

海洋科技快报

MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY BULLETIN

2023 07期
(总第139期)

本期重点

- AI气象大模型研究现状
- 美国拨款 6000 万美元创建气候复原力加速器计划
- PNAS: 气候变化对极端天气事件的影响
- NC: 大规模环流控制拉布拉多洋流的逆反射
- Nature: 遥感卫星揭示海洋叶绿素中的气候变化趋势
- NVIDIA 助力 Saildrone 引领全自动海洋监测

主办单位
中国科学院南海海洋研究所
中国科学院武汉文献情报中心

目 录

2023 年第 07 期 (总第 139 期)

◆ 专题热点

AI 气象大模型研究现状..... 4

◆ 规划战略

美国拨款 6000 万美元创建气候复原力加速器计划..... 11

英国创新署提供 70 多万英镑资助水下人工智能机器人开发..... 11

法国海军开展无人潜航器系统研究支持“海底战战略” 12

◆ 科技进展

大气与物理海洋..... 13

PNAS: 气候变化对极端天气事件的影响..... 13

Nature Communications: 大规模环流控制拉布拉多洋流的逆反射..... 14

Nature Geoscience: 研究证明全新世期间高纬海洋翻转环流的稳定性..... 15

一种量化洋流空间间歇性的新方法——扩散径向偏移..... 16

气候模型揭示盐度变化影响海洋生物和生态系统..... 17

科学家预测大西洋洋流系统将在本世纪中叶崩溃..... 18

海洋碳汇..... 19

Science Advances: 颗石藻和硅藻对海洋碱度增强具有忍受力..... 19

Nature Geoscience: 冰川退缩期间形成的地下泉水是北极甲烷排放的重要来源
..... 19

岛礁生态系统..... 20

Nature Communications: 石珊瑚组织损失病诱导功能失调共生藻科原位降解
的转录特征..... 20

新兴前沿技术.....	20
-------------	----

Nature: 遥感卫星揭示海洋叶绿素中的气候变化趋势	20
-----------------------------------	----

新研究促进了珊瑚礁大面积成像技术的推广	21
---------------------------	----

新的雷达技术使探测地球上冰盖隐藏特征成为可能	22
------------------------------	----

海洋快讯

我国成立气象导航中心进一步加强海洋气象预报服务能力	22
---------------------------------	----

NVIDIA 助力 Saildrone 引领全自动海洋监测.....	23
------------------------------------	----

新研究提出海洋碳捕获方法	24
--------------------	----

AI 气象大模型研究现状

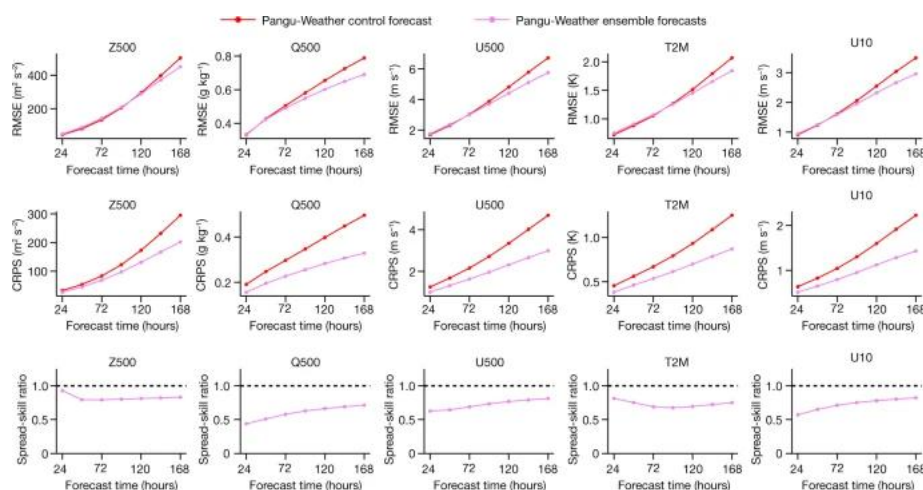
现代数值天气预报（numerical weather prediction, NWP）可以追溯到 1920 年，其基于物理原理，整合了几代气象学者的成果经验，是各国气象部门所采用的主流的天气预报方法。这其中，来自欧洲中期天气预报中心（ECMWF）的高分辨率综合预测系统（IFS）模型，在历年的全球天气预报中表现最佳。

当前，人工智能迎来第 3 次发展浪潮并在多个领域大数据分析中取得巨大成功，为人工智能技术与数值天气预报结合提供了契机。二十年前 Krasnopolsky 和 Fox-Rabinovitz 提出用更快的人工智能模型取代参数化数值模型¹。二十年后，我国华为和清华大学分别利用人工智能模型取代了整个数值天气预报系统，破解了全球天气预报和极端天气预报难题，相关研究成果相继发表在国际著名期刊《Nature》之上。除了这些 AI 气象大模型，在预印本平台多家机构还发布了 AI 气象大模型，如英伟达 FourCastNet、上海人工智能实验室 FengWu、谷歌 GraphCast、复旦大学 FuXi、阿里 SwinVRNN*、微软 DLWP 以及 CNN ECMWF 等。

¹ Krasnopolsky, V. M. & Fox-Rabinovitz, M. S. Neural Networks 19, 122–134 (2006).

(1) Pangu-Weather²

华为发布了一种基于人工智能准确、中期全球天气预报的方法。这种方法证明，配备地球特定先验的三维深度网络可以有效处理天气数据中的复杂模式，并且分层时间聚合策略可以减少中期预测中的累积误差。经过39年的全球数据训练，华为盘古天气大模型与世界上最好的NWP系统（欧洲中期天气中心的业务综合预报系统）相比，对所有测试变量的再分析数据获得了更强的确定性预报结果预测（ECMWF）。盘古气候模型也适用于极端天气预报和集合预报。当用再分析数据初始化时，跟踪热带气旋的精度也高于ECMWF-HRES。



