



海洋科学数据开放共享实践与思考

冷疏影^{1*}, 苏天赞^{2*}, 张亮¹

1. 国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100085;

2. 自然资源部第一海洋研究所, 青岛 266061

* 联系人, E-mail: lengsy@nsfc.gov.cn; sutiany@fio.org.cn

科学数据是国家科技创新和经济社会发展的基础性战略资源。随着大数据、云计算、区块链、人工智能等新一代信息技术的迅猛发展及其在科学研究领域的广泛应用, 海量科学数据不断产生。“数据驱动的科学发现”已成为继观察实验、理论分析、计算模拟之后的科学研究第四范式, 研究内容、方法和范畴都在发生重要变化, 科技创新越来越依赖于对海量数据的集成、分析和利用。因此, 积极开展科学数据管理和开放共享, 提升科学数据的服务和开发能力, 对改变科学数据封闭独享的局面、形成良好的开放科学氛围、促进科技创新、释放科学数据要素价值具有重要的意义^[1-3]。

海洋覆盖了地球表面积的71%, 是地球生命的摇篮, 是人类赖以生存与发展的重要空间, 对人类的健康福祉与全球的经济运行起着举足轻重的作用。海洋科学是研究海洋的自然现象、变化规律, 及其与大气圈、岩石圈、生物圈的相互作用和开发、利用、保护海洋有关的知识体系, 是地球系统科学的知识源泉、可持续发展的重要依托和国家海洋强国战略的有效保障^[4-6]。因此, 海洋科学数据在海洋科学研究、工程建设、资源开发、环境保护、空间规划、权益维护和国防安全等方面具有非常重要的应用价值, 是我国发展海洋事业、建设海洋强国以及构建海洋命运共同体基础战略资源。科学、有效地对这些数据进行统一管理和分类分级开放共享, 可以提高数据利用率, 避免重复投入和数据资源浪费, 最大限度发挥海洋科学数据效能。2020年, “联合国海洋科学促进可持续发展十年(2021~2030年)”(以下简称“海洋十年”)实施计划摘要正式发布。摘要明确指出, 数据和信息是实现“海洋十年”成果的关键推动因素, 随着海洋相关数据、信息和知识在数量与时空范围上大幅扩增, 对这些数据、信息和知识的数字化、保存、管理以及利用, 将是“海洋十年”成功的基石^[7]。

由于海洋特殊的地理环境, 现场调查成本高, 数据资源宝贵, 同时部分数据涉及国防安全和权益维护, 具有较高的敏感性, 因此海洋科学数据开放共享面临诸多问题和挑战。为了提升海洋科学数据的利用率和服务效能, 充分发挥国家自然科学基金投入的社会效益和经济效益, 国家自然科学基金共享航次计划(以下简称共享航次计划)自2022年起试点对



冷疏影 国家自然科学基金委员会地球科学部、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。主要从事自然科学基金项目管理工作, 研究领域包括地理科学、海洋科学学科发展战略、学科发展综合评价、海洋调查与资料装备开放共享。



苏天赞 自然资源部第一海洋研究所海洋数据与信息中心主任, 正高级工程师, 在中国海洋大学获得学士和博士学位。主要从事海洋信息技术研究与应用工作, 研究方向包括海洋数据管理与共享服务、海洋环境多维动态可视化、海洋大数据与人工智能。

大洋区域调查资料进行开放共享。本文通过梳理和分析国内外科学数据开放共享趋势、海洋科学数据开放共享现状以及面临的问题与挑战, 总结共享航次计划数据开放共享实践成果, 对今后工作进行思考并提出建议, 为我国海洋科学数据管理与共享服务提供参考和借鉴。

1 科学数据开放共享趋势

在信息化和大数据背景下, 科学研究将越来越依赖于海量科学数据的开放共享与充分利用, 全球各国纷纷将数据开放共享纳入本国发展战略, 特别是主要发达国家积极布局, 重视科学数据的积累和重用, 在科学数据管理与开放共享方

面已经形成较为完善的法律、政策、机制和平台,取得了显著的效益和国际影响(表1). 美国是科学数据开放共享的先导者. 自20世纪60年代开始,美国设立多部法律法规加强信息开放共享的强制性和权威性^[8-10]. 同时,作为美国主要科研项目的资助机构,美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH)和美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)针对科学数据管理制定了相应的政策,以加强科研项目的数据管理,促进开放共享^[11-13]. 目前,美国政府和科研资助机构已经形成了比较成熟的科学数据汇交与共享服务制度,建设了不同学科专业的国际知名科学数据中心. 欧洲联盟(简称欧盟)在启动第七科技框架(FP7)等大科学计划时,就制定了相关的科学数据管理和开放共享政策,并同步部署支撑政策执行和可持续性的相关研究、培训、应用、基础设施建设、标准及规范,保证了数据政策能够实实在在落地^[14-17]. 此外,国际科学联盟理事会(International Council of Scientific Unions, ICSU)等国际组织发挥平台优势,建立了世界数据中心(World Data Center, WDC)^[18,19]等国际科学数据基础设施,共同推动国际间科学数据开放共享.

2016年,国际学术界提出了一套旨在克服数据发现与重用障碍的共同原则:可发现(findable)、可访问(accessible)、可互操作(interoperable)、可重用(reusable),简称FAIR原则^[20],并且很快得到了全球范围的广泛支持,作为科学数据开放共享的共同遵循.

我国也非常重视科学数据管理和有效利用,伴随着科研活动的深入开展,制定发布了一系列数据政策和标准,为推动科学数据管理和开放共享提供制度保障^[12]. 2018年3月,我国首次在国家层面出台《科学数据管理办法》. 随后,科学技术部、自然资源部和中国科学院等机构纷纷结合各自的实际情况制定了相应的实施细则,对我国科学数据的管理与共享服务工作起到了非常积极的推动作用^[21]. 目前,我国基本形成了国家统筹和行业联动的科学数据管理与开放共享政策体系. 同时,通过对原有国家平台的优化调整,我国形成了国家高能物理科学数据中心等20个国家科学数据中心、国家重要野生植物种质资源库等30个国家生物种质与实验材料资源库,成为科学数据开放共享的重要载体.

