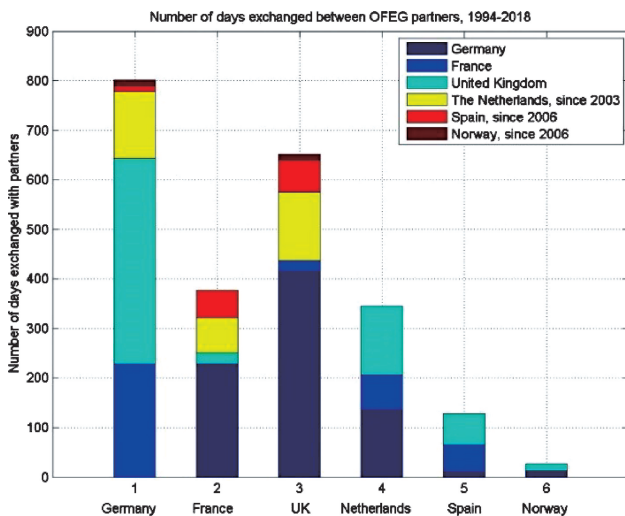


图 1 1994—2018 年 OFEG 成员设施共享交换时间 (天) (引用自 OFEG 官方网站 BARTER EXCHANGE ACTIVITY<sup>[21]</sup>)

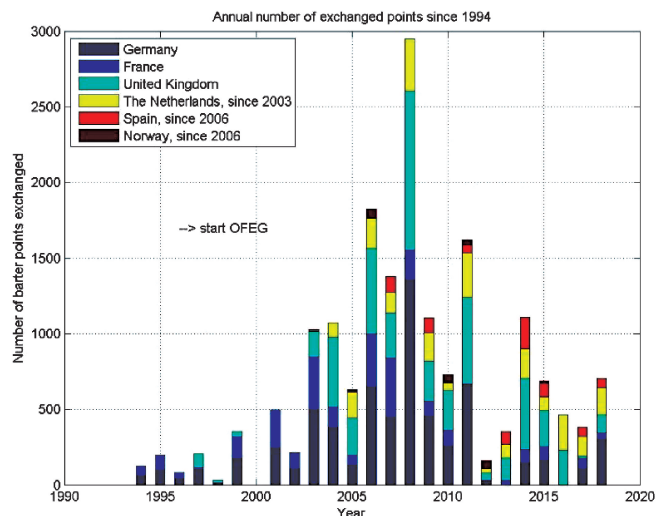


图 2 1994—2018 年 OFEG 成员设施共享累计点数 (引用自 OFEG 官方网站 BARTER EXCHANGE ACTIVITY<sup>[21]</sup>)

架下,UNOLS整合了全国范围内的海洋调查力量,通过组建所有权、管理权和使用权分离的三层体系架构,实现对大型海洋调查装备的高效共享利用<sup>[24]</sup>,解决了船舶用时管理混乱和海洋调查装备管理分散化及使用效率低下的问题<sup>[25, 26]</sup>。

截至目前,UNOLS设有船时计划委员会等11个科技委员会,负责制定相关规划计划、资源分配方案和组织绩效评估。UNOLS统筹成员单位相关资源,建有海洋科学考察船队和各种设施池,设施池中共有海洋调查装备1157种<sup>[27]</sup>。其中科考船队拥有20艘海洋科学考察船舶,国家深海设施池有多型ROV、AUV,国家海洋飞机库有19架飞机,还有其他诸如海底地震仪(Ocean Bottom Seismometer, OBS)、锚系浮标等设施池。这些设施池或专业委员会除负责运行设施池中的设施之外,还负责这些设施的建设、更新规划,技术人员培训以及设施数据处理等工作,可以说这些委员会和设施池构建起了UNOLS科学考察船和海洋调查装备、人员等发展规划、运行管理、数据共享等管理体系,并且通过50多年的运行已经日渐完善成熟,对推动美国海洋科技进步发挥着举足轻重的作用。

