# 主要国家极地科技竞争优势构建经验及启示

宋明威[1]，王平凯[1]，刘咪雪[1]，陈诗波[2]
（1. 浙江海洋大学经济与管理学院，浙江舟山 316022；
2. 中国科学技术发展战略研究院，北京 100038）

**摘 要**：近年来，随着全球气候变暖加剧、南北极冰层加速消融，以及北极资源开发与航道开通的战略价值凸显，极地正从“高冷禁区”转变为大国博弈的“新竞技场”。总结了主要国家构建极地科技竞争优势的经验做法，分析了中国极地科技发展的现状，面临的问题及挑战。基于此提出当前中国应强化极地科技战略布局、积极开展极地基础研究、加强极地关键技术与装备研发、加快构建极地军民一体科技创新体系，为中国深度参与极地开发治理提供强有力支撑。

**关键词**：极地科技竞争；科技战略布局；极地开发治理
**中图分类号**：G321；P941.6 **文献标识码**：A DOI：10.3772/j.issn.1009-8623.2025.07.003

极地蕴含着未来人类生存发展所需的新空间和新资源。据估算，仅北极地区的煤炭、石油和天然气储量就分别占全世界潜在储量的 25%、13%、30%[1]。北极航线（东北航道）较传统经马六甲海峡、苏伊士运河的亚欧航线，其航程距离缩短了约 30% ～ 40%，如从上海到欧洲，经传统亚欧航线需 35 d，而经北极航线仅需 22 d，同时，与时间相关的各种成本都将降低 30% 左右[2]。北极所蕴含的生物和军事价值也尤为重要。由于《南极条约》体系的约束，南极地区禁止军事活动、矿产资源开发等行为，其战略定位主要聚焦在科学研究和生态保护方面。随着全球气候变暖、冰层融化，以及科学技术的迅猛发展和陆地可开采能源的减少，人类活动的范围逐渐延伸到极地这片“新疆域”。如果能进一步发掘极地的经济价值、能源价值、生物价值和军事价值等，其战略意义将愈发凸显。以美国、俄罗斯为代表的极地强国为赢得竞争优势，纷纷在极地开展战略部署，通过加强极地科技创新和强化军事存在等手段，加快抢占极地资源。中国极地科技发展起步较晚，与极地强国之间仍存在较大差距，亟须强化科技创新以加速极地事业的发展。

## 1 国际极地科技竞争优势构建的实践与经验

以美国、俄罗斯为代表的极地强国凭借其在南极、北极地区的地缘优势和科技储备，在极地战略布局、基础研究、技术创新和军事科技等方面积累了较多成功经验。

### 1.1 加强顶层设计，强化极地科技创新战略布局

针对北极地区，2022 年，美国发布新版《北极地区国家战略》，强调要开展大气、海洋、地质和新能源等领域的科学研究，研发极寒条件下的高科技装备，提升在极地区域的遥感监测和通信能力，以实现对极地的实时监测、关键物资的快速投送等战略目标。2020 年，俄罗斯发布《2035 年前俄罗斯联邦北极地区发展和国家安全保障战略》，部署包括实施北极远征考察任务、研发北极材料和技术、深化对北极自然灾害的研究、完善北极科考支撑体系等在内的六大任务[3-4]。2021 年，挪威发布《挪威政府的北

**第一作者简介**：宋明威（1999—），男，在读硕士研究生，主要研究方向为海洋科技创新。
**通信作者简介**：陈诗波（1978—），男，博士，研究员，主要研究方向为海洋科技创新。电子邮箱：chensb@casted.org.cn
**项目来源**：国家社会科学基金重大项目“我国海洋战略科技力量体系化建设研究”（22&ZD152）。
**收稿日期**：2025－05－06

极政策》，将技术发展作为关键目标，强调获取北挪威地区海洋、空间、气候变化及健康等领域数据的重要性。2019 年，加拿大发布《加拿大北极和北方政策框架》，支持开展气候变化、环境监测、航空航海技术等研究[5]。同年德国发布《德国北极政策指南》，强调加强极地气候变化和环境保护研究。

