



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

2023年第5期 / 总第41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



2023年05月24日

01/ 格陵兰岛最大冰流的融化速度可能比预期的快六倍

02/ 在不断变化的环境中改进北极观测网络：报告摘要

03/ 国际北极科学委员会 2023-2026年战略规划

04/ “努伊娜”号准备好迎接忙碌的一年

05/ 韩国和挪威在北极地质研究上的合作

06/ 科学考察船“努伊娜”号在霍巴特进行海上试航

## 01/格陵兰岛最大冰流的融化速度可能比预期的快六倍

格陵兰岛是地球上除南极洲之外最大的冰原所在地。从地面、空中和太空收集的观测数据显示，这片冰原的东北部分在快速变薄，其对海平面上升的贡献可能比先前预期的要大。



动画 1:

格陵兰岛东北部冰流，从一个横跨格陵兰冰原约 12% 的盆地排出冰，流经两个主要的溢出冰川，流注北大西洋。该视频由丹麦全球研究所（Globe Institute）尼古拉·克罗格·拉森（Nicolaj Krog Larsen）提供。

由相对快速移动的冰组成的“河流”，即冰流，从格陵兰岛内部流向海岸。格陵兰岛东北部的冰流是该岛最大的冰流，从一个横跨冰原约12%的盆地中排出冰。大部分陆地冰最终流经两个主要的溢出冰川，在那里排出冰山并融化到北大西洋。

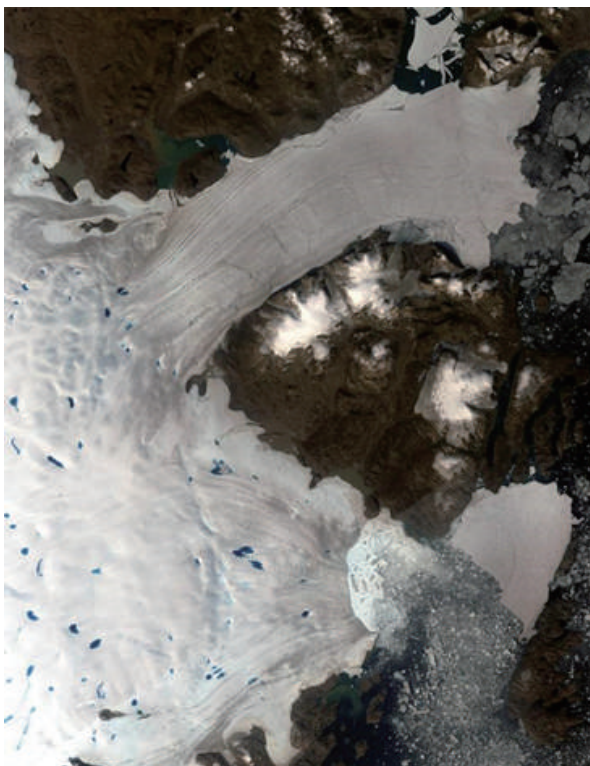


图 1：格陵兰岛东北部的冰流及其两个主要的溢出冰川，扎卡里亚冰川（Zachariae Glacier）（右下）和尼奥加尔夫峡湾冰川（Nioghalvfjerdjorden Glacier）（右上），流入北大西洋（2021 年 8 月的陆地卫星照片）。照片由马里兰大学（University of Maryland）的克里斯托弗·舒曼（Christopher Shuman）提供。

在过去的二十年里，扎卡里亚冰川的末端已经退缩了近30公里，由于温暖海水的侵入，扎卡里亚冰川失去了其浮动延伸部分。我们已经观察到这次退缩后，冰层明显变薄，冰流加速，但是尚不清楚冰舌的退缩会对上游冰原造成多大的影响。卫星测量数据中的噪音过大，无法用来检测可能出现的进一步向内陆蔓延的变薄或加速现象。来自丹麦技术大学（Technical University of Denmark）的一个科学家团队进入现场，在冰面上安装了几个全球定位系统（GPS）站点，这些站点可以非常准确、高精度地测量冰原的水平 and 垂直运动。令我们惊讶的是，我们发现在内陆深处长达200公里区域的冰层正在变薄，而这种变薄是冰川沿海岸退缩的直接结果。

