

基于政策视角的俄罗斯海洋研究活动 特征分析及启示^{*}

吴 淼^{*,1,2} 王丽贤¹ 郝 韵^{1,2} 贺晶晶^{1,2} 张小云¹

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所文献信息中心, 乌鲁木齐 830011;

2. 中国科学院中亚生态与环境研究中心, 乌鲁木齐 830011)

摘 要:俄罗斯是传统海洋大国, 切实了解其海洋研究活动, 有助于我国发展海洋科技、实现海洋强国目标。本文基于法律、战略、规划和项目四个层次, 对俄罗斯海洋研究活动的目标、政策导向、主要领域等内容进行了定性分析和解读。研究认为俄罗斯海洋研究活动的顶层设计较完整, 自上而下层次特征显著, 并以服务国家利益为宗旨, 助力维持其海洋大国地位。其海洋研究活动涉及世界各大洋, 以内海、领海及毗连海域、北极和南极等为重点研究区域; 在研究领域方面, 既有对海洋物理、海洋化学和海洋地质等基础探索性问题的研究, 也有对造船科学、海洋开发装备、科学研究设施以及为保障海洋研究活动开展的信息、安全和生命支持系统等应用技术的研发, 具有多样化、研究链条较为完整的特点。我国应立足实际, 加快海洋立法工作, 尽快制定我国的南北极战略; 完善以区域和专业为重点的研究力量布局, 加强自主可控的海洋技术链条建设, 以推进“海上丝绸之路”倡议和发展海洋经济。

关键词:俄罗斯; 海洋研究; 海洋科技; 政策分析

DOI:10.16507/j.issn.1006-6055.2021.10.001

Analysis on the Characteristics of Russian Marine Research Activities Based on Policy Perspective and Its Enlightenments^{*}

WU Miao^{*,1,2} WANG Lixian¹ HAO Yun^{1,2} HE Jingjing^{1,2} ZHANG Xiaoyun¹

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi 830011, China;

2. Center for Ecology and Environment of Central Asia, CAS, Urumqi 830011, China)

Abstract: Russia is a traditional large marine country. A practical understanding of its marine research activities will help China develop marine science and technology. Based on laws, strategies, plans and projects, this paper makes a qualitative analysis on the objectives, policy orientation and main fields of Russian marine research activities. It is considered that the top-level design of marine research activities in Russia is relatively complete and has significant top-down characteristics. Russia's marine research aims to serve national interests and help maintain its status as a major maritime power. Russia's marine research activities involve the world's oceans, focusing on the inland sea, territorial sea and adjacent waters, Arctic and Antarctic. In terms of the research field, Russian research covers not only basic exploratory issues such as marine physics, marine chemistry and marine geology, but also the research and development of applied technologies such as

^{*} 新疆维吾尔自治区创新环境建设专项“上合组织成员国+科技信息资源共享平台”(PT2017)

^{**} E-mail: wumiao@ms.xjbe.ac.cn; Tel: 15099125276

shipbuilding science, marine development equipment, scientific research facilities and information, security and life support systems to ensure marine research activities. China should base itself on reality, speed up the marine legislation and the formulate China's strategy of Antarctica and Arctic, improve the layout of research forces focusing on regions and specialties, and strengthen the construction of independent and controllable marine technology chain, so as to promote the initiative of "Maritime Silk Road" and develop marine economy.

Keywords: Russia; Marine Research; Marine Science and Technology; Policy Analysis

俄罗斯是世界上国土面积最大的国家(1712万平方千米),周边被分属北冰洋、太平洋、大西洋的巴伦支海、白海、喀拉海、拉普捷夫海、东西伯利亚海、楚科奇海、白令海、鄂霍次克海、日本海、波罗的海、黑海和亚速海环绕^[1],其海疆线长3.38万千米^[2],居世界前4位,是名副其实的海洋大国。

我国于1996年发布的《中国海洋21世纪议程》明确指出中国应该实行以发展海洋经济为中心的海洋战略^[3];2012年在党的十八大报告中首次提出“建设海洋强国”,为我国海洋事业发展确定了战略目标^[4];2017年,习近平在党的十九大报告中明确要求“坚持陆海统筹,加快建设海洋强国”,为建设海洋强国再一次吹响了号角^[5]。及时了解世界海洋大国的海洋战略和海洋科技发展动向,对实现建设海洋强国的目标具有重要作用。俄罗斯是传统海洋大国,在地理上与我国陆海相连,在政治上互为战略伙伴,同时俄罗斯在海洋科技的部分研究领域处于世界领先地位。从政策视角出发,切实了解俄罗斯的海洋研究活动,对我国制定海洋事业发展的相关政策具有重要的现实意义,也有助于我国发展海洋科技、实现海洋强国目标。

1 俄罗斯有关海洋研究活动的主要法律政策

1.1 立法界定海洋活动领域

俄罗斯联邦法律中有关海洋领域的主要法律

是于1998年7月正式实施的俄联邦《内海、领海和毗连地区法》(最近一次修订是在2021年6月)^[6],旨在确立俄罗斯内海、领海和毗连区域的法律地位以及根据宪法、国际法准则和参加的国际条约等所拥有的权利。

该法第四章专门对在俄罗斯内海和领海开展的海洋科学和资源研究活动进行了界定,指出这些海洋基础研究和应用研究的目的是为获取发生于水体、海底及其内部资源和大气中全部自然过程的知识,以及保护和利用上述海域的自然资源。第四章还对开展海洋科学活动的主体、申请流程、行为规范等做出了规定。作为一部国家法,该法律并未涉及俄罗斯在领海以外的世界海洋开展海洋研究活动的内容。

1.2 主要海洋战略性文件确立海洋研究领域

俄罗斯认为,当前在国家安全、新工业革命、劳动力市场变化、因疫病大流行导致的社会经济危机、气候和环境变化、粮食安全和能源体系的巨变等方面面临着“重大挑战”。因此,国家科技政策制定的指导思想是促进主要科技资源集中在应对社会和国家面临的“重大挑战”上^[7]。为此,俄罗斯在《至2035年科技发展战略》(以下简称《科技战略》)中确立了7个科技创新优先领域:应对新工业革命,向数字、智能和绿色能源体系模式过渡,资源节约和高效利用,粮食安全和可持续的粮食供给体系,应对21世纪大规模人口变化,多因素复杂性危机不断上升背景下的社会和国家安全,数字社会建设(万维网)。《科技战略》从宏观