针对南极地区，美国通过“跳高行动”“风车行动”“深冻行动”等南极科学考察和探险活动，不断加强在南极的实质性存在[6]。俄罗斯实施《南极发展战略行动计划》，强调在南极开展磁层、水文、生物、海洋学和气象等领域的研究，为南极科考提供新动力。挪威发布《挪威南极利益与政策》，加强对南极生态系统、冰、海洋和大气等方面的研究。澳大利亚发布《2022 年南极战略和 20 年行动计划》，将南极地区的科学研究、环境治理及资源管理纳入国家整体战略。英国陆续发布《英国南极科学战略》和《面向可持续发展的极地科学（2023—2033）》等文件，提出围绕全球气候变化、南北极环境认知、生物多样性等科学前沿问题，通过尖端研究，以及人工智能和卫星等技术创新，应对极地气候快速变化及其对全球气候的影响（见表 1）。

### 1.2 开展极地基础研究，增强极地认知能力

加强极地基础研究和应用基础研究，是各国认知、保护和利用极地的重要手段。2017 年，美国国家科学基金会（National Science Foundation，NSF）出台极地科技计划，支持极地科学、工程、环境和装备等方面的基础研究；美国国家航空航天局（National Aeronautics and Space Administration，

表 1　2008—2023 年主要国家、地区和组织极地战略和政策

| 国家 | 发布时间 | 政策名称 |
|---|---|---|
| 美国 | 2009 年 1 月 | 《国家安全和国土安全总统指令》 |
| | 2009 年 11 月 | 《海军北极路线图》 |
| | 2011 年 2 月 | 《NOAA 北极远景与战略》 |
| | 2012 年 4 月 | 《2011-2012 年北极研究目标》 |
| | 2013 年 5 月 | 《海岸警卫队北极战略》 |
| | 2013 年 5 月 | 《北极地区国家战略》 |
| | 2013 年 11 月 | 《国防部北极战略》 |
| | 2014 年 2 月 | 《海军北极路线图 2014-2030》 |
| | 2016 年 12 月 | 《国防部北极战略》 |
| | 2019 年 4 月 | 《海岸警卫队北极地区展望》 |
| | 2019 年 6 月 | 《国防部北极战略》 |
| | 2020 年 7 月 | 《空军北极战略》 |
| | 2021 年 1 月 | 《蓝色北极 海军北极战略蓝图》 |
| | 2022 年 10 月 | 《北极地区国家战略》新版 |
| 俄罗斯 | 2008 年 9 月 | 《2020 年前俄联邦北极政策》 |
| | 2013 年 2 月 | 《2020 年前俄联邦北极地区发展与国家安全保障战略》 |
| | 2014 年 4 月 | 《俄罗斯联邦北极地区经济社会发展国家计划》 |
| | 2016 年 8 月 | 《2020 年俄罗斯联邦北极地区发展及国家安全保障战略实施计划》 |
| | 2020 年 8 月 | 《俄罗斯南极发展战略》 |
| | 2020 年 3 月 | 《2035 年前俄联邦北极政策》 |
| | 2020 年 10 月 | 《2035 年前俄联邦北极地区发展和国家安全保障战略》 |
| | 2021 年 7 月 | 《南极发展战略行动计划》 |