UNOLS的设施池依托相应的研究机构建设运行,例如斯克里普斯海洋所(Scripps Institution of Oceanography, SIO)具体负责UNOLS设施数据中心和绞车池等建设运行工作,通过制度建设保障了大部分大型仪器设备与实验室对外共用或开放。这不仅提高了仪器设备的使用率,降低了运行成本,而且促进了相关领域研究人员之间的交流与合作,有效提升了SIO的国际声誉<sup>[28, 29]</sup>。同样作为主要成员单位,伍兹霍尔海洋研究所(Woods Hole Oceanographic Institution, WHOI)是UNOLS深海试验装备、锚系潜标、OBS等设施池的建设运行单位,向通过UNOLS评审的项目提供载人潜水器等装备下潜作业的专业化应用服务,操作过程严格、科学和有序,实现了装备资源的高效配置和使用<sup>[30]</sup>;船载科学技术服务部门会为海洋科学考察船配备海上现场调查和岸基维保技术支撑人员,保障调查装备的正常运行。

纵观世界海洋强国的海洋调查装备共享之路,大致经历了从研究机构自发共享逐步发展到国家层面统筹共享和国际间相互共享的道路,其发展阶段、共享模式、经费来源等不尽相同,总体而言是向着海洋调查装备发展规划顶层化、运行管理专业化、资源利用效益最大化的方向发展,极大地促进了这些国

家海洋科学研究的进步,也助推了这些国家和研究机构长期处于国际领先的优势地位。这些宝贵的经验值得我们认真学习、借鉴,构建符合我国国情的海洋调查装备共享模式。

## 2 我国海洋调查装备共享历程及存在的问题

2014年12月,为加快推进科研设施与仪器向社会开放,进一步提高科技资源利用效率,国务院70号文件《国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》<sup>[31]</sup>发布,明确要求“制定促进科研设施与仪器开放的管理制度和办法”,积极推动国家重大科研设施和大型仪器设备的共享。2015年12月,教育部4号文件《教育部办公厅关于加强高等学校科研基础设施和科研仪器开放共享的指导意见》<sup>[32]</sup>指出,加强仪器设备的开放共享,深度挖掘服务潜能并为社会提供专业化服务是国家对各高校的要求;2017年9月,科技部会同发展改革委、财政部印发了《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法》<sup>[33]</sup>,进一步推动了国家重大科研基础设施和大型科研仪器的开放共享,释放了科研仪器的服务潜能,提高了设备使用效率;2018年12月,科技部、海关总署印发了《纳入国家网络管理平台的免税进口科研仪器设备开放共享管理办法(试行)》<sup>[34]</sup>,推动免税进口科研仪器设备开放共享;2022年7月,科技部会同财政部又制定了《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核实施细则》<sup>[35]</sup>,进一步规范了国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核和奖惩工作。

2014年科技部、财政部联合启动了中央级高校和科研院所大型科研仪器开放共享评价考核工作。在其推动下,纳入开放共享评价考核的大型科研设备由2018年的3.4万台(套)增加至2022年的4.7万台(套),纳入国家网络平台统一管理的仪器入网比例及优良率逐年提升<sup>[36-40]</sup>。我国大型科研仪器设备开放共享已初见成效,开放共享评价考核的杠杆、导向和激励作用十分显著。这些政策和工作的实施,为海洋科考装备与服务共享发展提供了必要的战略引领和政策支持。

