

# 北极气候变化-2021更新

## 关键趋势和影响

决策者摘要

北极监测与评估计划 (AMAP)



ARCTIC COUNCIL


AMAP

# 主要结论

北极环境持续快速变化，与AMAP 2019报告相比，一些气候指标表现出更高的变化速率。




## 1 北极变化的物理驱动因素持续快速变化

 北极地区的一些关键指标如温度、降水、积雪、海冰厚度、海冰覆盖范围和永久冻土消融等，都呈现出快速而大范围的持续性变化。1971–2019年，北极地区（陆地和海洋）年平均表层气温的升幅比同期全球平均表层气温升幅高3倍，这一数值高于之前AMAP评估报告给出的结论。




## 2 北极地区极端事件的发生频率和强度正在发生变化

 北极地区的极端事件正在增加。最新发现指出，海冰迅速减少、格陵兰冰盖消融、野火等极端事件的发生频率及（或）强度均在增加。极端暖事件增多，极端冷事件减少。2000年以来，持续时间超过15天的冷事件在北极地区几乎完全消失。




## 3 气候变化对北极社区产生重要影响

 气候变化正在影响以自给自足为主的北极小社区尤其是土著社区的日常生活和食品安全。北极气候变化也对人身安全和身心健康带来广泛的风险，对基础设施造成破坏，对多方面的经济活动产生影响。北极地区的商业捕鱼、水产养殖、邮轮旅游等活动在增多，这对沿岸社区和脆弱的生态系统具有潜在影响，也催生了对搜索和营救服务的更多需求。



## 4 北极生态系统正经历着快速的、变革性的改变

 冰冻圈的快速变化正对整个北极的生态系统产生影响，包括改变其分布、生产力、季节循环，以及陆地、沿岸、海洋各生态系统中不同物种间的相互作用等。海冰种类、范围和季节差异的变化，陆地和海冰积雪的改变，以及多年海冰和格陵兰冰盖的快速消融，正在引发整个生态系统的根本性变化，进而对碳循环和温室气体产生影响。一些特殊的生态系统，如与多年海冰或有上千年冰龄的冰架相关的生态系统，也因此受到威胁，其中一些甚至正逐渐消亡。

# 新型冠状病毒疫情对北极科考的影响

新冠疫情已经对北极地区的社区产生了严重影响。2021年2月报道新冠疫情共造成北极地区超过400,000人感染和6,600人死亡。新冠疫情暴露并加剧了原本就十分脆弱的群体，对原住民群体更是如此。

新冠疫情已对北极科研造成了严重影响，不仅北极科考航次和其他现场考察工作大量延误、推迟甚至取消，也给后勤工作带来了挑战。疫情对观测和科考带来的影响将引发2020-2021年间观测数据的缺失，这其中包括一些对理解北极气候变化起重要作用的长期数据集的间断。尽管如此，一些研究计划依旧在持续进行，尤其是那些与北方和土著社区共同开展的计划，这也表明此类北极驱动、共同设计、与当地社区充分合作的计划更具有可持续性。

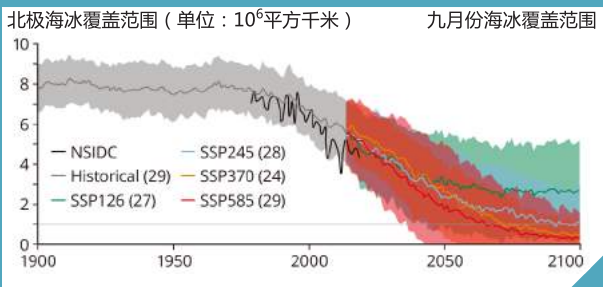
*注：本部分内容来源于最新数据，这些数据并未在技术报告中给出。*



## 5 北极的变化影响全球



北极变化的影响远至北极外的地区。例如，北极变化会引起全球海平面升高，为新航道的开辟和化石燃料的开采带来机遇和挑战，对大气温室气体浓度相关的反馈作用产生潜在影响等。当前研究虽然表明北极变化和中纬度天气系统之间存在关联，但两者的联系复杂，不同研究结果之间仍存在分歧。



## 6 最新的全球气候耦合模式继续预测 北极地区将在本世纪内快速增暖



基于最新一代气候模式的预估(CMIP6)，相对于1985-2014年的平均值，北极地区的年均表层气温将在本世纪末升高3.3-10°C（具体升温幅度取决于不同未来排放情景）。绝大多数CMIP6模式预估显示，在多数排放情景下，2050年之前就会首次出现北极九月份无冰的现象。在全球变暖2°C情景下，北极出现夏季无冰的概率是变暖1.5°C情景下的10倍。

