

我国极地科技创新的进展与展望

刘嘉玥¹, 揭晓蒙², 李宇航², 李晓敏³, 王文涛²

(1. 天津大学海洋科学与技术学院 天津 300072; 2. 中国21世纪议程管理中心 北京 100038;

3. 自然资源部第一海洋研究所 青岛 266061)

摘要:近年来极地研究逐渐成为各国关注的焦点。我国在极地规划战略布局、科考基础设施建设和国际科技合作等方面已开展了大量工作。为进一步明确国际极地考察和研究态势以及支撑我国极地科技体系建设,文章从国际合作、科技投入和规划布局等方面分析我国极地研究的现状和进展。研究表明:我国极地考察经过30余年的积累,已逐渐形成极地科学考察和研究支撑体系,为极地科学研究奠定坚实的基础;但与其他国家相比,我国极地研究总体起步较晚,还存在一定的差距,亟须从国家战略目标 and 需求出发,做好顶层规划,构建完善的极地科技体制,推动极地事业的高质量发展。

关键词:极地;科技创新;科学考察;国际合作

中图分类号:P7;P941.6

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2020)12-0037-05

Scientific and Technological Progress and Prospect of Polar Research in China

LIU Jiayue¹, JIE Xiaomeng², LI Yuhang², LI Xiaomin³, WANG Wentao²

(1. School of Marine Science and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. The Administrative Center for China's Agenda 21, Beijing 100038, China;

3. First Institute of Oceanography, MNR, Qingdao 266061, China)

Abstract: In recent years, the recognition of polar research was escalating among global attentions. A great deal of work had been done in the planning layout, scientific and technological infrastructure construction and international cooperation in China. In order to further clarify the international polar expedition and research situation, and support the development of China's polar science and technology system, this paper summarized the previous works of polar exploration and research all around the world, analyzed the current situation and progress of China's polar research in the aspect of international cooperation, scientific and technological investment, planning and layout as well. The results showed that after more than 30 years of accumulation,

收稿日期:2020-09-01;修订日期:2020-11-30

基金项目:天津市哲学社会科学规划研究项目(TJGLQN17-007)。

作者简介:刘嘉玥,讲师,博士,研究方向为海洋战略

通信作者:王文涛,研究员,研究方向为气候变化

China had gradually formed a polar expedition system supporting scientific research. However, compared with other countries, China's polar research started relatively late and was still far from filling up the gap. It was urgent to make top design and build a perfect polar science and technology system to promote the high-quality development of polar research by the requirements of national strategic goals and needs.

Key words: Polar region, Scientific and technological innovation, Scientific investigation, International co-operation

0 引言

极地因其独特的区位特点、自然条件和战略地位,日益成为世界各国争相探索的“新疆域”和研究的“新高地”。我国极地科考工作已开展 30 余年,极地科技事业取得了长足进展,积累了丰富的极地科学知识和科学考察的实践经验,形成了学科齐全和体系健全的极地研究队伍,建立了完善的极地科技工作机制,具备了先进的极地技术支撑条件,为推动我国极地事业发展奠定了良好基础。但与极地强国相比,我国极地科技发展总体起步较晚,还存在国际科技前沿引领不足、部分核心关键技术自主创新能力不足以及极地装备和设施条件不足等问题。因此,亟须进一步加强极地科技的顶层设计和规划布局,全面推进极地科学研究和关键技术研发,从支撑国家核心权益和引领国际科研方向出发,推动极地考察向更深程度、更广范围和更高层次发展。

1 国际极地研究和开发态势

1.1 世界各国积极开展极地领域战略部署

极地具有得天独厚的区位优势和资源优势,蕴含丰富的油气和矿产等资源。近年来,随着全球变暖、海冰消融和海平面上升等现象的出现,北极资源开发利用已进入实质性阶段,建立南极保护区也已成为发达国家争夺极地话语权的主要手段。因此,极地的战略地位空前提高,引发全球高度关注和各国激烈争夺。

在南极方面,具有强大科研能力的美国发起并主导《南极条约》,有序推进南极特别保护区建设和南极科学研究等。英国和澳大利亚也先后发布战略文件和制订南极行动计划,从国家战略层面进行部署,加大科研投入和开发利用力度。例如:英国

公布《英属南极领地战略文件(2009—2013)》,为其在南极的行动绘制“蓝图”;澳大利亚制定未来 20 年的极地行动计划,重启南极内陆冰川考察,提高南极科学研究质量,维护其在南极的领导地位。

