

环北极国家北极研究布局及对中国的启示

王金平¹, 刘嘉玥², 李宇航^{3*}, 陈留林⁴, 吴秀平¹

1. 中国科学院西北生态环境资源研究院, 兰州 730000

2. 天津大学海洋科学与技术学院, 天津 300072

3. 中国21世纪议程管理中心, 北京 100038

4. 中国极地研究中心, 上海 200136

摘要 基于相关战略规划和研究计划等资料, 分析了美国、俄罗斯、加拿大及北欧5国的北极相关研究布局, 总结了各国北极战略的特点: 美国凭借其雄厚的观测和研究实力, 在未来北极的研究与开发中扮演重要角色; 俄罗斯积极围绕领土和资源开展研究部署; 加拿大重点关注极地资源的管理和利用; 北欧5国寻求稳定和拓展各自北极利益。通过综合研判, 提出了中国未来参与北极研究和合作的建议。

关键词 北极研究; 气候变化; 北极航道

全球气候变化导致北极海冰表面积雪厚度显著变薄, 预计到2100年, 北极海岸地区海冰的每年覆盖时间将仅剩半年^[1-2]。随着海冰不断融化, 北极资源的开发潜力开始显现, 相关国家对北极领土主权的关注也逐渐升温。同时, 北极海冰的融化也带来诸多科学问题, 例如气候变暖引起北极地区生物多样性的变化^[3], 导致北极受到大规模物种入侵的风险增大^[4]。北极重要的战略地位、逐步显现的资源价值和诸多前沿科学问题将促使北极成为未来全球最重要的热点区域。近几年, 主要环北极国

家显著加强了对北极地区相关研究和部署, 并加强了该区域相关利益宣示行动。对国际主要国家的北极研究开发布局进行梳理, 有助于更加清晰地认识北极问题的现状, 对综合研判未来北极研究和北极事务的发展具有重要参考价值。

1 美国

美国作为环北极国家之一, 拥有北极开发的地缘优势。美国凭借其强大的科研和极地考察能力,

收稿日期: 2020-11-09; 修回日期: 2021-01-08

基金项目: 中国科学院文献情报能力建设专项(E0290001); 科技部重点研发计划项目(2019YFC1408200)

作者简介: 王金平, 副研究员, 研究方向为海洋科技战略, 电子邮箱: wangjp@llas.ac.cn; 李宇航(通信作者), 助理研究员, 研究方向为海洋科技政策与可持续发展, 电子邮箱: liyh@acca21.org.cn

引用格式: 王金平, 刘嘉玥, 李宇航, 等. 环北极国家北极研究布局及对中国的启示[J]. 科技导报, 2021, 39(9): 9-16; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.09.001

近年来在北极地区开展了全方位的研究布局,相关行动也积极推进。美国势必在未来北极的研究与开发中扮演重要角色。以下从美国相关智库对北极问题的思考以及美国各层面的研究布局2个角度分析美国未来的北极科研和开发布局。

1.1 美国智库对北极战略的思考

基于对北极地区在科学研究、地缘政治利益、丰富资源以及海冰融化趋势的综合判断,美国相关机构积极开展研究并提出各自观点和建议。这些观点和建议体现了美国智库界对于北极地区的密切关注以及对未来发展战略考量。重要智库的观点和立场可以为美国在北极的相关战略布局和政策制定提供依据。

1.1.1 北极科学问题

确定北极地区未来可能面临的科学问题,是北极开发及其他相关行动的基础。美国相关智库对北极面临的科学问题十分重视。美国海军研究办公室等机构提出了北极面临的关键科学问题:(1) 北极海冰从以多年冰为主急剧变化到一年冰为主的影响是什么?这些复杂变化对海冰变异性性和可预测性的影响是什么?(2) 在快速变化的北极,海洋、大气、冰冻圈、海底和陆地系统各个组成部分的强迫和耦合是怎样影响海冰覆盖机制的?(3) 极端事件及其反馈机制对北极海冰演变和科学预测能力有何影响?(4) 变化的北极海冰特征和动力机制将如何影响利益相关者^[9]?总体上,北极主要科学问题主要涉及气候变化引起的海冰融化以及相关环境要素的变化机制等方面。