### 标识符号的意义



观测



预估



新发现



更新的结论



知识差距



充实信息

# 背景和范围

气候变化是一个全球性问题，但在北极区域产生着更显著的影响。大量证据表明，北极的原住民群体正遭受气候变化带来的实质性影响。

过去的49年间，北极增暖速度比全球平均高3倍，而造成北极地区海冰、陆冰（冰山和冰盖）、永久冻土、积雪及其他与北极环境相关的物理要素的快速而广泛的变化。这些变化正引发北极更深远的后续效应。

《AMAP北极气候变化-2021更新：关键趋势和影响》报告（以下简称《2021报告》）更新了自《北极地区雪、水、冰和永久冻土》2017评估报告和《北极气候变化2019最新》报告以来，对一些关键问题和变化的新认识。本文是一份供决策者参考的摘要，概述了《2021报告》的关键发现。《2021报告》汇总了对极端事件、北极变化与中纬度天气关联、生态系统与气候的关联（包括影响和反馈过程）、北极气候变化的社会影响等领域的最新发现。此外，《2021报告》基于新一代气候模式和设定的气候变化情景对北极气候变化做出了最新预估，所用到的模式和气候情景请参考政府间气候变化专门委员会第六次评估报告 (IPCC AR6)。

《2021报告》的每一章都由来自相应领域的专家完成，并且都已通过匿名同行评审。报告引文完整，均来自于经过同行评审的科研文献或基于有据可查的观测或模式得到的最新成果。报告中有几个个例是经同行评审过的、源自土著知识以及传统和当地知识的观测、方法以及认知。同时，我们也认识到，对北极变化的整体认知水平的提升需要将更多土著知识纳入到评估过程中来。

## 重要性

气候变化是当今北极环境、经济、社会变迁的主导因素。通过其直接影响，气候变化已超出其他现存的威胁，给北极群体、行业以及生态系统带来新的挑战。


北极变化对全球都有潜在影响。格陵兰冰盖和北极地区其他陆冰的快速消融会引起全球海平面上升，其涨幅甚至超过南极冰盖融化对海平面的贡献。北极生态系统的变化能够对全球气候系统产生反馈作用，虽然这些反馈过程在未来的影响方式及幅度仍待深入研究。北极地区的野火能导致向大气的碳排放。北极气候变化有利于新航道的开辟，提高油气和矿产资源的开采便利性，同时也会给北极捕鱼业带来影响。此类变化会对北极及北极外地区的经济产生影响。气候变化也会对在北极和北极外区域之间迁徙的物种产生影响。




# 北极变化的物理驱动要素正在持续快速变化

气候变化是北极地区当下面临的棘手问题。北极气温增暖速率远高于全球平均增暖速率，降水、海冰、陆冰、永久冻土以及极端事件等的广泛变化正从根本上改变北极的环境。


## 关于关键气候指标的最新发现

 下文关于关键气候指标的新发现覆盖1971年初至2019年末的49年时间（文中另作说明的除外）。之所以将起始时间选定为1971年初，是因为许多关于北极温度及其他指标最可靠的记录，最早只能追溯到这一时间。

### 大气温度

 从1971–2019年，北极年平均近表层气温增加了 $3.1^{\circ}\text{C}$ ，比全球平均增温快3倍，高于上一次AMAP报告给出的量值。这一发现以器测资料为基础，在观测较少的北冰洋区域进行了插值处理。49年时间内大气温度的最大变化发生在十月份至次年五月份的北冰洋地区，平均增温达到 $4.6^{\circ}\text{C}$ 。其中，最大增温发生在巴伦支海北部，温度增幅高达 $10.6^{\circ}\text{C}$ 。

### 降水

 结合观测数据与模拟结果，1971–2019年，北极地区的年度总降水（降雨与降雪之和）增量大于9%。其中，降水增加24%，降雪则未表现出明显趋势。十月至翌年五月冷季的降水增量最大。