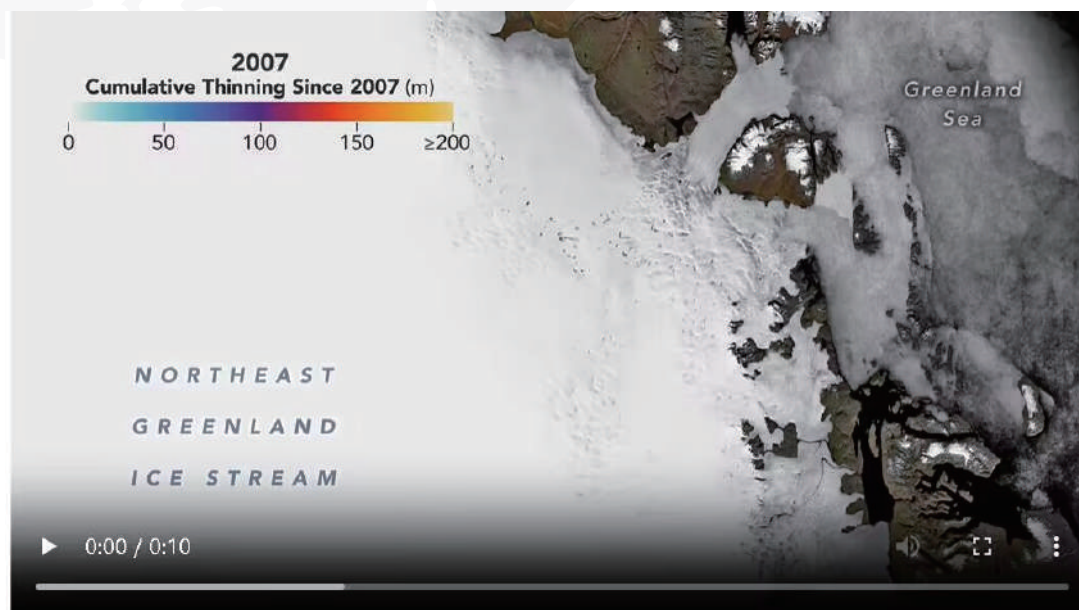


图 2：丹麦技术大学的科研人员们降落在冰原上安装全球定位系统站点，这些站点能够非常准确和高精度地测量冰原的冰流水平和垂直运动。图片由丹麦技术大学空间系的什法卡特·阿巴斯·汗提供。



这只是这个故事的开始。格陵兰东北部冰流的这种反应在数值模型上并未预见，因此下一步是设法了解为什么冰原对其周边发生的扰动比我们基于数值模拟预期的更敏感。控制冰流速度的一个重要因素是它在基岩上滑动的速度。很难观察到数百至数千米厚的固态冰下发生了什么，所以我们依靠实验室实验来推导出基底阻力和冰速之间的简单关系，称之为“摩擦定律”。多年来已经提出了几种摩擦定律，但是目前还不清楚哪种定律适用于我们的研究领域。我们开发了一个高分辨率的最先进的格陵兰岛东北部冰流数值模型，并使用不同的摩擦定律对过去 15 年的模型进行了运行。我们发现，大部分定律都会导致冰舌附近的冰层加速和变薄，但是更上游的冰层并未受到海岸附近冰川浮动延伸部分崩塌的影响。我们已经没有什么办法了。在一个灵光一现的瞬间，我们决定尝试另一种被称为“塑性定律”的摩擦定律。这种摩擦定律的理念是，基岩对在其上滑动的冰层施加的应力或阻力有一个最大值，这个最大值不能被超过。我们改变了数值模型，采用了这种新型摩擦定律，模型的效果直接达到了预期。该模型显示的冰层变薄和加速的情况，与全球定位系统站点现场测量的结果非常接近。这真的感觉像科学家在他们的职业生涯中经历的那几个“顿悟”时刻之一。