针对北极面临的新的科学问题以及研究机遇,美国科学促进会(AAAS)指出,北极气候的快速变暖为科学家和政策制定者带来了前所未有的新问题,同时也蕴含着许多潜在的机遇^[6]。北极地区发展机遇主要体现在:北极沿岸国专属经济区价值提升;北极地区的自然资源可获得性提升;北极冰川融化使得穿越北极的航程变短,或将降低亚欧大陆通行成本。

此外,美国国家科学技术委员会(NSTC)建议美国北极研究应加强5方面的研究:北极海域及白令海的环境变化;北极人类健康;民用基础设施研

究与建设;自然资源评估和地球科学研究;土著语言、文化和身份识别^[7]。美国国家研究理事会(NRC)从演变的北极、隐藏的北极、联系的北极、北极管理和未知的北极5个方面分析了北极面临的新兴研究问题^[8]。

1.1.2 北极资源开发

巨大的资源潜力是北极地区受到广泛关注的重要原因,该区域科学研究和领土主张的背后往往围绕着资源权益展开。美国国会发布报告认为石油、天然气和航道开发管理是北极重要关注点^[9]。针对北极资源开发,美国相关机构对北极资源的开发潜力、资源管理和资源开发的环境挑战开展了多方面的研究分析。

美国相关机构针对北极资源潜力以及技术可行性等方面开展了评估研究。美国国家石油委员会(NPC)发布报告指出,北极地区油气资源潜力可以满足未来美国和全球能源需求。报告认为,技术和管理方面的进步可以降低潜在的泄漏风险和影响,应积极借鉴其他领域技术和经验以应对北极资源开发面临的特殊环境挑战^[10]。牛津能源研究所研究指出,基于北极潜在地质结构层和萎缩的冰盖,在未来的几十年里,北极区域将成为全球石油潜在的供应区域^[11]。尽管北极资源潜力巨大,但实际开采尚面临诸多问题。一方面,北极资源开采活动对环境产生的影响尚待进一步评估;另一方面,建设与北极环境相匹配的采油基础设施难度较大,投资成本高。此外,北极资源的开发积极性还取决于非常规油气和可再生能源等技术的发展状况。

在北极油气资源管理方面。美国布鲁金斯学会分析了当前北极地区油气资源管理的现状,并就美国如何推动实现北极地区的国家利益以及美国如何引领北极海洋油气资源管理等核心问题提出了相关建议,指出将重点加强溢油预防、控制和应对机制方面的研究和建设,加快北极海域油气开发标准制定进程,加强各方海域油气资源问题的协调。资源开发对极地环境的影响是一个重大的挑战,对相关活动进行有效的监管十分必要。一份由美国北极海洋应对石油泄漏委员会等多部门共同完成的报告指出,北极区域的漏油对北极周边国家

具有潜在的巨大威胁,漏油污染事件关系到美国和其他诸多国家的利益,影响石油和天然气开发、海上航运、渔业和旅游业等产业发展^[12]。该报告提议建立一个处理和预防北极漏油的计划,完善漏油快速监测的方法机制,建立处理漏油事件对策,并加强与加拿大和俄罗斯等国的协调。

此外,在北极地缘政治方面,2015年6月,美国国际战略研究中心(CSIS)对北极事务的态势进行了分析^[13],得出以下结论:非北极理事会成员的北极事务参与度不断加强,中国以观察员国身份对北极的科学研究表现积极;海冰融化使可通航性增强,同时降低了浮冰的可预测性;北极地缘政治将趋于复杂,俄罗斯的相关行动需重点关注;美国在北极面临巨大挑战,需提高在北极地区的活动能力,包括增添破冰船和一些基础设施等。

美国智库机构对于北极问题的思考和研判是美国未来北极研究和开发展布的重要参考,一定程度上反映出未来美国北极政策的可能走向。同时,相关智库对于重要研究方向的建议也很大程度上代表着北极未来面临的科学挑战。