### 2.1 国内海洋调查装备共享历程

海洋仪器装备的共享相较其他领域起步晚、程度低,部门之间及机构之间的发展也不均衡。2008年,中国科学院海洋科学大型仪器设备区域中心开

始设立,该中心由中国科学院海洋研究所联合 6 家中国科学院涉海单位共建,目前纳入共享的室内分析测试仪器 332 台(套),资产总值约 5.9 亿元(海洋科学区域中心 2008 年成立之初,固定资产总值约 1.7 亿元),已建成海洋领域跨地域分析测试平台 11 个,可进行海洋样品全基质、全要素的分析测定<sup>[41]</sup>。大型分析测试仪器的共享率从 17.7% 提高到 44.8%,区域中心的建设和运行在提高大型仪器使用率和共享方面取得的成效十分显著。2011 年,自然资源部第三海洋研究所建立了科学仪器共享平台,制定出台了科学仪器共享相关管理办法,通过物联网技术实现了科学仪器资源的有效集中和开放共享<sup>[42]</sup>。2019 年,自然资源部第二海洋研究所研发了“仪器设备共享平台管理系统”,利用物联网技术,实现仪器管理的自动化、数字化和智能化,严控出海科考仪器风险,在提升海洋科学仪器管理水平的同时,促进社会共享<sup>[43]</sup>。中国海洋大学海底科学与探测技术以及海水养殖等教育部重点实验室也建立了大型仪器设备开放共用管理体系,面向校内外开放共享<sup>[44, 45]</sup>。南方科技大学建立 OBS 共享服务平台,通过有偿共享,让平台能“自造血液”,解决我国当前 OBS 设备昂贵、使用效率低下、技术支持和服务滞后等突出问题<sup>[46]</sup>。

2019 年自然科学基金委在共享航次计划“普惠型”航次的基础上,结合“西太平洋地球系统多圈层相互作用”重大研究计划(以下简称“西太计划”)需求,组织实施了“重大科学问题引导航次”(以下简称“重大科考航次”),其中“共享航次计划 2019 年度西太平洋多圈层相互作用板块俯冲起始机制科学考察实验研究(航次编号: NORC2020-581)”项目,围绕板块构造研究需求,统筹使用了中国科学院海洋研究所、南海海洋研究所、自然资源部第二海洋研究所的多道地震探测系统。“共享航次计划 2020 年度西太平洋复杂地形对能量串级和物质运输的影响及作用机理重大科学考察实验研究(航次编号: NORC2021-582)”项目,围绕南海冷泉水体—沉积物物质能量交换及生物群落演变研究需求,共享使用了中国科学院海洋研究所的“发现”号 4 500 m 级 ROV 系统。可以说,共享航次计划通过西太计划的两个重大科考航次在海洋调查装备共享共用机制探索方面迈出了第一步。为加快探索大型海洋调查装备的共享共用机制,创新自然科学基金管理模式,自然科学基金委在 2021 年度共享航次计划中设立了“共享航次计划海洋调查装备共享战略研究”项

目;在 2022 年度共享航次计划中,首次发布“海洋调查装备共享科学考察实验研究”项目指南,并资助了“共享航次计划 2022 年度残留洋脊岩石圈—软流圈动力学过程研究装备共享科学考察实验研究(航次编号: NORC2023-601 + NORC2023-08)”项目,启动基于 OBS 的海洋调查装备共享试点工作。

## 2.2 国内海洋调查装备共享存在的问题

2010—2022 年中国新建海洋科考船的数量超过 30 艘,配备了大量的海洋调查装备。据不完全统计,众多海洋研究机构的仪器共享平台主要还是以室内分析测试设备为主,仅有诸如以国家重大科技基础设施“科学”号为代表的少量海洋调查装备进行了较大范围的共享使用<sup>[47]</sup>,大量的海洋调查装备还没有实现资源共享。可以想见,未纳入共享管理平台的海洋调查装备是一个多么浩大的数字。除了数量巨大,海洋调查对象繁多、学科面广,用于测量和取样的调查装备种类和专业门类众多,要么低值量大、要么复杂昂贵。调查作业场景涵盖大气、水体、海底,以及深海、极地等极端环境,调查作业方式还可大体划分为船载走航、定点漂流、遥感遥测、原位实验等大类。因此,相比于其他领域,海洋调查装备的管理和运行本身就是一项专业性强、复杂度高和风险与成本控制难度大的系统工程。统筹管理和共享使用好科学考察船和海洋调查装备,不仅是必要的,也是充满挑战的。归纳起来有如下问题和难点亟待解决。