续表

| 国家 | 发布时间 | 政策名称 |
|---|---|---|
| 加拿大 | 2009 年 7 月 | 《加拿大北方战略：我们的北方，我们的遗产，我们的未来》 |
| | 2010 年 8 月 | 《加拿大北极外交政策声明》 |
| | 2019 年 11 月 | 《加拿大北极和北方政策框架》 |
| 英国 | 2013 年 10 月 | 《应对变化：英国北极政策》 |
| | 2018 年 4 月 | 《冰川之外：英国北极政策》 |
| | 2018 年 8 月 | 《如履薄冰：英国北极国防》 |
| | 2023 年 2 月 | 《向北看：英国和北极》政策框架 |
| | 2023 年 6 月 | 《面向可持续发展的基地科学（2023—2033）》 |
| 北欧 | 2006 年 12 月 | 《挪威政府高北战略》 |
| | 2009 年 3 月 | 《北极新基石：挪威北极战略下一步行动计划》 |
| | 2010 年 8 月 | 《芬兰北极地区战略》 |
| | 2011 年 3 月 | 《关于冰岛北极政策的议会决议》 |
| | 2011 年 5 月 | 《瑞典北极地区战略》 |
| | 2011 年 8 月 | 《2011-2020 丹麦王国北极战略》 |
| | 2011 年 11 月 | 《高北地区：远景和战略》 |
| | 2013 年 8 月 | 《2013 芬兰北极地区战略》 |
| | 2015 年 6 月 | 《南极发展战略行动计划》 |
| | 2016 年 9 月 | 《芬兰政府关于最新北极战略优先事项的政策》 |
| | 2017 年 7 月 | 《挪威北极战略》 |
| | 2020 年 10 月 | 《瑞典北极地区战略》 |
| | 2020 年 11 月 | 《挪威高北地区白皮书》 |
| | 2021 年 1 月 | 《挪威政府的北极政策》白皮书 |
| 其他国家和组织 | 2008 年 11 月 | 《欧盟与北极地区》 |
| | 2012 年 7 月 | 《发展中的欧盟北极政策：2008 年以来的进展和未来的行动步骤》 |
| | 2013 年 11 月 | 《德国北极政策指南》 |
| | 2013 年 12 月 | 《韩国北极政策》 |
| | 2015 年 5 月 | 《波兰北极政策：关键地区与行动计划》 |
| | 2015 年 10 月 | 《日本北极政策》 |
| | 2015 年 12 月 | 《意大利北极战略》 |
| | 2016 年 4 月 | 《欧盟北极综合政策》 |
| | 2016 年 6 月 | 《北极大挑战，国家路线图》 |
| | 2019 年 8 月 | 《德国北极政策指南》 |
| | 2021 年 12 月 | 《新西兰的南极研究方向和优先事项 2021—2030》 |
| | 2022 年 2 月 | 《2022 年南极战略和 20 年行动计划》 |
| | 2022 年 3 月 | 《印度的北极政策：建立可持续发展伙伴关系》 |

资料来源：根据各国政府官网整理。

NASA）建立国家冰雪数据中心，专门搜集极地观测数据；美国地质调查局（United States Geological Survey，USGS）在地球物理、冰川学及生态学等领域开展深入研究；美国国家海洋和大气管理局（National Oceanic and Atmospheric Administration，NOAA）侧重开展极地气候监测、海冰和冰山分析、海洋生物资源检测等基础研究。美国曾拥有 5 艘极地破冰船，但目前仅剩 2 艘[7]。其在南极地区拥有 6 个科考站、5 个半永久性野外营地和 50 余个营地，每年可容纳和保障 3 500 人次开展科学研究[8]；同时，在北极地区建立了格陵兰气象网络台站、格陵兰环境监测站和格陵兰图勒军事基地等，以执行相关科考计划和任务。俄罗斯自 1956 年苏联时期就开始在南极地区持续开展地质 – 地球物理、海洋微生物等研究，其研发的高纬度导航、通信、雷达、极地监听和防空导弹系统，以及水深测量、重力测量、声学剖面测量和水文测量装备均居世界前列；同时，俄罗斯在南极建设了 5 个常年科考站[9]，是国际上在南极设立科考站最多的国家，拥有 50 余艘破冰船（其中 7 艘为核动力破冰船）[10]，是世界上最大的冰区船队。这样的装备可保障其在北方海航道和其他海上运输通道全年不间断地安全航行。英国拥有 3 艘极地科考船，在极地海洋学、冰川学、生物学和地球物理学等领域具有明显优势。近年来，英国自然环境研究委员会（Natural Environment Research Council，NERC）实施了“不断变化的北冰洋计划（2017—2022 年）”项目，主要研究北极变化对海洋生物和生物地球化学产生的影响。英国南极调查局（British Antarctic Survey，BAS）负责维护和运营 4 个永久科考站[11]，2023 年启动一项为期十年的新科学战略计划，旨在应对南北极地区急速发生的气候变化及这种变化对地球的影响。德国联邦教育与研究部制定了“可持续发展研究”框架计划，重点关注海洋、极地与气候变化、生态系统、自然资源及其与人类活动之间的关系[12]。德国拥有 1 艘现役 PC5 级破冰科考船；此外，另有 1 艘在建的新一代极地破冰科考船“极星 II”号（RV Polarstern II），预计于 2030 年交付使用[13]。加拿大海岸警卫队目前拥有 18 艘不同规模和能力的破冰船，是世界第二大破冰船队[14]。加拿大航天局发起南极测图计划，首次获取了全南极冰盖的高分辨率影像，同时利用搭载声呐设备的无人潜水器绘制了北极高纬度地区冰下海底图。

