

特色专题

全球海洋观测技术运用态势及海洋治理挑战

罗刚^{1,2}

摘要 全球海洋观测系统(GOOS)作为全球重要的海洋观测网络,致力于整合持续性的海洋观测活动,为气候政策、灾害预警、天气预报、海洋资源管理等关键领域提供统一的数据支持。随着技术的持续进步,国际科学界及政策圈声称基于浮标、海洋滑翔机、船舶、海平面、高频雷达、动物传感器的监测,尤其在国家管辖范围内的海域监测方面,面临若干治理挑战。这些挑战包括法律程序与实际操作的不协调、预先通知的难题、争议海域监测许可问题,以及新技术应用的国内许可程序的缺失等。目前,政府间海洋学委员会(IOC)等国际机构已经开始采取措施应对这些挑战。对此,中国应加速海洋观测技术的创新与发展,积极参与全球海洋观测事务,加速培育国际海洋科技治理的专业人才,以有效应对全球海洋治理可能出现的变革。

关键词 全球海洋观测;海洋治理;全球海洋观测系统;海洋科学研究;《联合国海洋法公约》

全球海洋观测对于理解地球气候系统、预测天气变化、管理海洋资源、保护海洋环境及发展蓝色经济具有至关重要的意义。持续监测海洋的物理、化学和生物特性,有助于更好地了解海洋对全球气候的影响,评估气候变化对海洋生态系统的影响,并为海洋资源的可持续利用提供决策依据。海洋观测数据在防灾减灾、海上搜救、海上作业、渔业管理,以及海洋污染监测等方面也发挥着重要作用。

成立于1991年3月的全球海洋观测系统(GOOS)是当今世界最为重要的海洋观测网络,致力于协调持续的海洋观测活动,为气候政策、灾害预警、天气预报、海洋资源管理等领域的决策提供协调化的数据支持。目前,美国、澳大利亚及欧洲等国家或地区均已构建了各自的海洋观测网络,这些网络构成了GOOS

的地区性重要支柱。船舶、浮标、水下滑翔器、高频雷达及动物传感器等多样化的观测工具与平台,已全面融入海洋观测系统并投入实际应用。中国也已建成覆盖管辖海域的业务化海洋观测网,深度参与国际海洋观测事务,在GOOS等国际合作框架中发挥积极作用,履行负责任大国义务^[1]。随着海洋观测技术的不断进步,国际科学界声称GOOS的实施也遭遇了一些治理难题,特别是国家管辖范围以内海域的海洋观测问题。这些治理难题涉及法律程序与实际操作的不协调、预先通知的难题、争议海域监测许可问题以及新技术应用的国内许可程序的缺失等方面。

1 全球海洋观测的治理框架

1.1 法律框架

《联合国海洋法公约》(以下简称《公约》)为全球范围内的海洋观测活动确立了基础性的法律架构。《公约》旨在“妥为顾及所有国家主权的情形下,为海

1. 自然资源部海洋发展战略研究所,北京 100860

2. 南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海),珠海 519000

收稿日期:2024-12-31;修回日期:2025-04-05

基金项目:南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海)自主科研项目(SML-2020SP005)

作者简介:罗刚,研究员,研究方向为国际海洋与极地治理、海洋科技治理的法律与政策,电子信箱:luogang@cimamnr.org.cn

引用格式:罗刚.全球海洋观测技术运用态势及海洋治理挑战[J].科技导报,2025,43(14):52-59;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2024.12.01873

洋建立一种法律秩序,以便利国际交通和促进海洋的和平用途,海洋资源的公平而有效的利用,海洋生物资源的养护以及研究、保护和保全海洋环境。”(序言第4段)。《公约》第13部分规定了海洋科学研究制度,与海洋观测活动直接相关。另外,《公约》关于保护和保全海洋环境(第12部分)、海洋技术的发展和转让(第14部分)及其他条款,也都载有关于持续性海洋观测的规定。当前,全球海洋观测活动所面临的若干治理难题,也与《公约》相关条款的限制有着密切的联系。

《公约》第13部分为海洋科学研究(marine scientific research, MSR)的开展制定了一套综合性的法律框架,旨在平衡沿海国与其他国家的权利和利益。然而,《公约》并未对“海洋科学研究”这一术语作出法律界定。“勘探”(exploration)、“环境评估”(environmental assessments)、“监测”(monitoring)、“调查活动”(survey activities)或“水文测量”(hydrographic surveys)等相关术语在《公约》中也未作出界定。