这项研究的最后一步是根据我们知道的塑性摩擦定律适用于这一区域的知识，修正这个区域未来质量损失的预测。这是我们的第三个意外：与依赖传统摩擦定律但没有塑性极限的模型相比，质量损失增加了一倍。由于塑性定律导致冰流变得更薄和加速，我们预期该模型将损失更多质量，并与观测一致，但是两倍的差异非常显著。



动画 2：该动画模拟了自 2007 年至 2100 年格陵兰岛东北部冰流的累积变薄。它基于一个与 2007 年至 2021 年的冰高观测最为吻合的模型。动画由丹麦技术大学的什法卡特·阿巴斯·汗提供。

动画 2 所基于的模型观测数据来自美国宇航局冰桥行动（Operation IceBridge）机载任务、美国宇航局的冰、云和陆地高程卫星 2 号（ICESat-2）以及欧洲航天局（ESA）的“冷卫星”2 号卫星（CryoSat-2）。

总的来说，这项研究非常有趣和深入，因为它结合了实地测量，卫星观测和数值模拟，发现冰原对沿海温暖海水入侵的敏感性远超出我们的预期，这些信息有助于确定冰层在基岩上的滑动方式。这一新知识导致了对该地区未来质量损失的修正评估，这恰好是先前估计的六倍。

更多信息请访问“冰未来 - 研究小组”（Ice Future-Research Group）网站。

## 关于作者



冰川学家马蒂厄·莫里格姆 (Mathieu Morlighem) 是格林纳达特茅斯学院地球科学系的首任埃文斯家族杰出教授，从事气候变化时期的北极工程的地球科学研究。他的研究兴趣主要集中在更好地理解控制格陵兰和南极洲质量平衡的过程，并通过数值模拟减少海平面上升预测的不确定性。他是冰原和海平面系统模型的创始人和核心开发者之一，这是一种新一代、多用途、高并行的有限元框架。



什法卡特·阿巴斯·汗 (Shfaqat Abbas Khan) 是丹麦技术大学国家空间研究所的大地测量学教授。大地测量学是应用数学和地球科学的一个分支，研究测量地球的大小和形状。他的研究兴趣包括：全球定位系统和地壳运动大地测量学、板块构造学、地球表面弹性载荷、冰期后地壳反弹、海平面变化、全球定位系统气象学、空间大地测量参考框架的实现、地球动力学过程的数值模拟、格陵兰岛冰原质量损失、海洋潮汐和大气载荷以及冰川动力学。

## 02/在不断变化的环境中改进北极观测网络：报告摘要

北极地区变暖的速度要比地球上其他地区快得多，这对阿拉斯加的社区和生态系统以及全球气候系统都造成了影响。北极原住民和其他北方地区居民处于气候变化的前沿，所有美国人都受到北极变化的影响，包括天气和气候模式不断变化，食物网被破坏，海平面上升，以及由此对人类健康和生计产生的影响。尽管北极的重要性不言而喻，但它仍然是世界上观测最少的地区之一，目前北极的观测系统不足以充分支持决策。