1.2 美国北极研究布局

21世纪以来,美国对北极地区的重视程度不断提升。2009年美国总统布什签署“美国新的北极地区政策”为主题的第66号国家安全总统令,以此指导美国的北极相关行动。以此为起点,美国的北极研究进入新阶段。在此之后美国陆续出台了若干北极研究计划,全面部署北极研究和开发。为了进一步加强美国北极地区事务的协调,2020年9月,由美国能源部牵头在阿拉斯加洲成立了北极能源办公室,以领导北极地区跨部门行动,并代表国防部参与北极事务^[14]。从近年来美国联邦层面和职能机构的相关布局看,美国对北极地区的政策规划逐步呈现出完整的体系。

1.2.1 美国联邦政府层面布局

为适应北极环境的快速变化和和相关研究需求,应对北极地区所面临的经济、环境和文化挑战,确保美国在北极研究领域引领地位,2016年12月,美国政府发布《北极研究计划(2017—2021)》^[15],报告明确了美国今后5年在北极研究方面的主要目标:

加强对健康决定因素的了解,改善北极居民福祉;提高对北极大气成分和动力机制变化及其导致的地表能量循环过程的理解;改进对北极海冰覆盖变化的理解和预测;加深对北极海洋生态系统结构和功能及其在气候系统中作用的理解并提高预测能力;了解和预测冰川、冰帽和格陵兰冰盖的物质平衡及其对海平面上升的影响;推进永久冻土动力过程及其反馈影响的认识和理解;推动对北极陆地与淡水生态系统及其未来潜在变化的认识;提升沿海社区的适应力,改进海岸带资源管理;加强环境信息采集和分析,加强应用于决策支持的框架构建。基于美国极地地区国家战略利益的需要,美国国会于2017年要求NRC对联邦政府建设极地破冰船的使命和能力等进行了评估,之后发布了题为《满足国家需求的极地破冰船的获取和运行》的报告,主要从美国破冰船的使命、目前的破冰能力、当前和未来需求以及研究发现等方面进行了分析。报告指出,美国必须保护其公民、自然资源和经济利益,确保极地地区的安全和主权,为科学研究活动提供保障^[16]。此后,在NSTC2018年11月发布的题为《美国国家海洋科技发展:未来十年愿景》的报告中^[17],进一步强调了未来将进一步加强北极环境变化和北极安全问题的重视和投入。

1.2.2 美国国家大气与海洋管理局(NOAA)布局

作为美国最重要的海洋管理和研究机构之一,NOAA在海洋和极地方面的相关布局具有重要的代表意义。2011年2月,NOAA发布了《北极远景与战略》报告,指出其主要北极研究目标包括:(1)利用量化的海冰逐日预报到10年预报,支持安全的工作和生态系统管理。(2)加强基础科学研究,理解和探测北极气候和生态系统变化;提高气象和水文预测和预警;加强国际和国内合作;提高北极地区海洋及近海资源的管理水平;促进具有恢复力的、健康的北极生物群落和经济^[18]。2014年初,《美国北极地区国家战略行动计划》明确了美国旨在推进北极地区的安全和利益的立场^[19]。为了落实和响应此战略,2014年4月,NOAA推出了《北极行动计划》,以支撑美国在北极区域的国家战略,指出NOAA未来面临的关键事项包括:提升北极天

气和海冰预报;加强北极生态系统的科学研究;支撑基于科学的自然资源管理保护;提升北极测绘与制图;提升北极环境事件的预防和响应^[20]。为了追求北极领导权,美国政府通过科学研究和传统知识,提升对北极的认识,保护北极环境和北极自然资源,利用综合方法平衡经济开发、环境保护和文化价值,对北极地区进行测绘。在北极航道方面,NOAA 不断加强对该地区的海图进行升级工作,并于2015年发布《北极航道绘图计划》^[21],致力于改善北极附近日益增加的船舶航行条件。