《公约》第13部分重申了所有国家和主管国际组织开展海洋科学研究的权利(第238条),以及促进和便利开展海洋科学研究的义务(第239条)。特别是,为进一步支撑《公约》规定的合作义务,国家应通过主管国际组织设法促进一般准则和方针的制定,以协助各国确定海洋科学研究的性质和影响(第251条)。此外,各国应尽力制定合理的规则、规章和程序,促进在其领海以外按照《公约》进行的海洋科学研究,并于适当时在其法律和规章规定的限制下,为遵守本部分有关规定的海洋科学研究船进入其港口提供便利,协助这些船只(第255条)。各国和各主管国际组织都有义务促进海洋科学研究的国际合作(第242条),创造有利条件,以进行海洋环境中的海洋科学研究,并将科学工作者在研究海洋环境中发现的各种现象和变化过程的本质,以及两者之间的相互关系方面的努力结合起来(第243条)。此外,各国和各主管国际组织应发布和传播海洋科学研究的知识,并促进科学资料和情报的流通及海洋科学研究所得知识的转让(第244条)。

在专属经济区和大陆架上开展海洋科学研究,意味着沿海国有权在这些海洋区域规划、授权和开展海洋科学研究活动(第246条第1款)。《公约》第13部

分为在沿海国管辖的专属经济区或大陆架上开展海洋科学研究活动授予“同意”(consent)建立了特定规则(第246条第2款)。在此方面,“为和平目的和为了增进关于海洋环境的科学知识以谋全人类利益”而开展的海洋科学研究活动在正常情况下应授予“同意”(第246条第3款)。这种“同意”可能是默示的或暗示的(第252条)。然而,在某些情况(如研究项目与自然资源的勘探或开发直接相关)下,沿海国也可以拒绝(第246条第5至第7款)。开展海洋科学研究活动的国家确实有义务向沿海国提供研究项目的信息(第248条),并遵守有关合作和项目参与、样本、数据和研究成果共享及科学研究设施或装备拆除的某些条件(第249条)。

1.2 组织框架

GOOS 由联合国教科文组织政府间海洋学委员会(IOC)主导,同时得到世界气象组织(WMO)、联合国环境规划署(UNEP)和国际科学理事会(ISC)的共同资助。目前,气候、天气与海洋预报、海洋健康构成了 GOOS 的主要服务领域。

在治理架构上,GOOS 的核心团队包括7个组成部分:GOOS 指导委员会(GOOS Steering Committee)负责管理和协调全球海洋观测系统的各个组成部分,指导核心团队实现2030年全球海洋观测系统战略的各项目标。专家小组(Expert Panels)在识别用户需求和评估系统方面扮演着至关重要的角色,目前成立了物理与气候(OOPC)、生物化学(BGC),以及生物与生态系统(BioEco)3个专家组。观测协调组(Observations Coordination Group, OCG)通过13个全球观测网络和 OceanOPS^[2]对 GOOS 进行协调,从而加强全球海洋观测系统的实施。海洋业务预报系统专家团队(Expert Team on Operational Ocean Forecast Systems, ETOOFS)则致力于指导海洋模型预报产品的效能、质量以及协同性(interoperability)的提升。GOOS 区域联盟(GOOS Regional Alliances, GRAs)的目标在于识别、增强和发展全球海洋观测系统的监测与服务能力,以满足区域和国家的优先需求。项目(projects)则致力于拓展新的领域和能力,推动创新,扩大观测系统、服务和产品的供应。GOOS 办公室(GOOS Office)团队旨在确保全球海洋观测系统核心功能的正常运作,促进 GOOS 核心团队中不同部分之间的协

作,由多国参与的指导委员会负责监督。

1.3 政策框架

IOC 制定的相关计划、战略、白皮书等政策性文件,为全球海洋观测的发展确立了政策框架。2017 年,联合国大会宣布了联合国“海洋科学促进可持续发展十年”(“海洋十年”)(United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development),旨在激发海洋科学和知识的产生,以扭转海洋系统状况的恶化,并激发海洋这一巨大生态系统可持续发展的新机遇,并授权 IOC 负责协调“海洋十年”的准备工作和实施。“海洋十年”以“提供我们需要的科学,以实现我们想要的海洋”为愿景,提出了 10 项关键、紧迫的挑战。其中,挑战 7 为“可持续地扩大全球海洋观测系统”,以确保在所有大洋盆地建立可持续和持久的海洋观测系统,为所有用户提供可获取、及时和可操作的数据和信息。