总之,科学数据开放共享已经成为全球共识. 科研活动

表1 各国科学数据开放共享活动

Table 1 Scientific data open sharing activities in various countries or organizations

国家/组织	年份	政策/活动	说明
美国	1990	《1990年美国全球变化研究法案》	要求对全球变化研究计划所获得的科学数据进行管理和完全开放共享
	2003	《NIH数据共享政策和执行规范》	从2003年10月1日开始,所有向NIH申请项目经费在50万美元以上的科研人员都须提交一份包括数据共享计划或者数据不共享的说明
	2010	《NSF项目资助和管理指南》	从2011年1月18日开始,所有提交到NSF的项目申请书必须包含一份数据管理计划附件
	2020	《NIH数据管理和共享最终政策》	NIH要求其每年资助的研究人员和机构中的大多数,在其拨款申请中添加一个数据管理和共享计划,并最终公开研究数据
欧盟	2007	FP7计划	FP7计划启动时就要求FP7资助的科研项目成果实施开放存取,并制定了相关的配套政策
	2014	地平线2020	旨在打造基于数字开放理念的科研创新体系,通过编制相应的指南和规范对科研数据管理提出具体要求
	2016	欧洲开放科学云(EOSC)	是欧洲云计划的一个重要组成部分,旨在利用和联合欧洲现有的分布式科学数据基础设施,提供跨境、跨领域的科研数据存储、管理、分析与再利用服务
国际合作	1957	WDC	在ICSU的组织下运行,对国际地球物理年科学计划产生的数据进行管理和共享. 目前有40多个学科数据中心,分属4个数据中心群
	1966	国际科技数据委员会(CODATA)	由ICSU推动成立,旨在提高所有研究领域数据的可用性和实用性,发展数据科学,促进科学研究
	2001	全球生物多样性信息网络平台(GBIF)	在经济合作与发展组织的倡议下建立,整合世界上现存的生物多样性数据库,形成一个面向全世界用户的有关全球生物多样性综合性信息服务网络
	2009	世界数据系统(WDS)	是国际科学理事会的跨学科机构,作为WDC的延续,旨在促进所有学科高质量科学数据及其服务、产品和信息的长期管理以及广泛、公平获取
中国	2018	《科学数据管理办法》	我国首个国家层面出台的《科学数据管理办法》,提出“开放为常态、不开放为例外”的原则,对推动我国科学数据开放共享、服务科技创新等具有重要意义

资助机构是科学数据开放共享的主要执行者和推动者,而国际组织可以凝聚共识,克服政治、经济、社会、机构等方面的障碍,最大限度地发挥科学数据的流通价值和服务效能。但是,受政策、技术、数据价值、数据敏感性等方面的影响,不同学科的数据在共享深度和广度上存在差异。比如,公共卫生、交通、气象等数据以及信息产品,因其与社会经济活动关系密切、公众关注度高、敏感性低等特点,开放程度较高;而海洋、测绘、地质、资源等数据及信息产品,因其在权益维护和国防安全方面具有重要的价值,敏感性和获取成本高,共享意愿不强,开放程度较低。

2 海洋科学数据开放共享现状

各国在海洋科技领域的投入不断增加,带动了海洋科学数据管理与开放共享的发展。20世纪初,美国国家科学院支持编制国际范围内的海洋学历史数据和海洋学机构目录,以鼓励海洋科学的发展^[22]。经过几十年的发展,美国国家海洋和大气管理局(NOAA)、美国航空航天局(NASA)等机构的官方网站上都可以提供包括海洋数据在内的科学数据下载或获取渠道。其中,NOAA的国家气候数据中心(NCDC)、国家地球物理数据中心(NGDC)、国家海洋数据中心(NODC)和国家海岸数据开发中心(NCDDC)等数据库整合形成国家环境信息中心(NCEI)综合数据库,将调查研究形成的气象气候数据和全球海洋环境数据等进行整合存储、综合管理并对外提供一站式服务^[23]。2020年7月,NOAA制定了一系列战略,利用大数据、云计算、人工智能等技术,最大限度地提升其数据收集、处理、管理和传播方面的能力。在此基础上,NOAA实施了大数据计划(BDP),通过与亚马逊、谷歌和微软等企业合作,将海洋和气象大数据放在云端,使用户能够方便、高效、免费地获取并处理海量数据。同时,亚马逊等企业通过分析数据使用来深入理解未来基于知识的服务模式,并进一步获取商业回报。这为海洋数据服务商业模式的创新提供了很好的借鉴^[24,25]。

欧盟自成立伊始就非常重视海洋数据管理与利用^[26-28]。经过几十年的发展,欧盟在海洋数据管理和开放共享方面取得了显著的成绩,包括研发了相关的标准规范和服务系统,相继建立起专用的基础设施,如欧洲海洋生物多样性信息系统(EurOBIS)、海洋数据网络(SeaDataNet)、欧洲海洋观测和数据网络(EMODnet)、欧洲海洋观测基础设施(Euro-Argo)、海洋数据网络二期(SeaDataNet2)、哥白尼海洋环境监测服务(CMEMS)、联合碳观测系统海洋中心(ICOS-Ocean)和海洋数据云(SeaDataCloud)等。这些基础设施由欧洲各国的政府部门、研究机构与行业组织开发和运营,并与国际科学计划有密切的联系^[17]。作为EOSC的专题试点工程,Blue-Cloud于2019年10月启动,是欧盟未来海洋旗舰计划数据管理单元,集成当前欧洲主要的海洋数据管理基础设施,包括数据资源、计算资源和服务资源,同时开发数据挖掘和数据获取服

务,便于向用户共享多学科数据集^[29]。2020年,欧盟启动了海洋数字孪生项目,旨在开发创新的海洋学解决方案^[17]。海洋数字孪生通过结合与海洋相关的所有可用资源,对海洋或者部分海洋进行高分辨率的模拟;并且通过使用高性能计算、数据分析和人工智能等技术,整合各种数据和模型,并将其转化为可使用的信息,为决策提供支持。

此外,英国、日本、澳大利亚、韩国等国家也制定了相关法规和制度以支持海洋数据的获取和开放共享,建立了各自的国家海洋数据中心,为世界各地的科学家提供数据访问和获取服务^[30]。

除了依靠各国自身力量,国际组织也在国际合作计划的实施过程中推动海洋科学数据管理与开放共享。早在20世纪初,国际海洋考察理事会(ICES)开始协调和规划海洋科学数据的收集工作,并且通过建立正式的数据出版系列来鼓励海洋科学数据的国际交流^[28,31]。1961年,政府间海洋学委员会(IOC)启动了国际海洋数据及信息交换计划(IODE),以促进各成员国间政府及非政府海洋资料机构的资料交流^[32,33]。在IOC的支持下,全球海洋学数据考古与救援(GODAR)项目于1993年启动,旨在寻找和抢救面临损毁或丢失风险的历史海洋科学数据。同年,IOC与世界气象组织(WMO)、ICSU和联合国环境计划署(UNEP)发起并组织建立了全球海洋观测系统(GOOS),对全球海平面观测系统、世界气象监测网等全球海域的观测资料进行收集、分析和共享。1998年,由美国等国家大气、海洋科学家发起了地转海洋学实时观测阵列(Argo)计划,并且得到WMO和IOC的支持。Argo数据首先传输到区域数据中心,经过严格的质控后再传输到两个全球数据中心提供开放共享。2001年,IOC启动了世界海洋数据库(WOD)项目,鼓励交流海洋剖面 and 浮游生物数据,开发区域和全球数据库和图集,并制定有关海洋剖面 and 浮游生物数据的质量控制流程^[28]。WMO和IOC于2012年在全球联合发起海洋和海洋气象资料镜像中心网络系统(CMOC),旨在最大限度实现全球海洋和海洋气象资料的整合和共享服务^[34]。此外,世界大洋环流实验(WOCE)、全球联合海洋通量研究(JGOFS)、痕量元素及同位素海洋生物地球化学循环研究(GEOTRACES)、全球海洋船载水文调查计划(GO-SHIP)和国际大洋发展计划(IODP)等国际海洋科学计划对数据管理与开放共享都制定了相应的政策,以保障海洋科学数据能够妥善保存和方便获取。