上提出了今后一段时期俄罗斯在科研和创新活动方面的主要方向,为包括海洋科技在内的国家科技发展布局确立了主线。

1.2.1 俄罗斯海洋学说

2015 年 7 月,俄罗斯总统普京签署了与海洋活动领域相关的国家政策基础性文件《俄罗斯联邦海洋学说》(以下简称《学说》)^[8],为今后俄罗斯海洋政策走向奠定了基调。《学说》指出,俄罗斯的国家海洋利益就是国家和社会对其海洋活动的总需求,俄罗斯海洋政策的宗旨就是要确保海运、海军、渔业、科研和专业化船队、能源和矿产资源勘探与开采实体等俄罗斯海洋实力构成发挥服务国家海洋利益的作用。《学说》明确宣布,除了在本国专属经济区和大陆架开展自然资源勘探、加工和保护活动外,俄罗斯也有权在国际海域的海底进行矿产资源的研究和开发活动,并提出要确保俄罗斯船队在北极、大洋海域、南极的科研活动。

《学说》在诠释俄国家海洋政策的内容时,将海洋科学研究纳入其四大功能方向之一,其它三项是海运、世界海洋资源开发和保护、海洋军事。

根据该《学说》,俄罗斯的海洋科学研究旨在了解和获取世界海洋(水体、海底、海沟及其所对应的地下和空中区域)及其资源利用的知识,以确保俄罗斯的可可持续发展和国家安全,并列举出了海洋科研的长期任务,包括:1)对海洋环境、资源、大洋空间以及与海洋利用相关的全部综合问题的系统研究;2)提升对海洋自然的知识认知;3)形成并发展全国性(跨部门)的科技综合体(基于遥感和实地观察的统一的世界海洋监测系统、科研船队、开发海洋技术装备的试验基地、潜水装置、海洋环境数据库等);4)开展国际合作。以及为达成这些任务需要开展的科研活动领域,包括:

1)对大陆架、海上专属经济区、领海和内海的研究;2)世界海洋和内海海洋生物资源及生态系统变化;3)大陆浅滩、斜坡、海底峡谷、山脉、裂谷和海床构造及其在自然和人为因素影响下的变化;4)南北极自然环境和海洋及邻接区域的全球过程;5)海洋生物多样性;6)海洋对地球生态系统和气候、人类健康的影响;7)与海洋相关的危险现象(对国家海洋活动和居民)及其预防;8)大洋和内海的生态承载力及其应对措施;9)俄罗斯舰队的水文气象、水文地理导航、应急救援、医疗和信息保障问题;10)海上管道、钻井平台和水下(冰层下)工业设备的建设与应用对海洋环境的影响;11)世界海洋空间和资源利用的军事、经济和法律问题。

1.2.2 俄罗斯海洋活动发展战略

2010 年,时任俄罗斯总理普京签署了《至 2030 年俄罗斯联邦海洋活动发展战略》(以下简称《战略》),确定了 2030 年之前俄罗斯海洋活动的战略目标、任务以及主要活动类别和相对应的发展路径,旨在确保《学说》确立的国家海洋利益,保持俄专业化船队在世界范围的应有地位,提高主要海洋活动的效率、促进俄海洋活动的整体发展^[9]。

《战略》列举了 14 项战略目标,其中与海洋科技领域关联较密切的有:加强俄罗斯大陆架各类资源的开发、满足国家对现代造船业的需求、提升海军在重要海域的军事行动能力、发展海洋综合研究和保障水文气象安全的理论方法与物质基础、恢复在关键水域和南北极的科学考察、提升海上搜救能力和效率、完善海上活动的信息保障、保护领海海洋环境等。

针对上述战略目标,《战略》还提出了相应的战略任务。如对现有造船能力进行现代化改造和

利用现代技术提高产能,建立多领域的海洋和大气高效观测系统,逐步促进南北极基础设施和运输保障的现代化,开展北极应用科学研究,确保俄罗斯在高纬度地区(包括南半球)以及海底等世界海洋范围开展科研和渔业活动,建立统一的可及时反应世界海况的国家信息系统,在海洋环境保护方面要求设计建造环境保护船队等。

《战略》梳理了俄罗斯主要海洋活动,并提出了相应的发展路径(表 1)。

表 1 俄罗斯主要海洋活动及其发展路径
Tab. 1 Main Marine Activities of Russia and its Development Path

主要海洋活动	发展路径
海洋运输和“河-海”联运	增加包括大型油品、液化气、集装箱等在内的新型专业化大型船舶;建设和发展可满足国家需求的海港;研发和应用海运信息系统;研发电子导航技术;建造现代化救援船舶;数字化地图应用;发展和整合海岸安全保障设施。
工业化捕鱼	恢复和保护渔业资源,发展人工繁殖和水产养殖;捕鱼船队的国产现代化;恢复和更新包括救援在内的支撑船队;开展国际合作和加强俄罗斯在世界渔业产品市场的地位。
海洋矿产资源开发	大规模开发北极和远东海域大陆架油气田;建设漂浮式中小型核电站提高滨海地带能源安全保障。
海洋自然资源管理	在各层级开展海洋利用领域的一体化(跨部门)管理以协调海洋开发和保护海洋环境。
海洋科研	发展有关世界海洋综合研究和预防危险自然现象的理论与现代技术;加强南北极、海洋资源丰富区域的考察活动。
军事活动	全面更新和增强海军的战术-战略力量;形成基于航母的北方和太平洋舰队打击群。
领海边界及资源保护	完善海岸警卫队和高效防卫系统建设。
造船	批量建造排水量超 10 万吨级专业船舶;生产用于北极和太平洋区域大陆架矿床开发的现代设备;生产大型远洋捕鱼船;建造环保监管船舶。
保障海洋活动安全	建立统一的自动化信息支持系统,用于开展海上搜救和保障海洋活动安全;在世界海洋区域开展大规模综合水文地理研究工作;完善保障海洋活动的水文地理导航方法、技术和设备;建立数字测量和水文地理导航数据库;批量建造水文地理专业船舶

1.2.3 俄罗斯南北极发展战略

1) 北极发展战略

2020 年 10 月,俄罗斯总统普京签署总统令,正式批准《至 2035 年俄罗斯联邦北极地区发展和国家安全保障战略》(简称《北极战略》)^[10]。《北极战略》分别从北极地区的社会发展、经济发展、基础设施建设、科技发展、环境保护、国际合作、灾害预防、公共安全、国防等 9 个领域提出了战略目标和相应的实施措施。