2019 年,《全球海洋观测系统 2030 战略》(《Global Ocean Observing System 2030 Strategy》)正式发布,呼吁逐步提升合作伙伴关系的层次与效能,旨在构建一个“真正的综合海洋观测系统”,为可持续发展、安全、福祉和繁荣提供必需的基础信息。

2024 年,IOC 围绕“海洋十年”10 项具体的挑战分别发布了 2030 愿景白皮书。其中,《挑战 7:可持续地扩大全球海洋观测系统》(白皮书)强调了 GOOS 在全球海洋观测的组织协调中发挥的关键作用,指出 GOOS 是知识的基石,使海洋资源的可持续管理成为可能,支撑蓝色经济,并确保能够监测海洋健康状况^[3]。

2 全球海洋观测的技术运用

GOOS 自成立以来发起了多项国际观测计划,并积极协调全球各国的观测资源。它不断采纳新技术、新工具和新方法,显著提升了全球海洋观测的能力。目前,GOOS 已经建立了一个综合性的全球观测网络,该网络运用了多种类型的浮标、平台、船舶、高频雷达站、水下滑翔机以及动物遥测等多种观测工具和技术手段。

2.1 基于浮标的海洋观测

数据浮标合作小组(Data Buoy Cooperation Panel,

DBCP)是国际海洋与气象观测领域的协调机构。它通过浮标网络为多个研究领域提供数据支持,是 GOOS 中最早建立的观测网络之一,致力于推动海洋观测的标准化。DBCP 成立于 1985 年,由 WMO 和 IOC 共同成立。其核心职能包括协调 GOOS 中的漂流浮标和锚系浮标部分、世界天气监测网(World Weather Watch)、世界气候研究计划(World Climate Research Programme)、全球气候观测系统(Global Climatic Observation System),以及 WMO 综合全球观测系统(Integrated Global Observing System)的相关工作。DBCP 的漂流浮标网络由海面拉格朗日漂移器构成,每个浮标底部配备热敏电阻,用于精确测量海面温度;浮标上方则安装传感器,用于测定气压。在浮标的海面以下 15 m 处的中心位置,设置了一个拖曳体(drogue),以确保漂移器能够准确追踪海面环流。这些漂移器也被部署在高纬度地区,特别是在北极和南极地区的季节性海冰上。DBCP 锚系浮标由多个组织负责部署、运营和维护,其主要功能是为天气预报、海洋服务和研究活动提供关键数据支持。部分浮标网络已连续运行超过 40 年,为海洋气候研究,尤其是波浪研究领域,提供了宝贵的时间序列数据^[4]。

全球范围内的温度/盐度剖面浮标阵列,被称为 Argo 浮标,其部署始于 2000 年,是海洋观测系统的重要组成部分。Argo 浮标具备调节浮力的能力,能够对海洋上层 2000 m 的深度进行测量。Argo 浮标每 10 d 完成一次循环,深入至 2000 m 的深度。目前,Argo 浮标计划正不断吸纳更多种类的浮标。例如,生物地球化学 Argo(biogeochemical Argo, BGC Argo)浮标能够对 6 个额外的变量进行采样。深海 Argo(deep Argo)浮标能够探测至 6000 m 的深度^[4]。Argo 浮标计划的主要目标之一是记录从季节性到 10 年期的气候变异性(climate variability),并增进对其可预测性的理解。

OceanSITES 开阔海洋时间序列网络(ocean SITES open-ocean timeseries network)通过在开阔海域的固定位置以及上覆大气中部署多学科锚系浮标,执行高频观测任务,以收集物理、生物地球化学和生物学/生态系统方面的数据。该网络致力于提供持续且高频的时间序列数据,覆盖整个海洋深度,时间分辨率从分钟到数十年不等,旨在探测、理解和预测全球物理、生物地球化学和生态系统状态及其变化,包