1.2.3 美国国家科学基金会(NSF)布局

美国国家科学基金会是美国乃至全球最重要的基础科学研究资助机构,近年来推出多项专门针对北极研究的资助行动。2014年,NSF宣布每年出资2500万美元资助共计75项课题的“北极研究机遇计划”,针对北极自然科学、北极系统科学、北极社会科学、北极观测网络和极地基础设施5个领域开展研究^[22]。2015年,NSF宣布与美国国家地理空间情报局(NGA)合作开发高分辨率北极地形图,将首次提供包括阿拉斯加地区在内的整个北极地区的地形图^[23]。2016年,NSF宣布投资590万美元,创建一个新的北极数据中心,该数据中心将全面提供数据的存储、管理和发现功能,支撑北极研究,此外,还将致力于激发研究人员提升支持开放、可再生的北极科学研究的能力^[24]。

2 俄罗斯和加拿大

2.1 俄罗斯持续强化极地考察装备研发和北极资源开发

俄罗斯北极地区资源丰富,天然气开采量占全国的80%以上,北极资源开发对于俄罗斯国家发展具有十分重要的意义。俄罗斯以资源和领土为目标的北极行动策略十分明显。为了进一步摸清北极地质构造和资源状况,2010年,俄罗斯投入14.8亿卢布专门开展了北冰洋大陆架地质调查工作,并建成新的北极科考站。2012年又拨款8.3亿卢布用于收集北冰洋大陆架的原始数据。俄罗斯近年来的北极科考行动,一个重要的目的是证明北

极地区是其大陆架的自然延伸,为进一步开发北极提供依据。为了从战略层面进一步提升对北极的重视,俄罗斯政府于2015年7月发布新版《海洋学说》,首次将南北极海域列入利益范围,并详细规定了俄罗斯在北极地区的任务。为了进一步为北极资源开发和北极航道开发提供指导,强化俄罗斯未来北极各方面事务中的优势,2020年初,俄罗斯相继发布《北方航道计划》和《2035年前国家北极基本政策》,指出将促进对北极自然资源的大规模开采,研发和应用相关国防安全技术,加强自然灾害研究和气候变化对基础设施的影响研究,完善北极科考船队,为北极研究和相关活动提供保障^[25-26]。2020年10月,普京批准《2035年前俄罗斯北极地区发展和国家安全保障战略》,落实《2035年前国家北极基本政策》,保障北极地区国家利益,实现北极政策目标。一系列新文件的出台为俄罗斯北极资源开发提供了政策保障。

虽然俄罗斯北极开发受到经济基础薄弱、资金缺乏、北极地区人口减少和人才短缺等因素的制约,但近北极的地理特点使俄罗斯北极研究开发具有独特优势。另外,俄罗斯在建造高级破冰船、核动力破冰船等特殊船舶方面具有雄厚技术积累,是其北极研究和开发的重要支撑。

俄罗斯对北极领土和资源权益的急切心态和相关行动,引起了美国等其他环北极国家的关注。美国战略与国际研究中心(CSIS)分析了俄罗斯的北极战略及其对日益脆弱的北极生态系统的影响^[27],表达了对俄罗斯北极战略破坏北极生态环境的担忧,并呼吁俄罗斯北极战略应以保护北极生态环境为重点。

2.2 加拿大重点关注北极领土权益和环境保护

加拿大是北极地区重要的国家之一。加拿大政府充分认识到北极对于国家生存发展的重要意义,将北极视为其历史遗产与国家身份的重要组成部分。作为北极领土主张和北极研究开发的前期准备,早在2008年,加拿大就投资1亿美元开展了一项为期5年的大型北极测绘项目。加拿大北极战略主要集中在行使加拿大对北极的主权、促进社会和经济、保护北极的环境遗产和提高北极治