### 2.2.1 海洋调查装备共享缺乏国家战略引领和规划布局

我国相关部委先后出台了很多关于大型仪器装备共享管理的办法和意见,但是迄今没有对海洋调查装备开放共享提出针对性要求,国家海洋科技发展战略和规划也没有提出与科技发展目标相匹配的海洋调查装备共享发展规划,导致海洋调查装备的运行管理大多数还处于研究机构分散独立、各自为战、自发共享的状态,涵盖政策制度、组织架构、资源配置、运行管理、评价考核等在内的一体化共享体系尚未建立。同样因缺失专业性、可操作性强的指标体系,中央级大型科研仪器开放共享评价考核在海洋调查领域的杠杆、导向和激励作用尚未发挥。

### 2.2.2 海洋调查装备跨部门管理缺乏体制保障

规划和组织开展海洋科学技术研发的政府部门涉及发改、科技、财政及众多的行业主管部门,所资

助的科研计划专项和项目的定位和使命既各有侧重、也有不同程度的重叠。分属不同部门和行业的海洋科技研发机构也存在类似情况,导致其所有和管理的海洋调查装备的使用定位、管理体系、技术标准和开放权限等有很大差异,在规划建设、评价考核方面也出现了同质化发展的趋势。同样不可忽视的是,海洋调查装备运行管理费的支持方式、资助强度和稳定程度无法支撑调查装备的持续性和规模化开放共享。因此,部门所有制是海洋调查装备共享模式建设和运行的最大制约因素,如何在服务于海洋科技发展过程中找到装备共享的最大公约数面临严峻挑战。

### 2.2.3 海洋调查装备共享缺乏科研引领的动力

海洋调查装备共享的最终目标是支撑海洋强国建设,攻关“四个面向”亟需解决的重大科学问题。目前,开展海洋调查装备共享的研究机构仍更多停留在以装备共享为出发点和落脚点,从机构自身发展的角度想的多,对装备共享能带来哪些重大科学突破缺乏系统研判。为更好地提升我国海洋基础研究水平,自然科学基金委一直致力于推动海洋调查条件保障体系建设,在成功实施基金项目海上调查船时共享和资料共享的基础上,正在积极探索海洋调查装备共享机制。但从全国层面看,以海洋调查装备共享为突破口、多部委联动的海洋科技支撑保障体系建设仍然任重道远。

## 3 我国海洋调查装备共享发展的对策与建议

如上所述,我国的海洋调查装备经过多年的快速持续发展,无论数量还是质量均已经有了相当好的积累,自然科学基金委、中国科学院及若干涉海研究机构前期已经在不同层面上进行了有益的共享尝试,取得了初步成效。虽然总体来说仍然处于起步阶段,但是开展我国海洋调查装备共享体系建设的时机和条件已基本成熟。通过借鉴国外海洋调查装备共享的成功经验,结合国内海洋调查装备共享的探索实践及存在的问题和难点,提出以下对策和建议。

### 3.1 发挥国家战略引领作用,多措并举推动海洋调查装备共享

#### 3.1.1 加强统筹协调,创建共享体系

围绕国家海洋领域“十四五”发展规划和中长期发展目标,强化海洋调查装备共享在海洋科技创新支撑保障体系中的重要地位,构建以研究机构自主

共享为基础、部委层面统筹共享为核心、国家层面规划共享为目标的中国海洋调查装备三级共享体系。同时,开展相关法律法规和政策制度建设,加强制度保障和政策指导;建立健全跨部委资源统筹配置、评价考核和风险管控机制,例如在各类相关科技计划专项和项目经费科目中规定一定比例的装备共享费用落实共享运行、资产使用和风险成本补偿,在科研仪器开放共享评价考核中采取分类考核和分类排名的方式进行有效的正向激励,全方位一体化推进海洋调查装备共享。

#### 3.1.2 加强国际合作,搭建共享网络

纵观海洋科学发展历史,加强国际合作是大势所趋。深度参与当前海洋领域国际合作,是提升我国海洋科学竞争力和提高海洋治理能力的一项关键举措。无论是联合国“海洋科学促进可持续发展十年”计划(2021—2030年),还是中国正在大力倡导的“海洋命运共同体”理念、“一带一路”倡议、区域全面经济伙伴关系协定(Regional Comprehensive Economic Partnership, RCEP),均为进行海洋调查装备共享国际合作提供了机遇和平台。我国应当积极探索建立双边或多边海洋调查装备合作共享机制,积极推动“一带一路”沿线国家海洋科学考察与装备共享网络建设,通过发起和实施国际大科学计划,共同加深对区域和全球海洋的科学认知,进而为区域和全球海洋管理和可持续发展提供科技支撑。