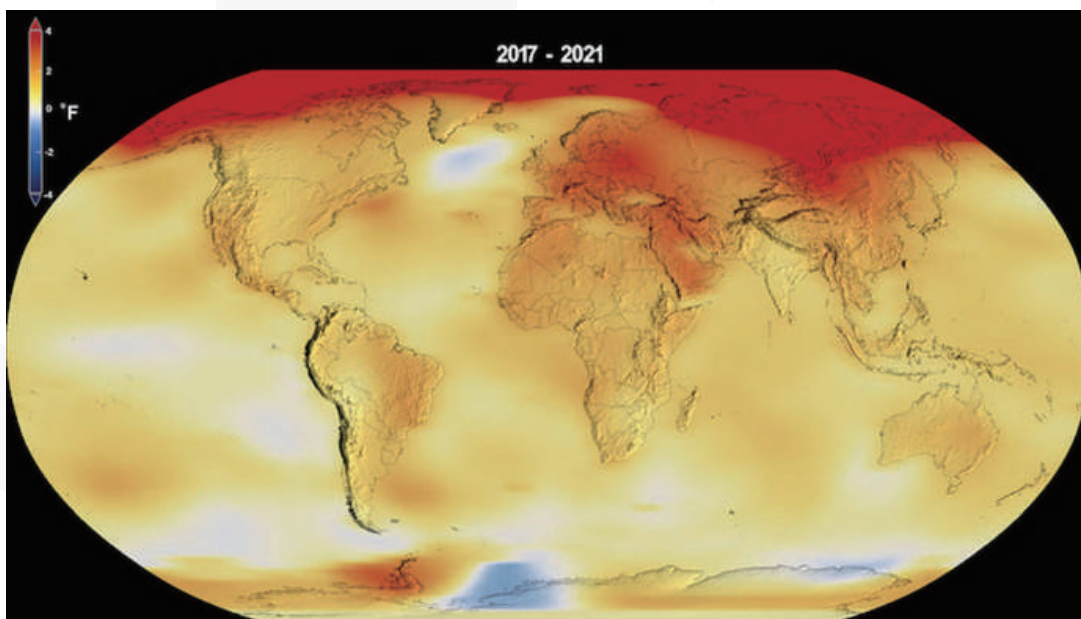


图 1：来自 NASA GISS 分析的 2017–2021 年全球五年平均温度异常值。

北极变暖的速度明显快于地球上的其他地方。图片由美国国家航空航天局（NASA）提供。

美国跨部门北极研究政策委员会（IARPC）和美国北极观测网络（US AON）委员会于 2022 年 12 月 13 日向国会提交了一份报告，描述了建立可持续北极观测网络的必要性。该报告建议重点关注：

1. 支持协调、整合和可持续的重要观测和基础设施发展；
2. 开发一个更有效的数据管理系统，该系统应开放、易查找、可访问并可在各观测系统间使用；
3. 建设北极社区的研究能力，以开展和共享支持当地决策的观测和观测结果，并开发技术填补观测空白及降低在恶劣环境中观测偏远地区的相关成本；以及
4. 填补海洋、海冰、大气和陆地的观测缺位，以及北极社会趋势和建筑基础设施的观测缺位，重点支持围绕气候复原力和国家安全的决策。

持续的北极观测网络必须建立在现有工作基础上，以监测和了解环境变化，并为地方、区域和全球范围的决策者提供信息。可持续的和强化的北极观测能力将为全球模型和预测、国家安全决策、社区复原力、健康和福祉以及经济繁荣提供极其重要的信息。