括海洋变暖、海洋碳吸收/储存和酸化等现象,同时兼顾生态系统的作用和影响。

2.2 基于水下滑翔机的海洋观测

海洋滑翔机(OceanGliders)网络是一个国际性的自主水下滑翔机阵列,其主要任务是测量包括压力、温度、盐度和海流在内的多种物理变量,以及与浮游植物、浮游动物和鱼类的丰度相关的生物变量,还有溶解氧等重要生态化学变量。这些海洋滑翔机具备自主连续监测海洋剖面的能力,其监测深度可达1000 m。OceanGliders网络覆盖了全球海洋中关键区域的长期重复剖面,旨在记录海洋边界流循环的变化,并在风暴来临前进行采样,以提高影响预测的准确性。此外,该网络致力于解决未来海洋在多个方面和不同尺度上的变化问题。

2.3 基于船舶的观测

全球海洋船载水文调查计划(global ocean ship-based hydrographic investigations programme, GO-SHIP)由全球范围内的海洋科学考察船组成的国际网络执行,这些船只参与定期进行的海洋剖面水文调查。GO-SHIP是唯一一个能够对海洋水体(包括2000 m以下的深海区域)进行高精度记录的综合性海洋学计划,涵盖了海洋物理和生物地球化学的变化,包括重要的碳循环观测。GO-SHIP的观测数据对于理解和记录大尺度海洋水文属性的分布、变化及其驱动因素具有至关重要的作用。GO-SHIP的另一个目标是确定生态变化,并系统地研究海洋10年尺度的大范围变化。此外,GO-SHIP的测量对于新一代浮标和滑翔机上传感器的质量控制同样至关重要。

船舶观测团队(Ship Observations Team, SOT)负责运营3个主要项目:自动船载高空气象计划(automated shipboard aerological programme, ASAP)、自愿观测船计划(voluntary observing ship scheme, VOS),以及机会船计划(ship of opportunity program, SOOP),这些项目共同构成了基于自愿船舶的基础数据收集网络。ASAP利用充填氦气的气球,搭载必要的仪器设备及数据通信系统,执行观测任务,以满足WMO定义的应用领域对特定质量及时效的高空观测数据的需求。目前,全球范围内约有21艘定期船只参与高空探测活动,且不时有额外的科学考察船临时加入该行列。VOS是历史最为悠久的观测网络之一,

是由WMO成员国协调的全球性项目,为气象和海洋服务定义的应用领域提供符合特定质量和时效的海洋气象观测数据。目前约有2500艘活跃的VOS船只,每年提交近200万次的观测数据^[4]。VOS补充了沿海地区和公海表面海洋气象同步观测资料,对气候研究也具有重要意义。SOOP网络涵盖了在海洋盆地中收集至800 m深度的温度剖面数据,以及海洋表面的二氧化碳浓度、温度和盐度数据。SOOP网络可细分为4个子项目,每个子项目专注于不同的环境变量和海洋现象。SOOP网络的可弃式深海温度记录仪(SOOP-expendable bathy thermographs, SOOP-XBTs)旨在测量海洋上层700 m的温度剖面;SOOP网络的二氧化碳(SOOP-CO₂)子项目则致力于测定海洋表面的二氧化碳浓度;SOOP网络的生物地球化学(SOOP-BGC)子项目负责测量其他生物地球化学变量;SOOP网络的温度盐度记录仪(SOOP-thermosalinographs, SOOP-TSGs)则用于测定海洋表面的温度和盐度。此外,SOOP网络还为其他观测平台提供支持,包括漂移器和剖面浮标。

2.4 海平面观测

全球海平面观测系统(global sea level observing system, GLOSS)是一系列潮汐观测站网络,负责提供数据、时效性、准确性参数,以表征全球海平面的变化。GLOSS的核心组成部分是由全球290个海平面观测站构成的全球核心网络(global core network, GCN),其目的在于实现对全球沿岸海平面变量的相对均匀分布采样,为气候变化和海洋学海平面监测提供长期数据支持。GLOSS测高仪校准(ALT)数据集主要由岛屿站点构成,为任务间校准(intercalibrations)提供了持续的设施支持。

2.5 基于高频雷达的观测

全球高频雷达网络(global HF radar network)运用沿岸高频雷达技术,对海面流速、波浪(包括高度、方向、周期),以及风力进行测量。该网络对于确定表层水体的运动状态具有重要作用,为追踪污染物、执行搜救任务、监测有害藻华、指导船只航行、进行基于生态系统的管理和海洋空间规划提供了至关重要的信息支持。