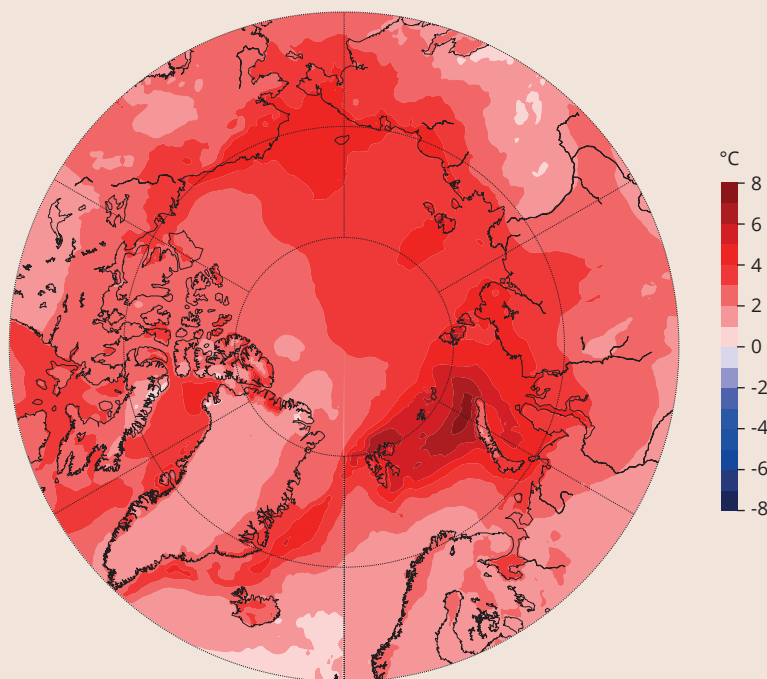


图1. 北极1971-2019年间年均近表层气温变化趋势的空间分布（基于观测和模拟的综合数据）。

### 永久冻土温度

自上世纪70年代以来，北极永久冻土增暖了 $2-3^{\circ}\text{C}$ 。在很多温度较低的永久冻土带，过去20年的增暖速率超过了自1979年以来的任何年份。上世纪90年代以来很多地区的季节性活动层都有加深的迹象；观测表明，整个北极的永久冻土都在发生不同程度的消融。

### 陆地积雪

在1971–2019年，5–6月份的北极积雪范围减少了21%。其中，欧亚大陆的降幅（25%）高于北美洲（17%）。

## 河冰和河水流量

北极的河流在每年晚秋时节结冰，并在翌年早春时开始融化。来自俄罗斯、加拿大和阿拉斯加的数据表明，多数北方河流的冰厚都在变薄，降低了春季冰塞洪峰的风险。在1971–2019年，注入北冰洋的8条主要河流的流量增加了7.8%。

## 海冰

1979–2019年间，北极9月份海冰覆盖范围下降了43%。除白令海外，整个北极的海冰范围和面积在所有月份都在下降。与20世纪80年代、90年代和21世纪初相比，北极海冰变得更薄，冰龄变得更短。在过去30年时间内，北冰洋西部冰上积雪的厚度减小了33%以上。在大西洋扇区，尽管在一些年份观察到了较厚的冰上积雪，但由于数据的缺失，目前还难以得出大西洋扇区冰上积雪厚度变化的科学结论。

## 陆冰

北极的所有地区目前正在遭受陆冰的净流失。近几十年来，一些地区的陆冰流失正在加快（图2）。格陵兰岛是陆冰流失最多的地区，占北极地区陆冰损失总量的51%；而北极地区的陆冰流失也是全球海平面上升的一个主要原因。

## 极端事件的趋势

极端气候和天气事件对生态系统、基础设施和人类均能产生影响。极端事件还可能引发因超出阈值而导致的不可逆转事件出现。如永久冻土的长期缓慢升温会引发极端降水，触发热溶喀斯特侵蚀，进而导致二氧化碳和甲烷释放的可能。

有力证据显示，发生在北极地区的极端暖事件正在增加，极端冷事件正在减少。在1979–2013年，虽然发生于西伯利亚一些地区的冷事件<sup>1</sup>仍有增加，但北极地区的冷事件普遍减少。自2000年以来，北极地区持续15天以上的冷事件几乎完全消失。

目前，关于强降水和内陆洪水增加的证据并不明晰。同样，尽管北极一些地区雪面雨和冻雨事件有所增多，但整个北极的数据有限，尚未有足够资料证实此类事件是否已发生了广泛变化。

北极许多地区的海岸侵蚀正在加速，其中一些地区是地球上侵蚀率最严重的地区。阿拉斯加一些地区每年有长达5米的海岸线正在消失。长期变暖（水温升高、无冰期延长、永久冻土消融）和极端事件（风暴引发的波浪和涌浪）的综合影响引起海岸线侵蚀的持续增加。