### 3.2 发挥科学基金制度优势,加快探索海洋调查装备共享机制

对于海洋调查装备共享来讲,科学目标导向的基础研究领域是最易于化解部门所有制体制障碍、找到解决方案最大公约数的领域。自然科学基金委已积累了基金项目海上调查船时共享和调查资料共享的丰富管理经验,加快探索海洋调查装备共享机制恰逢其时。

#### 3.2.1 构建“三位一体”的海洋调查资源共享模式

共享航次计划前期已围绕海洋科学和地球科学前沿性重大科学问题部署了重大科考航次。实践证明,重大科学问题的调查研究不仅依赖于大型海洋科学考察船,更依赖于大型海洋调查装备。因此,可以从重大科考航次入手,探索海洋调查装备的共享机制,实现船时、资料与装备同步共享,集中有限的海洋调查资源推动特定科学目标的实现。船时与装备同步共享还可对调查数据进行全过程的质量控制,不断完善数据质量控制体系,从根本上提高海洋

调查数据质量,促进调查数据高水平开放共享。构建船时共享、资料共享和装备共享“三位一体”海洋调查资源共享模式,更加有效地盘活大型、昂贵及紧缺的海洋调查装备,促进重大科学成果产出,充分发挥国家资金投入的社会效益和经济效益,更好地发挥科学基金制的引领作用。

### 3.2.2 建立海洋调查装备共享服务平台

在共享航次计划实施过程中,运行近 20 年的国家自然科学基金海洋科学资料共享服务中心对海上调查资料的汇交整理、数据质量控制、开放共享服务以及资料共享制度建设发挥了不可替代的作用,为科学基金共享航次计划管理提供了坚实的支撑。对海洋调查装备共享服务,仍可运用共享航次计划已有的管理积累,并充分借鉴国内外海洋调查装备共享成功模式,建设高效开放的海洋调查装备共享服务平台,为共享航次计划提供海洋调查装备和技术保障,直接服务于共享航次计划高质量发展。可以考虑遴选海洋调查装备和技术人才储备丰富、运行管理专业水平较高、开放共享基础较好的研究机构,建立 1(中心)+N(专业分中心)的海洋调查装备共享服务平台,落实海洋调查装备共享的组织协调工作,建立全流程运行管理机制,统筹协调成员单位海洋调查装备共享应用;依托大型、高值、大宗海洋调查装备如 OBS、ROV、HOV、AUV 等的优势管理机构,建设专业运行管理分中心,发挥其在研发、运行和维护及调查资料质控分析方面的专业技术特长,构建完善的技术体系和人才队伍体系,支撑海洋调查装备的高效专业运行。

### 3.2.3 设立海洋调查装备共享项目

现代海洋科学考察船和调查装备的运维均以强大稳定的资金保障为前提,而目前的共享航次计划资助经费体量尚无法满足航次期间海洋科学考察船的运行费用。因此首先需要扩大共享航次计划经费规模,才能构建船时共享、资料共享和装备共享“三位一体”的海洋调查资源共享模式。其次,目前的共享航次计划隶属于专项项目类型,受宏观管理办法指导,但在具体的资助模式上仍有足够的探索空间。因此可以在保持现有资助体系不变的前提下,优化共享航次计划资助布局,结合重大科考航次,设立海洋调查装备共享项目。针对不同科考航次的装备共享需求,支持各专业分中心建设主要调查装备资源池,探索不同类型装备的多样性共享机制,提出专业化的运维管理制度和考评体系,有序推动装备共享