### 1.3 攻坚极地装备技术，提升北极资源开发能力

近年来，随着北极航道逐渐开通，美国、俄罗斯、北欧等国家和地区加强了对极地装备与关键技术的研发，以全面提升极地调查、通信、破冰航行和资源开发利用能力。例如，美国持续加强对阿拉斯加北坡天然气水合物和关键矿物的研究，不断发展、完善适用于极端寒冷和遥远地区的勘探和开采技术，研制特殊的钻井设备和材料，保证设备能够在低温环境下正常工作。同时，还开发远程监控系统、自动化钻井及数据分析技术，以提高效率，并减轻现场工作人员的负担。俄罗斯将北极作为重要的战略资源基地，大力研发北极油气等矿产资源开发技术，其 100% 的金刚石、锑、磷灰石、稀有金属和稀土，98% 的铂铜，95% 的天然气，90% 的镍和钴，60% 的铜和石油均来自北极[15]。同时，不断强化对现有海洋工程、设备和造船业的改造升级，积极构建地震勘探系统、海底地震观测系统、大型燃气涡轮机组、海上钻井装置等先进技术和装备体系，改造并重新装备大型渔船，服务极地资源开发和渔业捕捞等。挪威与英国地理临近，基础设施便利，且挪威在北极开采石油和天然气方面有 30 年经验和良好的安全记录。因此，英国 55% 的天然气从挪威进口，并支持挪威对北极进行能源开发及基础设施建设[16]。此外，英国德尼西布美信达公司开发了新概念北极抗冰平台，荷兰古斯特公司推出了适应北极严苛气候条件的 NanuqQ5000 型钻井船，韩国研发了磷虾高附加值产品的开发与利用技术等。

### 1.4 大力发展军事科技，强化北极军事存在

北极是俯瞰北半球的战略制高点，部署在北极的洲际弹道导弹可以在最短时间内覆盖美国、欧洲、中国和俄罗斯等国家和地区的战略腹地，具有重要的军事战略意义。当前，美军加强极地军事装备技术研发，已初步形成北极作战体系。一是依托科技实力扩建升级北极军事基地，形成军事力量驻留能力。2023 年 1 月，美国空军首次将可携带核武器的 F–35A 隐形战斗机部署至美国在格陵兰岛的图勒空军基地[17]。二是注重提升高新技术装备极地适应性。2024 年 3 月，美军“太平洋多国联合战备中心”在阿拉斯加州组织了一场以极地作战

为背景的大规模实战演习，对通信设备、车辆和滑雪器材等40余种不同类型的极地装备进行验证。三是加强环境感知能力建设。2022年，美国图勒空军基地接入近地轨道卫星通信网络，其带宽足以支持视频会议，初步具备北极通信、定位和导航能力。俄罗斯发布的《2035年前国家北极基本政策》强调研发和应用关乎国防、公共安全的关键技术，提高俄罗斯北极联合部队、其他部队和军事组织的作战能力，阻止敌国对俄罗斯及其盟国的侵略，完善其在北极地区的空中、水上和水下综合监控系统等[18]。北欧五国毗邻俄罗斯，近年来持续加强北极军事科技力量的投入，以维护自身主权和北极利益。例如，挪威在北极设立永久军事司令部，芬兰空军宣布将首批采购的F–35战机部署至北极圈内，丹麦大规模升级格陵兰岛的军事设施等。

## 2 中国参与极地开发治理的现状、问题及挑战

极地作为战略新疆域，已成为全球治理新焦点、科技竞争新高地、国际贸易新通道和战略资源新基地，对中国的国家安全和长远利益影响巨大。中国于1985年成为《南极条约》的协商国，2013年成为北极理事会正式观察员国，至此确立了中国参与极地全球治理的主体地位[19]。但是由于极地治理国际规则不统一、不完善，以及美国等西方国家的极力阻挠，再加上中国存在参与极地治理的时间较晚、极地基础研究体系薄弱、装备自主可控能力不足等问题，中国有关极地的主张在国际规则形成过程中未得到充分体现[20]。