为满足信息化时代发展海洋事业的需求,自20世纪80年代起,国内多家单位和机构都开始构建海洋数据管理系统。经过几十年的努力,我国海洋信息服务工作不断发展,取得了显著成绩。2002年4月,中国Argo实时资料中心正式建立,承担着我国Argo浮标布放以及全球Argo浮标观测资料的收集、处理与分发等工作。2003年11月,国家科技部和财政部启动了海洋科学数据中心建设项目,并且在第二年成为国家科技基础条件平台建设的重点支持项目。2006年,我国启动

了“数字海洋”信息基础框架构建项目,实现了国家海洋局系统单位和沿海省市管理部门的信息即时互通和共享,海量海洋信息可以与各级海洋管理部门的业务管理系统实现无缝的共享衔接.随后,我国大力推进“透明海洋”、“智慧海洋”工程建设,各海洋机构也根据各自的实际需求开展海洋资料管理与共享服务工作.这一系列的海洋信息化发展,在很大程度上有效整合了海洋信息化资源,为海洋数据的应用服务打下了坚实的基础^[35-37].2017年,国家海洋科学数据中心正式纳入国家科技资源共享服务平台,在充分整合国家海洋局、中国科学院、涉海高校等各类信息资源的基础上,建设集海洋基础数据和信息产品检索、可视化展示、自由下载、在线使用、接口集成等多种功能于一体的门户服务系统.2018年,改版后的海洋工程专业知识服务系统正式上线运行,致力于打造国内海洋领域信息资源最丰富、服务范围最广、实用性最强的海洋知识服务体系.2019年,国家极地科学数据中心正式获批列入国家科技资源共享服务平台.此外,围绕近海、大洋、极地科学数据的管理,我国陆续制定了相应的法规和政策,如表2所示.这些数据中心的建设运行和数据政策的发布实施,在很大程度上保障和推动我国海洋数据资源的整合,为今后深入开展海洋数据开放共享、有效支撑海洋强国战略实施奠定了良好的基础.

3 我国海洋科学数据开放共享存在的问题和挑战

发达国家在海洋科学数据管理与开放共享方面已经发展比较成熟,形成了比较系统、全面的数据政策和规范体系,建设了技术先进、专业化的海洋科学数据基础设施,面向全球用户提供便捷、高效的数据及信息产品服务,广泛开展数

据交流与合作,显著提升了数据的利用率和科学价值,进而有效推动海洋科技创新.经过长期的发展和积累,我国海洋科学数据管理与开放共享工作已初具规模,在共享数据内容、服务对象、标准规范、支撑技术等方面不断发展和完善,数据整合、处理与共享服务能力稳步提升,在海洋事业的各项工作中发挥了重要的作用.但是,与发达国家相比,我国的海洋科学数据管理与开放共享仍面临许多问题和挑战.

(1) 数据管理分散,难以满足快速查找数据的需求.我国从1958年开展大规模海洋综合调查以来,获得了大量的包括水文、气象、生物、化学、地质、地球物理、遥感等学科在内的海洋环境数据.长期以来,这些数据一直保存在各个数据采集部门,数据资源较为分散,“信息孤岛”、“数据烟囱”现象仍然存在.虽然我国启动建设了国家海洋科学数据中心,汇聚了我国主要海洋数据中心的资源,但是尚有许多机构的海洋数据并未纳入进来.而且,国家海洋科学数据中心主要是将各分中心的访问入口集成到门户网站,数据中心的目录资源和数据并未实现整合,不便于数据的快速查找与获取.

(2) 数据共享程度不高,大量数据无法得到有效共享与利用.与国外主要海洋数据中心相比,我国海洋数据共享程度不高,数据质量不明确,大量已汇交的数据未得到有效共享和利用.主要表现在以下几个方面:一是共享的数据大多以分析和模拟后的数据产品为主,现场调查和观测数据较少,无法满足专业分析与研究的需求;二是开放共享的实测数据大多只提供元数据信息,需要进一步与数据中心或数据生产者联系才能获取数据,受主观因素影响较大;三是共享的数据大多是后处理数据,原始数据以及相关的航次报告、数据报告等没有提供,而这些资料是专业科研人员了解数据背

表 2 我国海洋科学数据管理政策

Table 2 China's policies on marine scientific data management

年份	制度	说明
2012	《海洋观测预报管理条例》(国务院615号令)	从国家立法高度规定了海洋观测资料汇交与使用的有关要求
2012	《海洋资料汇交管理暂行办法》(海办发[2012]15号)	为加强海洋资料的管理,保证国有资产的安全,规范了海洋资料的汇交和使用程序
2012	《海洋资料使用申请审批管理暂行办法》(海办发[2012]15号)	
2017	《海洋观测资料管理办法》(国土资源部令第74号)	作为《海洋观测预报管理条例》的配套制度,进一步明确了海洋观测资料的汇交、共享和申请使用审批要求
2017	《国家海洋局关于进一步加强海洋信息化工作的若干意见》(国海发[2017]8号)	海洋信息化建设领域首个全局性、纲领性、指导性的文件,明确了海洋信息化工作的指导思想、基本原则、发展目标和重点任务
2017	《深海海底区域资源勘探开发样品管理暂行办法》(国海规范[2017]14号)	规范深海样品和深海资料管理,促进深海科技交流、合作及成果共享
2017	《深海海底区域资源勘探开发资料管理暂行办法》(国海规范[2017]15号)	
2018	《中国极地考察数据管理办法》(国海规范[2018]3号)	加强和规范我国极地考察数据管理,保障数据安全,提高开放共享水平,充分发挥极地数据作用

景、追溯数据质量、开展数据再利用的重要依据。

(3) 数据拥有者共享意愿不强, 海洋数据开放共享活力有待激发。尽管科学数据共享的重要性已经得到普遍共识, 但是由于海洋特殊的地理环境, 海洋现场调查和观测成本高, 海洋数据来之不易, 并且这些数据具有重要的学术价值、经济价值和国防安全价值, 一些数据拥有者为了本部门或个人利益不愿意将数据拿出来开放共享, 对数据进行自我保护。这必然导致数据长期无法得到有效的交流和充分利用, 数据价值得不到进一步挖掘, 甚至有些数据面临损毁、丢失的风险或者重复采集的情况, 造成巨大的数据资源浪费。