累积质量平衡（单位：10<sup>9</sup>吨）

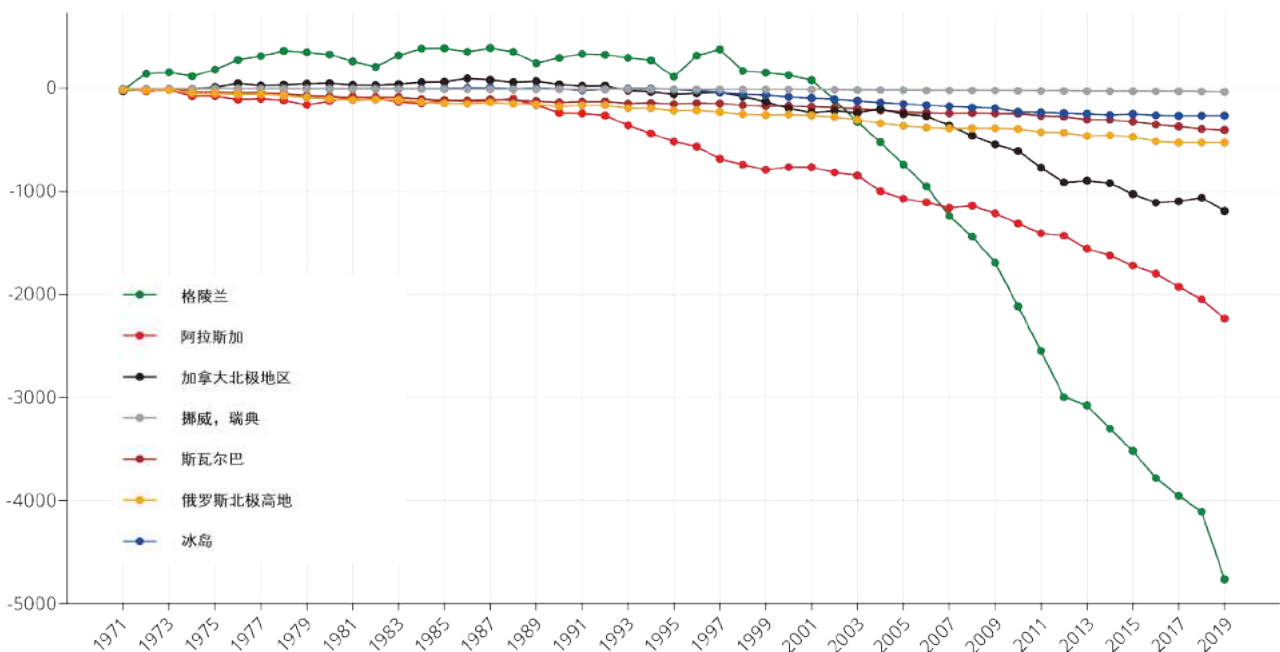



图2 北极不同地区陆冰质量平衡的变化（1971-2019）




## 野火

气候变暖引起北方森林和苔原地带野火活动的增加。野火是大气中黑炭和颗粒物的重要来源，且这一来源正在持续增加。在大多数年份，北方森林中被野火燃烧的面积超过了中纬度地区。自1950年以来，阿拉斯加的极端野火发生频率呈上升趋势；西伯利亚的记录也显示，1996至2015年间极端野火的发生频率有所增加；其他地区的野火发生趋势则未如此明显。在芬诺斯坎迪亚这种林业经济极为重要的地区，野火受到有效的监测和管控，野火的发生频率有所降低。

## 气候模式对北极地区的最新预估

 CMIP6多模式集合结果显示（这些结果也被用到了IPCC AR6报告中），相较于1985–2014年的气候态平均值，北极年平均表层气温将于本世纪末上升3.3–10.0°C；其中，具体的增暖幅度取决于未来相应的温室气体排放情景。本世纪40年代北极将首次出现九月份无冰状况；全球增温2°C情景下北极夏季无冰的发生概率将是全球增温1.5°C情景下的10倍。

## 北极变化与中纬度天气的联系

 虽然一些研究显示北极气候变暖和中纬度天气系统之间存在潜在关联，但目前观测到的北极变化在多大程度上与中纬度地区的极端天气事件（如干旱、冷空气爆发、恶劣天气系统等）直接相关，科学界尚未达成定论。

<sup>1</sup>冷事件的定义：将参考时间段（1980-2010年）的日最低气温进行五日滑动平均，当至少连续6天内的日最低气温低于滑动平均后的第十百分位时，认为发生一次冷事件。

# 气候变化正对北极社区产生着重要影响



气候变化引起北极地区的快速变化，给生活在北极及北极以外的人们尤其是土著民族带来了影响。变化的环境和生态条件对健康福祉、粮食安全、交通、生计、工业、基础设施以及饮用水安全等均产生着负面影响。