### 2.1 全球极地治理国际规则不统一、不完善

南极与北极虽同属全球公域，但治理体系存在显著差异。南极主要依托《南极条约》体系（Antarctic Treaty System，ATS）进行治理，该体系虽在冻结各国主权主张方面发挥了关键作用，但在应对生物基因资源商业化等新兴议题时，仍缺乏明确的规制与共识。同时，《关于环境保护的南极条约议定书》仅规定在2048年前禁止矿产资源开发，但未明确解禁后的具体细则，引发潜在的主权与利益争夺。北极则缺乏统一公约，其治理规则分散于《联合国海洋法公约》（United Nations Convention on the Law of the Sea，UNCLOS）、北极理事会宣言及区域性协定中，导致核心议题如航道主权（俄罗斯主张北方海航道为“内水”，而美国主张“国际航道”）和资源开发标准难以达成共识。UNCLOS与《南极条约》等法规在海洋开发法律适用上的冲突，导致主权声索国与其他国家之间的权利主张难以调和。此外，规则制定权被少数极地国家垄断，如北极理事会仅限8个北极国家拥有决策权，非北极国家仅能以观察员身份参与,其利益诉求难以嵌入核心议程，而南极条约体系的“协商国俱乐部”模式也长期排斥发展中国家深度参与。同时，所制定的规则滞后于气候变化与技术进步。如北极冰盖融化导致公海渔业资源北移，但现有国际法未建立公海捕捞配额机制，加剧了过度捕捞风险；深海基因资源开发、北极军事化利用等议题亦缺乏明确约束，各国采取的单边行动进一步削弱了规则的权威性。

### 2.2 西方极地国家排斥中国参与极地事务

随着中国在北极地区存在感的增强和话语权的提升，美国等西方国家以所谓中国作为“非北极国家”、破坏极地环境、打破生态平衡和意图颠覆北极治理规则等为由，极力排斥中国参与极地事务。美国国防部、海岸近卫队和空军等多部门相继发布极地战略，视中国为“北极战略竞争对手”，试图从战略和政策方面牵制中国[21]。在美国的施压下，加拿大、丹麦等北欧国家持续加大对中国在北极投资事务的审查力度，宣扬“国家安全威胁论”，对中国参与北极事务带来不利影响。与此同时，极地强国利用其长期积累的科技成果，在新一轮极地规则制定中占据明显先发优势，主导南极保护区的设置，以及北极环境和北冰洋公海渔业资源管理议程，并试图不断提高其他国家参与极地活动的门槛，以遏制中国等新兴国家参与极地事务。截至2023年末，南极共设有75个特别保护区，其中，美国设立17个，英国、澳大利亚、法国和挪威等单独或牵头设立47个，而中国仅有1个（恩克斯堡岛南极特别保护区），并且是与意大利、韩国联合设立的。对此，迫切需要通过科技创新提升中国的极地话语权和参与度，并对西方国家的排斥行为予以强有力的回击。

### 2.3 中国极地基础研究体系薄弱

中国极地基础研究起步较晚，尽管在海洋生态、地质学等领域取得了一些具有国际影响力的研究成果，但基础研究体系薄弱。在南北极相关论文

发表方面，虽然中国的极地研究论文发表总量位居国际前列，但高影响力成果占比偏低，南极、北极研究论文的高被引论文占主要国家极地高被引相关论文总数的比例均不足 12%，远落后于美国、德国等国家（见表 2 和表 3）；在学科建设方面，中国高校多以地球科学、大气科学等传统学科为主导，而气候变化与人类活动耦合效应、极地微生物资源开发等新兴领域研究框架尚未完善，如北极航道开通对生态系统的长期影响评估，缺乏系统性数据支撑；在极地认知方面，中国传感器测量精度及稳定性不足，自主卫星遥感装备及技术能力欠缺，尚没有稳定的气候预测和预估模型。