在科技领域,《北极战略》指出了科技发展对北极地区发展的重要性,强调要制定科技发展优先方向和增加在该地区的基础与应用研究;提出亟待研发和应用在北极条件下开展经济活动所必需的新型功能材料和结构材料,开发可在北极自然气候条件下工作的陆路和空中通勤设备,研发保护北极地区居民健康和延长其生命周期的科学技术,以及在北冰洋及其深海开展科考和水文研究,以确保该地区的航行安全和探索水下环境。《北极战略》明确提出要发展北极科研基础设施,包括建立拥有漂浮式破冰自推动平台的科研船队,成立以开发北极为目标的基础和应用研究科教中心。

2) 南极发展战略

2020 年 8 月,俄罗斯政府批准了由俄自然资源和生态部会同水文气象局等机构共同编制的《至 2030 年俄罗斯联邦南极发展战略》(简称《南极战略》)^[11]。俄总理米舒斯京指出,该战略的实施将可促进俄南极冬季站的现代化,并在季节性试验站的基础上建设可全年运行的永久南极站“俄罗斯”。《南极战略》计划在南极活动中推动应用现代通信技术、建设新的科研船舶和以飞机为基础建设综合航空地球物理飞行实验室,还特别为开展南极科考配备两架伊尔-114 型专业飞机。

《南极战略》确定了俄罗斯今后 10 年在南极开展活动的目标、任务和方向。该战略旨在保障俄罗斯的国家安全利益和基于平等原则参与《南极条约》体系内国际组织的活动,维护南极作为和平地区的地位,通过对南半球大洋的海洋生物资源和对南极地区矿产及其他自然资源的综合研究加强俄罗斯的经济实力,预防具有全球特征的自然气候威胁^[12]。其主要任务包括:维护《南极条约》体系的发展,俄罗斯南极科考基础设施和基地的现代化、保障考察队员的生命安全,开展全面的南极综合考察,保护南极环境,发展南极基础和应用研究,研究制订俄罗斯南极考察的方案和提高参与人员的专业水平,发展南极教育和旅游,保护俄罗斯在南极活动中的历史遗迹等。

为贯彻《南极战略》,俄罗斯于 2021 年 6 月出台了《实施“至 2030 年俄罗斯联邦南极发展战略”行动计划》(简称《行动计划》)^[13]。《行动计划》中与俄罗斯在南极科技布局相关的有:建立和完善南极考察站及包括地区中心、导航、遥感设备在内的基础设施;通过科考对南极地区开展复杂气象、电离层、电磁层、海洋学、地理、水文、冰川学、地质学、南极环境生物学的综合研究和监测,在“东方”站周边区域开展冰下湖泊和地球古气候综合研究,建造新型破冰科研船舶;在基础和应用研究领域的计划包括对当前和未来南极气候变化进行评估、研究太阳地球物理因素对电磁层和电离层的影响、监测自然和人类因素扰动下的地球物理状况、南极生态系统状况研究、南极水生物资源评估、发展南极和南部海洋信息系统、绘制数字地形图等。

2 俄罗斯主要专项规划对海洋科技的布局

2.1 俄罗斯联邦基础科学研究计划纲要

由俄罗斯科学院主持编写的《俄罗斯联邦长

期基础科学研究计划纲要(2021—2030)》(简称《纲要》)于 2020 年 12 月被正式批准实施^[14]。《纲要》实施的目的是为促进俄罗斯科技、社会经济和文化领域的可持续发展而获取新知识发现,加强国家安全,确保俄罗斯在世界科技发展进程中长期位居领先地位。

《纲要》由 6 个子计划组成,分别是:对俄罗斯面临的重大挑战、保持竞争力和科技领先的分析与预测研究,基础和探索性科学研究,利用“大科学”装置开展基础研究,俄联邦科技发展战略方向的基础研究,由科研基金支持的首创性基础研究,国防和国家安全领域的基础研究。《纲要》计划预算投入达 21503 亿卢布(按 2021 年平均汇率,约合 290 亿美元)。

《纲要》在地球科学基础研究领域内专门将海洋学作为一个学科方向,这与过去仅把海洋学作为一个研究区域有所区别^[15]。《纲要》为海洋学确立了海洋物理、“空-海-陆”相互支持系统、海洋地质及其现代沉积、海洋化学、海洋生物学和海洋生态系统及其生产力、海洋研究的方法和技术(包括装备)、海洋综合研究和跨学科研究等研究领域,力争在上述领域取得突破性成果。《纲要》还在临床医学领域设立了北极医学研究方向,探索极端地理气候条件下人类生态系统的适应性,主要内容有:北极极端气候下人体适应性管理技术,俄北极地区土著和外来人口疾病特征、死亡率和原因、人体器官主要功能系统以及基因和肠道微生物状况,研发治疗北极地区居民特殊药物的新技术,研发可改善人类适应北极极端气候的专门食品等。

其他学科涉及海洋科技方向的研究内容包括世界海洋有机地球化学和沉积地球化学、北极大陆架资源、海洋生态系统多样性,并明确提出要利

用科研船队的海洋科考行动开展基础性科学研究。

2.2 俄罗斯海洋专项规划

于 2015 年被批准实施的俄罗斯《2016—2031 年“世界海洋”(大洋)联邦专项规划构想》(以下简称《专项规划》),旨在贯彻俄罗斯《学说》《战略》、南北极发展战略和其他国家战略规划所确立的国家海洋活动领域的战略目标,促成俄罗斯在世界海洋自然资源利用和南极研究等领域的科技领先地位,助力国家海洋安全^[16]。

《专项规划》确定了 5 项任务,其中与科技布局关联密切的有:发展俄罗斯在海洋研究、资源利用和南极研究领域的科研实力;增加对领海和世界海洋关键区域的考察活动;南极科考基础设施的现代化和队伍重组。

为达成上述任务,《专项规划》实施方案计划投入 926 亿卢布(按 2016 年平均汇率,约合 13.8 亿美元),其中来自联邦预算的金额为 872 亿卢布。联邦预算资金主要投入科技领域,如 517 亿卢布用于建造新型科研船舶和维修南极科考基地设施,120 亿卢布用于开展科学和试验工作,其余资金将用于开展野外科考、信息保障、南极站点运行维护等方面。《专项规划》下设“南极综合调查”“世界海洋科学考察”“世界海洋自然环境应用研究”“完善海洋活动信息保障”四个子项目,分别获得 185 亿卢布、603 亿卢布、59 亿卢布和 66 亿卢布的资助。