## 交通运输

气候变暖影响了北极许多地区雪上、冰上和永久冻土之上的交通运输。例如，根据格陵兰西北部的狩猎者的报告，可承受狗拉雪橇的海冰存在时间已从每年5个月缩短到了3个月。永久冻土退化与降雨事件的增加，影响到全地形车辆在当地的出行以及加拿大和俄罗斯一些偏远定居点的道路基础设施。一些交通选择有限的地区，如俄罗斯北部，在冬季只能通过冰路通行的定居点，其通行便利性预计将有所减弱。海冰覆盖的变化给冰上运输带来了风险。例如，加拿大努勒维特地区的一项研究发现，任何一天能否开展搜救取决于冰层状况（冰厚和类型变化）。划船季节可能会随无冰开阔水域持续时间的增加而延长，尽管在某些地区这一益处可能会被大风的增加所抵消，因为大风将导致更为恶劣的海况。一些位于阿拉斯加沿岸的社区已经注意到了此类现象。

## 传统食物和生计

永久冻土融化和温度升高，使一些地区使用冰窖储存食物的安全性受到威胁。海洋的变暖和淡化为有毒藻华提供了更适宜的生长条件，对食物安全和潜在的健康问题构成了新的风险。暴雨和快速融雪甚至可能造成病原体的传播，进而对饮用水安全构成威胁，尤其是当人们在收获途中直接饮用溪流、河流和湖泊中未经处理的水时。融化的永久冻土会释放汞等污染物，此类污染物也会进入水生生态系统中。

持续变化的海冰、降水、降雪类型、温度和苔原生产力等正在影响鲸鱼、海象、海鸟、海豹和驯鹿等传统食物的供应。在一些地区，驼鹿的数量正在增加，苔原绿化对猎人可狩猎的野生动物种类范围产生着影响。极端降雪和雪面雨事件已给芬诺斯坎迪亚和俄罗斯的驯鹿牧民带来了畜群重大损失，预计雪面雨事件在未来还会持续增加。

春季变暖和牧场提前变绿的总体趋势会对驯鹿繁殖产生积极影响，但气候变化对野火、饲料和捕食者的影响，以及改变土地用途、阻碍迁徙路线的工业化进程，反过来会给驯鹿畜牧业带来其他挑战。

阿拉斯加、加拿大北部和芬兰的社区发现了浆果产量和质量的变化。加拿大以及俄罗斯的土著猎人和渔民报告称，海豹体重在减轻，野生动物健康状况在下降，鱼类和海洋哺乳动物体内的蠕虫数量也在增多。







## 渔业、邮轮旅游以及资源开采

观测到的亚北极鱼类和海洋哺乳动物的向北扩张与大西洋和太平洋水体暖化和海冰覆盖面积减少的持续影响有关。尽管生态系统存在复杂的相互作用，且易受政策和管理决策的影响，但物种范围的向北扩张可能给北极某些海域（如巴伦支海北部、白令海北部和鄂霍次克海）的商业捕捞带来契机，并给一些北极沿岸社区带来潜在的经济效益。鲑鱼养殖和其他形式的水产养殖也在北大西洋侧的北极部分地区向北扩张，由此创造了额外的经济契机。但水产养殖也造成了一定的社会成本和环境压力，如与当地鱼类的竞争以及鲑虱等寄生虫向当地野生鱼类种群的传播等。

邮轮旅游业务在北极部分地区有所增加，这给当地经济发展带来了益处，但同时也给海洋生态系统、基础设施成本、航道拥堵和潜在的文化影响等带来了风险。

气候变化预计将有利于北极地区石油、天然气和海底矿产等资源的开采，但是限制温室气体排放和实现《巴黎协定》既定目标的努力削弱了这些行业扩张的潜力。此外，北极地区一旦发生重大石油泄漏，将对环境带来巨大影响。在北极地区，石油沉积物比在温暖环境中需要更长的时间才能分解，因此石油污染对环境造成的影响更为持久。

## 北极地区人口统计

北极是大约400万人的家园，其中的土著人口占9%。土著人包括40多个族裔群体，拥有独特的文化。尽管74%以上的北极人口集中在少数人口5000人或以上的大型定居点，但90%以上的北极定居点规模较小（人口不足5000人）。超过66%的北极定居点位于永久冻土之上，这其中的近一半（46%）位于沿海地区。

## 北极邮轮旅游业务增加

前往冰岛的邮轮游客数量从2015年的265,935人次增加到了2017年的402,834人次，增长了66%。2014–2019年间，挪威北部港口的邮轮旅客量增长了33%。

前往斯瓦尔巴群岛的游客人数从2008年的39,000人次增加到2017年的63,000人次；同期，格陵兰的游客数量从20,000人次增加到30,000人次。总体而言，前往北极腹地的游客人数从2008年的67,752人次增长到2017年的98,238人次，增幅达57%。