(4) 数据分类分级制度尚不完善, 制约海洋科学数据开放共享。由于海洋在权益维护和国防安全上具有重要的战略意义, 因此, 部分海洋数据具有较高的敏感性。虽然《科学数据管理办法》明确提出“开放为常态、不开放为例外”的原则, 但是具体政策措施尚未明确。另外, 尽管相关行业主管部门已经发布了有关海洋数据分级的相关规定, 但是这些规定在诸如数据范围、判断标准等细节方面并不明确, 导致大多数海洋实测数据以安全为由保护起来, 得不到有效共享。

(5) 海洋数据服务系统标准规范存在差异, 难以实现互操作。长期以来, 国内尚未在海洋领域建立统一的数据开放共享标准规范体系, 不同的涉海部门和地区在信息技术和标准规范的掌握与应用水平上存在较大的差异。虽然, 我国近几年陆续发布了一系列与海洋数据有关的标准规范, 如《海洋信息元数据》、《海洋资料共享目录清单格式》、《海洋环境综合数据库分类与编码规范》和《海洋大数据标准体系》等, 但是目前这些标准规范并没有得到有效落实和普及应用, 各部门和地区仍然沿用自己的标准体系, 导致海洋信息化建设(包括网络、数据库和信息系统等)标准不统一, 独立性强, 通用性差, 得不到有效的整合和共享, 应用范围受到很大的局限, 甚至存在重复建设的现象。

(6) 海洋信息化人才队伍缺乏, 影响海洋数据管理与服务高质量发展。人才是第一资源。海洋信息化建设, 尤其是海洋数据管理与共享, 不仅涉及海洋科学、海洋管理、海洋保护开发等海洋领域的专业知识, 还涉及计算机、大数据、云计算、可视化、人工智能等信息技术和数据科学领域的专业知识, 属于多领域交叉学科范畴。目前, 我国缺乏这种既懂得海洋专业知识, 又具有信息技术实践经验的复合型人才或协作团队, 使得专业需求和系统设计得不到有效的沟通和匹配, 系统初期建设和后期维护阶段在专业化人员上得不到保障, 导致建成的海洋数据服务系统与用户需求相差较远, 实用性和可靠性较低, 生命周期短。

4 共享航次计划数据开放共享实践

利用科学考察船开展现场调查, 获得第一手的观测数据和样品, 是推动海洋科学进步的原始动力和先决条件。由于海洋科学考察投入成本高, 为了高效、经济地使用海洋科学

考察船, 世界上发达国家对海洋科学考察船的使用均采取共用模式。如美国大学-国家海洋实验室系统(UNOLS)^[38]、欧洲海洋调查船运作组织(ERVO)^[39]、欧盟Eurofleets项目、欧洲北极研究破冰船联盟(ARICE)计划等, 通过组织协调现有的科考船和重大装备, 实现调查航次联合、船时共享和海洋仪器设备共享, 提高科考船和重大装备的使用效能。我国的海洋调查船长期处于分散管理状态, 中国科学院、国家海洋局和青岛海洋科学与技术试点国家实验室等机构先后通过组建海洋科学考察船队、实施开放航次等方式探索和实践海洋科考船及重大装备的共享与利用^[40-42]。在广泛调研和论证的基础上, 国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)于2009年启动了国家自然科学基金项目海洋科学调查船时费专款项目, 即共享航次计划, 通过合理、有效地调配考察船资源, 将基金项目的出海需求与考察船的高效利用统筹起来, 为必须进行海上考察的基金资助项目提供船舶运行时间, 满足海洋相关学科基金项目获取海上调查数据和样品的需求^[43,44]。共享航次计划实施10余年, 取得了丰硕的成果。截至2021年, 共享航次计划累计资助了126个科学考察项目, 支持4000多项次国家自然科学基金项目参与海洋科学考察, 公布了15条固定断面(<https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab442/info87087.htm>), 开展了超过10000站次的海洋多学科综合调查, 获得海上现场调查和观测数据量近10 TB, 覆盖渤海、黄海、长江口、东海、台湾海峡、南海、西太平洋及东印度洋等海域, 搭建了海洋科学调查和学科交叉合作平台, 培养锻炼了青年海洋科考骨干, 实现了海洋现场调查和观测样品及数据的长期积累与共享, 带动了我国海洋科学整体发展。

共享航次计划在实施过程中, 一直坚持数据开放共享的服务理念, 依据“同船共享”的原则, 优先向参与共享航次计划的国家自然科学基金项目提供数据共享服务。其中, 依托自然资源部第一海洋研究所建设运行的国家自然科学基金青岛海洋科学资料共享服务中心(以下简称资料中心)在落实航次资料汇交与管理、建设数据共享服务平台等方面发挥了重要作用。2020年8月, 自然科学基金委地球科学部发布实施了《国家自然科学基金共享航次计划调查资料管理和共享服务办法(试行)》(以下简称《办法》), 旨在进一步规范和加强共享航次计划调查资料的管理, 发挥国家自然科学基金投入的社会效益和经济效益^[43]。依据《办法》提出的促进开放共享原则, 自然科学基金委和共享航次计划指导专家组积极推动共享航次计划资料开放共享, 在“同船共享”的基础上扩大资料共享范围, 以满足更广大海洋科研人员对海洋科学数据共享的强烈需求, 进一步提升海洋科学数据的利用率 and 应用价值。由于海洋科学数据在权益维护和国防安全方面具有重要的应用价值, 因此在推进数据开放共享的同时, 还需要兼顾数据安全。鉴于此, 自然科学基金委和资料中心组织了多次专家研讨会, 围绕共享航次计划资料共享内容、共享

范围、共享方式、监督管理等进行研讨和交流。2022年8月,共享航次计划专家组讨论通过了试点开放共享大洋区域资料的方案。依据该方案,资料中心对共享航次计划历史资料进行规范化整理、质量审查及目录编制,并陆续发布超出保护期的大洋区域调查资料,提供数据、报告及产品的开放共享服务。

对比国内外海洋数据中心,共享航次计划在数据管理和共享服务方面存在以下特色和优势。

(1) 系统、科学的数据管理与共享服务制度作为保障。共享航次计划始终将制度建设放在首位,利用国家自然科学基金专家资源优势,广泛开展意见征集、咨询和论证,建立了包括管理办法、实施细则和标准规范在内的制度体系,并加强宣传和培训,为推动共享航次计划调查资料有序开放共享提供了系统、科学的制度保障。同时,共享航次计划在科学考察项目申请、实施方案论证和结题验收等关键环节进行审查和考核,引导和监督科学考察项目切实落实数据制度。