在北极方面,美国和俄罗斯已制定较为具体的北极政策,同时注重北极军事安全部署,加大力度建设北极观测站,以保障国家领土安全及其在北极的相关利益。例如:美国计划建造 6 艘极地安全巡逻舰,为其在北极的行动提供破冰保障,以巩固其在北极的战略地位;俄罗斯发布《2035 年前俄联邦北极地区国家基本政策》,将安全和发展作为其新阶段北极政策的主要目标和方向^[1]。北欧五国以软实力为主、硬实力为辅介入北极事务,先后发布各国在北极的战略。例如:挪威提出北极是其极地战略支柱之一,并发布“南森遗产”国家计划,旨在加强巴伦支海环境和海洋资源的可持续管理;发布《新奥尔松研究战略》,提出四大旗舰计划,进一步加强其在北极环境研究领域的领导力。

1.2 非政府组织广泛开展国际极地合作

国际极地组织针对不同利益攸关方的诉求,广泛组织开展极地科技合作,加强双边和多边沟通与磋商,构建各国介入极地事务的合作网络,增强各国参与极地事务的支持度。南极研究科学委员会(SCAR)通过南极和南大洋“地平线扫描计划”,提出关于南极的 80 个科学问题;国际北极科学委员会(IASC)通过第三次国际北极研究计划大会,明确北极未来 10 年的优先领域并制定 5 年战略计划;北极理事会(AC)与 IASC 合作推动北极持续观测网建设,强化北极地区的国际科学合作;海洋科学委员会(SCOR)与 SCAR 合作开展南大洋观测系统计划,旨在解决南大洋科学研究的 6 个主要挑战;由世

界气象组织(WMO)提出和 21 个国家参与的极地预报年计划正在实施,有望推进从小时、季节到气候尺度的极区无缝隙预报;德国发起并主导 IASC 北极科学旗舰计划即北冰洋中央海域越冬观测研究计划,以提高对北极天气和气候的预测精度;北极八国发起北极科学部长级会议,确认北极理事会在促进北极科学合作中的领导作用,为加强相关国家和国际组织对北极事务的政府间合作提供平台和途径;政府间气候变化专门委员会(IPCC)批准并接受《关于气候变化中海洋与冰冻圈特别报告》,关注气候变化中海洋和冰冻圈的相关科学问题以及北极海冰减少和多年冻土融化等现象。

2 我国极地科技创新工作进展

2.1 我国政府高度重视极地研究

人类自 20 世纪 50 年代开始真正意义上的现代极地科学考察和南极研究活动,并通过起草《南极条约》保障南极对所有国家科学研究的和平开放。我国于 1983 年正式成为《南极条约》缔约国,随着第一个南极科学考察站的建立,我国于 1985 年进一步成为《南极条约》协商国,拥有参与南极事务决策的权利。随后我国南极科学考察不断深入,初步建成南极考察基础设施体系,持续提升南极科学研究水平,有效保护南极环境和生态系统,广泛开展国际交流与合作,在南极治理中的重要性越发凸显。

作为北极理事会观察员国,我国参与北极事务的实质性行动不断增加和丰富。2018 年我国发布《中国的北极政策》白皮书,从“不断深化对北极的探索和认知”“保护北极生态环境和应对气候变化”“依法合理利用北极资源”和“积极参与北极治理和国际合作”4 个方面提出我国参与北极事务的基本原则和政策主张。《中国的北极政策》既体现我国对北极地区实现和平和追求,又是构建人类命运共同体的具体实践,同时能够回应当前国际社会的期待——在世界多国先后发布北极政策文件的背景下,我国结合自身实践总结并提炼北极政策主张,进一步规范指导北极活动。《中国的北极政策》还聚焦北极科技创新工作,提出“积极推动北极科学考察和研究,支持开展北极科研活动,鼓励研发注重生态环境保护的极地技术装备”“加强北极

活动的环境影响研究和环境背景调查,开展全球变化与人类活动对北极生态系统影响的科学评估”“不断提高北极技术的应用水平和能力,不断加强在技术创新、环境保护、资源利用、航道开发等领域的北极活动”以及“支持通过北极科技部长会议等平台开展国际合作,支持科研机构和企业发挥自身优势参与北极治理”等方面的任务要求,为持续推动我国极地科学研究提供重要支撑。