2.6 基于动物传感器的观测

动物搭载的海洋传感器(animal borne ocean

sensors, AniBOS)网络致力于监测一系列关键的海洋及生物多样性指标,为全球海洋指标的估算提供数据支持,有助于对上层海洋变化进行量化分析,并为众多海洋及气象预报应用提供必要的的数据。通过动物搭载的海洋传感器,可以测量多种关键变量,这些变量对于揭示动物行为及其与海洋生态系统之间的相互作用至关重要。同时,它们还能为全球海洋中那些长期采样不足的区域提供数据。这些关键变量包括温度、盐度剖面,还包括荧光、氧气或海面波浪和风速等参数。在过去的10年间,通过在高纬度地区、沿海大陆架以及热带地区收集到的约50万份温度-盐度-深度剖面数据,显著增强了对气候变化特征的研究,并为全球及区域尺度的气候预测提供了宝贵的信息^[4]。

3 主要国家和地区海洋观测的技术运用态势

3.1 美国

美国综合海洋观测系统(U.S. integrated ocean observing system, U.S. IOOS)是一个集人才与技术于一体的综合网络架构,旨在协调并整合美国沿海水域、五大湖及海洋的丰富数据资源。U.S. IOOS为科学家、决策者及广大公众提供了坚实的支撑,助力其精准追踪、科学预测并灵活适应美国沿海及海洋环境的动态变迁。自2007年起,在美国国家海洋和大气管理局(NOAA)的国家海洋服务中创建U.S. IOOS,2009年由《综合沿海和海洋观测系统法案》(《Integrated Coastal and Ocean Observation System Act》)正式获得国会授权^[5]。U.S. IOOS由多个专业观测网络交织而成,包括国家观测网、区域(地方)观测网,以及海洋生物多样性观测网、动物遥测网、国家有害藻华观测网、高频雷达网、水下滑翔机网等,这些网络共同编织成一张覆盖海洋环境全领域的监测网络。此外,U.S. IOOS还构建了海洋技术转化平台,并建立了严格的数据质量保证与质量控制体系,确保所收集监测数据的精准无误与高度可靠。在业务化监测领域,U.S. IOOS聚焦物理海洋、生物地球化学、生物及生态系统等关键领域,针对34个海洋核心变量进行深入监测,为海洋科学研究、资源高效管理及环境保护工作提供了强有力的数据支撑与决策依据。

3.2 澳大利亚

澳大利亚综合海洋观测系统(integrated marine observing system, IMOS)在澳大利亚《国家协作研究基础设施战略》(《National Collaborative Research Infrastructure Strategy》, NCRIS)支持下,自2006年起由澳大利亚塔斯马尼亚大学为首的海洋研究机构联盟运营。IMOS对澳大利亚的海洋区域进行系统和持续地观测,通过运行一系列基于平台的设施获取海洋观测数据,并与大学、政府和产业界的用户进行合作,推动应用,扩大影响。IMOS成员机构还依据数据资源,结合联邦政府、地方政府及海洋产业部门的具体需求,提供数据深度加工服务。IMOS遵循科学性与实用性的双重原则,明确了长期海洋变化、多变及极端气候、边界流、大陆架及近岸过程、生态系统响应等5大核心研究领域,为各水域的观测工作指明了方向。为开展全方位的海洋观测,IMOS使用深水锚定设备、机会船、海洋滑翔机、Argo浮标、沿海波浪浮标、海洋雷达、国家系泊网络、动物跟踪声学遥测系统等工具、平台或网络,为海洋观测提供了强有力的支持。这些观测数据经整理后汇交至澳大利亚海洋数据网络(Australian ocean data network, AODN)门户网站,供全球海洋和气候科学界、国际协作者以及其他利益相关者和用户公开访问并免费使用^[6]。

3.3 欧洲

欧洲全球海洋观测系统(European global ocean observing system, EuroGOOS),成立于1994年,是一个致力于海洋学实践操作的泛欧洲跨机构联盟,也是GOOS在欧洲的组成部分。2021年5月,EuroGOOS发布了《EuroGOOS 2030战略》,设置了5个战略目标,包括推动海洋观测的最佳实践、倡导协调化和综合化的欧洲海洋观测和海洋学实践操作、加强并扩大合作伙伴关系、在海洋学实践操作和海洋观测的价值链中推动可持续性以及动员公众关注海洋和海洋学服务的重要性^[7]。

