



中国极地研究中心(中国极地研究所)
Polar Research Institute of China

极地科技动态

2024年第4期 / 总第50期

策划与编辑：杨滨 极地科技与国际治理支撑体系研究项目组 审核：业务处



2024年5月28日

01/ 德国破冰船“极星”号从东南极返回

02/ 2022年度在北极运营的船舶类型

03/ 阿根廷和巴西成立南极事务双边委员会

04/ 新评估工具：统一区域海洋评估工具

05/ 南极历史遗址和纪念物

06 世界数据系统批准支持《研究评估宣言》

07/ 澳大利亚南极科学家们参与地球动态大地测量探索者计划

08/ 海冰减少 帝企鹅群繁殖受影响

09/ 德国和新西兰签署协议 开展南极科学研究新合作

10/ 英国南极局荣获全球设施管理卓越奖金奖

11/ 美国顶尖气候科学家对清洁能源地缘政治的深入见解

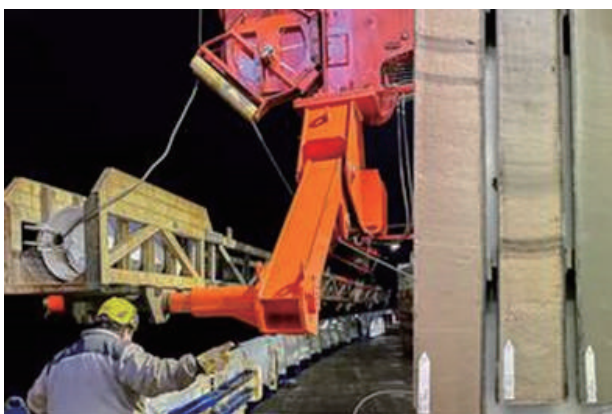
01/德国破冰船“极星”号从东南极返回

经过六个多月的航行，破冰船“极星”号（*Polarstern*）在完成了一次成功的南极考察季后，正在返回其母港不来梅港。这些考察活动主要在南半球进行，并在此过程中专注于东南极的海洋学、地质学研究以及学生培训。“极星”号在 40 多年的服役生涯中首次访问澳大利亚的霍巴特港，并进行了人员更换。



一直以来，科学家都认为东南极的冰盖相对于西南极来说更为稳定。然而，在全球变暖的过程中，不仅海冰覆盖面积在变化，海洋洋流也在变化。要观察到前者很容易，例如通过卫星观测；而要观察到后者，最好的方式就是去到现场测量水体，以及部署浮标或锚定装置。在上一个南极考察季，作为“东南极冰盖的不稳定性（EASI）”系列考察活动的一部分，科学家们利用“极星”号对当前的洋流状况和水团组成进行了详细调查。他们还从海底取样，因为这些沉积岩芯包含了地球历史上洋流流动状况的信息。

“极星”号从东南极的登曼冰川（Denman Glacier）（南纬 66 度，东经 100 度）向北行驶了大约 2000 公里至南纬 45 度。途中，考察队员在每隔约 185 公里（100 海里）处取一次水样，共计取了十次水样，并对海面到海底的海水氧含量、盐度、深度和温度进行了测量。之后，他们还采集了沉积岩芯。“迄今为止，人们从未在印度洋这一部分获得过如此长距离的、涵盖几乎所有南极绕极流气候关键区域的、具有规则性的高分辨率水体和沉积物样品”，来自基尔亥姆霍兹海洋研究中心（GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research, Kiel）的海洋学家，同时也是 EASI-2 考察活动的负责人马库斯·古塔尔（Marcus Gutjahr）博士说到。



沉积岩芯。

照片来源：莱斯特·伦布克-杰恩（Lester Lembke-Jene）

“我们可以从沉积岩芯的分析数据中，描述出过去 80 万年间南极绕极流（Antarctic Circumpolar Current, ACC）在东南极的位置变化”，德国阿尔弗雷德·魏格纳研究所及亥姆霍兹极地与海洋研究中心（AWI）的海洋地质学家，参与考察的共同首席科学家奥利弗·埃斯珀（Oliver Esper）博士补充到。这一点尤为重要，因为南极绕极流的锋面在冷期通常是向北移动，在暖期是向南移动。“我们发现并能够确认，温暖的海水已经到达登曼冰川，正在从下方融化它，这势必会造成全球海平面上升。这与气候模型预测的东南极其他地区在未来几十年全球变暖过程中的情况一致。通过即将进行的沉积物岩芯分析试验，我们可以从中估算出地球