**表 2　2014—2024 年南北极相关论文发表情况**

| 国家 | 论文数量 / 篇 | | 占比 /% | | 论文总量 / 篇 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 北极 | 南极 | 北极 | 南极 | |
| 美国 | 11 824 | 5 386 | 26.54 | 38.84 | 17 210 |
| 中国 | 5 624 | 2 552 | 12.62 | 18.40 | 8 176 |
| 加拿大 | 7 307 | 821 | 16.40 | 5.92 | 8 128 |
| 德国 | 4 635 | 2 051 | 10.40 | 14.79 | 6 686 |
| 挪威 | 5 502 | 590 | 12.35 | 4.25 | 6 092 |
| 俄罗斯 | 4 892 | 575 | 10.98 | 4.15 | 5 467 |
| 法国 | 2 311 | 1 432 | 5.19 | 10.33 | 3 743 |
| 丹麦 | 2 464 | 460 | 5.53 | 3.32 | 2 924 |

注：数据来源于 Web of Science 数据库；检索条件为针对北极、南极分别以“Arctic”“Antarctica”为主题进行检索，检索数据时段为 2014 年 1 月 1 日—2024 年 12 月 31 日，数据采集时间为 2025 年 7 月；文献类型为研究论文（article）、学术会议论文（proceeding article）和研究综述（review）；表 3 同。

**表 3　2014—2024 年南北极高被引相关论文发表情况**

| 国家 | 高被引论文数量 / 篇 | | 占比 /% | | 高被引论文总量 / 篇 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 北极 | 南极 | 北极 | 南极 | |
| 美国 | 226 | 105 | 30.13 | 38.18 | 331 |
| 德国 | 119 | 39 | 15.87 | 14.18 | 158 |
| 加拿大 | 100 | 21 | 13.33 | 7.64 | 121 |
| 中国 | 86 | 32 | 11.47 | 11.64 | 118 |
| 法国 | 64 | 34 | 8.53 | 12.36 | 98 |
| 挪威 | 75 | 20 | 10.00 | 7.27 | 95 |
| 丹麦 | 37 | 17 | 4.93 | 6.18 | 54 |
| 俄罗斯 | 43 | 7 | 5.73 | 2.55 | 50 |

### 2.4　中国极地装备与核心技术存在显著短板

近年来，中国的极地装备与技术取得长足进步，但相较于美国、俄罗斯等极地强国而言，在极地装备自主可控、资源开发勘探等方面还存在较大差距，尤其是在关键装备与核心技术方面存在制约性较强的问题，许多关键技术瓶颈亟待突破。例如，在极地海洋装备领域，国产重型破冰船虽实现连续破除 1.5 m 海冰，但与俄罗斯“北极”号核动力破冰船（连续破冰厚度达 3 m）[22] 及国际顶尖的 PC1 级破冰船存在代际差距，且破冰船专用的耐低温钢材、大扭矩推进电机等核心部件仍依赖进口；在北极油气开发所需的极地钻井船、重力式平台等装备的研发和设计方面，中国还基本处于空白状态，装备建造仍以组装为主 [23]；在极地动力装备、通信导航精度和

耐低温高韧性新型材料等核心技术方面，中国与国际先进水平差距明显。整体来看，中国现有极地科技水平还难以支撑国家极地战略的全面实施。

## 3 对中国极地科技发展的启示与建议

经略极地对中国现代化建设和海洋强国建设具有重要现实意义。当前，应学习借鉴欧洲、美国等国家和地区依靠科技创新，掌握极地开发治理主动权的成功经验，加强极地科技战略研究，建立健全与国家需求相适应的极地科技规划体系，提升极地关键技术与科技装备水平，为中国认识、开发、利用极地资源和参与极地治理提供理论和技术支撑。

### 3.1 强化极地科技战略布局与顶层设计

在相关科技管理部门领导下，建立健全极地科技会商机制，通过定期召开跨部门联席会议、重大项目联合评审等方式，加强对极地科技创新资源配置的统筹协调，破除当前存在的部门协作壁垒，形成全国极地科技工作“一盘棋”的高效推进格局。同步成立由两院院士、极地领域资深专家、企业技术骨干及国际知名学者组成的极地科技专家咨询委员会，围绕北极航线开发风险评估、南极生态环境保护、极地装备技术瓶颈突破等重大战略问题开展深度研究，为国家极地战略决策提供建议。研究制定新一轮极地科技专项规划，加强极地科技发展前瞻性、战略性和系统性布局，为中国极地开发利用提供坚实可靠的技术与装备保障。