新冠疫情致使超过50%的北极邮轮旅游航次的取消或推迟，使此类增长趋势在2020年出现了中断。

Eyal Barrov / PhotoStock-Israel / Alamy Stock Photo





## 基础设施

在北极的许多地区，建筑物、道路和其他基础设施正在遭受永久冻土融化带来的破坏；当然，这其中的一些破坏可能与基础设施设计或施工过程直接相关，而不是气候变化。与上世纪70年代相比，俄罗斯北极地区永久冻土对建筑物和基础设施的支撑稳定性有所下降；在俄罗斯最北端的小镇佩维克，高达50%的建筑已经受到永久冻土融化的破坏，而在泰米尔半岛大多数定居点的几乎所有基础设施都已受到影响。冻土融化时伴随的坍塌也给交通运输基础设施带来了风险。

北极地区有着世界上最高的海岸侵蚀率，这给社会、财产、基础设施以及日常生活等带来了影响。

土地总面积

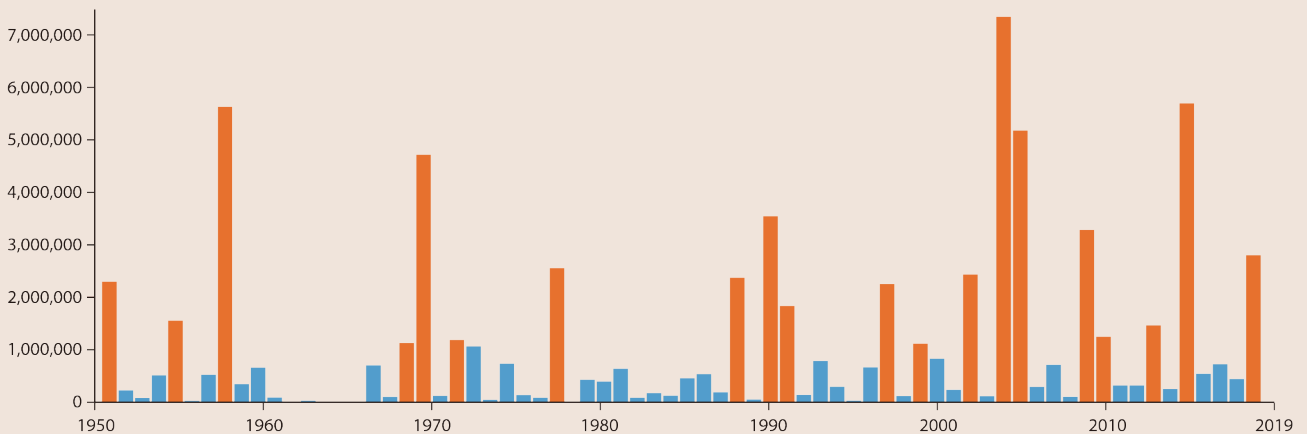


图3. 阿拉斯加每年被野火烧过的土地面积（英亩，1950-2019）。橙色柱表示总数大于1,000,000英亩（约合404,686公顷）。



## 极端事件


野火、内陆和沿海洪水以及极端温度和降水事件已经给北极地区带来了严重的社会经济影响。预计未来此类事件将变得更加频繁和（或）严重。例如，超过85%的阿拉斯加原住民村庄目前都已经经历了一定程度的洪水和侵蚀；严重的洪水使搜索和救援行动受限，给偏远社区造成特定的风险。在过去的十年间，发生于斯瓦尔巴群岛的大雪、暴雨伴随大风，在当地引发了雪崩、泥石流和山体滑坡等灾害。

在北极的某些地区，如阿拉斯加和西伯利亚，野火呈上升趋势。野火能够带来多方面的影响，包括生命和财产风险、火灾破坏和灭火工作造成的经济损失、烟雾和相关毒素带来的健康问题、公众焦虑和个人压力，以及对生态系统造成的影响。一项针对非北极地区青少年心理健康状况的评估，证实了野火对心理健康存在潜在影响。这一评估发现，2016年加拿大艾伯塔省东北部的麦克默里堡的一次大规模野火事件过后，抑郁症的发病率是之前的三倍多，焦虑症发病率增加了一倍，创伤后应激障碍的发病率也比野火事件发生前增加了一倍多。2018年，瑞典经历了前所未有的野火季，造成了多方面的影响，其中包括81,000公顷重要驯鹿牧场的焚毁。据瑞典萨米议会估计，驯鹿牧民遭受的损失高达6,400万欧元。未来更长且更暖的夏季预计会增加野火活动的风险，但根据气候模型的预测，北极地区年平均降水量也将增加，连续干旱天数会减少。因此，野火发生频率和严重程度的未来趋势尚不明晰。