(2) 共享的资料内容丰富全面。目前,国内科学数据中心开放共享的海洋资料以分析处理和数值模拟后的数据产品为主,原始的现场调查资料较少。国外科学数据中心和国际联合观测计划虽然对部分原始现场调查资料进行了开放共享,但是有关数据采集、处理和质控过程的内容较少,不利于科研人员对资料产生过程进行追溯,并作进一步处理和使用。共享航次计划开放共享的调查资料不仅包括现场调查的原始数据和后处理数据,还包括描述数据采集、处理和质控过程的航次报告、数据报告及成果图件,并且在相同海域、相同断面具有长期的多学科现场调查和观测资料。因此,这些开放共享的资料内容丰富全面,应用价值高,能够满足不同用户的使用需求。

(3) 重视数据质量。数据质量是科学研究的生命线,也是数据生命力和应用价值的重要保障。虽然我国已经发布了海洋调查规范,但是受天气海况、仪器设备及现场操作等多种因素影响,海洋现场调查仍然具有很大的不确定性。为了真实、客观地掌握已采集的调查数据质量,在实践过程中,共享航次计划建立了包括项目质控与内审、第三方专家审查、数据使用反馈和监督管理等措施在内的数据质量管理体系,对数据质量进行全生命周期管理。在此基础上加强考核评估,将数据质量作为参与共享航次计划的重要评判依据,以保障共享航次计划产出质量合格的海洋科学数据。

(4) 规范知识产权保护。海洋科学数据来之不易,凝聚着参与单位和个人的辛勤付出与智慧结晶。共享航次计划本着“尊重科研规律,保护知识产权、谁共享谁受益”的原则,在借鉴国内外管理经验的基础上,对调查资料组织者和生产者的有关权益制定了相应的保护措施,比如明确数据生产者信息、设置数据保护期、创建资料引用标识、规范数据致谢格式等,既维护了数据生产单位及个人的权益,保护其在一段时间内优先使用所生产的数据,又使其劳动价值在数据共

享过程中得到尊重和回报,产生一定的经济和社会效益,进而提升其参与资料采集、生产和共享的积极性,促进海洋科学数据开放共享的良性循环,为探索建立符合我国国情的科学数据共享与知识产权保护之间的平衡机制提供了有益的借鉴。

(5) 动态监督管理,以科研诚信促进数据共享。借助国家自然科学基金科研诚信管理经验,共享航次计划还建立了资料管理与共享服务诚信管理制度,记录自然科学基金项目及个人在共享航次计划调查资料汇交、使用和共享等方面的情况,并按照管理要求进行分析和考核。对在共享航次计划调查资料汇交、使用和共享等过程中发挥积极作用的,将在参加共享航次计划审批等方面给予优先考虑,或在资料申请使用等方面简化审批手续,以科研诚信促进共享航次计划调查资料管理与共享服务工作的高质量发展。

5 思考与展望

科学数据开放共享已经成为全球共识和时代发展的趋势。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》(以下简称《纲要》)提出了“加快数字化,发展建设数字中国”目标任务,并且制定了多项有关科学数据开放共享的重要举措。海洋数据是科学数据的重要组成部分,在科技创新、国民经济发展、权益维护和国防安全等方面具有重要的应用价值。由于其复杂性、敏感性、多学科、多来源、多维度等特点,并且相关的制度体系及标准规范尚不完善,因此,海洋数据开放共享面临诸多困难和挑战。共享航次计划试点开放大洋区域的调查资料,在制度建设、质量管理、共享内容、知识产权保护、监督管理等方面都进行了有益的探索和实践。为了进一步发挥国家自然科学基金在国家创新体系中的引领作用,推动海洋科学数据开放共享,盘活我国多年来积累的海洋科学数据存量,提升数据的利用效率和产出效益,助力我国海洋强国战略和数字中国战略,借鉴当前科学数据开放共享的发展趋势和国内外先进经验,对我国下一步海洋科学数据开放共享工作提出以下思考和建议。

5.1 完善和落实海洋科学数据制度体系,科学引导海洋科学数据管理与开放实践

随着《科学数据管理办法》的发布与实施,各地方、各行业、各部门纷纷制定了相关政策法规,基本形成了国家统筹和行业联动的科学数据管理与开放共享制度体系。但与发达国家相比还有一定的差距,政府和各利益相关方对科学数据的管理、开发和利用意识亟待提高,科学数据开放共享所需要的政策、经费等支持也亟须加强。特别是在海洋领域,相关体制机制尚不完善,缺乏针对海洋科学数据开放共享的顶层规划和实施细则。建议加强国内外开放科学政策以及实践活动的比较研究,围绕我国进入创新型国家前列和建成世

界科技强国的愿景以及海洋强国战略,制定国家层面的开放科学战略规划,加快形成符合我国海洋科学研究发展阶段的数据开放制度体系,包括政策法规、标准规范、技术规程、实施细则等,有效引导和约束海洋科学数据管理与开放实践。借鉴共享航次计划实践经验,充分发挥科研资助机构在数据管理与开放共享方面的推动作用,以科学数据管理计划为抓手,将数据政策与科研活动同谋划、同部署、同实施、同考核,引导和监督各海洋科学数据利益相关机构切实落实数据政策,促进各方形成工作合力,规范海洋科学数据的管理、使用和重用,有效推进海洋科学数据的流动和转化,驱动海洋科技创新。

5.2 统筹数据开发利用与安全保护,促进数据依法合理有效利用

数据是国家基础性战略资源和重要生产要素,开放科学战略的实施,要统筹数据开发利用与安全保护。《中华人民共和国数据安全法》于2021年发布实施,从法律层面引导和保障数据安全与开发利用,维护国家主权、安全和发展利益。但是,相关配套措施和实施细则有待各地区、各部门根据实际情况进一步制定和落实。海洋科学数据具有较高的敏感性,部分数据对权益维护和国防安全具有重要的价值。因此,应当围绕海洋科学数据安全保护和开发利用的需求,切实制定适合海洋科学研究的数据安全制度,健全责权清晰的监督管理机制,完善数据分类分级细则,厘清数据保护边界和范围,明确数据开放共享内容和方式,确保海洋科学数据安全保护与开发利用在政策层面易于实施,有效保护个人和组织与数据有关的权益,保障数据依法有序自由流动。共享航次计划在这方面已经进行了有益的探索和尝试,基于现行的数据安全及分类分级制度,围绕海洋基础科学研究的实际需求,通过“同船共享”和“开放共享”两种方式对海洋科学数据实施分类分级共享,并制定了相应的知识产权保护和监督管理机制,在保障数据安全的前提下,最大限度地扩大数据共享范围,提升数据效能。