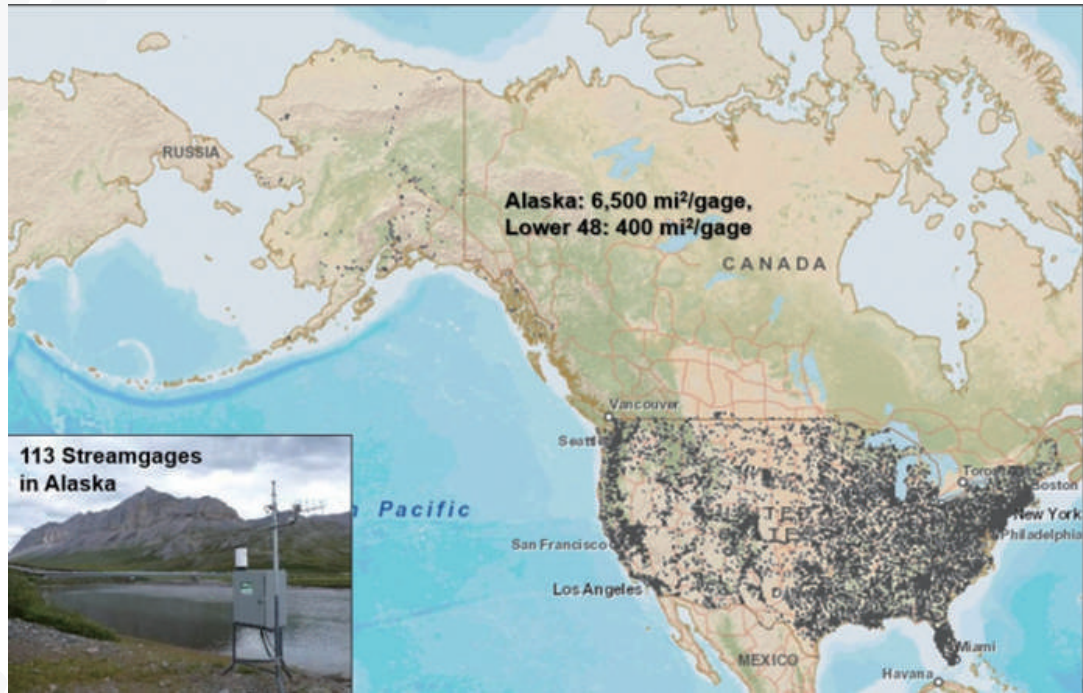


图 2：美国地质调查局（USGS）将北极和阿拉斯加与 48 个低纬度地区进行比较的流速仪覆盖范围图。阿拉斯加的密度只有其他 48 个州的 6%。流速仪收集河流和溪流中的实时水流数据，这些数据为关键的洪水早期预警提供信息。该报告并不表示在阿拉斯加复制流速仪网络；相反，该报告使用地图来展示北极的观测能力和面临的基础设施挑战。图片由美国地质调查局提供。

该报告呼吁制定一项实施计划，概述机构在协调、治理和管理一个可持续的北极观测网络方面的责任。它指出，发展和实施一个可持续的美国北极观测网络应适当地提高原住民社区和原住民知识公平参与其设计和发展的能力。

本文改编自由美国北极观测网络代表美国国家科学技术委员会美国跨部门北极研究政策委员会编写，并于2022年12月提交给国会的报告：《关于建立和维护可持续北极观测网络的必要性》（*On the Need to Establish and Maintain a Sustained Arctic Observing Network*）

## 关于作者



黑泽尔·夏皮罗（Hazel Shapiro）是美国北极观测网络和美国跨部门北极研究政策委员会的项目分析师。她获得达特茅斯学院地球科学学士学位，主要研究阿拉斯加州德纳里（Denali）的区域天气模式，并获得科罗拉多大学博尔德分校的工商管理硕士学位。她曾在环保/非营利部门担任过各种职务，主要侧重于协作项目管理。



桑德拉·斯塔克韦瑟（Sandra Starkweather）是美国北极观测网络的执行主任。她非常希望通过加强从可持续北极观测中受益的所有各方之间的协作，从研究人员到信息和服务终端用户，提高北极研究事业的效力，特别是实地观测研究。斯塔克韦瑟目前正在争取获得科技政策研究证书，以更好地理解 and 评估科学与公众之间的制度层面。





托尔斯滕·马库斯（Thorsten Markus）是位于华盛顿特区的美国航空航天局总部冰冻圈科学项目主管。他的研究重点是开发从空间或空中观测中获取冰冻圈参数的新方法，并致力于在数据分析工作和数据同化方案中使用卫星获取的地球物理参数，以探索冰冻圈过程在极地和全球气候系统中的作用。



奥利维亚·李（Olivia Lee）是北极观测网络极地项目办公室的前项目主管。她的研究重点整合社区观测和海冰的遥感图像，以评估阿拉斯加北部的海象和浮冰海豹栖息地。她还致力于参与式情景项目，旨在扩大我们对影响北极未来的社会经济和生物物理驱动因素的了解，特别是在阿拉斯加沿海地区。她负责“海象的海冰展望”（Sea Ice for Walrus Outlook）和“阿拉斯加北极观测站和知识中心”（Alaska Arctic Observatory and Knowledge Hub），为考虑到阿拉斯加沿海社区利益的沿海观测项目提供支持。