此外,EuroGOOS深度参与了欧洲海洋观测系统(European ocean observing system, EOOS)框架的建设,参与共同主持EOOS指导小组,为EOOS提供秘书处服务,管理EOOS的通信。EOOS作为一个协调框架,旨在整合和协调欧洲海洋观测能力,推动收集欧洲海洋状态和变化信息的系统化、协作化,支撑海

洋环境及其资源的可持续管理。2023年2月,《EOOS战略2023—2027:推进EOOS——欧洲海洋知识的基础》发布,其愿景是打造“一个持续满足用户特定需求的欧洲海洋观测系统”,规划了EOOS在2023—2027年战略期间的发展方向,明确其使命是“对运营、支持和维护海洋观测基础设施和活动,并促进协作与创新的欧洲社区和组织进行协调与整合”^[8]。

4 国家管辖范围内区域海洋观测技术运用的治理挑战

为应对气候变化、保障海上安全,以及维持健康海洋提供必需的海洋信息,在全球范围内建立一个综合性的全球海洋观测系统至关重要。一些科学界及政策界人士称,其在别国管辖海域内实施海洋观测时遭遇到一些治理难题,特别是法律障碍。这些治理障碍和法律难题突显了沿海国(特别是沿海发展中国家)在海洋数据安全方面的顾虑与全球海洋科研需求之间的紧张关系。一方面,沿海国在其专属经济区或大陆架内获取的海洋观测数据和信息,通常具有广泛的应用价值。这些数据和信息不仅能够为应对气候变化、天气预报、防灾减灾等决策提供支持,还能用于海洋资源管理(如渔业),以及军事目的(如情报搜集、监视和侦察)。另一方面,沿海国在考虑其他国家(特别是西方发达国家)在其专属经济区或大陆架开展海洋观测活动时,不得不关切国家主权与安全、主权权利、资源开发和利用等问题。在评估其他国家提出的观测许可请求时,沿海国通常会仔细权衡所收集的数据和信息是否对本国的主权和安全构成威胁,以及在海洋资源利用方面是否能够带来显著利益。在权衡风险与收益之后,沿海国才能决定是否根据《公约》授予“同意”。

1) 海洋观测的审批程序与科研工作的实际操作不相兼容。根据《公约》,其他国家在沿海国管辖的专属经济区和大陆架上开展海洋科学研究活动,应取得沿海国的“同意”。正常情况下,沿海国对“为和平目的和为了增进关于海洋环境的科学知识以谋全人类利益”而开展的海洋科学研究活动应审批“同意”。然而,有关人士声称,各沿海国在审批时做法不一,有的沿海国对审批的材料要求过于苛刻甚至不切实际;有

的审批过程复杂、冗长,直至任务启动的前一天才获知同意与否,若在最后一刻被通知审批“不同意”,前期准备工作的人力、物力、财力投入就会前功尽弃,成为科学家眼中的“风险因素”之一;延迟的“同意”,有时还会导致科学家错过最佳的海洋观测窗口;即使取得“同意”后,若突遇船舶维修、设备或人员临时更换等难以预测的变动,因沿海国政策缺乏灵活性导致需要重新申请审批;使用海洋滑翔机开展全年连续自主观测,通常每个月或每2个月需要回收并重新部署,但每次重新部署又需要重新申请审批;一些持续性科研项目的资助通常是按年度进行的,且存在一个可以动用资金的特定时间段,但若审批程序耗时超过6个月,将与定期资助的时间安排产生不兼容的问题等。

2) 提前通知的要求与海洋观测持续开展的目标不相匹配。据了解,有些拟开展海洋观测的确切位置和具体时间,实践中难以或根本无法提前确定。在这种情况下,提前通知沿海国便显得不切实际。例如,VOS多数是商业船只,其观测位置和数据报告存在较大的不确定性,难以提前6个月获知这些船只的确切位置以及是否会实际报告观测数据。SOOP依赖于商业船舶运营商提供定期航线,但观测的具体时间和确切地点受商业运营的影响,难以满足沿海国对确切位置和具体时间的信息需求。AniBOS被安装在海豹、海龟等动物上,仅能大致确定动物的常规活动区域,但无法精确控制动物的采样时间和地点。水下滑翔机等新的观测技术已被用于在风暴和飓风中采样,但此项操作仅能判断风暴和飓风的大致活动区域,不太可能提前6个月确定观测的确切位置。