### 3.2 加强极地基础研究的前瞻性与系统性布局

依托“雪龙”系列破冰船、北极黄河站、南极中山站等科学考察平台，积极开展极地科学考察，加强极地环境与气候变化、地球物理学、极地生态系统和海洋生物资源等前沿探索性基础研究。启动和部署新一轮深海极地重大专项，强化战略导向的应用基础研究，尽快在极地高效到达、资源勘探核心技术攻关及关键装备研发等基础研究方面取得进展，拓展极地环境观测，加快推动极地认识从局部领域向整体系统深化。聚焦环境保护、气候变化和海冰监测等低敏感度领域，通过共建科研平台、共同发起极地大科学计划、联合开展极地科考等方式，进一步深化双边和多边极地国际科技合作，为全球极地治理贡献中国智慧 [24]。

### 3.3 推进极地关键技术与装备研发的协同攻关

极地的极端环境条件对材料的服役性能和装备的适应性提出严苛要求。对此，中国需进一步整合各类战略科技力量，强化极地关键技术与装备协同攻关。集合相关院所、高校科研团队以及龙头企业的优势力量，组建跨学科联合研发小组。在通信导航领域，着力解决极地信号弱、易中断的难题，开发精准可靠的极地专用通信导航系统；在低温材料领域，全力研发耐超低温、高强度且具备良好韧性的新型材料；在绿色能源领域，探索适用于极地的高效能源解决方案，如小型模块化核反应堆、极地风光互补发电系统；在救援设备、破冰抗冰船舶、航空装备、生物矿产资源开发等重点领域，加大研发投入与创新力度，力求实现全方位突破，为极地开发利用提供坚实可靠的技术与装备保障。

### 3.4 完善军民一体化科技创新体系

极地战略价值日益凸显，中国必须凭借强大的军事科技力量，为参与极地竞争提供坚实支撑。应围绕中国军队极地战略目标，加快建设军民一体化战略科技力量体系，军地联合推动极地科创平台建设，实现重大科研平台军民共建共用，促进高水平科研团队跨界融合，实现人才互通。构建军民关键技术与装备协同攻关体系，形成集中优势资源、军地高效协同的攻坚机制，军地联合论证、共同组织实施一批极地重大科技项目。■

参考文献：

[1] United States Geological Survey. Circum-arctic resource appraisal: Estimates of undiscovered oil and gas north of the arctic circle[R/OL]. [2025-05-20]. https://pubs.usgs.gov/fs/2008/3049/fs2008-3049.pdf.

[2] 王诺 , 闫冰 , 吴迪 , 等 . 北极通航背景下中欧海运航线的时空格局 [J]. 经济地理 , 2017, 37(12): 9-16.

[3] 李源 . 未来北极航运模式探讨 [J]. 船舶 , 2023, 34(1): 7-11.

[4] 孙天宇 . 北极地区安全化与“ 环北极超级复合体 ” 研究 [D]. 长春 : 吉林大学 , 2020.

[5] 孙凯 , 王晨光 . 中国参与北极事务的战略选择 : 基于战略管理的 SWOT 分析视角 [J]. 国际论坛 , 2014, 16(3): 49-55, 81.

[6] 蔡榕 , 孙建颖 . 中国高空气球极地科学探测的初步构想 [J]. 科学通报 , 2020, 65(32): 3510-3519.

[7] 美国国会研究服务局 . 海岸警卫队极地安全巡逻艇 (PSC) 和北极安全巡逻艇 (ASC) 破冰船计划 : 国会的背景和问题 [R/OL]. [2025-05-26]. https://www.congress.gov/crs-product/RL34391.