理4个方面。

为保障北方地区的可持续性发展,加拿大政府大力支持北极地区科学研究活动,这些研究将为北极地区的资源勘探提供重要信息,为北方居民创造就业和商业机会。2008—2013年,加拿大政府为面向资源勘探的地理测绘计划提供了1亿美元资助,以帮助私营勘探公司进行投资决策、建立公园和保护区等。此外,加拿大还致力于在高北极地区建立新的研究站,以支持在该区域科学研究活动。为了更好地指导加拿大未来北极投资和活动,2019年9月,加拿大政府颁布《加拿大北极与北方政策框架》^[28],重点聚焦居民健康、基础设施建设与经济发展,为未来加拿大北极研究和建设提供了方向指导。2020年11月5日,加拿大北方事务部宣布,将通过“海岸环境基线计划”为努勒维特伊魁特的2个海洋环境数据采集项目提供资助,加强北极海洋生态系统的研究。

3 北欧5国

在环北极国家中,挪威、瑞典、芬兰、丹麦和冰岛5个北欧国家虽然国力相对较弱,但在北极开发和研究中的作用和地位却十分重要。非环北极国家在北极地区的考察和研究活动往往寻求与北欧5国的合作。北欧5国在各自北极研究和开发政策方面各具特点,但整体上是根据自身发展的现实经济需求和长远国家战略利益需求,积极主张巩固和拓展各自既有北极话语权和资源利益。2018年11月13日,北欧五国在奥斯陆召开国防部长会议并签署《北欧防务合作愿景2025》,表现出加强自身防卫安全能力的意愿^[29]。为了维护各自北极利益,合力应对美国和俄罗斯等大国的强势竞争,北欧五国合作开展北极研究和开发的意愿将进一步加强,未来北欧5国在北极事务中的作用将愈加重要。

3.1 挪威

挪威是率先批准《联合国海洋法公约》的国家之一,2006年又向联合国申请在北极的第三区域——北冰洋、巴伦支海和挪威海地区扩大专属经济区的范围^[30]。2009年3月出台的北极战略报告《北

方的新进展:挪威政府北极战略的下一步》指出,挪威在北极问题上的行动方向包括:气候和环境研究、北极监测、海洋能源资源开发、商业活动和基础设施建设等。挪威的北极战略对国际社会意义重大。一方面,挪威作为唯一与俄罗斯接壤的北约国家,成为北约共同应对俄罗斯北极行动的前线;另一方面,挪威巴伦支海的石油和天然气是欧盟能源的重要来源地。在地缘政治和资源利益的影响下,北极区域的研究和开发将成为挪威政府未来关注的重点。斯瓦尔巴德群岛的特殊地位将进一步得到强化,为挪威开展北极研究和参与北极事务提供条件。

3.2 瑞典

虽然瑞典不与北冰洋接壤,但也积极寻求在北极地区拥有更多的话语权,寻找空间扩大北极事务的参与度。瑞典于2011年发布《瑞典在北极的战略》,从历史联系、安全政策、经济纽带、环境与气候、调查研究和文化等6个方面阐述了瑞典与北极的联系,表明瑞典参与北极事务的立场。其关注领域包括气候与环境、经济发展、北极权益和人文发展等方面。2016年11月,瑞典发布《北极适应力报告2016》^[31],报告就如何正确认识北极变化、如何应对北极变化和如何提升北极适应力等问题提出了具体的解决思路,对于全球共同应对北极变化乃至全球变化具有积极的借鉴价值。长期的北极商业活动为瑞典积累了丰富的北极开发经验,使其在极地采矿业和北极环境研究方面全球领先。提升北极事务的参与度,加强环境研究和北极产业发展,利用国际合作平台扩大在北极事务中的影响力将成为瑞典的战略重点。

3.3 芬兰

芬兰对北极资源可持续利用、环境保护和居民福祉的关注尤为显著。芬兰于2013年发布新的北极战略,其北极战略呈现出5个特点:强化其环北极国家的身份;重视在国际法框架下的北极合作;积极推动北极科技合作;支持欧盟参与北极事务;推动北极理事会在北极治理中的作用^[32]。指出将充分发挥技术和人才优势,积极推动北极资源可持续利用,在北极研究和相关活动中寻求更加密切的

国际合作。芬兰在北极地区有多方面的利益,北极国土安全和北极环境变化的影响是其重点关注的方面。在未来北极研究中,芬兰领先的环境技术、技术建设及北极航运方面的优势将成为其竞争力的重要基础。