历史上海洋洋流的变化速度。这将使我们能够改进未来海平面上升的预测模型”。

在 EASI-2 考察活动结束以及为“极星”号首次在澳大利亚停靠而举办的庆祝会结束后，由基尔大学（Kiel University）的塞巴斯蒂安·克拉斯特尔（Sebastian Krastel）教授领导的 EASI-3 考察活动也开始了，一行人乘船从霍巴特出发，前往纳米比亚沃尔维斯湾（Walvis Bay）。此次考察更加关注东南极的地质情况：通过地球物理方法研究了古气候条件下的冰川退缩状况。利用沉积层的结构数据，研究人员可以追溯到地球历史的 5000 万年前。此外，由德累斯顿工业大学（TU Dresden）领导的地面团队利用全球导航卫星系统（GNSS）高精度记录了地壳运动，这种运动变化可以理解为是对过去和现在冰川质量发生变化所产生的响应。结合地球物理方法所测量到的数据，这些数据将帮助理解东南极地区地球的变形状况和内部结构。

4 月，“极星”号在西蒙·德鲁特（Simon Dreutter）的领导下通过大西洋返航。在此期间，德国阿尔弗雷德·魏格纳研究所及亥姆霍兹极地与海洋研究中心的小型海底测量团队利用船只自带的测量设备为“世界大洋地势图项目（GEBCO）海底 2030”项目绘制海底地图。2023 年秋季，这些测量活动也成为了专门为极地海洋（POLMAR）研究生院的学生提供实践培训的巡航主题活动，该活动由克劳迪娅·汉弗兰（Claudia Hanfland）博士指导。

“极星”号上的沉积岩芯样品和其他货物将在 5 月 13 日卸载。该船预计于 2024 年 5 月 12 日 17:00 抵达不来梅港，并在接下来的四周在劳埃德（Lloyd）造船厂进行常规维护和修理，然后在 6 月初启程前往北极。

02/2022年度在北极运营的船舶类型



北极理事会北极海洋环境保护工作组发布的一份报告展示了在北极运营的船舶类型。

北极海洋环境保护工作组（PAME）利用其北极船舶交通数据（ASTD）系统发布了其第五份北极航运状况报告。该报告列出了2022年在北极区域（此处指的是《极地规则》中定义的北冰洋区域）运营的船舶数量及其类型。

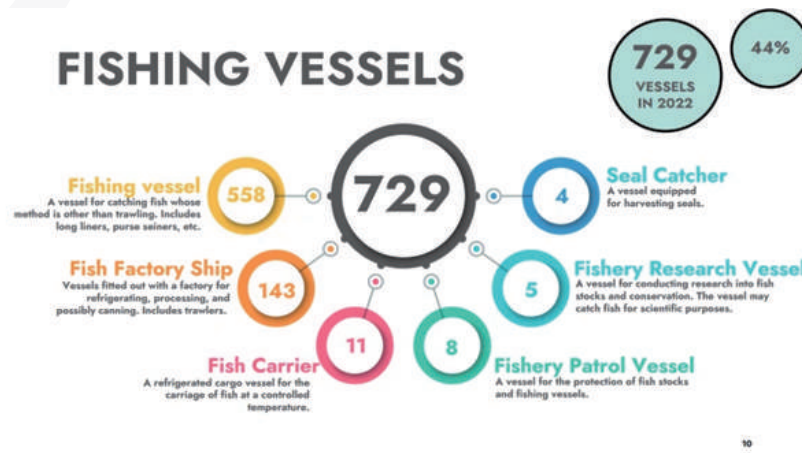
2022年，有超过1660艘“不同船舶”在北极航行。其中，大部分是渔船（占比44%），其次是普通货船（占比11%），其余的是散货船（占比7%）和拖船（占比6%）。