5.3 加强海洋调查数据全生命周期质量管理,保障高质量数据产出

海洋科学是一门实践性强、基于观测事实为研究基础的学科,没有质量可靠的第一手调查数据,就无从开展科学技术和理论研究。由于海洋特殊的地理环境和复杂的现象特征,需要采用不同的现场调查技术和方法进行数据采集和处理,这些调查技术和方法更新发展速度快,各种海洋观测仪器和平台都有独特的工作模式和数据格式,质量管理与控制方法各不相同,尚未有一种国际公认、通用的最佳数据质量控制方案,给海洋调查数据的质量保障带来了困难和挑战。WOCE、JGOFS、GEOTRACES和GO-SHIP等国际海洋科学计划都制定了数据质量管理配套措施,以保障海洋调查活动

产出高质量海洋科学数据。特别是由IOC资助的Ocean Best Practices System(OBPS)计划,汇集了众多海洋调查技术和方法,主要目的是提供跨海洋科学和应用、全球可访问的最佳实践与标准。目前,我国还是主要依据2007年发布实施的《海洋调查规范》国家标准来制定专业技术规程,开展海洋调查活动,相关技术要求和质控方法已经不能适应新形势下海洋调查和质量管理的要求。因此,我国应当重视和加强海洋调查数据质量管理,调研分析国内外海洋调查数据质量管理与控制的标准规范和技术规程,制定适合行业需求的专业数据质量控制的最佳实践方案,以指导不同领域的海洋调查和数据处理活动,将海洋调查数据质量管理与控制贯穿数据采集、流通、保存、处理、利用等全生命周期,保障高质量海洋科学数据的产出。目前,共享航次计划已经启动相关工作,在前期建立的质量管理制度基础上,借助自然科学基金委专家资源,围绕共享航次计划科学考察实际需求,分步、分类制定各专业海洋数据质量控制最佳实践方案。

5.4 加强科学数据中心建设,提升规范化、信息化服务水平

科学数据中心是促进科学数据开放共享的重要载体。我国科学数据中心的总体实力和影响力不足,在领域布局、资源建设、技术水平、应用能力以及运行管理等方面与国际知名科学数据中心有较大差距。围绕《纲要》提出的“构建国家科研论文和科技信息高端交流平台”、“建设国家数据统一共享开放平台”、“集约化建设自然科技资源库、国家野外科学观测研究站(网)和科学大数据中心”等任务目标,科学基金应当发挥执行者和引领者作用,统筹规划和建设各专业领域数据中心,完善科学数据中心布局和顶层设计,引导包括海洋领域在内的不同行业领域分工协作,避免资源重复建设,建立长期、稳定的资助机制,保障科学数据中心可持续、专业化、高质量发展。建立健全科学数据中心管理与服务体制机制,落实数据管理政策和标准规范,强化科学数据中心对科学数据资源的汇聚整合能力,全面提升数据可发现性、可访问性、互操作性和重用性(FAIR原则),不断扩大科学数据资源质量和规模,构建符合我国发展需求的科学数据服务体系,强化科学数据开放共享与综合利用,提高科学数据中心的的影响力,为科学数据的安全管理和开放获取提供高效、稳定的基础设施支撑。

5.5 促进海洋与新兴技术的深度融合,增强专业数据产品供给能力

在数据驱动科技创新的趋势下,我国应借鉴NOAA的BDP和欧盟Blue-Cloud等项目的服务模式与技术经验,基于现有海洋数据管理基础设施,积极探索和推进海洋与人工智能、大数据、云计算、区块链等新一代信息技术的交叉、融合和发展,优化整合数据资源、计算资源和服务资源,以

科学问题和应用需求为导向,开展海洋科学数据的大规模专题计算、多元融合分析和智能知识挖掘,提供更高效、更准确的专业化、信息化、精细化、智能化、可视化数据产品和服务;构建海洋数字孪生,提升海洋大数据深度融合、智能预报和智慧决策的能力,使海洋大数据的科学价值得到进一步的挖掘、展示和应用,促进海洋领域的科技创新和知识发现,推动海洋科学数据服务水平迈上新台阶,以科技创新和数字化变革催生新的海洋发展动能。

5.6 强化海洋数据国际合作,扩大我国海洋科研成果的竞争力和影响力

我国虽然积极参与CODATA、WDS、GBIF、Argo等国际数据组织,但在全球科学数据交流合作的广度和深度上仍显不足,数据资源的国际影响力不够。我国应借鉴国际经验,加强国内外科学数据跨境流动的相关法律条例、标准规范

以及合作机制等方面的对比研究,以“海洋十年”为契机,在加强海洋领域国际科学合作与交流的基础上,结合海洋数据跨境合作需求,开展海洋科学数据出境安全评估、数据保护能力认证、合作协议条款制定、国内外数据规则衔接等机制探索,建立科学、安全的海洋科学数据跨境流动规则和合作机制。加强科学数据中心之间的国际合作与交流,学习和引进国外在海洋数据管理基础设施建设、数据安全治理和开发利用等方面成熟、先进的机制、技术和经验,积极参与科学数据中心国际认证,共同推进海洋数据开放获取国际规则制定,以中英文方式发布元数据、数据集和信息产品,加强我国在科学数据资源方面的贡献程度。通过数据出版、科技期刊关联数据开放等方式,进一步拓展海洋科学数据跨境流动渠道,加大数据开放共享程度,发挥我国海洋科学数据在全球海洋治理中的作用,扩大我国海洋科研成果的竞争力和影响力。