工作取得成效。

## 4 总结与展望

本文阐述了海洋调查装备共享对支撑海洋科技发展、服务海洋强国战略的重大意义,回顾了国内外海洋调查装备共享发展历程,总结了国内外的成功经验,剖析了我国在战略引领、规划布局、体制机制、体系建设等方面存在的主要问题和难点,提出了因地制宜建设中国海洋调查装备共享体系的对策和建议。在宏观层面上,建议发挥体制优势创建共享体系,搭建国际共享网络服务国家海洋战略。在具体举措上,建议自然科学基金委加快探索,构建“三位一体”的海洋调查资源共享模式,建立海洋调查装备共享服务平台,设立海洋调查装备共享项目,为走出一条符合中国国情的海洋调查装备共享之路提供有益的参考。

海洋科研,装备先行,共享赋能。海洋调查装备的共享发展是促进我国海洋科技发展的重大举措,是提高我国海洋领域国际影响力、话语权的有力支撑。海洋调查装备共享,既需要从国家层面进行总体布局,在法律法规、政策制度等方面提供指导和依据;也需要国家相关部委分工协作,紧密围绕急需解决的重大科学和技术问题,探索建立和完善中国海洋调查装备共享的组织管理体系和运行模式。自然科学基金委作为促进我国基础研究发展的领头羊,应当立足自身职责定位,创新管理模式,加大统筹支持力度,为海洋基础科学研究和海洋科技强国建设提供强有力的支撑和保障。

致谢 感谢共享航次计划第四届指导专家组!

## 参 考 文 献

- [1] 罗续业. 论海洋观测技术装备在我国海洋强国建设中的战略地位. 海洋开发与管理, 2014, 31(3): 37—38.
- [2] 牟健. 我国海洋调查装备技术的发展. 海洋开发与管理, 2016, 33(10): 78—82.
- [3] 宋宪仓, 杜君峰, 王树青, 等. 海洋科学装备研究进展与发展建议. 中国工程科学, 2020, 22(6): 76—83.
- [4] 董璐, 李泽霞, 王郅媛, 等. 国外大型科研仪器设备共享措施研究及启示. 世界科技研究与发展, 2019, 41(5): 524—533.
- [5] 吴刚, 秦琦. 中国海洋科考装备的现状分析与建设展望. 前瞻科技, 2022, 1(2): 166—182.