© PAME

北极水域的渔船

2022年，在北极区域运营的渔船共计729艘。其中77%为非拖网渔船，如延绳钓船、围网渔船等。渔业加工船（Fish factory ships）占渔船总数的20%，其中包括拖网渔船和装备有制冷、加工甚至罐装设施的船只。其他较少见的渔船包括运鱼船、渔业巡逻船、渔业研究船和捕海豹船。



© PAME

北极水域的货船

2022年，在北极区域运营的货船共计182艘，其中82%为普通货船，这些船只设有单层或多层甲板，用于运输各类干货，货物通过露天甲板舱口装卸。第二种常见类型是甲板货船（15%），这类船只仅在甲板上运载成组化货物。只有两艘货船被归类为重载船，这类船只能运载重型和/或超大件货物。

北极水域的散货船

散货船在专门指定的舱室中运输货物。全球三大散货包括铁矿石、煤炭和谷物。

2022年，在北极区域运营的散货船共计114艘，其中94%为单甲板货船，设有顶部压载舱，用于运输同质性干散货。有6艘散货船是为替代运输原油而建造的矿石/油船。

游轮和旅游

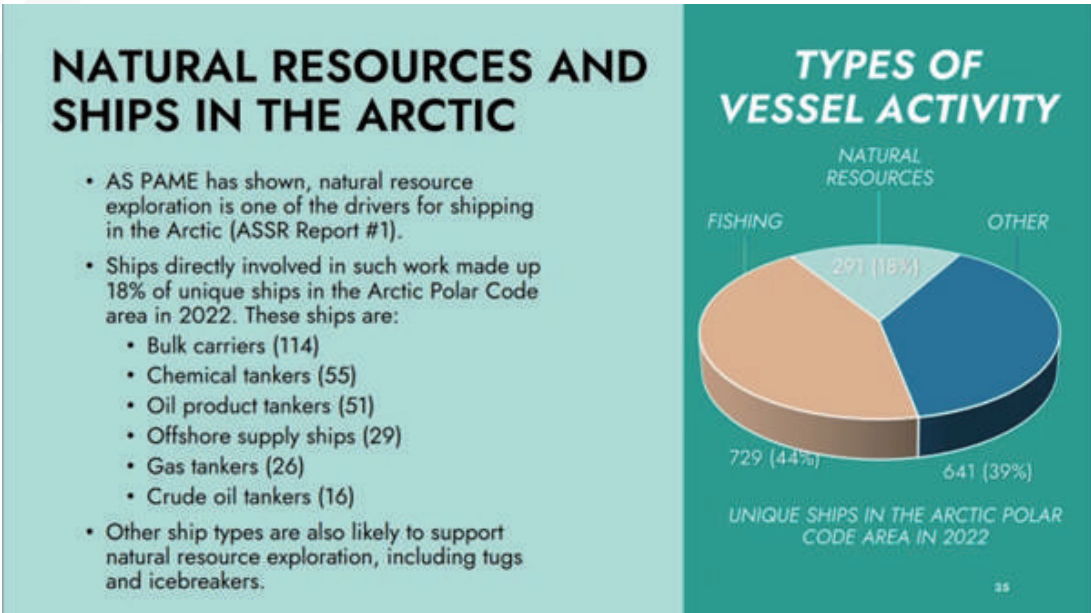
游轮主要用于旅游，通常进行往返航行，在不同港口停靠，乘客可参加岸上游览。游轮每年多次进入北极水域。例如，2022年，有78艘游轮进入北极区域250次。游轮数量占2022年“不同船舶”数量的5%。