2.2 加强极地科技创新规划布局

进入 21 世纪以来,我国进一步重视和加强极地科技创新的顶层设计和战略部署,先后出台一系列政策规划,全面推进极地研究和科考事业的快速发展。《国家中长期科技规划纲要(2006—2020)》提出面向国家重大战略需求,将极地气候、环境及其对全球变化的响应作为基础研究部分的重点;《“十一五”海洋科学和技术发展规划纲要(2006—2010)》提出重点发展极地重要海洋生物资源开发利用技术,重点开展南极和南大洋、北极以及极地考察高新技术和基础设施建设研究,建成极地海洋科学数据的共享数据库系统和极地样品海洋自然科技资源共享平台;《“十二五”海洋科学和技术发展规划纲要(2011—2015)》提出发展极地遥感技术、测绘技术、天文观测技术和大气探测技术等,从种群、物种和基因 3 个层次建设极地海洋生物多样性研究体系,加强极地科研试验基地和基础设施平台建设,建造新型极地破冰船;《“十三五”海洋领域科技创新专项规划(2016—2020)》提出开展全球海洋变化和极地科学等基础科学研究,研究极区环境变化对全球气候变化的影响,开展极地关键技术攻关和装备研发。

2.3 极地基础研究水平稳步提高

近年来,我国科学家在国际期刊发表的极地研究论文数量逐年递增,其中 2019 年全年发文量首次突破 1 000 篇,达到 1 057 篇。在高影响力论文方面,截止到 2019 年年底,我国已在《Nature》和《Science》等高水平期刊发表论文 30 篇;2000—2019 年我国极地研究论文的高被引论文占比为 1.61%,达到 89 篇。国际极地研究 SCI 论文统计结果显示,我国科学家在极地地球科学、极地气象和大气科学以及

极地环境科学等方面取得多项重要研究成果(表 1)。

表 1 世界主要国家发表极地领域
SCI 论文情况(2000—2019 年)

排名	国家	SCI 论文数量/篇	占比/%
1	美国	21 458	28.57
2	英国	9 429	12.55
3	加拿大	8 517	11.34
4	德国	7 512	10.00
5	挪威	6 027	8.02
6	中国	5 545	7.38
7	法国	4 756	6.33
8	俄罗斯	4 317	5.75
9	澳大利亚	3 813	5.08
10	丹麦	3 730	4.97

2.4 极地技术创新不断发展

我国不断强化极地领域科技创新和关键技术支撑,针对极地研究的实际需求,在极地环境观测、冰下探测以及北极大气-海冰-海洋耦合数值预报系统等方面取得技术和装备方面的突破。在北冰洋碳循环和海洋酸化研究领域,分析北冰洋酸化水团快速扩张机理^[2];在极地冰川研究领域,建立观测断面和冰穹 A 地区冰川学综合观测体系,并在国际上首次揭示南极冰盖的形成和演化过程;自主研发的“海-冰-气无人冰站观测系统”在北冰洋实现 1 年以上的连续观测;大气钠荧光激光雷达完成在南极中山站的试运行,并进入业务化应用阶段,可实现 24 小时昼夜连续观测;首制南极磷虾船“深蓝”号在广州下水,作为我国第一艘新造专业南极磷虾捕捞加工船,其建成后将是国内规模最大和最先进的远洋渔业捕捞加工一体船,达到世界领先水平,可填补我国在高端渔船建造领域的空白,有力提升我国在南极磷虾科考和捕捞加工等领域的技术水平。

2.5 极地科学考察能力显著增强

我国于 2012 年组建国家海洋调查船队,但与俄罗斯和加拿大等环北极国家相比,极地科考船的数量仍较少。随着业务化需求的逐渐增加,我国对极地科考船的投入逐渐加大,极地科考船的数量和功能也不断增加和完善。近年来我国极地科考队伍

逐渐壮大,极地事业快速发展,尤其是“雪龙”号科考船多次成功完成南极科考任务,更深入北极探索新航线。2018 年我国第一艘自主建造的极地科学考察破冰船“雪龙 2”号在上海下水,标志着我国极地考察的现场保障和支撑能力取得新突破。

我国极地科学考察能力显著增强,建立了极地环境综合观测系统和立体观测体系,涵盖海洋、冰雪、大气、生物和地质等学科;建立了极地航行保障和运输体系,建成 2 艘极地科学考察破冰船以及极地科考内陆车队和航路预报系统,“雪龙”号分别于 2012 年和 2017 年首航北极东北航道和西北航道,创造我国航海史的多项新纪录,“雪龙 2”号融合国际新一代考察船的技术功能需求和绿色环保理念,已进入世界最先进极地科学考察破冰船行列;建立了极地科学考察站点体系,建成南极“长城站”(1985 年)、“中山站”(1989 年)、“昆仑站”(2009 年)和“泰山站”(2014 年)以及北极“黄河站”(2004 年)和“中冰北极科学考察站”(2018 年),并已着手建设我国第五个南极科考站,进一步完善我国南极考察站网,填补我国在南极重点区域的科考空白,提升我国在国际南极事务中的话语权,促进我国真正成为南极科研强国。