国际北极科学委员会 (IASC) 的核心使命是鼓励并促进整个北极研究界的合作。因此, 在2015年发布了出版物《北极综合研究——未来路线图》(*Integrating Arctic Research - a Roadmap for the Future*), 该出版物是第三届国际北极研究规划会议 (ICARP III) 自下而上进程的成果, 该进程由国际北极科学委员会与多个合作伙伴共同发起, 有来自27个国家的700多名科学家参与。

第四届国际北极研究规划会议 (ICARP IV) 的规划工作已经开始, 该会议将于2025年举行, 其成果将对国际北极科学委员会未来的战略规划产生深远影响。因此, 国际北极科学委员会理事会 (IASC Council) 决定等待第四届国际北极研究规划会议进程的成果, 从而为国际北极科学委员会制定2027年以后的新战略。

**国际北极科学委员会 2023–2026年战略规划**明确了国际北极科学委员会到2026年的优先事项。在接下来的两年中, 国际北极科学委员会将帮助协调并支持第四届国际北极研究规划会议进程。这一重要且备受关注的北极研究界倡议在确定最紧迫的科学优先事项和概述支持解决这些问题的关键伙伴关系方面发挥着关键作用。国际北极科学委员会将利用第四届国际北极研究规划会议进程的信息以及由此产生的最终报告, 为下一份国际北极科学委员会战略规划提供依据。预计2027年将制定一项新的十年计划, 并将计划纳入2032年的审查。国际北极科学委员会为成功地与其他合作伙伴一起大力倡导并创建第五个国际极地年 (2032–33年) 感到自豪。下一个国际极地年是激励北极和全球社区、原住民、研究人员、资助者和传播者创建新倡议以了解和解答北极地区面临的最紧迫挑战及其在全球系统中的作用的机会。国际北极科学委员会将与合作伙伴一道, 共同确保下一个国际极地预测年的规划以包容性的方式实施, 并确保规划阶段与国际极地预测年自身一样受到关注, 以确保这一协调研究活动能够发挥最大化积极影响力。

国际北极科学委员会理事会在奥地利维也纳的会议上批准了国际北极科学委员会的新战略规划。



澳大利亚破冰船“努伊娜”号（RSV *Nuyina*）正准备于5月份前往亚南极岛屿 – 麦夸里岛（Macquarie Island）。

“努伊娜”号将向麦夸里岛研究站（Macquarie Island research station）运送数百吨货物，并运送科研人员前往开展生态、海洋和大气研究工作。

这次航行为将为这次繁忙的南极考察季画上句号，这次考察季是百万年冰芯项目的一个重要里程碑，期间还将在登曼冰川（Denman Glacier）附近建一个深野营地。

#### 母港霍巴特

“努伊娜”号在新加坡完成维护和维修后，将重新投入使用。

这些工作包括对推进系统的维修和改进。

与连接推进轴和离合器的联轴器有关的问题都已被纠正。

维修项目包含在船舶的保修范围内。

确定问题是新船调试过程的一部分，“努伊娜”号现在将为在麦夸里岛进行的复杂作业——通过驳船、工作船和直升机的组合转移数百吨设备做好准备。





“努伊娜”号于4月24日抵达霍巴特；摄影：戴夫·洛马斯（Dave Lomas）

### 科学支持

一旦到达麦夸里岛，“努伊娜”号将成为一个为不同机构的科研人员提供科研支持的浮动平台。代表澳大利亚南极局的科研人员将部署海平面监测设备，以帮助澳大利亚了解海平面变化和应对气候变化。

来自“南极环境未来保护计划”（SAEF）的科研人员将对本土垫状植物进行研究，以更好地为其保护和管理提供信息。

澳大利亚南极科学卓越中心（ACEAS）的一个小组也将获得在海豹身上部署远程遥测技术方面的支持。

### 破冰试航和技术测试

航行到麦夸里岛后，“努伊娜”号将返回澳大利亚，然后再次南下前往恶劣的南大洋环境中。“努伊娜”号将在地球上最具挑战性的条件下进行进一步测试，包括在海冰中进行测试。返回澳大利亚后，将对船上的150个科学系统进行调试。