2.3 海洋装备制造计划

2.3.1 海洋装备发展专项计划

为发展俄罗斯科技实力和提高国产海洋装备竞争力创造条件,俄罗斯政府于 2008 年制定并颁布了《2009—2016 年俄罗斯联邦民用海洋装备发展专项计划》(简称《计划》)^[17]。《计划》的主要

任务是研发具有前景的民用海洋装备技术、开展以提高民用海洋装备竞争力为目标的科学研究与试验;建设和改造科学试验平台基础,以保持和加强与新型海洋装备研发相关的基础和应用研究;完善海洋装备产品质量体系建设。

《计划》预算总额为 1364 亿卢布(按 2008 年平均汇率,约合 54.9 亿美元),其中 66% 来自联邦预算。预算中用于科学研究与试验任务的金额为 1028 亿卢布。

基于上述目标和任务,《计划》形成了 7 个领域的技术研发布局:开发大陆架碳氢化合物资源的海洋装备技术(215 亿卢布),前瞻性海洋装备技术(河海船舶流体动力学、海洋装备结构可靠性、大洋研究、测试、新型特殊材料等)(145 亿卢布),海洋装备创新设计(162 亿卢布),建设和维修生产技术(104 亿卢布),海洋电子设备和管理系统技术(116 亿卢布),船舶机械制造、动力装置和系统技术(245 亿卢布),海洋技术发展和市场的系统研究(40 亿卢布)。

2.3.2 旨在开发大陆架矿床的船舶和装备制造国家计划纲要

为开发大陆架矿床,提升俄罗斯国产装备制造能力,同时也为了延续民用海洋装备发展专项计划,俄罗斯出台了《2013—2030 年发展船舶和用于大陆架矿床开发的装备制造》国家计划纲要(简称《船舶装备制造计划纲要》)^[18]。其目的是提高国产船舶和海洋装备的生产力,使国产化率到规划期末达到 70%。为实现上述目标部署了研发建造海洋、河流和开发大陆架装备的突破性技术,发展造船业工程并使其水平达到与先进造船国家相当的程度,加大造船业人才培养力度,促进造船业市场需求等攻关任务。

《船舶装备制造计划纲要》计划投入 3346 亿

卢布(按 2013 年平均汇率,约合 104 亿美元)用于任务落实。规划下设造船科学、民用船舶和大陆架开发装备制造技术发展、民用船舶制造生产能力和产业技术材料基础发展、国家支持四个子项目,其中第四个子项目主要是对购买国产海洋装备给予资助。

3 基于研究区和专业领域分布的主要海洋科研机构及其研究活动

俄罗斯从事海洋研究的机构较多,分属俄罗斯科学院、部委、高等院校等系统,在其专业方向和研究区域各有侧重。

3.1 按研究方向布局的机构

3.1.1 综合性海洋研究

俄罗斯科学院“希尔绍夫”海洋研究所是俄罗斯海洋学研究的一流机构之一。在其 2017 年发布的发展战略中^[19],开宗明义指出研究所的使命是开展对世界海洋的全面和综合研究,并将研究成果用于提高国家的国防、生态和经济安全,确保俄罗斯在包括领海在内的世界海洋以及南北极海域研究的领先地位。

研究所的主要研究方向包括:海洋物理(海水结构、多尺度海洋循环动力学、水环境中的声光电研究等)、海洋地质和地球物理(岩石圈和矿床形成与演化的地貌及生物地球化学基础、岩石圈板块构造理论、北极地球动力演化等)、海洋生物和生态(海洋生物生产力、人类活动和气候变化背景下生态系统变化、海洋生物多样性和新生命物种、深海群落等)、海空相互作用及海洋对气候的影响(海流和涡流热传递、海空边界能量交换、大气循环异常等)、世界海洋研究与开发的新技术研发(海洋机器人系统、系留式自主潜水器、锚定和漂移式海洋观测站、水下研究的声呐和磁力

及视频方法、从太空开展远程海洋研究等)、关键海域的综合研究(包括北冰洋海域在内的所有北方航道周边领海自然系统、大西洋亚极地海域、大洋与海分界区域的海峡、南大洋区域等)、海洋极端危险现象和自然与人为灾害(海底地震和海啸、水下滑坡、甲烷排放、异常风暴和海浪、石油泄漏等环境灾害事件、有害海洋生物的大规模发展及其对生态和经济活动的影响评估等)。

此外,莫斯科大学也从事海洋学综合研究^[20],其地理系下设海洋学教研室,主要从事物理海洋学、海洋地质、水文气象等领域的研究工作。

3.1.2 海洋生物研究

1) 俄罗斯科学院远东分院国家海洋生物科学中心

该科学中心主要开展海洋生物、生物技术和相关学科领域的基础与应用研究,以及开展与海洋生态环境保护有关的工作^[21]。当前主要研究方向有:远东及太平洋邻接海域动植物、生态和生物生产力,世界海域深海研究,大陆架海洋生物资源保护、再生产和合理利用,海洋有机物分子遗传、生物化学和生物技术研究,海洋特别保护区生物多样性管理技术研发,海洋生物医学、药理学和高压医学研究,海洋有机物珍稀濒危物种的保护和繁育技术,海洋哺乳动物生理学和高级神经活动研究,海洋动物的行为研究,海洋动物疾病的早期诊断和治疗技术研发等。

2) 俄罗斯科学院摩尔曼斯克海洋生物研究所

该机构是世界最北的学术研究机构^[22],主要任务是开展海洋生物、海洋学、海洋地质等领域的基础和应用研究。研究方向涉及俄罗斯北海及其他海域的生态系统、生物生产力过程的现状和变

化,海洋结冰在北极大陆架和海洋生态系统演变中的作用,北海底栖生物、浮游生物、海洋鱼类、鸟类和哺乳动物的生物学和生态学等。

3.1.3 海洋技术问题研究

1) 俄罗斯科学院远东分院海洋技术问题研究所

该研究所主要开展与世界海洋研究和开发技术问题相关的基础与应用研究^[23]。该研究所的具体研究方向专业化特征显著,主要集中在两个领域:水下机器人技术和海洋研究方法的探索。该所从事水下无人自动化装置研发已有 40 年历史,目前主要开展包括拖曳式、遥控系留式和自主式无人水下机器人系统及外围综合设备技术的研发。在第二个领域,该所主要进行海洋环境自动化研究的科学基础和技术的研发,这项工作对开展水下环境搜索(如调查海底沉船、检查水下通信设施)、部署水下长期监测系统、海底地质勘探等具有重要的现实意义。