盘古天气集合预报结果

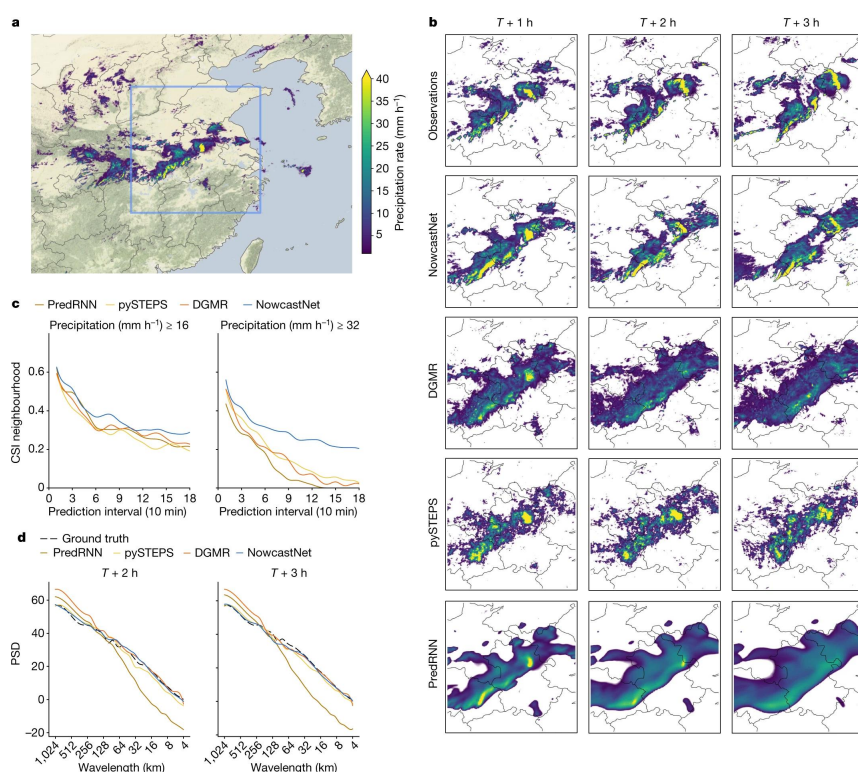
(2) NowcastNet³

清华大学推出了 NowcastNet 气候大模型，是一种针对极端降水的非线性临近预报模型，它将物理演化方案和条件学习方法统一到具有端到端预测误差优化的神经网络框架中。基于美国和中国的雷达观测，NowcastNet 模型在 2,048 公里×2,048 公里的区域内生成了物理上合理的降水临近预报，具有清晰的多尺度模式，提前时间长达 3 小时。在来自全国 62 名专业气象学家的系统评估中，NowcastNet 模型在 71% 的案例中与领先方法相比排名第一。NowcastNet 能够对小到大雨进行熟练的预报，

² Bi, K., Xie, L., Zhang, H., Chen, X., Gu, X. & Tian, Q. Nature 619, 533–538 (2023).

³ Zhang, Y. et al. Nature 19, 526–532 (2023).

特别是对于伴随着平流或对流过程的极端降水事件，而这些以前被认为是难以处理的。



NowcastNet 案例研究：2021 年 5 月 14 日降水事件，中国江淮地区出现多个对流单元和红色暴雨警报

(3) FourCastNet⁴

FourCastNet 是傅里叶预测神经网络的缩写，是一种全球数据驱动的天气预报模型，可以提供准确的短期到中期全球预测。FourCastNet 能够准确预测高分辨率、快速时间尺度的变量，例如表面风速、降水和大气水汽。它对于规划风能资源、预测热带气旋、温带气旋、大气河流等极端天气事件具有重要意义。FourCastNet 与 ECMWF 综合预报系统 (IFS) 相匹配，ECMWF 综合预报系统 (IFS) 是一种最先进的数值天气预报 (NWP) 模型，对于大范围变量的预测周期较短，而对于具有复杂精细变量的变量，FourCastNet 的预测精度优于 IFS。FourCastNet 在不到 2 秒的时间内生成为期一周的预测，比 IFS 快几个数量级。FourCastNet 的速度使得能够创建具有数千个集合成员的快速且廉价的大型集合预测，以改进概率预测。

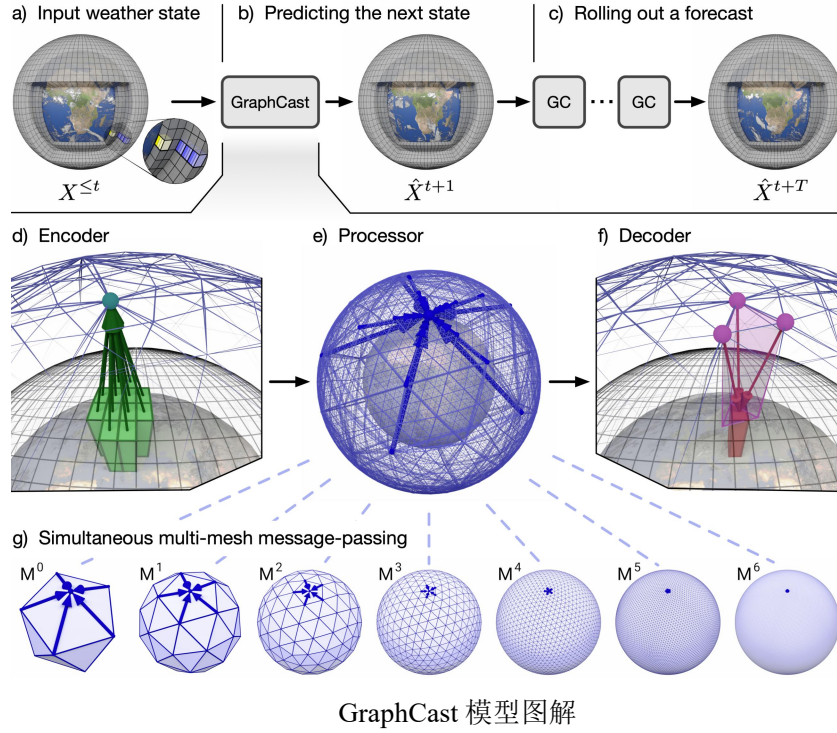
⁴ <https://arxiv.org/abs/2202.11214>

FourCastNet 等数据驱动的深度学习模型如何成为气象工具包的宝贵补充，以帮助和增强 NWP 模型。

(4) GraphCast⁵

GraphCast 是一种基于机器学习 (ML) 的天气模拟器，它比世界上最精确的确定性操作中期天气预报系统以及所有以前的 ML 基线都要好。GraphCast 是一种自回归模型，基于图神经网络和一种新颖的高分辨率多尺度网格表示，对来自欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) ERA5 再分析档案的历史天气数据进行了训练。它可以在 0.25° 的经纬度网格上，每隔 6 小时对 5 个地表变量和 6 个大气变量进行 10 天的预报，每个变量在 37 个垂直压力水平上，大致相当于赤道 25×25 公里的分辨率。结果表明，在评估的 2760 个变量和提前期组合中，GraphCast 比 ECMWF 的确定性业务预测系统 HRES 更准确，准确率为 90.0%。GraphCast 报告的 252 个目标中，有 99.2% 的目标比之前基于 ml 的最准确的天气预报模型表现得更好。GraphCast 可以在 Cloud TPU v4 硬件上在 60 秒内生成 10 天的预测 (35gb 的数据)。与传统的预测方法不同，基于 ml 的预测可以很好地扩展数据:通过对更大、更高质量和更近期的数据进行训练，预测的技能可以得到提高。