3.4 冰岛

冰岛于2011年发布《关于冰岛北极政策的议会决议》,标志着冰岛全面系统的北极政策正式形成^[33]。其政策特点包括:重视发挥北极理事会的主导作用;注重北极地区的生态环境保护,确保北极资源的可持续利用;寻求引领全球北极相关科学研究;重视北极环境变化带来的新的发展机遇。气候变化带来的北极生态环境变化对冰岛带来巨大的挑战,相关的研究受到重点关注。此外,芬兰对于海冰融化后的发展机遇如北极航道开发问题等的研究将持续加强。

3.5 丹麦

丹麦在北极相关事务中表现活跃。早在2008年5月,丹麦联合加拿大、美国、俄罗斯和挪威代表在格陵兰岛发布了《伊卢利萨特宣言》^[34]。此宣言将芬兰、瑞典和冰岛排除在外,并企图将参与北极事务的非环北极国家拒之门外。然而,北极融化使格陵兰获得重要的经济发展机会,可能将逐渐走上追求独立的道路。这是丹麦环北极国家身份的一个隐忧。丹麦近年来十分重视北极国防基础设施的建设,气候变化对北极的影响,北极的科考合作和北极环境保护。北极航道开发以及围绕格陵兰岛的北极环境和资源研究是丹麦未来研究的关注重点。

4 启示

随着各国对北极研究部署的不断加强,人类对北极的认识将不断深入。中国是一个海洋大国,随着国力的不断增强,北极地区相关资源和战略利益对中国的重要性日渐凸显。在美国、俄罗斯和加拿大等国不断加强北极研究的背景下,中国应积极寻求拓展参与北极研究和开发的路径。从中国的现实需求和长远战略出发,中国应从以下4个方面加

强相关部署。

1) 加强对环北极国家相关战略及研究布局的关注。

随着北极变暖和海冰融化,北极周边国家纷纷加强了对该区域的战略研究,相关研究和考察活动也逐步加强。北极理事会正式观察员国的身份,为中国参与北极事务创造了条件。2018年《中国的北极政策》白皮书发布,系统阐述了中国维护北极安全和可持续利用北极资源等方面的立场。在参与北极事务方面,中国应及时跟踪相关国家北极政策的调整 and 变化,关注各国制定的北极地区科学研究计划和考察计划,为中国参与相关科研活动和北极事务提供决策依据。

2) 加强与北欧各国的科研合作。

中国作为一个非环北极国家,从资源开发和科学研究方面直接参与北极事务需要与环北极国家开展合作。中国日益增强的经济和科技实力将为北极合作提供坚实的基础。应加强与北欧国家在气候变化和北极环境等研究方面的合作,积极拓展合作空间。加强研究院所级别的研究合作,针对北欧各国不同的关注方向,寻求研究合作的选题。此外,应充分发挥双边和多边国际组织的平台作用,充分发挥北极“黄河站”的作用,积极拓展合作渠道,持续提升与北欧五国的极地研究合作水平。

3) 加强与俄罗斯的全方位合作。

中国拥有雄厚的资金、市场和制造业优势,与俄罗斯北极开发具有很强的互补性。在能源开发合作方面,现阶段俄罗斯的经济仍主要依靠能源出口,其经济发展受国际能源市场的影响较大,而中国经济的发展对能源进口的依赖较大,北极油气资源开发是中国与俄罗斯开展北极合作的一个重要方向。北极地区环境变化对全球气候和海洋环境变化产生较大影响,中俄在共同开展北极气候和海冰变化等问题方面具有很大的合作潜力。此外,俄罗斯在破冰船等极地装备方面技术先进,中国应积极寻求相关合作,提升中国极地装备水平和技术开发能力。