2) 圣彼得堡海洋技术大学

该大学的研究工作主要涉及与包括船舶在内的海洋装备相关的技术系统研究^[24]。大学设有船舶电子系统研发、电磁兼容测试技术设备、船舶综合体动力学、船舶设备软硬件控制系统、系统建模、船舶和水下物体主动装置性能改进、自动化系统、潜水系统和特殊设计等研发实验室。

3.1.4 海洋气象和环境

俄罗斯水文气象和环境监测局国家海洋学研究所是从事海洋气象和海洋环境监测的主要机构之一。该研究所的主要任务是对海洋及海岸水文气象、水文化学进行观测研究,为国家机构和经济体开展活动提供信息保障^[25]。现主要从事与任务相关的海洋自然环境监测技术方法和系统观测措施,海洋环境特征的信息加工分析、计算方法和

模型等研发工作。

此外,俄罗斯国立水文气象大学和全俄水文气象信息研究所等机构也从事部分上述领域的研究工作。

3.1.5 海洋资源研究

俄罗斯自然资源与生态部全俄世界海洋地质和矿产资源研究所是所属部委在大陆架、世界海洋和南北极地区地质研究领域的主导科研机构^[26]。当前该研究所的主要研究方向包括:俄罗斯大陆架油气潜力、利用地质地球物理法论证俄罗斯大陆架外界状况、北极矿产资源潜力地质测绘与综合评估、世界海洋矿物开发、南极的地质地球物理研究、北极地区大陆架地质环境监测和生态安全保障等。

此外,俄罗斯联邦渔业署下属科研机构主要开展与渔业发展相关的科研活动,俄罗斯交通部所属研究机构从事以海上交通为主的科研活动等。

3.2 按研究区域布局的机构

3.2.1 南北极地区

俄罗斯水文气象与环境监测局北极和南极研究所是俄罗斯极地科学研究的领军者,具有国家科学中心的地位。其主要任务是开展北极、南极和俄罗斯冰冻海域的综合研究,评估和预测其自然环境状况,以保障俄北极地区的可持续发展,维护和加强俄在南极区域的地位^[27]。

研究所的主要研究方向包括:水文气象(包括古气候在内的极地区域自然地理状况、极地环境基本规律、极地水文气象和太阳地球物理过程、建立和完善南北极与俄冰冻海域自然过程的预测方法等)、冰冻海域冰情研究、海冰对船舶和工程设备的影响、海洋冰盖研究、海洋学和水文学研究等。此外,研究所还致力于建设极地和冰冻海域

综合水文数据和信息中心,并为开展极地科学考察活动提供保障。

3.2.2 太平洋区域

俄罗斯科学院远东分院太平洋海洋研究所是主要从事面向俄罗斯远东海域、太平洋西北部、北极东部海域海洋科学研究的机构,旨在服务于俄远东地区经济发展、加强俄罗斯在亚太地区地位和保障俄远东地区安全^[28]。根据该研究所 2019 年工作报告^[29],主要开展了以下研究工作:海洋动力过程数学建模与分析,远东海域地球物理场时空变化,远东和太平洋西北海域海洋学特征状态和变异性,自然和人类活动对海洋生态系统生物化学过程与状况的影响,深海和浅海水声、水文物理和地球物理场的产生、发展、转化和相互作用,世界大洋海域研究和开发的先进技术方法研发,海空综合研究的遥感与现代信息技术研发,俄罗斯远东与北极地区工业发展背景下环境保护与资源潜力研究先进方法的研发等。

此外,俄罗斯水文气象和环境监测局国家海洋学研究所的研究区域也覆盖大西洋海域,摩尔曼斯克科研机构的研究区域主要针对俄罗斯北部海域、北冰洋和北极地带等,显示出较强的区域布局特点。

上述机构的专业活动并非相互割裂而是存在交叉领域,只是侧重点存在差异。比如海洋技术和海洋生物领域也是俄科院海洋研究所的研究方向之一,莫斯科大学也开展海洋地质和海洋气象方面的研究工作等。

4 俄罗斯海洋研究活动的主要特点

4.1 俄罗斯海洋研究活动顶层设计较完整,自上而下层次特征显著

俄罗斯的海洋研究活动从顶层的国家法律,

到底层的具体研究项目,逐级细化,顶层设计完整、层次特征较显著(图 1)。在国家法律层面,俄联邦《内海、领海和毗连地区法》规定了俄罗斯主权涉及的海域范围,并从宏观角度列举了在这些海域开展海洋研究活动的目的及行为规范;在政策层级,出台《学说》《战略》等政策指导性文件,为国家海洋政策奠定基调;在计划层级,设计、制定包括海洋科学研究在内的具体化专业项目规划,如《纲要》《专项规划》等;在实施层级,由各研究单元依照上述各层级导向开展专业细分方向的研究活动。

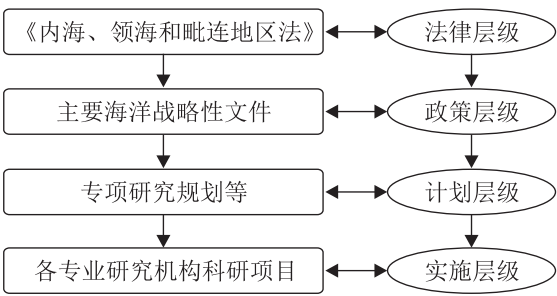


图 1 俄罗斯海洋研究布局层级特征

Fig. 1 The Hierarchical Characteristics of Russian Marine Research Layout

4.2 以服务国家利益为宗旨,助力维持海洋大国地位

从海洋研究宏观层面的法律规范、战略政策到具体化的专项规划和科研项目可以看出,俄罗斯的海洋研究布局均是围绕着应对国家重大挑战、发展海洋实力、保持俄罗斯在海洋科研领域居于世界领先行列以确保社会经济可持续发展和国家安全这一主线,从纲领性的指导到具体的海洋科研活动,逐层细化展开。其核心就是要发展并保持俄罗斯海洋大国的地位,服务于国家在经济、社会和安全领域的利益。