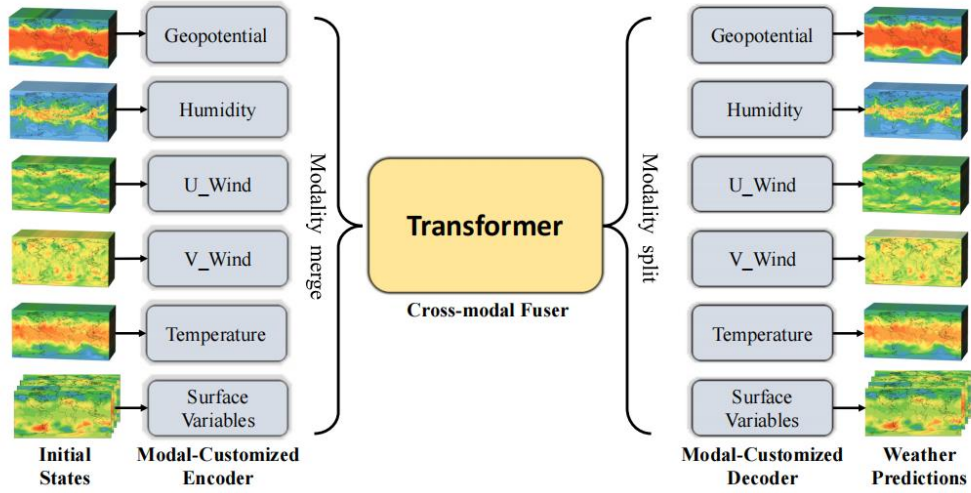
⁵ <https://arxiv.org/pdf/2212.12794.pdf>



(5) FengWu⁶

FengWu 是基于人工智能 (AI) 的数据驱动的全球中期天气预报系统，与现有的数据驱动天气预报方法不同，FengWu 从多模式、多任务的角度解决了中期天气预报问题。具体而言，设计了一种包含特定模型的编码器-解码器和跨模态融合变压器的深度学习体系结构，该体系结构在不确定性损失的监督下学习，以区域自适应的方式平衡不同预测器的优化。此外，还引入了重放缓冲机制来提高中期预测性能。在 ERA5 再分析的基础上，经过 39 年的数据训练，“风武”卫星能够以 0.25° 的经纬度分辨率准确再现 37 个垂直高度的大气动态，并预测未来的陆地和大气状态。基于 ERA5 的 2018 年 6 小时天气预测表明，在 880 个预测中，FengWu 在 80% 的预测上优于 GraphCast，例如，将 10 天领先的全球 z500 预测的均方根误差 (RMSE) 从 733 降低到 $651 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 。此外，在 NVIDIA Tesla A100 硬件上，每次迭代的推理成本仅为 600ms。结果表明，FengWu 可显著提高预报技能，将熟练的全球中期天气预报时间延长至 10.75 天。

⁶ <https://arxiv.org/pdf/2304.02948.pdf>

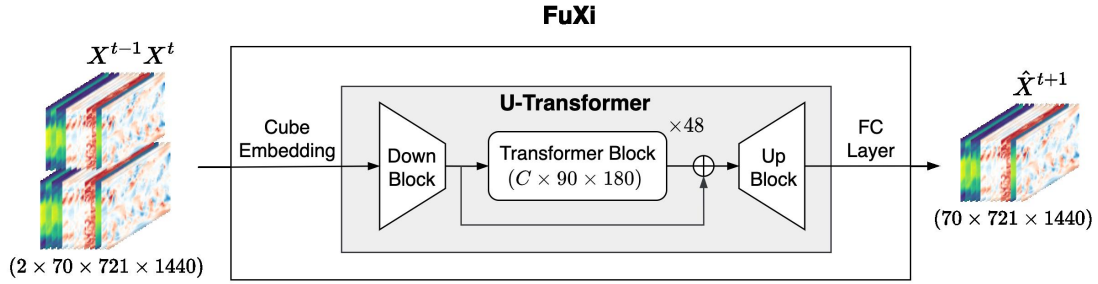


FengWu 模型结构概要图

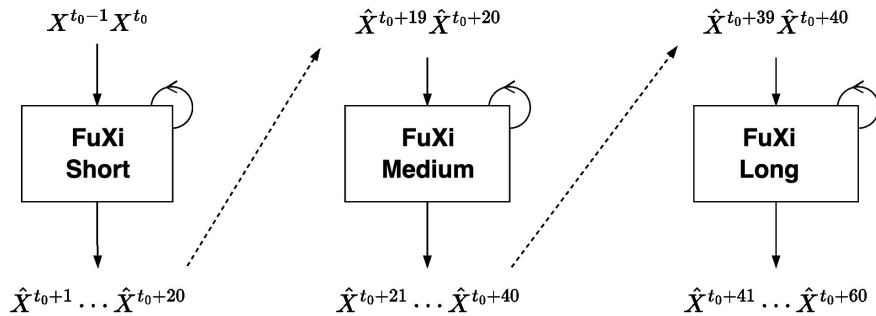
(6) FuXi⁷

FuXi 由复旦大学开发，是一种 15 天全球天气预报系统，时间分辨率为 6 小时，空间分辨率为 0.25° 。FuXi 使用 39 年的 ECMWF ERA5 再分析数据集开发的。基于纬度加权均方根误差 (RMSE) 和异常相关系数 (ACC) 的性能评价表明，FuXi 在 15 天预报中具有与 ECMWF EM 相当的预报性能，使 FuXi 成为第一个实现这一成就的基于 ml 的天气预报系统。

a) The overall architecture of FuXi model



b) Cascade model architecture



⁷ <https://arxiv.org/pdf/2306.12873.pdf>

然而，人工智能在临近预报和全球天气预报方面还存在不确定性。首先，根据用于训练人工智能模型的对少数极端事件记录的持续时间存在采样不足问题，例如一个世纪仅发生几次的“怪物风暴”。其次，天气预报的人工智能模型通常采用对局部准确的误差测量，并在大区域内取平均值进行优化，导致在预测气象特征（例如强风暴、锋面或热带气旋）方面存在问题。再次，当程序在未知条件下运行时，人工智能系统的行为通常是不可预测的⁸。因此，极端天气事件可能会引发高度不稳定的预测。

在技术方面，人工智能天气预报也存在多方面问题。首先，构建预测多个变量（例如盘古天气）的模型时，数值天气预测模型可以内置这些依赖关系，而人工智能模型必须采取额外的预防措施来考虑这些变量之间的依赖性。然后，许多人工智能模型仍然只是概念验证，并不包括预报员所有变量，例如降水类型（例如雨、冰雹或雪）或降水涉及的物理因素⁹。最后，像盘古天气这样的复杂模型需要大量的计算资源，目前只有大公司才有能力开发它们。

未来，人工智能将继续在中长期气象预报领域发挥重要作用。随着数据质量和数量的不断提高，以及模型可解释性的改进，人工智能将为我们提供更准确、可靠的中长期天气预报，为社会稳定和经济发展做出更大的贡献。同时，人工智能的应用也将推动气象科学的发展，推动农业、航空航海导航等领域发展，为更好地理解 and 应对气候变化提供重要的支持和指导。

（熊萍 责编）

⁸ Buiten, M. C. Eur. J. Risk Regul. 10, 41–59 (2019).