推荐阅读文献

- 1 Gewin V. Data sharing: An open mind on open data. *Nature*, 2016, 529: 117–119
- 2 Qu J S, Huang K M. The development logic and future mission of open science (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2022, 67: 4312–4325 [曲建升, 黄珂敏. 开放科学的发展逻辑与未来使命. 科学通报, 2022, 67: 4312–4325]
- 3 Guo H, Chen F, Sun Z, et al. Big Earth Data: A practice of sustainability science to achieve the sustainable development goals. *Sci Bull*, 2021, 66: 1050–1053
- 4 China Association for Science and Technology, Chinese Society for Oceanography. Report on Advances in Ocean Science: 2007–2008 (in Chinese). Beijing: China Science and Technology Press, 2008 [中国科学技术协会, 中国海洋学会. 海洋科学学科发展报告: 2007–2008. 北京: 中国科学技术出版社, 2008]
- 5 Leng S Y, Zhu S J, Li W, et al. Towards a comprehensive development of the marine science: A reflection from the spatial perspective (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2018, 63: 3167–3183 [冷疏影, 朱晟君, 李薇, 等. 从“空间”视角看海洋科学综合发展新趋势. 科学通报, 2018, 63: 3167–3183]
- 6 Leng S Y, Xu X W. Optimizing research funding allocation for marine sciences in the new era (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2021, 66: 193–200 [冷疏影, 许学伟. 优化科学基金资助布局, 迎接海洋科学发展新机遇. 科学通报, 2021, 66: 193–200]
- 7 Ryabinin V, Barbière J, Haugan P, et al. The UN decade of ocean science for sustainable development. *Front Mar Sci*, 2019, 6: 1
- 8 Wang Z X, Liu C. Major acts to promote public funded data sharing in the United States (in Chinese). *Libr Inf Serv*, 2002, 46: 60–63 [王正兴, 刘闯. 美国国有数据与信息共享的法律基础. 图书情报工作, 2002, 46: 60–63]
- 9 Chen C F, Zeng M. A study on “Full and Open” Policy of scientific data access and its significance for reference to China (in Chinese). *Libr Trib*, 2006, 26: 1–5 [陈传夫, 曾明. 科学数据完全与公开获取政策及其借鉴意义. 图书馆论坛, 2006, 26: 1–5]
- 10 Luo Z J, Liu C, Wang Z X. Legal base of the US Global Change Research Program (in Chinese). *Adv Earth Sci*, 2003, 18: 464–470 [罗宗俊, 刘闯, 王正兴. 美国全球变化研究的法律基础. 地球科学进展, 2003, 18: 464–470]
- 11 Xie Y Q, Qian P. Research on the development of the sharing policy of the scientific data abroad (in Chinese). *New Century Lib*, 2014, (1): 67–71 [谢艳秋, 钱鹏. 国外科学数据共享政策的发展研究. 新世纪图书馆, 2014, (1): 67–71]
- 12 Zhou W N, Liu Y, Wang G B. Policy analysis of domestic and foreign scientific data management and sharing and its enlightenment to National Natural Science Foundation of China (in Chinese). *Bull Natl Nat Sci Found Chin*, 2022, <https://doi.org/10.16262/j.cnki.1000-8217.20220905.001> [周文能, 刘云, 王刚波. 国内外科学数据管理与共享政策分析及对国家自然科学基金的启示. 中国科学基金, 2022, <https://doi.org/10.16262/j.cnki.1000-8217.20220905.001>]
- 13 Kozlov M. NIH issues a seismic mandate: Share data publicly. *Nature*, 2022, 602: 558–559
- 14 Liu W Y, Liu L. Analysis and enlightenment of EU open science practice system (in Chinese). *Libr Inf Serv*, 2020, 64: 136–144 [刘文云, 刘莉. 欧盟开放科学实践体系分析及启示. 图书情报工作, 2020, 64: 136–144]
- 15 Zhang Y E, Wang Y Z. The policy and enlightenment of EU’s scientific data management and open access: Taking the EU Horizon 2020 Program as an example (in Chinese). *Libr Inf Serv*, 2017, 61: 70–76 [张玉娥, 王永珍. 欧盟科研数据管理与开放获取政策及其启示——以“欧盟地平线

- 2020”计划为例. 图书情报工作, 2017, 61: 70–76]
- 16 Zhao Y, Ye Y M. The European Open Science Cloud: Policy system and enlightenment to China (in Chinese). *Inf Doc Serv*, 2021, 42: 102–109 [赵艳, 叶钰铭. 欧洲开放科学云的政策体系及其对我国的启示. 情报资料工作, 2021, 42: 102–109]
 - 17 Schaap D M A, Novellino A, Fichaut M, et al. Data management infrastructures and their practices in Europe. In: Manzella G, Novellino A, eds. *Ocean Science Data*. Amsterdam: Elsevier, 2022. 131–193
 - 18 Rishbeth H. History and evolution of the world data center system. *J Geomagn Geoelectr*, 1991, 43(Suppl): 921–929
 - 19 Ruttenberg S, Rishbeth H. World Data Centres—Past, present and future. *J Atmos Terrestrial Phys*, 1994, 56: 865–870
 - 20 Wilkinson M D, Dumontier M, Aalbersberg I J, et al. The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data*, 2016, 3: 1–9
 - 21 Li Y, Wen L M. Research on the implementation status, influencing factors and promotion strategies of the “Scientific Data Management Rule” (in Chinese). *Libr Inf Serv*, 2021, 65: 65–74 [李洋, 温亮明. 《科学数据管理办法》落实现状、影响因素及推进策略研究. 图书情报工作, 2021, 65: 65–74]
 - 22 Vaughn T W. *International Aspects of Oceanography: Oceanographic Data and Provisions for Oceanographic Research*. Washington DC: National Academy of Sciences, 1937. 225
 - 23 Zhang H, Han C H, Yang J K, et al. Current sharing status and the utilization prospect of ocean data in China (in Chinese). *Ocean Dev Manag*, 2017, 34: 3–11 [张欢, 韩春花, 杨锦坤, 等. 中国大洋数据共享现状与展望. 海洋开发与管理, 2017, 34: 3–11]
 - 24 Brett A, Leape J, Abbott M, et al. Ocean data need a sea change to help navigate the warming world. *Nature*, 2020, 582: 181–183
 - 25 Trice A, Robbins C, Philip N, et al. *Challenges and Opportunities for Ocean Data to Advance Conservation and Management*. Washington DC: Ocean Conservancy, 2021
 - 26 Brasseur P, Beckers J M, Brankart J M, et al. Seasonal temperature and salinity fields in the Mediterranean Sea: Climatological analyses of a historical data set. *Deep-Sea Res Part I-Oceanogr Res Pap*, 1996, 43: 159–192
 - 27 Fichaut M, Maillard C, Balopoulos E, et al. MEDATLAS 1997: Climatological Atlas and Multipurpose Database of observed temperature and salinity profiles of the Mediterranean Sea. In: *International Conference Oceanography of the Eastern Mediterranean Black Sea—Similarities and Differences of Two Interconnected Basins*. Athens: The Institute of Oceanography of the National Center for Marine Research, 1999. 23–26
 - 28 Levitus S. The UNESCO-IOC-IODE “Global Oceanographic Data Archeology and Rescue” (GODAR) Project and “World Ocean Database” Project. *Data Sci J*, 2012, 11: 46–71
 - 29 Garavelli S, Schaap D M A. Blue-Cloud: Developing a marine thematic EOSC cloud to explore and demonstrate the potential of cloud based open science in the domain of ocean sustainability. *EGU General Assembly Conference Abstracts*, Online, 2020. 16449
 - 30 Sun M, Jiang X Y, Wang Z K. Studies of marine data sharing policies and standards and the enlightenment (in Chinese). *Sci Technol Rev*, 2022, 40: 22–29 [孙苗, 姜晓轶, 王子珂. 海洋科学数据共享政策法规与标准规范研究及启示. 科技导报, 2022, 40: 22–29]
 - 31 Smed J. The service hydrographique of the international council for the exploration of the sea. *ICES J Mar Sci*, 1968, 32: 155–171
 - 32 Glover D, Wiebe P, Chandler C, et al. IOC contributions to international, interdisciplinary open data sharing. *Oceanography*, 2010, 23: 140–151
 - 33 Qi D M, Yu T, Deng Z A. IODE ocean data sharing platform construction and its implications for China’s ocean informatization process (in Chinese). *Ocean Dev Manag*, 2014, 31: 57–61 [祁冬梅, 于婷, 邓增安. IODE海洋数据共享平台建设及对我国海洋信息化进程的启示. 海洋开发与管理, 2014, 31: 57–61]
 - 34 Yang Z K, Dong M M, Wu S Q. General considerations for promoting China’s marine data sharing (in Chinese). *Ocean Dev Manag*, 2015, 32: 68–72 [杨锦坤, 董明媚, 武双全. 推进我国海洋数据深入共享服务的总体考虑. 海洋开发与管理, 2015, 32: 68–72]
 - 35 Zhang F, Jin J Y, Shi S X. Construction progress of China’s digital ocean information infrastructure framework (in Chinese). *Mar Inf*, 2012, (1): 1–16 [张峰, 金继业, 石绥祥. 我国数字海洋信息基础框架建设进展. 海洋信息, 2012, (1): 1–16]
 - 36 Jiang X Y, Pan D L. Suggestions on the development of the Smart Ocean in China (in Chinese). *Mar Inf*, 2018, 33: 1–6 [姜晓轶, 潘德炉. 谈谈我国智慧海洋发展的建议. 海洋信息, 2018, 33: 1–6]
 - 37 Wu L X, Chen Z H, Lin X P, et al. Building the integrated observational network of “Transparent Ocean” (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2020, 65: 2654–2661 [吴立新, 陈朝晖, 林霄沛, 等. “透明海洋”立体观测网构建. 科学通报, 2020, 65: 2654–2661]
 - 38 Sun Y Z, Meng Q L, Li W W, et al. The development and operation management of UNOLS’ academic research fleet (in Chinese). *Ocean Dev Manag*, 2017, 34: 30–33 [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: 30–33]
 - 39 Yin H, Zeng G, Kong X C, et al. The European research vessel operators group and its inspiration to China’s marine research vessel coordination mechanism (in Chinese). *Ocean Dev Manag*, 2019, 36: 9–13 [尹宏, 曾钢, 孔宪才, 等. 欧洲海洋调查船运作组织及其对我国海洋调查船协同机制的启示. 海洋开发与管理, 2019, 36: 9–13]
 - 40 Du Y, Chen J, Jing Z Y, et al. Thoughts on the key scientific issues of shiptime sharing project/open cruise in the South China Sea—From the perspective of multi-scale ocean dynamics (in Chinese). *J Trop Oceanogr*, 2020, 39: 1–17 [杜岩, 陈举, 经志友, 等. 南海开放共享航次关键科学