同时或连续发生的多个极端事件的综合影响也可能对北极的生产生活产生重大影响。例如，极端降雨和降雪可导致洪水的发生，同时发生的多处野火将给消防和安全服务带来压力。



## 永久冻土融化带来的经济成本

 在高浓度温室气体情景（RCP 8.5）下，受永久冻土融化影响，到2100年阿拉斯加公共基础设施的累计维护成本将增加10%（55亿美元）。

一项研究估计，到2050年，北极地区的36,000多座建筑物、13,000公里的道路和100多个机场可能因近地表永久冻土融化而遭受威胁，尽管个别地点的实际风险还将取决于当地的地面条件和基础设施的设计方案。



## 北极生态系统正处在快速转换期



上述很多社会经济影响都是由气候变化对北极生态系统的影响所驱动的。北极生态系统的结构和功能正在发生根本性变化，这会对传统食品、生活方式和渔业产生影响，并通过气候系统的反馈作用影响全球气候变化。

北冰洋暖化和淡化直接或间接地影响着海洋物种的生命周期，导致了海洋生态系统季节性和栖息范围等的更广泛的变化。海冰的减少引起开放水域面积增加、开放持续时间延长，海洋生产力和多样性相应发生了变化。其中，开放水域面积和时间的变化会对浮游植物和冰藻以及浮游植物水华产生影响。这些变化引发了生态系统的连锁效应，对许多物种的分布、季节性和丰度等产生了广泛影响。


卫星数据显示在过去二十年，北冰洋所有区域的初级生产力都有增加的趋势，这是由于光照和营养条件的复杂变化造成的。我们对海洋表层变暖引起的海洋表层和次表层初级生产者的变化仍然知之甚少。有新的证据表明，北极主要浮游植物物种也许能够适应更高的海温。



1982-2019年间，北极苔原的绿色度总体上增加了10%，这与更长更暖的夏季有关。与之相对的是，包括加拿大北极群岛、阿拉斯加西南部和西伯利亚西北部的极个别地区变得“褐化”，这表明这些地区植被覆盖和生产力在下降。冬季极端天气事件和虫害暴发均能造成“褐化”，其他可能的因素则包括融雪季的推迟和地表水的增加。北极植被在陆地和大气之间的能量交换和碳交换中起着重要作用：北极植被的变化能够引起生态-气候反馈，进而加剧气候变化。但另一方面，植被的变化也可能导致碳吸收增加，从而至少部分抵消气候变化的影响。

极端事件会加剧由于气候变暖和海冰变化所引起的正在发生的生态系统的转变，触发对陆地、淡水和沿海生态系统的进一步影响。例如，更频繁的极端降水事件，同时伴着雪面雨比例的增加，会影响陆地生态系统的结构和功能。

## 北极海洋通道的变化

 来自太平洋和大西洋的暖水正进一步向北冰洋内部推进，造成对海洋生态系统的广泛影响。北极浮游生物群落是构成海洋食物网的基础，它们的组份正在发生改变，各种无脊椎动物、鱼类和海洋哺乳动物物种的分布和数量也在相应发生变化。

# 建议

根据本报告的最新结果，AMAP强调应采取必要措施，既要限制未来变暖，也要更好地理解未来变暖对北极的影响。为确保北极地区居民、社会和生态系统未来的活力和恢复力，AMAP强调需采取如下措施：

## 1 减缓气候变化

由于大气中温室气体的积累和一些短期气候强迫因子的排放正在推动北极气候变化，北极理事会成员国、永久参与者团体和观察员国应该单独地和集体地为减排、推动《巴黎协定》的全面实施做出持续的、巨大的和全球性的努力。

## 2 扩大北极变化的监测与记录

北极生态系统的快速变化提示我们应立即采取行动，在当前特有生态系统日渐消失和冰冻圈层日益缩小的情况下，监测记录北极生态系统的此消彼长（哪些正在失去而哪些又在产生），并优先监测记录多年海冰、冰架、冰架湖以及格陵兰冰盖等地区的独特生态系统。

AMAP强调，北极及国际科学机构和政府需要解决关键数据不足的问题。鼓励使用卫星、无人车辆和其他新兴技术，以及基于社区的监测，从人迹罕至的北极地区收集数据。

有必要保持和加强泛北极气候指标的制定，这些指标应与掌握土著知识的人员共同制定。同时，应增强数据共享，给不同国家和地区的研究人员和决策者提供数据支撑。

监测和记录极端事件对北极生态系统和人类的影响，有助于确立进一步评估极端事件变化的优先评估事项。在北极环境变化的背景下，特别需要对极端事件产生的社会经济影响进行系统评估。

在受气候变化影响较小的地区开展对比性观测，有利于在气候快速变化地区协调开展的气候-生态系统的监测，也有助于降低生态系统和资源管理预测模型的不确定性。

极端事件加剧了沿海生态系统的变化，直接影响到易受波浪和风暴侵蚀的沿海社区。为提高气候变化适应性，需要在关键地点开展持续协同的气候-生态系统监测以及基于土著经验和当地常识等社区驱动的监测。