⁹ Doswell, C. A. III, Brooks, H. E. & Maddox, R. A. Weather Forecast. 11, 560–581 (1996).

战略规划

美国拨款 6000 万美元创建气候复原力加速器计划

7 月 10 日，美国商务部和美国国家海洋与大气管理局（NOAA）共同启动了“海洋气候复原力加速器”计划，通过拜登总统的“投资美国”（Investing in America）议程，为沿海复原力和美国小企业投资 6000 万美元。该计划将与符合条件的美国组织建立合作伙伴关系，并为其提供资金，以发展企业加速器，支持小型企业吸引资本、建立成熟技术商业模式，以促进气候影响和经济繁荣。主题领域包括：海洋可再生能源；沿海和海洋碳固存监测与核算；海洋灾害缓解和沿海复原力；生态系统服务；其他基于海洋、沿海和五大湖的气候复原力主题领域。

（於维樱 编译；熊萍 审校）

原标题：Biden-Harris Administration announces \$60 million to create a climate resilience accelerator program and support small businesses through Investing in America agenda

链接：

<https://www.noaa.gov/news-release/biden-harris-administration-announces-60-million-to-create-climate-resilience-accelerator-program>

英国创新署提供超过 70 万英镑资助水下人工智能机器人开发

7 月 18 日，英国创新署为英国南安普顿大学提供了超过 70 万英镑的资助，用于研发监测危害海洋环境活动的新型水下人工智能机器人。据悉，该项目代号为 MARLIN，主要由海洋技术供应商 RS Aqua 公司和英国南安普敦大学共同开展。该项目将开发区分环境噪声和异常环境噪声（如海洋哺乳动物）的新型机器学习技术、适合偏远海域的新型实时数据连接技术。项目所开发的新型水下人工智能机器人将能够对海洋环境中所有的动物、人类和环境活动进行远程监测，从而确保海洋哺乳动物（鲸鱼和海豚）在海上风电场建设期间得到更好的保护。此外，新型水下人工智能机器人还将有助于发现非法捕鱼活动，从而更好地保护渔场和海洋保护区。

（熊萍 编译）

原标题：Scientists unveil plans for underwater AI bot that detects illegal fishing

链接：
<https://www.southampton.ac.uk/news/2023/07/scientists-unveil-plans-for-underwater-ai-bot-that-detects-illegal-fishing.page>

法国海军通过无人潜航器系统研究参与“海底战战略”

7月21日，法国海军集团从国防部采购局得到一项合作任务，将在9个月内完成无人潜航器的系统设计，包括开发无人潜航器水下作战系统（情报、监视和侦察），以支持法国“海底战战略”。早在2016年，法国海军集团就开始研发超大型无人潜航器，拟于2023年夏季进行海试进行军方认证。其中，最核心的技术是该集团与法国国家航空航天中心共同研发的“可控自主决策系统”，该系统有望成为法国无人潜航器的控制中心。据悉，法国国防部于2022年年初发布国家“海底战战略”，战略提出在2030年前投入100亿欧元，开发6000米级军用无人潜航器及相关作战技术。此次，法国海军获得的合作任务是“海底战战略”的一部分。

（摘自 全球技术地图）

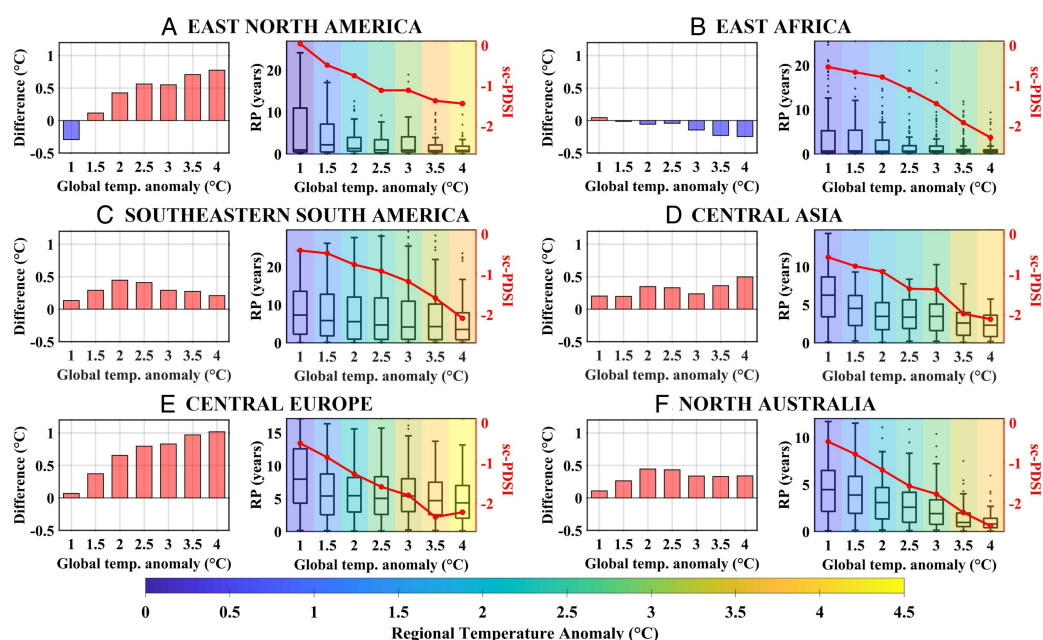
链接：<http://www.globaltechmap.com/document/view?id=36556>

科技进展

大气与物理海洋

PNAS：气候变化对极端天气事件的影响

干旱与热浪复合（CDHW）事件因其对农业、能源、水资源和生态系统的重大影响而受到全球关注。克莱姆森大学结合了全球 26 个气候分区的每周干旱和热浪信息，预测了 2020 年至 2099 年 CDHW 特征，并揭示在东非、北澳大利亚、北美东部、中亚、中欧以及南美洲东南部的频率增幅最大。模型预计南半球 CDHW 发生频率将大幅增加，而北半球 CDHW 严重程度将大幅增加。区域变暖在大多数地区的 CDHW 变化中发挥着重要作用。这些发现对于最大限度地减少极端事件的影响以及制定缓解政策以应对关键区域水资源、能源和粮食安全问题具有重要意义。