北极的自然资源及其航运船只

自然资源勘探是北极航运活动的驱动因素之一。2022年，参与此类工作的船舶占北极区域“不同船舶”数量的18%，包括：

- 散货船，114艘
- 化学品船，55艘
- 油品油轮，51艘
- 近海供应船，29艘
- 气体船，26艘
- 原油船，16艘

其他可能支持北极自然资源勘探工作的船舶类型还包括拖船和破冰船。



© PAME

北极航运数据

随着北极航运的增加，需要更多数据来监测其趋势。收集有关北极航运的数据，包括船舶数量、类型、始发地、目的地、航行距离、一年中的航行时间及相关信息，有助于实现更安全的北极航运。为了应对日渐增长的北极航运活动对于最新、准确和可靠信息的收集与发布需求，北极海洋环境保护工作组开发了北极船舶交通数据系统。该系统收集了大量的历史数据，包括按船舶类型划分的船舶航迹、有关北极60多个港口/社区的船舶数量的信息、船舶排放的详细测量值、船舶的燃油消耗情况以及特定地区(例如专属经济区)的航运活动信息。北极海洋环境保护工作组利用北极船舶交通数据系统的数据进行与北极航运相关的分析和编写报告，包括这份北极航运状况报告及其他四份报告。

03/阿根廷和巴西成立南极事务双边委员会



5月10日（阿根廷时间），阿根廷-巴西南极事务双边委员会（Comisión Binacional Argentina-Brasil sobre Temas Antárticos）首次会议在阿根廷外交部马尔维纳斯群岛、南极、海洋政策及南大西洋事务秘书兼大使保拉·艾里斯·迪基亚罗（Paola Iris Di Chiaro）和巴西外交部多边政治事务秘书、大使卡洛斯·马尔西奥·比卡略·科曾迪（Carlos Márcio Bicalho Cozendey）的带领下举行。

阿根廷-巴西南极事务双边委员会是一个促进两国在南极事务上合作的机制，旨在使合作更加系统化。值得一提的是，两国在这些议题上拥有长久的合作传统并且利益高度一致。

会议期间，双方就即将在印度科钦举行的南极条约协商会议（5月20日至30日）上讨论的一些主要相关要点进行了意见交换，同样，也分析了南极条约体系（AST）其他论坛（例如南极海洋生物资源养护委员会）的重点问题，并审查了两国之间现有的科学与后勤合作情况，旨在巩固和深化这种合作关系。



AMAP



OSPAR
COMMISSION

北极监测和评估计划（AMAP）、赫尔辛基委员会（HELCOM）和《保护东北大西洋海洋环境公约》委员会（OSPAR Commission）已经推出了“统一区域海洋评估工具（HARSAT）”，这是一个创新的开源统计软件包，旨在加强对海洋污染物的监测和评估。

这三个组织负责监测和评估北冰洋、波罗的海和东北大西洋等相邻且局部重叠海域的海洋环境状况。它们都设有专家组，负责对监测数据进行评估，其中许多专家参与了多个组织的工作。这些评估结果为政策相关产品提供了依据，这些产品支持基于科学的决策。

这三个组织在海洋环境监测工作方面有着悠久的合作历史，尤其是在统一监测和数据分析的方法和规程方面，以及在推广共同的数据管理系统方面，包括使用国际海洋勘探理事会（ICES）的共同（专题）数据中心。此外，这种技术协调工作还确保了各组织在其政策沟通渠道中提供的信息具有一致性

2023年，AMAP、HELCOM和OSPAR Commission在ICES及相关专家组的顾问和成员的支持下，开展了一项新的合作，升级了现有的用于统计分析海洋介质中污染物数据的工具。这项工作的成果现以HARSAT新形式发布，这是一个基于R语言的开源统计软件包，已在GitHub上公开提供。目前正在建立一个用户社区来收集反馈，这些反馈将指导该工具未来的应用、开发和维护，进一步促进组织间的合作。

统一区域海域评估工具的开发是AMAP、HELCOM和OSPAR Commission长期合作的一个范例，这种合作使得三个组织的内部可用资源能够以成本效益高、效率高的方式得到应用，使各参与方受益。HARSAT项目获得了北欧部长理事会（Nordic Council of Ministers）和北欧环境金融公司波罗的海行动计划（NEFCO Baltic Sea Action Plan）共同资助的“通过筛查潜在风险来预防污染（PreEMPT）”项目的财务支持。此外，该项目在执行过程中与欧洲联盟“连接欧洲设施”计划（Connecting Europe Facility of the European Union）资助的波罗的海数据流项目（Baltic Data Flows Project）紧密合作，并且通过与国际海洋勘探理事会的长期工作关系获得支持。

