



冰冻圈科学界就冰川与极地问题发表巴黎声明

2023 年 11 月 8-10 日

引言

山地和极地冰冻圈对于地球的能量平衡、水循环、气候反馈、生物多样性以及人类社会至关重要。但随着人类引起的全球持续变暖，冰盖和冰川在缩减，海平面在上升，永冻土在解冻，积雪在减少，海冰在融化，极地海洋在变暖。20 亿人口和三分之二灌溉农业依赖于山脉径流的作用，而径流通常来自冰川。到 2050 年，低洼沿海地区 10 亿人口将面临海平面上升的后果，这在很大程度上是格陵兰和南极洲冰盖融化造成的。

政府间气候变化专门委员会的各项最新报告和后续的科学研究，强调了冰冻圈对全球变暖或快或慢，且部分是不可逆转的反应。在风险评估、特别是全球与地方通过水管理来缓解和适应等方面存在着巨大差距。冰冻圈组成部分的消失会引发局部危害，加剧区域和全球的极端事件。各种后果对碳排放的社会成本或可保性有着重大影响。必须识别并在可能的情况下，防止发生自我强化过程中，产生无法有效阻止或逆转的连锁影响。

因此，冰冻圈科学家呼吁国际社会进行风险管理，即长期坚定不移且雄心勃勃地联合国际力量，减轻融冰的风险。2023 年，南极洲周围的海冰覆盖率极低（2023 年 6 月低于平均值 17%），帝企鹅无法繁殖。与 20 世纪中叶相比，北极地区与野火相关的灾害有所增加。基于 37 个参考冰川的数据，2021-2022 年，冰川质量损失约高于过去十年平均值的 20%，欧洲阿尔卑斯山、亚洲高海拔地区、北美西部、南美洲和北极部分地区尤为严重。新近研究表明，即使目前的升温限制不变，今天温度上升 1.2°C，可能会在未来几个世纪内导致西南极洲冰盖部分消失。这些观测结果显示，需要立即采取行动并建立联盟，限制冰量损失，维持地球尚可管理的空间。

以下关于冰川、海冰、极地海洋和永冻土的各项声明，是对 2023 年 11 月 8 日至 9 日“一个星球-极地峰会”上国际科学界讨论的概述。科学家呼吁采取紧急的政治和社会经济行动，采用雄心勃勃的国际跨学科新方法，减少和处理冰冻圈与星球健康之间反馈机制中的不确定与未知因素：

- **冰盖、冰川、水循环和海平面**

随着各大洲冰川质量的消失，全球海平面将不可避免地加速上升，其速度主要取决于格陵兰岛周围的冰融状况，特别是南冰洋与海上漂浮的巨大冰架的界面处。需要了解掌握这些情况。山地冰川是下游地区的主要水源。水资源流失，数十亿人旱季农业严重缺水，紧张局势或冲突的风险增加。

- **海冰、海洋、生物和大气层**

作为世界上最大的碳汇和热汇，极地海洋对地球的生物地质化学循环、生态系统和数百万人的生计发挥着至关重要的作用。海冰消融严重影响地球与外空之间的能量平衡，降低了恒温器效应并加剧了持续变暖。它还影响极地特有的生态系统（此外还有渔业、噪音和持久性化学物等其他压力源），尤其威胁北方许多原住民社区的生存，生物多样性不可逆转的消失。山地和极地的陆地生物处于生存极限，随着气候变暖，它们无处迁徙，面临灭绝。

- **永冻土和地质风险**

北方和北极永冻土层的碳含量是当前大气的两倍左右。在野火灾害增加的背景下，对于未来永冻土解冻造成的二氧化碳或甲烷温室气体通量的时间、数量、趋势和分布等问题，信心不足。极地和高海拔环境中永冻土解冻，会造成日益严重的地质和生物危害，影响基础设施、民众、遗产地和野生动物。

因此，科学界呼吁采取持久协调的行动，避免冰冻圈消失造成极为有害且不可逆转的影响：

1. 坚定不移且刻不容缓地减少全球温室气体排放，逐步取消对化石燃料的新投资，缩小与《巴黎气候协定》达标的差距。
2. 提升冰冻圈损失造成渐进风险和极端情况的相关知识。探讨冰冻圈反馈机制，包括对星球和人类健康构成风险的物理、生物和社会转折点。这需要大量的协作工作，监测和评估工作流程，对其进行量化和预报，并告知政策制定者。需要长期稳定的支持。
3. 纳入融冰的社会经济层面，通过风险管理来量化和减轻损失和损害。必须采纳居住在高海拔和高纬度地区原住民和其他社区的观点。要建立起互助机制，来解决导致损失和损害的残余风险。
4. 加速政治进程，以保护冰冻圈生态系统，减少对高纬度和高山生态系统的压力，增强它们的适应能力。
5. 支持综合性国际科学倡议和考察，完善科学界开发的冰冻圈知识。
6. 改善冰冻圈观测、基础设施和数据共享的环境足迹和可持续性，助力极地和高山环境中工作的所有社区。