全球和区域变暖阈值对 CDHW 事件高端风险的影响：（A - F）柱状图显示了（A）北美东部、（B）东非、（C）南美东南部、（D）中亚、（E）中欧和（F）北澳大利亚不同全球变暖水平下全球和区域平均温度异常的差异。图形代表 CDHW 事件的回归期

全球（x 轴）和区域温度异常（阴影）和 sc-PDSI（干旱强度；右 y 轴）

（熊萍 编译）

原标题：Climate change will accelerate the high-end risk of compound drought and heatwave events

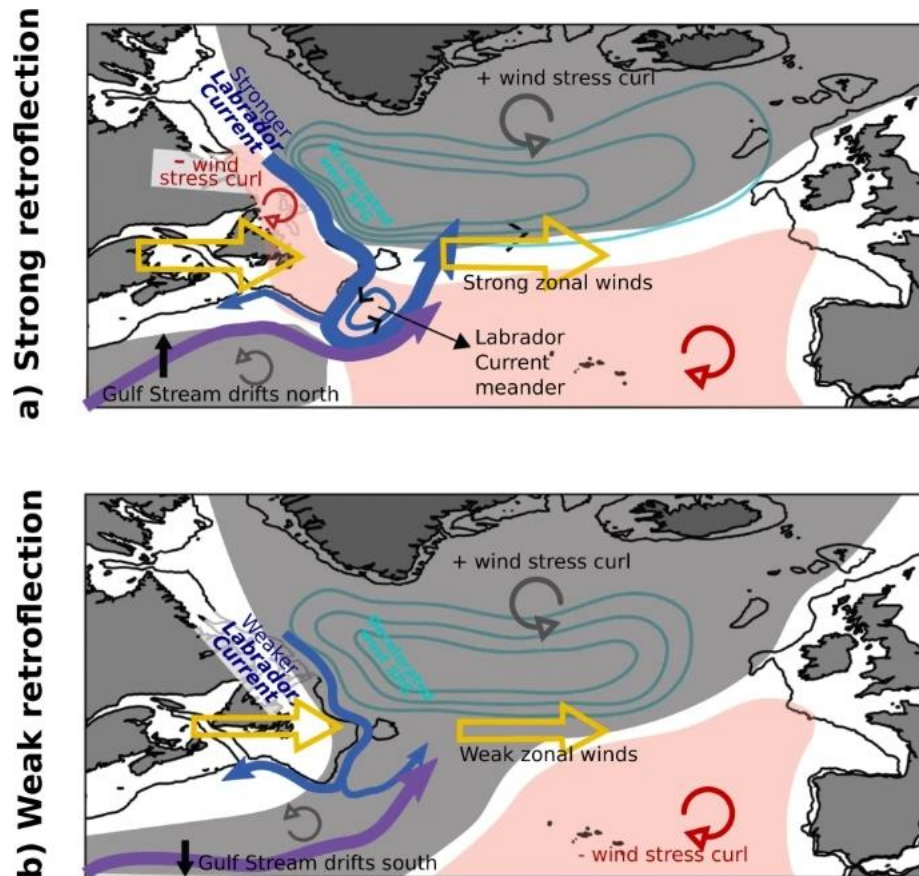
链接：<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2219825120>

Nature Communications：大规模环流控制拉布拉多洋流的逆反射

由于纽芬兰和拉布拉多海岸到新斯科舍省的拉布拉多洋流的变化，导致包括圣劳伦斯湾和河口在内水域氧气水平突发性下降。这种变化对当地海洋生态系统和渔业产生了严重的后果。麦吉尔大学通过拉格朗日虚拟粒子跟踪拉布拉多洋流反射，使用 1993 年 2018 年期间海洋再分析 GLORYS12V1 的速度场来跟踪虚拟粒子，从欧拉角度研究了循环和体积传输以及反射。研究基于虚拟拉格朗日粒子的回射指数，评估了拉布拉多海流回射的驱动因素。

研究表明在墨西哥湾流附近，拉布拉多洋流的强度和西风被发现在回射中发挥关键作用。强逆反射期与北大西洋副极地经向大气压力梯度增加同时发生，导致西部盆地出现更强且向极地移动的风。更强的风将拉布拉多洋流推向大浅滩离岸，直接促进逆反射。流域西部零风应力旋度向极地移动的线收缩了环流的西部部分，加速了拉布拉多洋流，并使墨西哥湾流向北移动，间接促进逆反射。因此，强烈的逆反射和湾流北移之间的关系可能与环流的大规模调整有关。

研究还发现，虽然来自墨西哥湾流的反气旋涡流偶尔会阻挡大浅滩尖端附近的拉布拉多洋流向西传播，但它们并不是发生逆反射的必要条件。有些情况下，反射的海水可能沿着拉布拉多洋流的气旋蜿蜒而行。尽管如此，从 2008 年开始，在墨西哥湾流靠近大浅滩的顶端，通过挤压拉布拉多洋流蜿蜒的逆反射水域而增强了逆反射。



拉布拉多洋流强弱逆反射期间的海洋和大气状态示意图

(熊萍 编译)

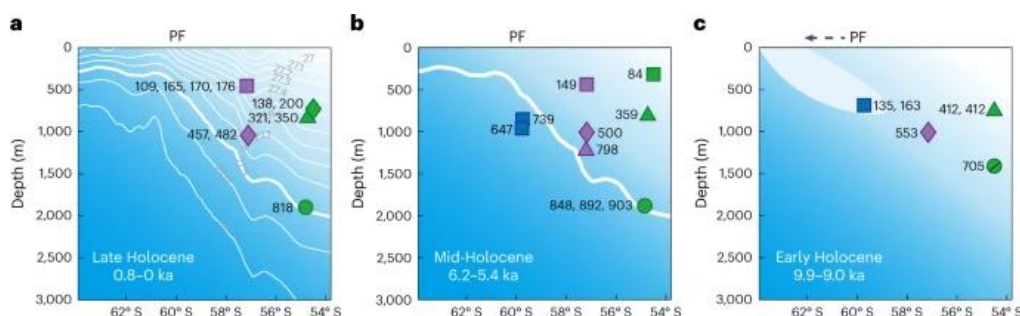
原标题: Large-scale control of the retroflexion of the Labrador Current

链接: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-38321-y#Sec7>

Nature Geoscience: 基于深海珊瑚的研究证明全新世期间高纬海洋翻转环流的稳定性

南京大学开展了高纬深海珊瑚的高精度铀系核素与 C^{14} 分析。深海珊瑚样品来自于南美洲和南极洲之间的德雷克海峡以及冰岛南部的雷基亚内斯海脊, 水深可达 1900 米, 记录了南极绕极深水和北大西洋深水的化学演变。基于 C^{14} 重建的结果表明, 南极绕极深水和北大西洋深水的通风速率在误差范围内保持相对稳定。因此, 在千年尺度上, 极地海洋表层水与深水之间的混合并没有发生显著变化。这进一步说明表层海与深海作用的关键区域, 即北大西洋和南大洋环流并没有驱动全新世大气 CO_2 浓度的