问题的思考——从多尺度海洋动力学角度出发. 热带海洋学报, 2020, 39: 1–17]

- 41 Zeng L, Wang Q, Xie Q, et al. Hydrographic field investigations in the Northern South China Sea by open cruises during 2004–2013. *Sci Bull*, 2015, 60: 607–615
- 42 Zhu Y L. Reflections on the shared voyage of deep-sea scientific research vessels (in Chinese). *Ocean Dev Manag*, 2013, 30: 27–29 [朱永灵. 深海科学考察船共享航次的思考. 海洋开发与管理, 2013, 30: 27–29]
- 43 Leng S Y, Zhang L. Deepening implementation of “Shiptime Sharing Project”, promote original innovation of marine science and technology (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2020, 35: 1490–1498 [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: 1490–1498]
- 44 Ge R F, Shi M C. Oceanographic research vessel sharing plan—A significant creation of the National Natural Science Foundation of China (in Chinese). *Adv Earth Sci*, 2016, 31: 428–434 [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: 428–434]

Summary for “海洋科学数据开放共享实践与思考”

Practice and reflections on open sharing of marine scientific data

Shuying Leng^{1*}, Tianyun Su^{2*} & Liang Zhang¹

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

² First Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Qingdao 266061, China

* Corresponding authors, E-mail: lengsy@nsfc.gov.cn; sutianyan@fio.org.cn

Marine scientific data have very important use in marine scientific research, engineering construction, resource development, environmental protection, spatial planning, maintenance of rights and interests, national defense security, etc. It is a basic strategic resource in developing China's ocean affairs, building China into a strong maritime country, and building a marine community with a shared future. Scientific and effective management, as well as proper classification and grading of open sharing, of the marine scientific data can improve the utilization and maximize the effectiveness of the data by avoiding its duplicated use and wastage. A summary of the implementation plan for the “United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030)” (Ocean Decade) was released in 2020, which clearly states that data and information are the key contributors to the outcomes of the Ocean Decade. It also points out that the digitization, conservation, management, and use of the ocean-related data, information, and knowledge will be the foundation for the success of the Ocean Decade as they expand significantly in volume as well as in spatial and temporal perspectives. However, the special geographical environment of the ocean makes the field investigation costly and data resources valuable. At the same time, some portions of the data are related to the national defense security and maintenance of rights and interests, thus making them highly sensitive. Therefore, the open sharing of the marine scientific data faces many problems and challenges.

From the perspective of development, the open sharing of scientific data has become a global consensus. Agencies funding for scientific research related activities are the main operators and promoters of the open sharing of scientific data, while international organizations can gather consensus and maximize the value and effectiveness of scientific data by overcoming political, economic, social and institutional barriers. At present, the developed coastal countries and international organizations have developed significantly in open sharing of marine scientific data, established relevant regulations and systems, and built professional marine data centers to guarantee and promote the open sharing of marine scientific data and provide services to the world with data and information related products. Although China is also actively promoting the open sharing of marine scientific data, there are still many problems, such as the management of distributed data, sharing of low level data, weak willingness of owners to share data, inadequate system for classification and grading of data, differences in standards and specifications of data services, and lack of talent in marine information technology.

The National Natural Science Foundation of China (NSFC) Shiptime Sharing Project pilots the open sharing of ocean survey data starting from 2022, which effectively improves the utilization rate and service of the NSFC marine scientific data. It conducts helpful exploration and practice in the system construction, quality management, share content, intellectual property protection, supervision, and management. In order to play further the leading role of NSFC in the national innovation system and to promote the open sharing of marine scientific data with reference to the current development and advanced experience at the international level, this paper puts forward some reflections and suggestions on the open sharing of marine scientific data in China. With the aim of providing recommendations and references to the China's marine scientific data management and sharing services, and better playing the role of basic resources and innovation engine of marine science data in the implementation of the Marine power and digital China strategy, this paper proposes several aspects, including the improvement and implementation of the institutional system, coordinating the data utilization and security protection, strengthening the quality management of the marine survey data during its whole life cycle, strengthening the construction of scientific data centers, promoting the deep integration of marine and new technologies, and strengthening the international cooperation on marine data.

NSFC Shiptime Sharing Project, data sharing, marine science, data management, open access

doi: [10.1360/TB-2022-1197](https://doi.org/10.1360/TB-2022-1197)