05/南极历史遗址和纪念物

自1961年第一届南极条约协商会议（Antarctic Treaty Consultative Meeting）召开以来，南极条约各缔约方已将南极的历史遗址、结构和物品认定为人类文化遗产的一部分。《关于环境保护的南极条约议定书》（*Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty*）规定，具有公认历史价值的南极遗址或纪念物应列为历史遗址和纪念物（Historic Sites and Monuments，简称HSM），“不得损坏、移走或销毁”（附件五第8条规定）。

在巴尔的摩举行的第32届南极条约协商会议和第12届环境保护委员会会议（ATCM XXXII – CEP XII）期间，各缔约方通过了第3号决议（2009）《历史遗址和纪念物指定和保护指南》（*Guidelines for the designation and protection of Historic Sites and Monuments*），该指南对有关指定、保护和保存南极历史遗址、纪念物、文物和其他历史遗迹的问题提供了指导。

所有历史遗址和纪念物的可搜索数据库可从南极条约秘书处（ATS）网站的“历史遗址和纪念物”网页获得。此外，该页面还提供了一个历史遗址和纪念物互动地图的链接。在地图上，每个遗址都以其编号和按类型划分的彩色圆点表示。点击地图上的任一圆点，将弹出一个窗口，显示该历史遗址和纪念物的名称（四种条约语言）、照片（如果有）、位置以及更多详细信息，包括一个指向历史遗址和纪念物数据库的链接。该数据库详细介绍了每个遗址的描述、历史背景、管理工具等信息。



世界数据系统（World Data System，简称WDS）宣布，其科学委员会已批准支持《研究评估宣言》（*Declaration on Research Assessment*，简称DORA），这是一项致力于改善学术研究评估方式的全球倡议。《研究评估宣言》发布于2013年，强调了改善研究评估实践的迫切需要，并批判了目前依赖期刊指标来获取资金的做法。该宣言建议减少对这种基于期刊指标的依赖，转而关注研究本身的质量和价值。

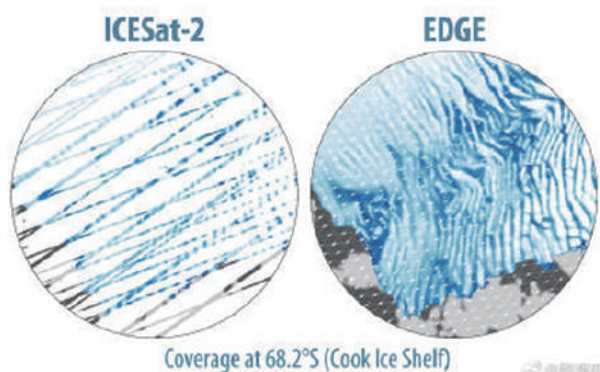
该批准标志着WDS对正确研究实践的持续支持，并与全球众多签署机构和组织共同前行。《研究评估宣言》的建议核心包括：取消基于期刊的衡量标准，按研究本身的价值进行评估，并充分利用在线出版提供的机会。当前，多家研究机构、出版社和研究者正积极倡导这种更为优良的研究评估方法。《研究评估宣言》正顺应潮流，向更先进、更有意义的研究评估方法迈进，所有相关利益相关方均可在此基础上构建和采纳。

《研究评估宣言》已接近获得25000个签名，并得到近200家美国机构的支持。该声明是世界数据系统所做的多项承诺之一，旨在与研究人员、研究机构及数据存储库合作，进一步提升研究与数据的质量。



南极海冰 图片来源：RAPPLS


塔斯马尼亚的两名南极科学家是美国航空航天局（NASA）选定的一个国际团队的成员，该团队将开发一项新的卫星观测任务，用于监测气候和植被变化。澳大利亚南极局的佩特拉·黑尔博士和塔斯马尼亚大学澳大利亚南极计划合作伙伴关系的亚历克斯·弗雷泽博士是加州大学圣迭哥分校斯克里普斯海洋研究所领导的地球动态大地测量探索者（EDGE）计划的合作者。这项任务将会使用高分辨率卫星激光高度计来观测陆地生态系统的三维结构以及冰川、冰盖和海冰的表面地形，它们目前正因人類活动而发生快速变化。