3 我国极地科技创新的差距和不足

3.1 极地科学研究聚焦不足

目前我国极地研究的方向大而全,但研究目标较分散,因此亟须进一步聚焦极地前沿科学领域,兼顾我国的地缘政治和潜在国家利益,有重点地开展极地科学研究。2019 年《极地科学基础研究优先领域》已明确我国极地科学研究的六大优先领域,包括极地冰盖不稳定性和海平面变化、北极海-冰-气相互作用及其气候效应、南大洋环流变化及其全球效应、南北极地质过程和资源环境效应、极地生态系统的敏感性与脆弱性以及日-地耦合与极区大气圈层相互作用,期待在未来 5~10 年内我国在这些领域能有所突破。

3.2 极地科技创新水平存在差距

与美国、俄罗斯、德国和澳大利亚等极地强国相比,我国极地科技创新水平还存在一定的差距。从总体上看,我国极地观测探测的关键装备和设施

条件仍较匮乏,极地考察基础设施和保障体系的规模仍较小。因此,我国亟须加快极地通信与遥感卫星、南北极考察新站和新装备等能力建设,进一步完善极地科技创新的支撑和条件保障体系;继续加大科技投入,激发科技创新活力,加快提升极地科学研究和技术装备研发能力,提高自主化水平,以科技创新引领极地事业的发展。

4 建议

我国极地科技创新正处于大有可为的战略机遇期,应积极面向国家重大战略需求,瞄准极地科学研究前沿方向,提出切实可行的极地科技发展目标,抓好顶层设计和具体任务落实,推动极地事业的高质量发展。

4.1 加强极地科技顶层设计和规划布局

21 世纪以来,我国在科技创新的有力支撑下,参与极地事务的活动不断增加,迫切需要加强整体谋划和政策指导。应加快编制和实施国家极地科技创新规划,进一步落实“冰上丝绸之路”建设部署,统筹各部门工作力量,对接极地事业发展需求,系统、整体和面向中长期地谋划极地科技创新发展的总体布局和实施路径;在海洋领域面向 2035 年的中长期科技规划战略研究和第六次国家技术预测工作中,加强对极地领域的战略研究和系统考虑,支撑极地专项规划的制定和落实;不断强化部门间的统筹协调和有序衔接,积极依托现有极地科技创新资源,建立和完善资源共享机制。

4.2 提升极地科学基础研究水平

随着我国极地科学考察能力的不断增强,我国在极地科学研究领域已实现从无到有的突破,并初步形成一些具有国际影响力和区域优势的学科领域。应针对极地气候、环境、生态、地质和空间等重大科学问题开展进一步研究,尤其是深入探索和解决南极冰架-海洋相互作用、极区海洋酸化及其生态效应、极地微塑料等新兴污染物、极地生物适应性

机制以及南大洋环流及其生态效应等前沿和热点难题,不断提升极地科研成果的社会效益,更好地引领国际极地研究方向以及有效应对气候变化和环境危机。

4.3 加强极地技术装备研发

目前我国已拥有“六站两船”的极地科学考察装备体系,极地领域重大科技创新取得显著进展,但总体上起步较晚并处于落后阶段。应加大极地技术装备研发的投入力度,加强交流与合作,在科考站建设的基础上进一步系统规划和匹配大型科研项目;实现核心关键技术装备的创新突破,不断提升极地船舶建造、航道运行和资源开发等领域的科技自主创新能力,打造新技术、新模式和新产业;加快极地科学考察新站、新船、新飞机和新装备等能力建设,进一步完善极地科技创新的支撑和条件保障体系。

4.4 进一步推动极地科技国际合作

我国与所有北极国家以及多数北极大国都开展过北极事务双边对话或磋商,同时作为《南极条约》协商国积极参与南极事务决策,已建立良好的国际合作基础。应围绕极地环境与气候变化、极地资源、航运和基础设施等方面,进一步深化极地科技双边和多边国际交流与合作,有序推进国际相关合作计划项目实施和极地科技外交工作,体现大国责任并有效回应国际社会关切,为我国极地科技发展营造良好的外部环境。同时,积极参与北极科学部长级会议,并以此作为北极科技合作的方式和路径,展现我国在极地领域的综合实力和科技竞争力。

参考文献

- [1] 白峻楠.《2035 年前俄罗斯北极国家基本政策》解析[J].国际研究参考,2020(4):11-17,51.
- [2] 祁第,陈立奇,蔡卫君,等.北冰洋海洋酸化和碳循环的研究进展[J].科学通报,2018,63(22):2201-2213.