3) 争议海域通常难以获得海洋观测的充分许可。在世界上的某些国家和地区,岛礁主权争议和海洋边界纠纷仍然存在。在专属经济区存在争议的情况下,若从争端一方获得开展海洋观测的许可,通常难以从另一方获得同样的许可。争端双方之间的僵持与对立,使第三方难以在争议海域开展海洋观测活动。

4) 海洋观测新技术的运用缺乏相应的国内许可程序。面对海洋滑翔机等海洋观测新技术的应用,有的国家尚未建立相应的审批申请流程。这就导致了运用这些新兴观测技术的国家无法通过现有机制向沿海国申请开展海洋观测。

5 政府间海洋学委员会的应对进程

2003—2009年,IOC海洋法专家咨询委员会(Advisory Body of Experts on the Law of the Sea, ABE-LOS)围绕这些问题开展工作,为Argo通知计划(Argo notification scheme)的发展奠定了基础。Argo通知计划提出了一项切实可行的解决方案,即向沿海国家通报Argo浮标何时漂移进入其管辖海域,以便迅速取得收集和分享此类观测数据的许可。

全球海洋观测网络的实施者在多个相关会议上向GOOS及其OCG提出了关于在沿海国专属经济区内进行海洋观测所面临的诸多挑战。这些会议包括2017年的第六届GOOS指导委员会会议(GOOS SC-6)、2018年的第七届GOOS指导委员会会议(GOOS SC-7)、第八届OCG会议(OCG-8)、世界气象组织执行理事会,以及2019年的第九届OCG会议(OCG-9)和第18届世界气象大会。

2020年2月,GOOS组织成功举办了“国家管辖范围内以内区域海洋观测”专家研讨会(Experts Workshop on Ocean Observations in Areas under National Jurisdiction),深入探讨了在全球海洋观测网络中,特别是在沿海国专属经济区内进行观测时所面临的诸多挑战。研讨会还重点讨论了观测对沿海国的重要性,以及沿海国对其国家管辖范围以内区域进行持续海洋观测可能存在的关切。与会专家在《公约》现有条款框架内提出了7个可行、务实的解决方案空间(solution spaces),其实施需要联合国教科文组织、世界气象组织、联合国法律事务厅海洋事务和海洋法司(DOALOS)的协同行动。这7项建议的解决方案包括:一是借鉴Argo通知计划;二是运用《公约》第247条规定的IOC程序;三是更新DOALOS关于海洋科学研究的指南;四是增强对活动重要性的认识;五是遵循世界气象组织的相关建议;六是实施区域性安排;七是利用《公约》第258条(科学装置的部署)的规定。

2022年6月,GOOS在IOC执行委员会第55届会议(EC-55)上回顾了IOC成员国一致同意的通知机制(member state-agreed notification mechanism)的发展历程,确认该机制符合《公约》的规定,并适用于漂流至专属经济区的Argo计划剖面浮标。

2023年6月举行的第32届IOC大会通过决议,决定成立一个特设会间工作组(Ad Hoc Intersessional Working Group),依据其工作职责讨论国家管辖范围内区域海洋观测(Ocean Observations in Areas under National Jurisdiction, OONJ)的相关事宜。2023年12月,经IOC成员国提名,OONJ特设会间工作组正式成立,并举行了首次会议。工作组目前由25个IOC成员国推荐的专家组成,每月定期举行一次在线会议,截至2025年3月底已举行了13次。工作组于2024年6月向IOC执行委员会第57届会议(EC-57)提交了一份临时报告^[9],并在2025年第33届IOC大会上提交最终报告。

6 展望与建议

在处理国家管辖海域内海洋观测国际合作的治理挑战与法律障碍时,不可避免地会触及《公约》相关条款的解释乃至修订问题。实际上,《公约》作为国际合作的产物,在其海洋科学研究章节已部分地体现了沿海国与利用国之间权利、义务与利益的微妙平衡。为适应可持续海洋观测操作便利化的新需求,对《公约》中关于海洋科学研究的条款进行扩张性解释或重新修订,关系到170个缔约国(方)的总体利益与意愿,这将意味着必须打破现有的利益平衡状态,探索新的利益平衡点。在国际政治现实的背景下,这一过程显然也充满挑战。