上升。研究进一步提出，全新世海洋和陆地中营养和碳的再分配可能对碳循环变化起主导作用。该研究为深入理解海洋与地球气候系统之间的复杂相互作用提供了新的约束。未来研究需进一步探索全新世生物地球化学循环与物理海洋环流解耦的机制。同时，全面理解海洋和陆地有机碳汇的自然和人为变化也是研究全新世及未来大气碳收支演变的重要环节。



全新世晚期、中期和早期德雷克海峡 t_{proj} 的经向分布

(熊萍 编译)

原标题：Radiocarbon evidence for the stability of polar ocean overturning during the Holocene

链接：<https://www.nature.com/articles/s41561-023-01214-2>

一种量化洋流空间间歇性的新方法——扩散径向偏移

巴塞罗那海洋科学研究所深入探讨了南大西洋的水平扩散过程，开发了一种在区域和全球计算这种扩散的新方法——扩散径向偏移（ROD），能够确定海洋中的水平扩散系数，并估计其空间变化。研究人员分析了2002~2020年间600多个漂流浮标的位移情况，对这些浮标的轨迹进行了数值模拟，并计算了浮标最终位置与数值模拟估计位置之间的距离，从而对该区域存在的水平扩散过程进行量化。研究表明，水平扩散的最大值发生在靠近海洋表面的200米深处，而最小值出现在1400~2000米深处。

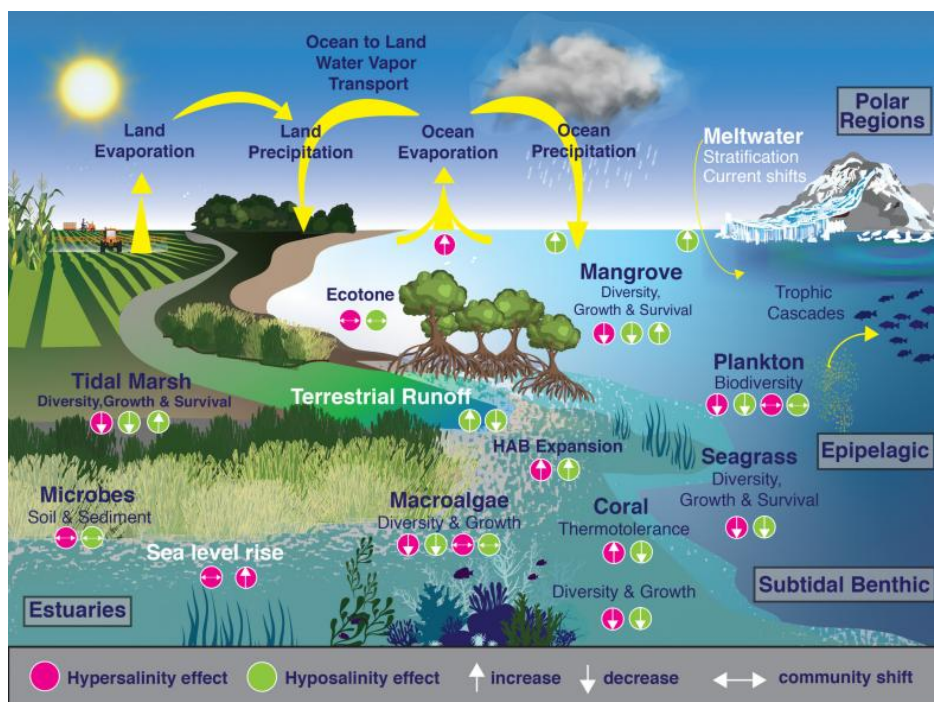
ROD方法易于实现、计算量小，是了解南极锋面等动力区域的扩散和湍流混合过程的有效工具。随着漂流浮标数量的增加以及高分辨率数值模型和再分析产品的不断提高，ROD方法将提供更精确的估计，使科学家能够更好地预测大尺度过程的时间演化，对地球的气候(如全球传送带)有重大影响。

(熊萍 编译)

气候模型揭示盐度变化影响海洋生物和生态系统

气候变化正在从根本上改变全球范围内的海洋和沿海生态系统。尽管科学家正在全面研究海洋变暖和酸化对生态以及生态系统功能和服务的影响,但很少有人关注人类驱动的海洋盐度变化的影响。全球水循环通过降水、蒸发和陆地淡水径流等水通量进行运作。这些变化反过来又通过影响洋流、分层、氧饱和度和海平面上升来调节海洋盐度并塑造海洋和沿海环境。除了对海洋物理过程的直接影响外,盐度变化还影响海洋生物功能,其生态生理后果目前尚不清楚。这是令人惊讶的,因为盐度变化可能会影响多样性、生态系统和栖息地结构丧失以及包括营养级联在内的群落变化。

德国康斯坦茨大学通过气候模型的未来预测(本世纪末盐度变化)表明了导致公海浮游生物群落结构和珊瑚礁群落栖息地适宜性改变的幅度。这种盐度变化还能够影响沿海微生物的多样性和代谢能力,并损害(沿海和公海)浮游植物、大型藻类和海草的光合作用能力,对全球生物地球化学循环产生下游影响。沿海地区动态综合盐度数据的缺乏值得额外关注。这些数据集对于量化基于盐度的生态系统功能关系和预测最终与碳固存、淡水以及全球人口的粮食供应相关的变化至关重要。综合考虑高质量盐度数据与温度、营养物、氧气关键参数的内在关系,对于全面了解人为引起的海洋变化及其对人类健康和全球经济的影响至关重要。



盐度变化及其对生态系统功能影响概述图

(熊萍 编译)

原标题: Human-induced salinity changes impact marine organisms and ecosystems

链接: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.16859>

科学家预测大西洋洋流系统将在本世纪中叶崩溃

哥本哈根大学最新研究表明,人类持续的排放温室气体将导致大西洋环流(AMOC)系统在2060年左右全面停止消失。这项研究对过去150年海洋温度数据进行统计分析,计算发现大西洋经向翻转环流将在2025年至2095年之间全面崩溃的概率为95%。这一事件很可能发生在2057年,届时热带地区将面临高温威胁,北大西洋地区风暴增加。研究结果强调了减少全球温室气体排放量的重要性。

(刘思青 编译;熊萍 审校)

原标题: Gloomy climate calculation: Scientists predict a collapse of the Atlantic ocean current to happen mid-century

链接:

<https://science.ku.dk/english/press/news/2023/gloomy-climate-calculation-scientists-predict-a-collapse-of-the-atlantic-ocean-current-to-happen-mid-century/>

海洋碳汇

Science Advances：颗石藻和硅藻对海洋碱度增强具有忍耐力

海洋碱度增强（OAE）是一种非生物海洋二氧化碳清除（CDR）方法，旨在通过将粉碎的矿物或溶解的碱分散到表层海洋来增加海洋的 CO_2 吸收能力。然而，OAE 对海洋生物群的影响在很大程度上尚未被探索。美国加州大学圣巴巴拉分校研究了中等（ $\sim 700 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ）和高（ $\sim 2700 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ）石灰石碱度添加对两种生物地球化学和生态上重要的浮游植物功能群代表的影响：赫氏圆石藻（碳酸钙生产者）和角毛藻（二氧化硅生产者）。结果表明，石灰石激发的碱度增强对颗石藻和硅藻的生理学和生物地球化学影响不大。研究还强调实验仅考虑了赫氏圆石藻和角毛藻的短期驯化，这种情况也可能在更长的时间尺度上发生。同时，研究还观察到非生物矿物质沉淀从溶液中去除了营养物质和碱度。总而言之，这项研究提供了对 OAE 的生物地球化学和生理反应的评估，并提供了支持继续研究 OAE 如何影响海洋生态系统的必要性证据。

（熊萍 编译）

原标题：Coccolithophores and diatoms resilient to ocean alkalinity enhancement: A glimpse of hope?

链接：<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adg6066>

Nature Geoscience：冰川退缩期间形成的地下水是北极甲烷排放的重要来源

剑桥大学在斯瓦尔巴群岛中部大陆冰川前端发现了 78 条中富含深部甲烷的地下水。实地监测数据表明，2021 年 2 月至 5 月和 2022 年泉水中甲烷含量达到过饱和状态，比大气均衡值高出 60 万倍。空间采样同位素证据表明这些过饱和甲烷来自地球深部热成因。研究估计了整个斯瓦尔巴群岛冰期前地下水的年甲烷排放量高达 2.31 吨。这项研究结果表明，气候驱动的冰川退缩促进了甲烷的广泛释放，这种正反馈循环可能在迅速变暖的北极普遍存在。对海洋终止冰川的进一步调查表明，随着这些冰川转变为完全陆地系统，深部热液泉水将成为北极地区未来的甲烷排放源。

(熊萍 编译)

原标题: Groundwater springs formed during glacial retreat are a large source of methane in the high Arctic

链接: <https://www.nature.com/articles/s41561-023-01210-6>

岛礁生态系统

Nature Communications: 石珊瑚组织损失病诱导功能失调

共生藻科原位降解的转录特征

石珊瑚组织损失病 (SCTLD) 是有记录以来最普遍、最致命的珊瑚疾病之一,影响着超过 22 种造礁珊瑚。为了了解不同珊瑚物种及其藻类共生体 (共生藻科) 对这种疾病的反应,德州大学阿灵顿分校检测了五种珊瑚物种的基因表达谱,结果表明不同物种对 SCTLD 的易感性各不相同。研究人员鉴定了直系同源珊瑚基因,这些基因在表达上表现出与疾病易感性相关的谱系特异性差异,以及所有珊瑚物种中对 SCTLD 感染有差异表达的基因。结果发现: (1) SCTLD 感染诱导了五种珊瑚中参与免疫、细胞凋亡和 ECM 结构的同源和直向基因的表达; (2) SCTLD 易感性的物种水平差异与参与囊泡运输和信号传导的单拷贝直系同源基因的差异表达相关; (3) 受 SCTLD 感染的珊瑚通过原位降解降低内共生体密度, SCTLD 感染导致基因 *rab7* 的表达增加, *rab7* 是功能失调的共生藻科原位降解的既定标志物。

(张灿影 编译;熊萍 审校)

原标题: Stony coral tissue loss disease induces transcriptional signatures of in situ degradation of dysfunctional Symbiodiniaceae

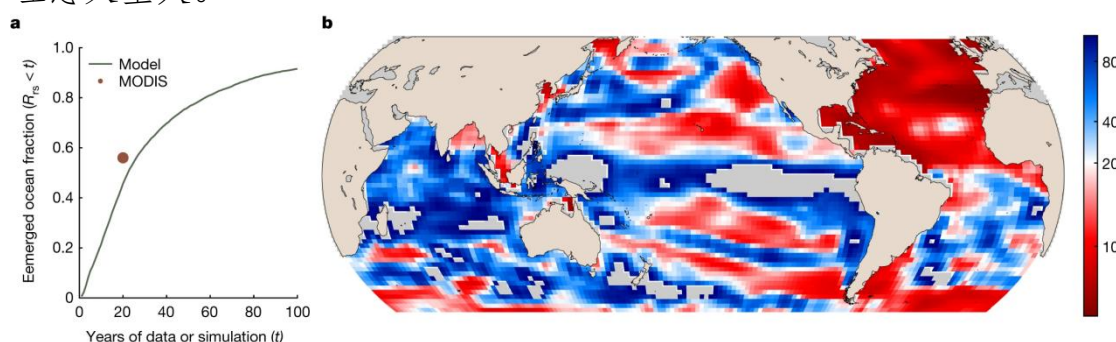
链接: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-38612-4>

新兴前沿技术

Nature: 遥感卫星揭示海洋叶绿素中的气候变化趋势

人们认为,强烈的自然变化掩盖了地球观测卫星观测到的浮游植物种群可能由气候变化驱动的趋势,而这种变化需要至少 30 年的连续数据才能被发现。英国南安普顿国家海洋学中心的研究表明,气候变化趋势在海

洋颜色（遥感反射率， R_{rs} ）中反应更快，因为 R_{rs} 具有较低年际变化的多变量波段。这项研究分析了 Aqua 卫星上的中分辨率成像光谱仪(MODIS) 20 年 R_{rs} 时间序列。在过去的 20 年里， R_{rs} 以及海洋表面生态在大部分海洋中发生了显著变化。 R_{rs} 的变化对浮游生物在海洋生物地球化学循环中的作用以及由此产生的海洋碳储存以及对较高营养层的浮游生物消耗和渔业都有潜在影响。鉴于浮游生物生态系统在海洋食物网、全球生物地球化学循环和碳循环—气候反馈中的关键作用，这项研究对海洋保护和治理意义重大。