4.3 涉及区域广,重点地区布局突出

从俄罗斯国家海洋政策和专项规划可看出,

俄罗斯的海洋活动(包括科学研究)覆盖大西洋、北冰洋、太平洋和印度洋,几乎遍及世界所有海洋^[30];同时也有其侧重区域,俄罗斯的内海、领海及毗连海域是俄罗斯唯一在国家法律层面对海洋科研进行规范的区域,重要性不言而喻。另外,从俄政府专门出台南北极发展战略可以看出,俄罗斯非常重视对南北极地区的研究;其中北极地区由于拥有丰富的资源^[31]和重要性日益凸显的北极航道,极大影响着俄罗斯在军事、经济和生态等领域的国家利益,在欧美全方位战略围堵和打压背景下,显得尤为重要^[32]。

4.4 学科领域多样化,研究链条较为完整且各有侧重

俄罗斯海洋研究活动中既有对海洋物理、海洋化学和海洋地质等基础探索性问题的研究,也有对造船科学、海洋开发装备、科学研究设施以及为保障海洋研究活动开展的信息、安全和生命支持系统等应用技术的研发。其海洋研究纵贯海洋的水体、海底和空域,学科涉及物理、生物、生态资源、气候变化和机械制造等众多领域。

尽管学科研究领域众多,但不同机构、不同研究区域又各有侧重。如俄科院海洋研究所主要从事海洋学基础领域的研究活动,俄科院远东分院海洋技术问题研究所和圣彼得堡海洋技术大学等以海洋科研技术的研发为主,俄水文气象与环境监测局北极和南极研究所则以极地科学研究为特色。此外,在研究区域上也存在类似特征:北极研究服务于俄罗斯作为传统北极地区国家的利益,以资源开发、促进北极地区社会经济发展为导向;南极研究则以水文气象、冰情等与生态环境和俄罗斯南极站点和科考保障相关的研究为主。

4.5 海洋科研投入不足,立法层面仍需完善

俄罗斯 2015 年版海洋专项预算投入为 926

亿卢布,仅为《纲要》预算的 4%,这其中直接用于科学和试验工作的只有 120 亿卢布。尽管在《纲要》和其他有关专项规划中(如船舶制造等)的预算也有部分资金用于海洋研究,但海洋活动仍存在着总体投入不足的问题。

由前文可知,俄罗斯并未对其在领海、内海和邻接区以外的海洋活动(包括海洋研究)立场、行动和目的等内容进行立法,而是通过《学说》《战略》等非法律条文的政策性文件反映出来,尚缺乏覆盖其全部海洋活动内容的“海洋法”。

5 对我国海洋研究活动的几点启示

1) 完善海洋法律体系,加快海洋立法工作

当前我国正积极推动海上丝绸之路建设,尽快出台涵盖海洋科技活动在内的海洋领域基本法,既能提高国民海洋意识,指导海洋活动,又能向“海上丝绸之路”沿线国家清晰表明我国开展海上运输、海洋研究和其他海洋活动的立场、内容和目的,有助于增加互信,促进海上丝绸之路倡议的推进。

2) 推动与俄罗斯海洋科技领域的合作

俄罗斯是名副其实的海洋大国,在极地研究、海洋监测、海洋科考专业船舶制造和远洋科考等领域拥有丰富的经验和技術积累。同时,开展海洋国际合作也是俄罗斯海洋活动战略的长期任务之一。积极开展与俄罗斯海洋科技合作,有利于弥补我国海洋科技短板,增强海洋科技实力,发展“冰上丝绸之路”,突破美国的科技围堵。

3) 加紧制定我国的南北极战略

北极和南极地区在经济、科技、环保、航运和自然资源等方面的价值不断提升,当今世界主要科技大国均给予高度关注。其态势变化事关国际社会的整体利益,具有全球意义和国际影响。中

国是北极事务的重要利益攸关方,北极的自然状况及其变化对中国的气候系统和生态环境有着直接的影响。南极地区具有独特的研究价值,集中了大量的地球科学、生命科学、极端环境技术等前沿问题。因此,制定南北极国家战略,有助于指导我国开展包括科研在内的极地活动,保障中国在南北极的话语权和存在,提高国内的极地科学研究水平。

4) 应加强海洋科研基础设施建设

从俄罗斯的海洋活动战略规划中可以看出,科考船舶、海洋研究装备、空-海-陆信息技术保障等科研基础设施建设是其海洋科研布局的重要领域。我国应加强包括极地科研装备、深海探测器(以无人驾驶为重点)、数据信息保障系统、生命保障技术系统、海洋综合科考船队和极地科考站点等在内的海洋科研基础设施建设,支撑海洋科研活动向深海、深渊、极地和其他世界关键海域发展。

5) 完善以区域和任务为主导的专业化海洋研究力量布局

根据内海、近海、南北极和其他与我国海洋资源开发利用、推动“海上丝绸之路”建设相关的世界关键海域,完善具有区域指向性的海洋研究机构布局。按照海洋综合研究、海洋水文气象、海洋资源、海洋装备技术等基础和应用研究相辅相成、有助于形成海洋关键技术链的研究机构建设。

6) 促进海洋关键技术链条的整合与完善

促进从设计、材料、加工设备、成品制造到融合、转化和利用的海洋全技术链条的形成和发展。当今世界,创新思想、新材料、人工智能、大数据等以往不太相关的领域在长期的科技发展中已紧密联系在一起,谁尽快具备将不同领域的关键技术融合创新的能力,谁就能居于引领行业科技发展

的地位。中国作为海洋大国,特别是在当前欧美日逐渐收紧对华海洋科技合作的背景下,要发展海洋经济、实现海洋强国的目标,突破潜在的“卡脖子”环节,完善自主可控的海洋技术链条建设是必然的选择。

参考文献

- [1] SURINOV A. Russian Statistical Yearbook 2018 [M]. Moscow: Federal State Statistics Service, 2018:65-66.
- [2] 外交部. 俄罗斯国家概况[EB/OL]. [2021-07-15]. https://www.fmprc.gov.cn/web/gjhdq_676201/gj_676203/oz_678770/1206_679110/1206x0_679112/.
Ministry of Foreign Affairs. Overview of Russia [EB/OL]. [2021-07-15]. https://www.fmprc.gov.cn/web/gjhdq_676201/gj_676203/oz_678770/1206_679110/1206x0_679112/.
- [3] 齐晓丰. 浅析世界主要国家的海洋发展战略[J]. 海洋信息, 2015(1):59-62.
QI Xiaofeng. An Analysis of the Marine Development Strategies of Major Countries in the World[J]. Marine Information, 2015(1):59-62.
- [4] 吴园涛,段晓男,沈刚,等. 强化我国海洋领域国家战略科技力量的思考与建议[J]. 地球科学进展, 2021, 36(4):413-419.
WU Yuantao, DUAN Xiaonan, SHEN Gang, et al. Thoughts and Suggestions on Strengthening the National Strategic Scientific and Technological Forces in the Marine Field of China[J]. Advances in Earth Science, 2021, 36(4):413-420.
- [5] 人民网. 习近平在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[EB/OL]. [2017-10-28]. <http://cpc.people.com.cn/n1/2017/1028/>