4) 重视航道的开发与建设。

全球变暖将使得北极通航区域增加。北极潜

在的航道可以使中国和欧洲的海上航运路程大大缩短。随着北极海冰的进一步融化,北极商业航运价值会愈加提升,北极航线将成为一个可以替代现有海上贸易航线的选择。依托相关研究课题,加强北极航道未来可通航性研究,结合中国未来航运发展需求,开展前瞻性分析和规划设计。为了更好地参与北极航运做好准备,中国沿海地区特别是北方沿海应积极围绕“北极航运中心”建设开展相关研究和前瞻布局。

参考文献(References)

- [1] Webster M A, Rigor I G, Nghiem S V, et al. Interdecadal changes in snow depth on Arctic sea ice[J]. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 2014, doi: 10.1002/2014JC009985.
- [2] Katherine R B, Christopher R M, Irina O, et al. Mapping the future expansion of Arctic open water[J]. *Nature Climate Change*, 2016, doi: 10.1038/NCLIMATE2848.
- [3] Aarhus University. Arctic biodiversity under serious threat from climate change according to new report [EB/OL]. (2014-02-14) [2020-10-04]. https://www.eurekalert.org/pub_releases/2014-02/au-abu021214.php.
- [4] Miller A W, Ruiz G M. Arctic shipping and marine invaders[J]. *Nature Climate Change*, 2014, 4: 413-416.
- [5] National Academy of Sciences. Seasonal to decadal predictions of Arctic sea ice: Challenges and strategies[M]. Washington DC: the National Academy of Sciences, 2012.
- [6] Kathleen O. Melting Arctic brings urgent needs and opportunities[EB/OL]. (2014-05-09) [2020-10-04]. <https://www.aaas.org/news/melting-arctic-brings-urgent-needs-and-opportunities>.
- [7] National Science and Technology Council. Science for an ocean nation: An update of the ocean research priorities plan[EB/OL]. (2013-02-01) [2020-10-04]. <http://www.oceanleadership.org/2013/science-for-an-ocean-nation-update-of-the-ocean-research-priorities-plan>.
- [8] National Research Council. The Arctic in the anthropocene: Emerging research questions[EB/OL]. (2014-04-30) [2020-10-04]. <http://dels.nas.edu/resources/static-assets/materials-based-on-reports/reports-in-brief/arctic-anthropocene-final.pdf>.
- [9] Congressional Research Service. Changes in the Arctic: Background and issues for congress[R]. Washington DC: Congressional Research Service, 2015.
- [10] Carol Lloyd. The promise of US Arctic oil & gas potential[R]. Washington DC: Resources Radio, 2015.
- [11] Oxford Institute for Energy Studies. The prospects and challenges for Arctic oil development[EB/OL]. (2014-11-04) [2020-10-04]. <http://www.ofordenergy.org/2014/11/prospects-challenges-arctic-oil-development>.
- [12] National Research Council. Responding to oil spills in the US Arctic marine environment[M]. Washington DC: the National Academy of Sciences, 2014.
- [13] Center for Strategic and International Studies. America in the Arctic[EB/OL]. (2015-06-04) [2020-10-04]. <http://csis.org/publication/america-arctic>.
- [14] Department of Energy. US Department of energy announces establishment of office of Arctic energy. [EB/OL]. (2020-09-17) [2020-10-13]. <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-announces-establishment-office-arctic-energy>.
- [15] The National Science and Technology Council. Arctic research plan FY2017-2021. (2016-12-15) [2020-10-04]. https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/NSTC/iarpc_arctic_research_plan.pdf.
- [16] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Acquisition and operation of polar icebreakers: Fulfilling the Nation's Needs. (2017-07-25) [2020-10-04]. <https://docs.house.gov/meetings/PW/PW07/20170725/106311/HHRG-115-PW07-20170725-SD004.pdf>.
- [17] National Science & Technology Council. Science and technology for america's oceans: A decadal vision. (2018-11-14) [2020-10-04]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/11/Science-and-Technology-for-Americas-Oceans-A-Decadal-Vision.pdf>.
- [18] NOAA. NOAA's Arctic Vision and strategy[EB/OL]. (2011-02-04) [2020-10-04]. https://www.pmel.noaa.gov/arctic-zone/docs/NOAAArctic_V_S_2011.pdf.
- [19] Whitehouse. Implementation plan for the national strategy for the Arctic region[EB/OL]. (2014-01-29) [2020-10-04]. https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/implementation_plan_for_the_national_strategy_for_the_arctic_region_-_fi...pdf.
- [20] NOAA. NOAA Arctic action plan[EB/OL]. (2016-12-06) [2020-10-04]. <http://www.arctic.noaa.gov/NOAAarcticactionplan2014.pdf>.
- [21] NOAA. US arctic nautical charting plan [EB/OL]. (2016-08-10) [2020-10-04]. http://www.nauticalcharts.noaa.gov/mcddocs/Arctic_Nautical_Charting_Plan.pdf.