[8] 世政经科技研究院 . 美国南极战略的核心内容 [EB/OL]. [2025-05-20]. https://wpet.org.cn/index.php/2024/04/03/research-24040301/.
[9] 俄罗斯卫星通讯社 . 中国第五个南极科考站建设进入冲刺阶段 [EB/OL]. [2025-05-26]. https://sputniknews.cn/20240116/1056373542.html.
[10] 上海科技情报研究所 . 俄罗斯极地破冰船发展现状 : 核动力破冰船霸主地位难撼动 [EB/OL]. [2025-05-26]. https://www.istis.sh.cn/cms/news/article/76/26321.
[11] 英国南极调查局 . 极地研究站枢纽 [EB/OL]. [2025-05-26]. https://www.bas.ac.uk/polar-operations/polar-science-facilities/station/.
[12] 吴超玉 , 贾小旭 , 王洋 , 等 . 基于文献计量的近 20 年南极研究进展 [J]. 资源科学 , 2022, 44(1): 197-209.
[13] 中国地质调查局广州海洋地质调查局 . 海洋科技动态[EB/OL]. [2025-05-26]. http://www.gmgs.cgs.gov.cn/xsqk_4386/qk/xmgzjz_4331/202502/t20250206_780640.html.
[14] Canadian Coast Guard. Government of Canada announces Polar Icebreakers to enhance Canada's Arctic presence and provide critical services to Canadians [EB/OL]. [2025-05-26]. https://www.canada.ca/en/canadian-coast-guard/news/2021/05/government-of-canada-announces-polar-icebreakers-to-enhance-canadas-arctic-presence-and-provide-critical-services-to-canadians.html.
[15] 万楚蛟 . 当代俄罗斯北极战略 : 开发合作与安全博弈 [J]. 俄罗斯东欧中亚研究 , 2022(2): 110-128, 169.
[16] 谈俊尧 . 英国北极发展政策和启示 [J]. 全球科技经济瞭望 , 2017, 32(11/12): 11-14.
[17] 易鑫磊 . 北极地缘政治反思 : 批判与重构 [J]. 俄罗斯研究 , 2024(5): 136-163.
[18] 成子菱 . 国际公共产品视角下中俄共建 " 冰上丝绸之路 " 的策略分歧 [D]. 上海 : 华东师范大学 , 2023.
[19] 吴刚 . 从 " 雪龙 2" 号研制谈中国极地装备发展 [J]. 船舶工程 , 2021, 43(7): 7-13.
[20] 杨华 . 中国参与极地全球治理的法治构建 [J]. 中国法学 , 2020(6): 205-224.
[21] 张伟鹏 . 中国参与北极治理合作 : 政策优化、实践发展与推进思路 [J]. 世界地理研究 , 2024, 33(10): 58-70.
[22] 张丽娟 , 许文 . 主要国家北极研发政策对比分析 [J]. 全球科技经济瞭望 , 2017, 32(3): 6-13.
[23] 于立伟 , 王俊荣 , 王树青 , 等 . 我国极地装备技术发展战略研究 [J]. 中国工程科学 , 2020, 22(6): 84-93.
[24] 李大海 , 张荧楠 . 冰上丝绸之路海洋科技创新战略研究 [J]. 中国工程科学 , 2019, 21(6): 64-70.

# Experience and Enlightenment in the Construction of Competitive Advantages of International Polar Science and Technology

SONG Mingwei[1], WANG Pingkai[1], LIU Mixue[1], CHEN Shibo[2]

(1. College of Economics and Management, Zhejiang Ocean University, Zhoushan, Zhejiang 316022;
2. China Institute of Science and Technology Development Strategy, Beijing 100038)

**Abstract:** In recent years, with the intensification of global warming, the accelerated melting of ice in the North and South Poles, and the prominent strategic value of the development of Arctic resources and the opening of shipping routes, the polar regions are transforming from a "forbidden zone of high and cold" into a "new arena" for major power competition. This paper summarizes the experiences and practices of major countries in building competitive advantages in polar science and technology, analyzes the current situation, problems and challenges faced by China's polar science and technology development, and proposes that China should strengthen the strategic layout of polar science and technology at present, actively carry out polar basic research, enhance the research and development of key polar technologies and equipment, and accelerate the construction of an integrated military-civilian scientific and technological innovation system in the polar region. Provide strong support for China's in-depth participation in the governance of polar development.

**Keywords:** polar science and technology competition; strategic layout of science and technology; polar development governance