- c64094-29613660-7. html.
- People. cn. Report at the nineteenth National Congress of the Communist Party of China [EB/OL]. [2017-10-28]. <http://cpc.people.com.cn/n1/2017/1028/c64094-29613660-7.html>.
- [6] Законы, Кодексы и Нормативно-правовые Акты Российской Федерации. О Внутренних Морских Водах, Территориальном Море и Прилежащей Зоне Российской Федерации [EB/OL]. [2021-07-10]. <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-31071998-n-155-fz-o/>.
- Laws, Codes and Normative Legal Acts of the Russian Federation. Law on Inland Sea, Territorial Sea and Contiguous Zones of the Russian Federation [EB/OL]. [2021-07-10]. <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-31071998-n-155-fz-o/>.
- [7] Фонд « Центр Стратегических Разработок ». Стратегия Научно-технологического Развития РФ до 2035 Года [EB/OL]. [2021-07-18]. <http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/2016/06/prezentatsiya-proekta-SNTR-12.05.2016.pdf>.
- Found « Strategic Research Center ». The Strategy of Science and Technology Development of Russian Federation to 2035 Year [EB/OL]. [2021-07-18]. <http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/2016/06/prezentatsiya-proekta-SNTR-12.05.2016.pdf>.
- [8] Электронный Фонд Правовых и Нормативно-технических Документов. Морская Доктрина Российской Федерации [EB/OL]. [2021-07-17]. <https://docs.cntd.ru/document/555631869>.
- Electronic Fund for Legal and Technical Documents. Marine Doctrine of the Russian Federation [EB/OL]. [2021-07-17]. <https://docs.cntd.ru/document/555631869>.
- [9] Электронный Фонд Правовых и Нормативно-технических Документов. Стратегия развития морской деятельности РФ до 2030 года [EB/OL]. [2021-07-17]. <http://docs.cntd.ru/document/902250877#/reg>.
- Electronic Fund for Legal and Technical Documents. Development Strategy of Marine Activities of the Russian Federation to 2030 Year [EB/OL]. [2021-07-17]. <http://docs.cntd.ru/document/902250877#/reg>.
- [10] Информационно-правовой Портал. Стратегия Развития Арктической Зоны Российской Федерации и Обеспечения Национальной Безопасности на Период до 2035 года [EB/OL]. [2021-07-20]. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74710556>.
- Information and Legal Portal. Arctic Development and National Security Strategy of the Russian Federation to 2035 Year [EB/OL]. [2021-07-20]. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74710556>.
- [11] RT. Кабмин Утвердил Стратегию Деятельности России в Антарктике [EB/OL]. [2021-07-20]. <https://russian.rt.com/russia/news/775867-kabmin-rossiya-antarktika>.
- RT. Kabmin Approved Russia's Strategy for Antarctic Activities [EB/OL]. [2021-07-20]. <https://russian.rt.com/russia/news/775867-kabmin-rossiya-antarktika>.
- [12] Госновости, РФ. Разработан Проект Стратегии Развития Деятельности РФ в

- Антарктике до 2030 года — Минприроды России [EB/OL]. [2021-07-20]. <https://gov-news.ru/news/1119072>.
- The State Information Agency of the Russian Federation. The Russian Ministry of Natural Resources has Formulated the Draft Strategy for the Development of Russian Activities in the Antarctic to 2030 Year [EB/OL]. [2021-07-20]. <https://gov-news.ru/news/1119072>.
- [13] Правительство России. План Мероприятий по Реализации Стратегии Развития Деятельности Российской Федерации в Антарктике до 2030 года [EB/OL]. [2021-07-20]. <http://static.government.ru/media/files/11MiwzpjXdaEO2h0tJZHhw12xAp7Mx8k.pdf>.
- Russian Government. Action Plan for Implementing the Development Strategy of Antarctic Activities of the Russian Federation to 2030 Year [EB/OL]. [2021-07-20]. <http://static.government.ru/media/files/11MiwzpjXdaEO2h0tJZHhw12xAp7Mx8k.pdf>.
- [14] Российская Академия Наук. Программа Фундаментальных Научных Исследований в Российской Федерации на Долгосрочный Период [EB/OL]. [2021-07-20]. <http://www.ras.ru/scientificactivity/planrf.aspx>.
- Russian Academy of Sciences. Program of Basic Scientific Research for Long Term of the Russian Federation [EB/OL]. [2021-07-20]. <http://www.ras.ru/scientificactivity/planrf.aspx>.
- [15] РАН. Распоряжением Правительства Российской Федерации [EB/OL]. [2021-07-20]. <http://www.ras.ru/scientificactivity/2013-2020plan.aspx>.
- RAS. Order of the Government of the Russian Federation [EB/OL]. [2021-07-20]. <http://www.ras.ru/scientificactivity/2013-2020plan.aspx>.
- [16] Электронный Фонд Правовых и Нормативно-технических Документов. Концепция федеральной целевой программы "мировой океан" на 2016-2031 годы [EB/OL]. [2021-07-20]. <https://docs.cntd.ru/document/420282736>.
- Electronic Fund for Legal and Technical Documents. Concept of federal target plan "ocean" for 2016-2031 year [EB/OL]. [2021-07-20]. <https://docs.cntd.ru/document/420282736>.
- [17] Министерство Промышленности и Энергетики Российской Федерации. Федеральная Целевая Программа "Развитие Гражданской Морской Техники" на 2009 - 2016 годы [R]. Постановление Правительства РФ от 21 февраля 2008 г. № 103, Москва, 2008:3127-3136
- Ministry of Industry and Energy of the Russian Federation. Federal Target Program "Development of Civil Marine Technology" [R]. Moscow, Decision of the Government of the Russian Federation of 21 February 2008 No. 103, 2008.
- [18] Государственная Программа РФ. «Развитие Судостроения и Техники для Освоения Шельфовых Месторождений на 2013-2030 годы» [J]. Морская Политика России, 2018, 25 (10):82-85.
- State Program of the Russian Federation. Shipbuilding Technology Development of Offshore