- [22] NSF. Arctic research opportunities[EB/OL]. (2014-10-21)[2020-10-04]. <https://www.nsf.gov/pubs/2014/nsf145-84/nsf14584.htm>.
- [23] NSF. NSF, National Geospatial-Intelligence Agency support development of new Arctic maps[EB/OL]. (2015-09-02)[2020-10-04]. http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=136108&org=SF&from=news.
- [24] NSF. NSF funds new \$5.9 million Arctic data center at the University of California, SantaBarbara[EB/OL]. (2016-03-23) [2020-10-04]. https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=138066.
- [25] 俄罗斯联邦政府. П Л А Н. развития инфраструктуры Северного морского пути на период до 2035 года[EB/OL]. (2019-12-31)[2020-10-04]. <https://seanews.ru/wp-content/uploads/2019/12/plan-smp.pdf>.
- [26] 俄罗斯联邦政府. Президент утвердил Основы государственной политики в Арктике[EB/OL]. (2020-03-05)[2020-10-04]. <http://www.kremlin.ru/acts/news/62947>.
- [27] 郭培清, 邹琪. 特朗普政府北极政策的调整[J]. 国际论坛, 2019, 21(4): 19-44, 155-156.
- [28] Government of Canada. The government of Canada launches co-developed arctic and northern policy framework[EB/OL]. (2019-09-10) [2020-11-07]. <https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/eng/1560523306861/156052333058-7>.
- [29] CSIS. The New Ice Curtain: Russia's strategic reach to the Arctic[EB/OL]. (2015-08-27) [2020-10-04]. <http://csis.org/publication/new-ice-curtain>.
- [30] 张文木. 21世纪气候变化与中国国家安全[J]. 太平洋学报, 2016, 24(12): 51-63.
- [31] Stockholm Environment Institute. Arctic Resilience Report 2016[EB/OL]. (2016-11-25) [2020-10-04]. <https://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/ArcticResilienceReport-2016.pdf>.
- [32] 孙凯, 吴昊. 芬兰北极政策的战略规划与未来走向[J]. 国际论坛, 2017, 19(4): 19-23, 79.
- [33] 钱婧, 朱新光. 冰岛北极政策研究[J]. 国际论坛, 2015, 17(3): 58-64, 81.
- [34] 曹升生. 丹麦的北极战略[J]. 江南社会学院学报, 2011, 13(2): 32-35.

Layout of Arctic research of major countries and its enlightenment to China

WANG Jinping¹, LIU Jiayue², LI Yuhang^{3*}, CHEN Liulin⁴, WU Xiuping¹

1. Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China
2. School of Marine Science and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China
3. The Administrative Center for China's Agenda 21, Beijing 100038, China
4. Polar Research Institute of China, Shanghai 200136, China

Abstract Based on the materials of relevant strategies and research plans, this article analyzes the Arctic research related layouts of the United States, Russia, Canada and the five nordic countries. The characteristics of the Arctic strategies of these countries are summarized as follows: the United States, with its strong observation and research capabilities, plays an important role in the future research and development of the Arctic; Russia actively conducts research and deployment around territories and resources; Canada focuses on management and utilization of polar resources; the five nordic countries seek to stabilize and expand their Arctic interests. Finally, through comprehensive research and analysis, we put forward some suggestions for future Arctic research and cooperation.

Keywords Arctic research; climate change; Arctic waterway ●



(责任编辑 傅雪)