冰盖、 冰川、水循环和海平面

背景

极地和山地是地球主要冰原的家园，这些冰原正在应对我们日益变暖的气候。极地尤其是北极的变暖速度，已达全球平均值的四倍，是目前海平面上升的最大原因。南极冰盖可能导致全球海平面上升约 58 米（西南极冰盖约 6 米，东南极冰盖约 52 米），格陵兰冰盖约 7 米。冰盖还蕴藏着丰富的历史气候数据，是冰在过去对气候变化时期的反应。封闭在冰芯中的气泡记录着 80 万年以来二氧化碳和其他温室气体的波动信息。根据这个独一无二的记录，我们确定过去 80 万年中，二氧化碳浓度从未超过百万分之 280。自 1800 年以来，二氧化碳浓度高于工业化前 50%，目前已达百万分之 416 左右。这一非凡的记录为我们提供了有关过去冰盖变化周期的重要信息，特别是关于过去温暖时期冰盖衰退模式的重要信息。

卫星观测显示，格陵兰岛和南极洲冰盖对大气和海洋变暖反应明显。南极洲边缘的冰架很容易受到温暖海水的影响，强风将海水压到冰架下，从下面融化冰架。冰架的作用是保护冰川免受周围海洋影响，冰架的消失已经开始破坏南极半岛和西南极冰层的稳定性，如果气候变暖继续被忽视，到 2100 年仅此便可能使全球海平面上升 1 米多。同样，止于北冰洋的格陵兰冰川，也受到大西洋海水变暖和表层融化的

影响，导致海平面上升。自 1990 年代以来，南极洲和格陵兰岛的冰流失速率总共上升了四倍多。

格陵兰岛和西南极洲冰盖消失会导致不可逆转的、自我维持的变化，即使全球变暖停止或逆转，这种变化也会世代持续。巨大的东南极冰盖曾被认为在未来多年内保持稳定，但已有迹象表明，一些冰川在过去几年已经变薄消退。新近关于转折点的研究，探讨质量加速消失的根本风险。

极地广阔冰盖的融化正在导致全球海平面上升，将影响全球生活在沿海地区数十亿人口。海平面每上升 1 厘米，就会增加 2-3 百万人遭受一年一度的水灾。更加精准地预报全球海平面上升（速率和范围）对于风险评估和采取行动，保护沿海地区人民生计、主要城市和工业供应链至关重要。需要更好地了解影响南极冰盖的不稳定性，才能更加精准地预报海平面上升；有些模型预测，到 2100 年海平面将上升 2 米。

二氧化碳过去的累积量已导致海平面上升 30-60 厘米。鉴于未来会进一步变暖，影响冰盖的稳定性，海平面将快速上升。全球平均海平面上升，极端天气事件越发频繁，将对沿海地区和人口稠密地区造成更大的损害和损失，导致更多的海岸侵蚀、山体滑坡、地下水泛滥、盐水入侵和含水层污染。

阿尔卑斯、安第斯、喜马拉雅和落基山脉等山区的冰层正在消失。这些冰川和降雪在旱季提供融水，滋养全球六分之一人口，支撑四分之一的国内生产总值。三分之二的灌溉农业依赖于这些冰质径流的作用。未来 30 年，这些山地积雪预计将减少 10-40%，相当于数百立方公里的供水量。到本世纪末，山地冰川冰将减少 20-60%。

这对于保障数亿人的用水、粮食、能源和生计构成全球威胁。然而，山地冰冻圈提供的水量及其作用的变化方式仍然极不确定。尽管这是一个极为重要的事项（2019年WMO高山峰会《行动呼吁》），但尚未促成一项测量山区水资源的全球倡议。

极地和高山的冰覆盖面积正在缩小，植物物种正移往新近退冰的土地，生长速度也在加快，即使南极陆地也是如此。极端天气事件、干燥气候和变暖事件导致苔藓和地衣等植物物种更新。越来越多的无冰区也成为极地海鸟和海豹的栖息地。非本地物种已经在寒冷区域的一些新近退冰地区安家落户，需要进一步监测，以充分了解随着冰川景观缩小，陆地系统所发生的变化。我们仍然知之甚少的冰川微生物是否正在消失？

山地冰川及其周围的季节性积雪是美轮美奂的遗产地、密集型旅游和冬季运动胜地，保证着当地的财政资源，维持着居民的生活方式。这些资产已受到冰川融化的影响并退至更高的地方。