尽管应对全球海洋观测治理的挑战是一项长期而艰巨的任务,特别是在《公约》现有条款框架内解决国家管辖范围内海域的海洋观测问题,但这也为中国海洋观测领域技术与人才的能力建设和发展提供了宝贵的时间窗口期。面对当前的治理形势和挑战,提出以下建议。一是加速推进中国海洋观测技术的发展与创新。特别需要积极解决海洋观测装备在发展过程中遇到的关键技术难题,加快海洋仪器设备的研发和普及,提高设备的精确度和稳定性,完善海洋标准和试验测试体系,以促进中国海洋观测领域的持续发展^[10]。二是积极参与国际海洋科技治理。通过持续深入地参与国际海洋观测事务,在GOOS等国际合作框架中加强中国科学家的角色和影响力,这不仅有助于进一步满足全球海洋科研的需求,也有助于提升中

国在国际科学界的话语权。三是加快培养国际科技治理的专业人才。国际海洋科技治理人才不仅需要相关科技原理、项目和工程有基本的了解,还必须能够将科学、技术、工程问题与政策、管理、法律问题相结合,积极促进科学与政策的融合,持续推动将科学研究成果转化决策咨询成果,以及中国的国际政策主张。

参考文献(References)

- [1] 韩林生, 王伟. 全球海洋观测系统展望及对我国的启示[J]. 地球科学进展, 2022, 37(11): 1157–1164.
- [2] 陈飘. 2022年全球海洋观测系统运行进展: 以《全球海洋观测系统报告卡》为视角[J]. 气象科技进展, 2024, 14(3): 48–49.
- [3] Ocean decade vision 2030 white papers: Challenge 7: Sustainably expand the global ocean observing system[R]. Paris: IOC/UNESCO, 2024.
- [4] Ocean observations in areas under national jurisdiction (OONJ) workshop[R]. Paris: IOC/UNESCO, 2020.
- [5] U.S. IOOS enterprise strategic plan 2018–2022[R]. Maryland: IOOS, 2018.
- [6] IMOS fact sheet[R]. Tasmania: IMOS, 2023.
- [7] EuroGOOS 2030 Strategy[R]. Brussels: EuroGOOS AISBL, 2021.
- [8] EOOS strategy 2023–2027: Advancing EOOS—the foundation of European ocean knowledge[R]. Brussels: EuroGOOS AISBL, 2023.
- [9] Summary report of the fifty-seventh session of the IOC Executive Council (25–26 June 2024)[R]. Paris: IOC/UNESCO, 2024.
- [10] 周虹丽, 高艳波, 吴迪, 等. 我国海洋观测装备“卡脖子”问题的破解对策建议[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(27): 7–10.

Application status of global ocean observation technologies and its challenges to ocean governance

LUO Gang^{1,2}

1. China Institute for Marine Affairs, Ministry of Natural Resources, Beijing 100860, China
2. Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Zhuhai), Zhuhai 519000, China

Abstract The Global Ocean Observing System (GOOS), as a globally vital ocean observing network, is dedicated to integrating sustained ocean observing activities to provide unified data support for key areas such as climate policy, disaster early warning, weather forecasting, and marine resource management. With the continuous development of technologies, international scientific community and policy circles claim that the observation based on buoys, ocean gliders, ships, sea level, high-frequency radar, as well as animal sensors also faces a number of governance challenges, especially in areas under national jurisdiction. These challenges include the lack of coordination between legal procedures and actual operations, difficulties in advance notification, issues with the 'consent' process in disputed areas, and the absence of a domestic 'consent' process for the application of new technologies. Currently, international bodies such as the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) have begun to take measures to address these challenges. In response, the author suggests that China accelerate the innovation and development of marine observation technology, actively participate in global marine observation affairs, and accelerate the cultivation of professional talents for international marine science and technology governance, in order to effectively respond to potential changes in global ocean governance.

Keywords global ocean observations; ocean governance; GOOS; marine scientific research; UNCLOS ●



(责任编辑 王微)