计划中的EDGE卫星与目前的卫星激光测高性能相比，将显著提高海冰数据的分辨率

图片来源：EDGE

弗雷泽博士说，EDGE计划通过卫星测量地球两个重要指标：植被覆盖和冰冻圈（如陆地冰川和海冰）。“来自空间的激光测高已经成为我们了解海冰的关键工具。由于卫星激光测高，我们对单块浮冰的厚度以及海浪在边缘冰区穿过冰层的距离有了更好的了解。”“我们想要建造的下一代卫星仪器将拥有40束激光束，而目前美国某机构ICESat-2上的高度计只有6束。”“我们的EDGE卫星将能够在距地球390公里的轨道上以不到3厘米的精度测量垂直差异。”“对于我们的南极研究工作来说，这将以极高的分辨率提供前所未有的全年海冰厚度和粗糙度信息，”弗雷泽博士说。黑尔博士说，她很高兴得知EDGE飞行任务已经通过了第一道障碍。“两年多来，我们一直在与以美国为主的合作伙伴合作制定这一提案。”“尽管最近在卫星测高方面取得了进展，但它们的稀疏覆盖和低重复率使我们无法测量冰层厚度的短期变化，而这是冰体积动态变化的指标。”“一台具有EDGE性能的仪器将会彻底改变我们对海冰物理的了解，并使我们更好地掌握导致其体积变化的过程。”“随着最近南极夏季和冬季海冰范围的减少，海冰在气候系统中的作用成为人们关注的焦



点，”黑尔博士说。“MASA选择了四项空间飞行任务概念研究提案，作为该机构新的地球系统探索者计划的一部分。”“作为两步选择过程的第一步，每一项提案都将获得500万美元，用于进行为期一年的飞行任务研究，”NASA在一份声明中表示。“在研究期结束后，MASA将选择两项提案进行相应的卫星发射，预计准备就绪日期为2030年和2032年。”“每次选定的调查任务的总成本上限为3.1亿美元，不包括火箭和进入空间的费用，这些费用将由NASA提供。”

08/海冰减少 帝企鹅群繁殖受影响

根据英国南极调查局(BAS)的一项新研究，2023年底南极海冰面积的新低导致了该大陆五分之一的帝企鹅群繁殖失败。66个企鹅群中有14个群数万只企鹅受到了影响。历史上最严重的情况发生在2022年繁殖季，当时对19个企鹅群(近30%)造成了影响。

帝企鹅在固定于陆地的海冰（牢牢地连到海岸上的稳定海冰）上繁殖和养育它们的雏鸟。如果冰层破裂得太早，雏鸟就会在长出其防水羽毛（所谓的刚会飞的幼鸟）之前进入大海。这导致了企鹅群中雏鸟的高死亡率，有时甚至是全部死亡。



帝企鹅在固定于陆地的海冰上繁殖 图片来源：彼得·弗雷特韦尔，BAS

目前的预测模式表明，在温室气体排放继续以目前水平上升的情况下，到本世纪末，帝企鹅的种群数量将减少99%，导致这种有魅力的动物实际上灭绝。这项研究成果发表在《南极科学》期刊上，它使用了哥白尼计划哨兵2号的卫星数据，揭示了早期海冰破裂对企鹅繁殖周期的影响程度。



帝企鹅在所有企鹅物种中是在最南端繁殖的物种，它们在南极大陆周围的海冰上形成大型聚居地

图片来源：彼得·弗雷特韦尔，BAS

该研究的作者、通过空间数据研究野生动物的BAS地理信息高级职员彼得·弗雷特韦尔博士说：“随着这片大陆变暖，我们正看到冰层提前脱离，导致雏鸟死亡率上升。随着许多群落中存活的雏鸟数量减少，久而久之，目前的一些繁殖地很可能会变得无法维持，总体种群数量也会下降。这是我们的模型预测的未来。”