- Oil Field from 2013 to 2030 Year [J]. Russia's Ocean Policy, 2018, 25 (10): 82-85.
- [19] ИО РАН. Стратегия Развития [R]. Ученый Совет ИО РАН, Москва, 2017: 7-8.
- IO RAS. Development Strategy [R]. Moscow, Scientific Committee of IO RAS, 2017: 7-8.
- [20] Кафедра Океанологии МГУ. Океанология [EB/OL]. [2021-08-28]. <https://ocean-msu.ru/>.
- Department of Oceanography, Moscow State University. Oceanography [EB/OL]. [2021-08-28]. <https://ocean-msu.ru/>.
- [21] НИЦМБ ДВО РАН. Цели и Предметы Деятельности НИЦМБ ДВО РАН [EB/OL]. [2021-07-22]. <http://www.imb.dvo.ru/index.php/ru/obshchaya-informatsiya>.
- IMB. Objectives and Activities of IMB [EB/OL]. [2021-07-22]. <http://www.imb.dvo.ru/index.php/ru/obshchaya-informatsiya>.
- [22] Мурманский Морской Биологический Институт. Об Институте [EB/OL]. [2021-08-27]. <http://www.mmbi.info/institut/napravleniye>.
- Murmansk Institute of Marine Biology. About the Institute [EB/OL]. [2021-08-27]. <http://www.mmbi.info/institut/napravleniye>.
- [23] Институт Проблем Морских Технологий ДВО РАН. Устав [EB/OL]. [2021-07-22]. <http://imp.febas.ru/images/stories/ustav-2018.pdf>.
- Institute of Problem of Marine Technology DVO RAS. Rules [EB/OL]. [2021-07-22]. <http://imp.febas.ru/images/stories/ustav-2018.pdf>.
- [24] SMTU. Research and Development labs [EB/OL]. [2021-08-27]. <http://en.smtu.ru/en/page/311/>.
- [25] ГОИН. Об Институте [EB/OL]. [2021-08-27]. <http://www.oceanography.institute/index.php/2010-03-15-12-26-09>.
- State Institute of Oceanography. About the Institute [EB/OL]. [2021-08-27]. <http://www.oceanography.institute/index.php/2010-03-15-12-26-09>.
- [26] ВНИИОкеангеология. Об Институте [EB/OL]. [2021-08-27]. <https://vniio.ru/about/>.
- All-Russia Scientific Research Institute for Geology and Mineral Resources of the Ocean. about the Institute [EB/OL]. [2021-08-27]. <https://vniio.ru/about/>.
- [27] Федеральная Служба по Гидрометеорологии и Мониторингу Окружающей Среды. Устав [R]. Арктический и Антарктический Научно-исследовательский Институт. Санкт-Петербург, 2015.
- Federal Agency of Hydrometeorologic and Environmental Monitoring. Rules [R]. St. Petersburg, Institute of Arctic and Antarctic Sciences, 2015.
- [28] ТОИ ДВО РАН. Миссия Института [EB/OL]. [2021-07-22]. <https://www.poi.dvo.ru/ru/about/mission>.
- Pacific Oceanological Institute. Our Mission [EB/OL]. [2021-07-22]. <https://www.poi.dvo.ru/ru/about/mission>.
- [29] В. Б. ЛОБАНОВ. Отчет ТОИ ДВО РАН за 2019 [R]. ТОИ ДВО РАН, Владивосток, 2019.
- LOBANOV V B. Presentation of Institute for 2019 [R]. Vladivostok, Pacific Ocean Research Institute, 2019.
- [30] 林曦, 米桂雄. 俄罗斯海洋政策和战略 [J]. 世

界科技研究与发展,2009,31(1):198-202.

LIN Xi,MI Guixiong. Russian Marine Policy and Strategy[J]. World Sci-Tech R&D,2009,31(1):198-202.

[31] СЕНАТОРОВ П П, БЕЛЯЕВ Е В, КУЗЬМИНА И А. Неметаллические полезные ископаемые Арктической зоны России: ресурсный потенциал и его использование [J]. Минеральные ресурсы России, 2015, (2): 9-20.

SENATOROV P P,BELEV E V,KUZMINA I A. Nonmetallic Minerals in the Russian Arctic: Resource Potential and Utilization [J]. Russia's Mineral Resources,2015, (2) :9-20.

[32] ЖУРАВЕЛЬ В П. О новой государственной политике России в Арктической зоне до 2035 года [R]. Институт Европы РАН, Москва, 2020:1-7.

ZHURAVELY V P. Russia's New National Policy in the Arctic to 2035 [R]. Moscow, Institute of European Studies, Russian Academy of Sciences, 2020:1-7.

作者贡献说明

吴 森:论文框架主要构思设计,撰写论文引文和 1、4、5 章节;

王丽贤:论文框架辅助设计,撰写论文第 2 章节;

郝 韵:调研研究机构信息,撰写科研机构 3.1 部分;

贺晶晶:调研研究机构信息,撰写科研机构 3.2 部分;

张小云:修改全文。

生物经济未来面临的紧迫任务

前欧盟科研总司农业及生物技术司司长 Christian Patermann 博士 2021 年 11 月在 *EFB Bioeconomy Journal* 首刊中发表综述《未来十年的生物经济》,阐述了未来十年生物经济可能面临的新形势、新挑战,以及进一步发展生物经济的路径。作者认为,在后疫情时代,生物经济比以往任何时候都更有潜力,世界和人类将比以往更加需要生物经济发挥作用。

生物经济的一个突出特点就是其在全球的快速发展,但随之而来的预期和挑战也同步增长。如果人们对于生物经济发展的预期长时间得不到满足,生物经济发展过程中出现的信任缺失可能会使得它脱离最初的发展目标。生物经济未来面临的紧迫任务包括以下几点:

- 增加生物经济的社会影响力;
- 将生物经济拓展到学术界和精英人士之外;
- 确保生物经济同可持续发展、循环经济、绿色发展之间的有效衔接和协同;
- 确保生物经济同社会建立其与学术界、工业界和金融界建立的紧密联系;
- 确保生物经济在促进可持续生物产品生产以及可持续消费方面发挥作用;避免浪费,尽可能延长生物产品的生命周期;
- 巩固生物产品的优势地位,逐渐促进同其他产品的结合;
- 组织专门论坛,讨论生物经济的伦理问题和管理框架。

陈方 闫冬傲(中国科学院成都文献情报中心)编译自
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667041021000057>