呈现最新发现



充实信息



强调知识差距

# 3



## 解决信息差距

关于北极气候变化对社会影响的理解，我们仍然存在巨大差距，特别是需要更综合地模拟与评估气候对相互关联的社会-生态系统的影响。

气候变化的影响不是孤立发生的，彼此关联且相互影响。例如，2016年4月，春季快速变暖和厚积雪层上的强降水在格陵兰岛引发了近800场雪崩。理解此类累积和复合效应的影响，对于风险减缓、灾害应对、气候适应和对不断变化的气候条件采取政策响应是非常重要的。

更好地理解北极变化和中纬度天气之间的潜在联系，可以提高北极外地区极端天气事件的预测能力。目前，还需要更多的研究来厘清这些联系。

对北极变化的评估中基本上没有土著居民的观点。评估过程中应努力纳入受气候变化影响最直接、观测时间最长、了解气候变化影响（包括极端事件）最充分的土著居民提供的信息。

对北极生产力的预测仍然存在较大的不确定性。对北冰洋未来生产力开展预测，需要更好地理解海冰和开阔水域导致的生产力的持续变化、

营养物质循环和初级生产者对不断变化环境的适应能力等。

需要更严格地评估北极生态系统的阈值，比如决定北极浮游植物物种的海水温度阈值和控制翼足类动物能否形成贝壳的海洋酸化阈值等，特别对与潜在生态系统转换相关的阈值进行评估。目前对极端高温事件、快速海冰消融事件、格陵兰冰盖大面积融化事件以及北极其他极端事件的评估中很少探讨它们对物理和生态阈值或临界点的影响。

# 4



## 不断提高决策辅助科学信息的相关性和可用性

气候服务越来越受到北极国家的重视。此类服务将气候数据转化为及时相关信息，以支持政府、社区和行业的规划和决策。针对北极面临的与气候变化有关的风险，气候服务能够在加强安全保障方面发挥关键作用，比如可为航运、旅游和渔业等行业的活动提供信息服务，在气候服务领域仍需要更多的数据与努力。需进一步提高向气候服务组织提供数据和先进气候预测产品的能力，同时也需努力为北极社区开发更多更好的气候服务产品。

决策者会从以下几方面受益：与规划和决策直接相关的气候信息、气候模式对极端事件的模拟能力、模型降尺度预估、优选模型开展数据分析的方案、量化预估结果的不确定性等。决策过程应充分考虑土著知识，土著人的参与和自主权对研究和决策进程至关重要。

需要进一步增强对北极生态系统和未来面临风险的了解，包括经济成本和收益，从而为北极国家和世界其他地区采取切实有效的行动提供科技支撑，以限制北极变暖，加快向更具恢复力状态的转变。

AMAP于1991年由北极八国根据《北极环境保护战略》所建立，致力于监测和评估北极地区在污染和气候变化方面的状况。AMAP从科学角度出发，发布与政策相关的评估报告和公共服务产品，为政策和决策提供科技支撑。自1996年以来，AMAP一直是北极理事会的六个工作组之一。

该文件由北极监测与评估计划（AMAP）组织撰写，并不代表北极理事会、其成员国或观察员国的观点。

这一概要基于《**AMAP北极气候变化-2021更新：关键趋势和影响**》报告，是AMAP在2021年发布的若干报告和评估的其中之一。为更加深入地了解气候和污染相关问题，我们鼓励读者阅读本报告和以下报告：

*AMAP 2020评估报告：引起北极最新关注的持久性有机污染物和化学品：气候变化的影响*

*AMMP 2021评估报告：北极地区的汞元素*

*AMAP 2020评估报告：短期气候强迫因子对北极气候、空气质量和人类健康的影响*

*AMMP 2021评估报告：北极地区的人类健康*



AMAP秘书处：  
The Fram Centre,  
Box 6606 Stakkevollan,  
9296 Tromsø, Norway  
电话：+47 21 08 04 80  
传真：+47 21 08 04 85

amap@amap.no  
www.amap.no

### 免责声明

1. 本报告的英文原版由AMAP发布；
2. 本报告的中文译本由中国自然资源部第一海洋研究所翻译完成；
3. 中文译本忠实于英文原版，但并非逐字逐句进行翻译；
4. 中英版本不一致的地方，应以英文原版为准；
5. 中文译本的某些观点可能并不与AMAP完全一致；
6. 更多信息，敬请登陆www.amap.no或联系AMAP秘书处。

**AMAP**  
Arctic Monitoring and  
Assessment Programme