- [6] 葛人峰, 侍茂崇. “船时共享航次计划”——国家自然科学基金委员会的重大创建. 地球科学进展, 2016, 31(4): 428—434.
- [7] 冷疏影, 张亮. 深化“共享航次计划”推动我国海洋科技原始创新. 中国科学院院刊, 2020, 35(12): 1490—1498.
- [8] 刘嘉南, 潘信吉. 大型仪器设备开放共享的研究与探索. 实验室研究与探索, 2009, 28(3): 284—287.
- [9] 王德强, 于振伟. 大型科学仪器资源调查与开放共享研究. 中国新技术新产品, 2018, (4): 126—129.
- [10] 李雨晨, 陈凯华, 于凯本. 国际一流国家实验室的管理运行机制启示——以美国劳伦斯伯克利国家实验室为例. 全球科技经济瞭望, 2018, 33(10): 47—54.
- [11] 王建村, 景春雷, 田旭. 美国大型海洋装备运维现状及对我国的启示. 海洋科学, 2020, 44(2): 171—179.
- [12] 马双, 王峤, 陈凯华. 国际典型国家实验室管理运营机制经验与启示——基于英国国家海洋中心的研究. 全球科技经济瞭望, 2020, 35(12): 27—34.
- [13] 吕蓓蕾. 法国海洋开发研究院. 中国科学基金, 1991, 5(1): 77—78.
- [14] 李桂香. 法国海洋开发研究院. 海洋信息, 1995, (9): 29—30.
- [15] 张淑芝. 法国海洋开发研究院(IFREMER). 海洋技术学报, 2000, (Z1): 251.
- [16] 丁金, 柳丹, 雷敬炎. 国外大型科研仪器设备管理及开放共享机制的启示与借鉴. 科技创业月刊, 2018, 31(9): 158—160.
- [17] Yastrebov VS. Scientific research at the P. P. Shirshov institute of oceanology. New Directions of Oceanographic Research and Development. Tokyo: Springer Japan, 1993: 138—140.
- [18] Sagalevitch A. Experience of the use of manned submersibles in P. P. Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences. Proceedings of 1998 International Symposium on Underwater Technology. Tokyo, Japan. IEEE, 2002: 403—407.
- [19] Tynyankin II. The P. P. Shirshov institute of oceanology: its place and role in home hydroacoustics. History of Russian Underwater Acoustics. World Scientific, 2008: 411—417.
- [20] 任玉刚, 杨磊, 丁忠军, 等. JAMSTEC 运行管理与装备发展现状分析与启示. 海洋技术学报, 2018, 37(4): 109—118.
- [21] Ocean Facilities Exchange Group. Barter Exchange Activity. [2023-02-01]. <https://www.ofeg.org/np4/25.html>.
- [22] EUROFLEETS2 “Regional 3” Call Results. [2023-02-01]. <https://www.eurofleets.eu/access/previous-calls/eurofleets2-regional-3-call-results/>.
- [23] Eurofleets<sup>+</sup>. Scheduled Transnational Access Cruises. [2023-02-01]. <https://www.eurofleets.eu/access/scheduled-transnational-access-cruises>.
- [24] 孙雅哲, 孟庆龙, 李尉尉, 等. 美国 UNOLS 海洋调查船队发展及运行管理现状研究. 海洋开发与管理, 2017, 34(1): 30—33.
- [25] 徐全香, 甄松刚, 王成胜. 美国 UNOLS 海洋科考船管理模式探究. 海洋开发与管理, 2014, 31(11): 18—21.
- [26] 黄振羽, 丁云龙. 美国大学与国家实验室关系的演化研究——从一体化到混合的治理结构变迁与启示. 科学学研究, 2015, 33(6): 815—823.
- [27] University National Oceanographic Laboratory System. [2023-02-01]. UNOLS Equipment Inventory Search. [https://strs.unols.org/public/search/diu\\_equipment.aspx](https://strs.unols.org/public/search/diu_equipment.aspx).
- [28] 张灿影, 冯志纲, 吴钧. 斯克里斯普斯海洋研究所概况. 海洋信息, 2015, (1): 16—20.
- [29] 冯泽, 王峤, 陈凯华. 国际一流高校国家实验室的管理机制与启示——以美国斯克里斯普斯海洋研究所为例. 全球科技经济瞭望, 2019, 34(4): 46—53, 76.
- [30] 史先鹏, 刘保华. 美国载人潜水器的应用和管理及其启示. 海洋开发与管理, 2019, 36(8): 67—71.
- [31] 国务院. 国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见. 中华人民共和国国务院公报, 2015(4): 16—19.
- [32] 教育部办公厅. 教育部办公厅关于加强高等学校科研基础设施和科研仪器开放共享的指导意见. 中华人民共和国教育部公报, 2016, (S1): 39—41.
- [33] 科技部办公厅. 科技部 发展改革委 财政部关于印发《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法》的通知. 中华人民共和国国务院公报, 2018, (2): 68—71.
- [34] 科技部, 海关总署. 科技部 海关总署关于印发《纳入国家网络管理平台的免税进口科研仪器设备开放共享管理办法(试行)》的通知. 中华人民共和国国务院公报, 2019, (9): 65—68.
- [35] 科技部办公厅. 科技部 财政部关于印发《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核实施细则》的通知. 中华人民共和国国务院公报. (2022-07-01)/[2023-02-01]. [https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtjw/qtjw2022/202207/t20220705\\_181462.html](https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtjw/qtjw2022/202207/t20220705_181462.html).
- [36] 科技部办公厅, 财政部办公厅. 科技部办公厅 财政部办公厅关于发布中央级高校和科研院所等单位重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核结果的通知. (2018-12-26)/[2023-02-01]. [https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtjw/qtjw2018/201812/t20181227\\_144357.html](https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtjw/qtjw2018/201812/t20181227_144357.html).
- [37] 科技部办公厅, 财政部办公厅. 科技部办公厅 财政部办公厅关于发布中央级高校和科研院所等单位重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核结果的通知. (2019-11-19)/[2023-02-01]. [https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtjw/qtjw2019/201911/t20191120\\_150067.html](https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtjw/qtjw2019/201911/t20191120_150067.html).