尽管2023年除12月外的所有月份海冰范围都低于2022年，但海冰破裂事件的数量没有2022年大，因此对帝企鹅繁殖成功的不利影响小于预测。在2022年受到严重影响的几个企鹅群也表现出了适应性，一些离开聚居地以发现更稳定的冰层，一些在冰山或冰架上繁殖。

弗雷特韦尔博士说：“事实上，我们在受影响最严重的企鹅群中看到了这些适应，这给了我们一点希望，即鸟类可以对其不断变化的环境做出反应，并搬迁以发现更稳定的冰层。而且总体海冰密集度水平似乎并不总是转化为聚居地的早期沿岸固定海冰的破裂，更微妙的区域性因素如厄尔尼诺和拉尼娜周期的持续存在也起着重要作用。”

哥白尼计划的哨兵2号卫星大约每周经过南极海岸线一次，其档案记录可以追溯到6年前的2018年。它的数据可以免费访问和下载。



2023年9月至12月在克拉克湾的帝企鹅 图片来源: 英国南极调查局

在过去的七年里，南极洲周围所有季节中春季和夏季海冰范围都大幅下降，其中有四次是自2016年以来记载的最低海冰范围最小值。2022年和2023年的夏季海冰范围创造了历史的新低，是有卫星记录（1979年至2023年）以来南极海冰面积首次降至200万平方公里以下。

由Fretwell, P.撰写的《低水平海冰对帝企鹅影响的6年评估》发表在《南极科学》上。

09/德国和新西兰签署协议 开展南极科学研究新合作

新西兰和德国签署了一项新协议，以促进更多的冰上科学合作，这将推动南极科学的发展。

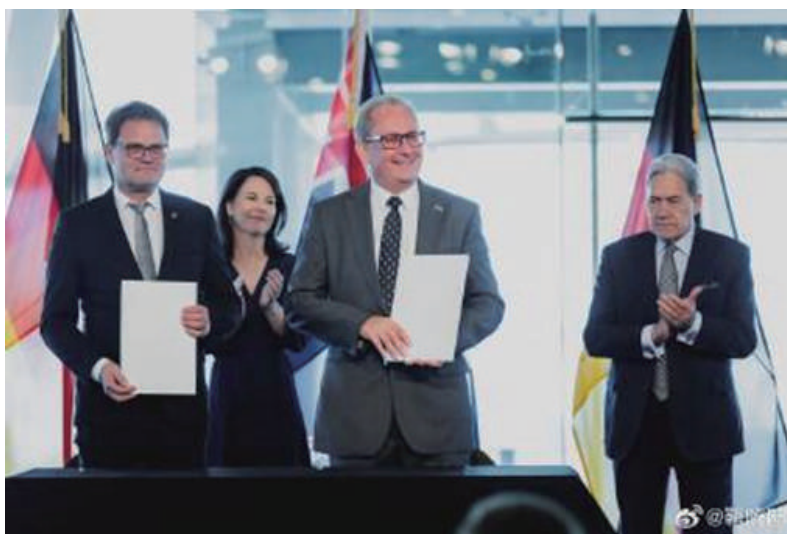
5月4日，新西兰南极局和德国阿尔弗雷德·魏格纳研究所在奥克兰共同签署了《安排备忘录》。外交部长温斯顿·彼得斯和正在新西兰进行正式访问的德国外长安娜莱娜·贝尔伯克见证了这一仪式。“南极洲的地缘战略和科学价值日益增加，这一安排将扩大我们海洋和极地科学研究机构之间的联系，”彼得斯部长说。

这两个机构已经在一些科学协作上进行了合作，这些协作有助于更好地了解南极洲将如何对气候变化作出反应。备受瞩目的SWAIS 2C钻探项目就是其中之一。它旨在揭示罗斯冰架和西南极冰盖对过去变暖的敏感性，以了解它们未来将如何反应。海冰是两个机构最近合作的另一个领域。这项科学包括在飞机下面飞行一个专门的仪器来测量海冰厚度和表面上的积雪，以更好地了解海冰在全球变暖的过程中会如何反应。

新西兰南极局首席科学顾问乔迪·亨德里克斯说，这是一个极好的机会，可以在新西兰（Aotearoa）与其他机构的国际协作基础上进一步发展。“这份备忘录将促进更优秀的科学向前发展，在了解气候变化将如何影响南极洲和地球其他地区方面发挥关键作用。”