这将涉及诸如月池、回声探测仪和绞车等方面的使用技术。

### 未来一年

尽管该船仍处于调试和测试阶段，但是在2023/2024夏季考察季计划中，已包含“努伊娜”号多次前往南极为考察站提供补给和开展海洋科学研究等内容。该船此前在南极凯西研究站和戴维斯研究站以及亚南极麦夸里岛研究站执行过任务。

“努伊娜”号是世界上最复杂的科学考察破冰船之一，将在未来30年内为澳大利亚在南极洲和南大洋的利益服务。





(澳大利亚南极局官网 2023年4月)

## 06/韩国和挪威在北极地质研究上的合作



摄影：南升日 (NAM SEUNG-IL)

韩国和挪威，这两个相距遥远的国家在位于斯瓦尔巴群岛的韩国茶山研究所 (Dasan Research Institution) 成立二十年后，仍在一道努力，以揭开这片永久冻土地带的秘密。

“要了解极地区域发生的事情，你需要团队协作才能完成”，特罗姆瑟大学-挪威北极圈大学地球科学系主任、海洋地质学家马蒂亚斯·福维克 (Matthias Forwick) 说道。福维克曾多次搭乘特罗姆瑟大学-挪威北极圈大学的科学考察研究船“赫尔默·汉森”号 (RV *Helmer Hanssen*) 开展北极海洋底层沉积物采样工作。

同行的还有韩国极地研究所 (KOPRI) 北极古海洋学和斯瓦尔巴峡湾研究的首席研究员南升日。南升日和福维克第一次见面在2004年。在过去的20年里，他们为北冰洋的地质研究项目进行了联合考察。2014年，他们还一起前往北极点进行为期70天的考察。

他们正在进行的研究，自2015年以来由韩国科学和信息通信技术部 (Korea's Ministry of Science and ICT) 资助，研究重点是斯瓦尔巴群岛的地质历史以及近期由人类引起的气候变化对该地区造成的影响。“我们进入斯瓦尔巴群岛的峡湾，试图了解过去的气候状况，以及当前的气候变化如何显现在海底沉积物中”，福维克说道。

地质数据让我们窥见了发生在数十亿年前的类似事件，有助于我们深入了解气候变化如何重塑北极，进而重塑整个地球。南升日说：“北极海冰相关的卫星观测数据从1979年才开始有”，“为了解正在发生的气候变化并预测接下来发生的事情，我们需要一个参照物，这就是为什么我们要研究过去”。

20年来，韩国一直在加大对北极地区的研究力度。韩国茶山研究站 (Dasan Research Station) 于2002年在挪威的斯瓦尔巴群岛建立，韩国首艘破冰船“亚伦”号 (*Araon*) 于2009年完工。去年11月，韩国政府宣布了一项促进极地活动的综合计划，其中包括耗资2774亿韩元 (2.195亿美元) 在2026年前建造一艘新一代破冰船。



## 06/科学考察船“努伊娜”号在霍巴特进行海上试航



科学考察船“努伊娜”号（RSV *Nuyina*）4月正在霍巴特的德温特河（River Derwent）进行海上试航，作为与塔斯马尼亚港口（TasPorts）领港员熟悉操作的一部分。

这次海试利用天气条件来测试“风阻”对船舶的影响。

这是“努伊娜”号通过塔斯曼桥（塔斯曼桥）通行至塞尔福斯角（Selfs Point）加油的正式程序中的重要环节。

“努伊娜”号去年获准有条件过桥。

澳大利亚气候变化、能源、环境和水资源部（DCCEEW）仍有信心取得积极成果，其中包括一套在操作上可以接受的桥下通行环境限制。

该船将于5月初离开霍巴特前往麦夸里岛研究站以交付货物和提供科学支持。