模拟的 20 年或更短时间的 R_{rs} ToE 与 20 年观测数据的位置和范围相似，其中信噪比大于 2

（熊萍 编译）

原标题：Global climate-change trends detected in indicators of ocean ecology

链接：<https://www.nature.com/articles/s41586-023-06321-z>

新研究促进了珊瑚礁大面积成像技术的推广

加州大学圣地亚哥分校斯克里普斯海洋研究所利用大面积成像（large-scale image）技术创建水下珊瑚礁 3D 模型。通过在不同时间点创建 3D 模型，科学家可以量化珊瑚礁重要的微小变化。该研究建立了大面积成像的使用方式，克服了更广泛的技术障碍，以确保该技术能在非发达国家顺利推广。

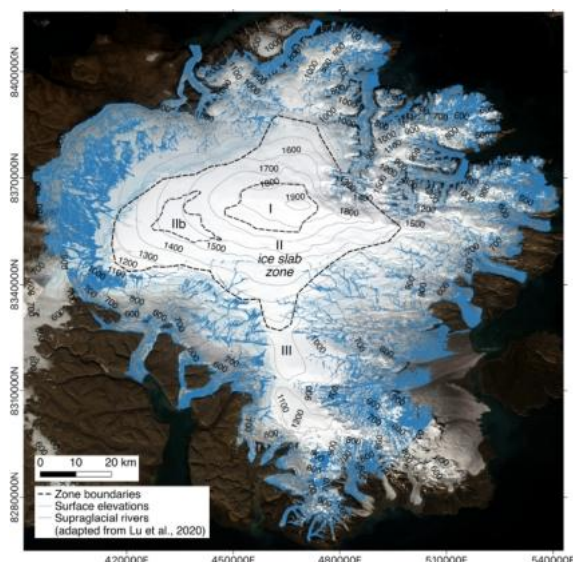
（熊萍 编译）

原标题：EXPANDING ACCESS TO CORAL REEF CONSERVATION TECHNOLOGY

链接：<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2214119120>

新的雷达技术使探测地球上冰盖隐藏特征成为可能

德克萨斯大学地球物理研究所 (UTIG) 开发了一种新的雷达技术, 结合了两种不同的雷达带宽, 并通过寻找差异来提高分辨率, 可以对冰盖上部几英尺内的隐藏特征进行成像。该技术可用于地球冰川融化研究, 以及探测木星卫星木卫二上潜在的宜居环境。为了测试这项新技术, 研究小组在加拿大北极地区的德文冰帽上空进行了雷达探测, 并绘制出了一层靠近地表的板状不透水冰层, 该冰层将冰帽积雪表面的融水重新引向山下的水道。冰板层的发现可以帮助科学家预测冰盖的未来及其对海平面上升的贡献。



德文郡冰盖积雪表面的冰层范围

(熊萍 编译)

原标题: Modulation of xanthophyll cycle impacts biomass productivity in the marine microalga *Nannochloropsis*

链接: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2214119120>

我国成立气象导航中心进一步加强海洋气象预报

服务能力

中国气象局气象导航中心 7 月 20 日在北京成立，气象导航将根据海域航区未来天气、海况条件和船舶性能特征等，为船舶海洋航行提供气象导航服务。目前，气象导航中心“一平台一船端一网站”的全链条远洋气象导航业务服务系统已经运营，未来气象导航中心将进一步加强海洋气象预报服务能力，建立我国远洋气象导航业务体系。据介绍，近年来，气象部门着力构建以风云气象卫星及洋面观测、CMA 全球数值预报为基础，全球智能网格预报为支撑，融合海洋学、航海学以及计算机等多学科的远洋气象导航技术体系，集中攻关船舶智能航行、航行风险评估、船舶失速算法等技术，建设了新一代远洋气象导航系统。截至目前，该导航系统已累计服务船舶近 8000 航次，服务船企超 60 家，平均航线优化率 30%。

（摘自 中国海洋信息网）

链接：<https://www.nmdis.org.cn/c/2023-07-21/79264.shtml>

NVIDIA 助力 Saildrone 引领全自动海洋监测

Saildrone 在自主海洋监测领域“一石激起千层浪”。这家公司利用自主开发的自动无人驾驶水面航行器（USV）搭载了多种传感器，对所采集的数据在边缘的 NVIDIA Jetson 模块进行 AI 处理后，使用 NVIDIA DeepStream 软件开发套件对原型进行智能视频优化。通过使用 NVIDIA JetPack SDK，Saildrone 在 Jetson 平台上获得了完整的硬件加速边缘 AI 开发环境，在该模块上进行机器学习实现了基于图像的航行器探测，以此辅助海上导航。Saildrone 充分利用 NVIDIA DeepStream SDK 开发其视觉 AI 智能应用和服务，可以为用户提供 AI 视频、音频和图像分析，构建传输通道。DeepStream 的处理量提升了 10 倍，应用范围也从边缘扩展到

云端的各个领域，可用于开发能够处理多个视频、图像和音频流的最佳智能视频应用。Saildrone 通过 DeepStream 的图像预处理和模型推理能力，甚至可以在海上利用太阳能和风能实现边缘机器学习。

（熊萍 编译）

原标题：Sailing the Sea of Data: Startup Saildrone Takes on Autonomous Ocean Monitoring

链接：

<https://blogs.nvidia.co.jp/2023/07/28/saildrone-autonomous-oceanic-monitoring-jetson-deepstream/>

新研究提出海洋碳捕获方法

海洋不仅受到气候变化的影响，还可能是逆转气候变化的解决方案之一。直接海洋碳捕获（Direct ocean carbon capture, DOC）是一种新兴的负排放技术，由于其能够避免使用土地，因此相比于其在陆地上的对应技术——直接空气捕获，具有优势。DOC 也可以方便地与海上风能和海上二氧化碳存储装置配套使用。

匹兹堡大学的研究人员开发了 2 种新的海洋碳捕获方法：（1）使用 DOC 微胶囊溶剂为海水中的二氧化碳提供较大的膜表面积，使其流过透气膜，并实现所含溶液的可逆再生；（2）使用中空纤维膜接触器（HFMC）和良性水性碱性二氧化碳溶剂直接捕获海洋二氧化碳。

（王琳 编译；熊萍 审校）

原标题：Using our oceans to fight climate change

链接：<https://news.engineering.pitt.edu/using-our-oceans-to-fight-climate-change/>

版权及合理使用声明

《海洋科技快报》遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法利益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《海洋科技快报》用于任何商业或其他营利性用途。用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布《海洋科技快报》相关专题。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题内容，应与中国科学院武汉文献情报中心和中国科学院南海海洋研究所发送正式需求函，说明其用途，征得同意，并与中国科学院武汉文献情报中心及协办成员单位签订协议。

欢迎对《海洋科技快报》提出意见与建议。

编辑出版：中国科学院武汉文献情报中心
中国科学院南海海洋研究所
联系地址：武汉市武昌区小洪山西 25 号（430071）
负责人：赵晏强、殷建平
联系人：熊萍
电话：027-87197630
电子邮件：marine@mail.whlib.ac.cn