未来，包括与德国和其他国际合作伙伴更密切的协作是南极洲国际科学和基础设施同步观测（Antarctica InSync）项目的一部分，这将进一步加深我们对南极洲和南大洋的了解。

该备忘录由阿尔弗雷德·魏格纳研究所马库斯·雷克斯教授和新西兰南极局行政服务总经理彼得·史密斯签署。



签署《安排备忘录》后的阿尔弗雷德·魏格纳研究所马库斯·雷克斯教授和新西兰南极局行政服务总经理彼得·史密斯
图片来源：德国驻惠灵顿大使馆

10/英国南极局荣获全球设施管理卓越奖金奖

英国南极调查局（BAS）“英国南极调查设施和不动产团队”赢得了2024年全球设施管理（FM）卓越奖的金奖。

皮特·史密斯(极地设施临时负责人)和保罗·邓恩(设施负责人)说：“当不动产团队赢得了工作场所和设施管理研究所（IWFM）的2023年度公共部门团队影响力奖时，这是一个非常自豪的日子。然后，我们被IWFM提名参加在世界FM日举行的全球FM奖。获得金奖对英国和极地团队来说都是一项了不起的成就。”



英国南极调查局的不动产团队

全球FM奖的评委指出，这些团队擅长在世界上一些最极端的环境中提供卓越的设施管理，使来自世界各地的科学家能够对极地地区开展研究工作。他们特别赞扬了通过在英国和南极洲安装更多可再生能源系统来减少碳排放的艰难尝试，包括使用太阳能光伏板和积极研究使用风能和空气源热泵。



在外交政策协会（Foreign Policy Association，简称FPA）近期出版的《2024年重大决策》（*Great Decisions 2024*）一书中，包含了一篇由环境记者巴德·沃德（Bud Ward）撰写的专注于“气候技术与竞争”的文章：《全球贸易与绿色能源》（*Global trade and green energy*）。

该协会致力于促进公众对美国外交政策及全球问题的认识、理解及形成知情观点。FPA通过其公正中立的无党派程序和出版物，鼓励公民参与外交政策进程。

几十年来，全球多位顶尖气候科学家不断地发出越来越严峻的警告，指出地球大气的迅速升温可能带来的全球性危险。美国国家科学院（National Academy of Sciences）院士，来自埃文·普赫大学（Evan Pugh University）的理查德·B·艾利（Richard B. Alley）教授和来自杰出大学（Distinguished University）的朗尼·汤普森（Lonnie Thompson）教授就气候科学与政策的交叉问题，特别是在清洁能源地缘政治的背景下，提出了各自深刻独到的见解。

艾利博士强调，科学界对由化石燃料燃烧引起的全球变暖有着明确的认识，这一基础知识源自19世纪。他指出，虽然围绕温室气体排放的具体影响存在一定的科学不确定性，但全球变暖的事实已经确立。艾利进一步强调，化石燃料已深深地根植于我们的社会、经济和政治系统中，这种根植已持续超过一个世纪。他指出，尽管政策讨论中经常提到“科学不确定性”，科学依据本身却是准确和可靠的，为制定有利于经济与环境的可持续能源政策提供了坚实基础。

汤普森博士指出，冰芯和冰川数据明确说明碳基能源的大量使用是推动气候迅速变化的主要驱动力。他强调，向无碳或低碳社会的转型是应对快速全球气候变化的关键挑战。此外，汤普森提到，可再生能源技术的发展受限于对稀土元素的需求，而这些元素主要分布在地缘政治敏感的国家，如中国和俄罗斯。他指出，这种依赖性增加了在追求清洁能源目标时驾驭国际关系的复杂性。面对这些挑战，汤普森呼吁全球合作，制定国际政策，以促进能源的可持续生产和消费。

这两位科学家倡导采用全球协作的方式来缓解气候变化的影响，利用科学知识指导政策制定，并强调在向可持续能源系统转型过程中国际合作的重要性。他们的洞察力还突显了为有效解决全球气候危机必须克服的政治和经济障碍。