- [38] 科技部办公厅, 财政部办公厅. 科技部办公厅 财政部办公厅关于开展 2020 年中央级高等学校和科研院所等单位重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核工作的通知. (2020-06-30)/[2023-02-01]. [https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/qtwj/qtwj2020/202006/t20200630\\_157576.html](https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/qtwj/qtwj2020/202006/t20200630_157576.html).
- [39] 科技部办公厅, 财政部办公厅. 科技部办公厅 财政部办公厅关于发布 2021 年中央级高校和科研院所等单位重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核结果的通知. (2021-12-02)/[2023-02-01]. [https://www.safea.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/qtwj/qtwj2021/202112/t20211209\\_178495.html](https://www.safea.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/qtwj/qtwj2021/202112/t20211209_178495.html).
- [40] 科技部办公厅, 财政部办公厅. 科技部办公厅 财政部办公厅关于发布 2022 年中央级高校和科研院所等单位重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核结果的通知. (2022-09-23)/[2023-02-01]. [https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/qtwj/qtwj2022/202209/t20220927\\_182645.html](https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/qtwj/qtwj2022/202209/t20220927_182645.html).
- [41] 中国科学院海洋研究所. 中国科学院海洋科学大型仪器区域中心. [2023-02-01]. <http://imsc.kjtj.cas.cn>.
- [42] 自然资源部第三海洋研究所. 海洋三所科学仪器共享平台简介. [2023-02-01]. <http://www.tio.org.cn/OWUP/html/yqgxpt.html>.
- [43] 自然资源部第二海洋研究所. 自然资源部第二海洋研究所重大科研仪器网络共享平台. [2023-02-01]. <http://yqgx.sio.org.cn/JTISP/>.
- [44] 中国海洋大学海底科学与探测技术教育部重点实验室. 平台共享设备. [2023-02-01]. <http://geolab.ouc.edu.cn/gxsbdq/list.htm>.
- [45] 中国海洋大学水产养殖教育部重点实验室. 仪器共享平台. [2023-02-01]. <http://akfs.ouc.edu.cn/20419/list.htm>.
- [46] 深圳海底地震仪设备与工程实验室. 海底资源勘探与地震观测设备共享服务平台. [2023-02-01]. <https://obslab.sustech.edu.cn/share.html>.
- [47] 国家重大科技基础设施“科学”号线上运行管理平台. [2023-02-01]. <http://159.226.158.94/#/login?redirect=%2Findex>.

## Actively Promote the Sharing of Marine Survey Equipment to Serve the Original Innovation of Marine Science and Technology in China

Shuying Leng<sup>1\*</sup> Fan Wang<sup>2</sup> Baohua Liu<sup>3</sup> Liang Zhang<sup>1</sup> Xinyuan Diao<sup>2</sup>

1. Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085

2. Institutes of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071

3. Laoshan Laboratory, Qingdao 266237

**Abstract** The sharing of marine survey equipment is an important way to improve the original innovation capability of marine science and technology. However, due to the institutional constraints, a relatively complete marine survey equipment sharing system still has not established in China. Although rich experiences in ship-time sharing and data sharing have accumulated and a good operating mechanism in the development of the “Ship time Sharing Project” has formed under the Natural Science Foundation of China, a relatively complete sharing system and mechanism has not been established, due to the high risks in the use of marine survey equipment. In view of this urgent problem, the Natural Science Foundation of China has made a preliminary exploration in the process of constructing the Trinity sharing of marine equipment, ship time and data to make marine survey equipment better serve the original innovation of marine science and technology in China.

**Keywords** marine scientific survey; mega survey facility; sharing; National Natural Science Foundation of China

(责任编辑 张强)

\* Corresponding Author, Email: lengsy@nsfc.gov.cn