优先事项

- 海平面预测。** 极地冰盖融化的主要威胁是全球海平面上升，及其对沿海人口和基础设施的影响。减少威胁，在时间上和数量上改进海平面上升的预测，都至关重要且刻不容缓。为实现这一目标，国际建模工作需要得到计算基础设施、模型开发和人力资源方面的支持。海平面上升对沿海社区的影响和风险管理需要定期更新。应对受淹低洼地区流离失所人口迁移的挑战，采取行动至关重要。
- 冰与海洋相互作用。** 为进一步改进对格陵兰岛和南极冰损失的预测，必需更好地了解海洋与冰的相互作用、海洋环流与相关冰架下方的融化速率、接地区域的冰动力学、以及海洋冰盖的不稳定性。这既需要利用创新技术进行更好的观测，监测和测量实地的变化，持续增强卫星观测，也需要改良海-冰物理耦合数字和人工智能模型，以便为政策制定者和业者提供对未来海平面上升的更新信息。
- 过去的气候。** 冰盖、冰川和沉积物是气候的重要历史档案。迫切需要对这些古气候记录（冰芯沉积物）进行观测，帮助我们了解过去的冰盖退缩是一个渐进过程，还是由较为突然和间歇性事件引发。预测未来需要进行这些观测，以改进有关冰盖动力学、大气-冰盖相互作用、海洋-冰盖相互作用和冰盖不稳定性的物理模型。
- 水资源。** 需要更多的监测、实地研究、卫星观测与改良建模，以便进一步了解山地冰雪的水供应情况。与当地社区、业者和政策制定者协作开展这项工作至关重要，确保将水资源的未来变化纳入风险管理和适应战略。
- 危害。** 监测和评估山地冰川融化导致的冰川湖溃决、岩石滑坡等自然灾害的风险至关重要。
- 生态系统。** 冰量损失对高山、沿海地区和海洋生态系统的影响尚未得到充分了解。需要对新近曝露的区域进行监测，以评估新生态系统在新近曝露区域的形成内容与方式，需要专业管理与保护，免受入侵物种影响。
- 协作。** 在偏远且充满挑战的极地和高山地区进行观测工作费用昂贵、耗能耗时且条件艰辛。通过大型多技能研究团队，共享基础设施分担费用的方式，进行研究最实际、最高效且最安全。
- 行动。** 采取国际行动是应对这些重大挑战的关键；要刻不容缓地组成专业知识互补的大型团队共同努力，共享主要基础设施，收集新数据。南极同步是一项新提案，将汇集极地社区，酝酿制定一

项对南极环境许多方面进行同步测量的计划，以了解南极大陆及其海洋如何受气候变化影响，并提供更好的预报，造福整个星球。北极大规模陆地-海洋相互作用计划正在酝酿中。要进行国际能力建设，进一步支持培养下一代国际冰冻圈科学家。

海冰、 生物、海洋 与大气层

背景

海冰是高纬度海洋的组成部分，是气候变化的关键地球系统指标。海冰指由海水结成的冰，海冰范围在每个半球的冬季扩大，夏季融化缩小。海冰的白色表面反射太阳辐射（反照率），使地球降温。海冰强烈影响着海洋与大气之间动量、热量和气体交换。海冰融化导致表面较暗的海洋吸收更多太阳辐射，吸收的热量加速海冰融化，从而加剧海冰融化循环。海冰还是多种多样生物的栖息地，小到微生物大到鲸鱼，其中许多都是当地特有的。海冰的消失，尤其是多年冰和陆架冰的消失，正在危及极地生物。海冰移送物质，为防止冰川冰的流失建立屏障，保护海岸线免受海浪侵蚀。海冰支持人类流动，甚至在智人出现之前就已成为原始人类扩张和文化的一部分，今天仍然是人类文化和生计的关键因素。

极地海洋驱动着海洋传送带。南冰洋作为全球热量和二氧化碳的汇集地尤为重要。寒冷的极地海水下沉时，会给深海带来氧气和溶解的有机物，也会带来污染物。由于降水径流增加以及海冰和冰盖融化而产生的辐射热和淡水通量增加，从而增强了表面的层化。海洋变暖对格陵兰海洋终端冰川和南极冰架与冰盖的融化产生深远的气候影响，加剧海平面上升，并可能导致低纬度地区海洋翻转。复杂且鲜为人知的过程包括海洋漩涡、热带-极地相互作用、内部变暖和分层变化，以及未来通过物理和生物碳泵吸收二氧化碳的能力。

在地球历史上，海冰有时出现在较低的纬度地区，海冰很可能是地球微生物发生进化的地点，并可能是地外海洋世界生物的庇护所。海冰作为地球上的主要生物群落和极地生态系统功能的组成部分，其作用仍有待了解。面对影响极地海冰（尤其是最古老的海冰）的快速变化，确定与海冰相关的生态系统状况基线是一场与时间的赛跑。随着北极古老海冰的消失，我们可能会失去对过去冰河时期和其他海洋世界普遍状况的最佳模拟物。

至于极地海洋生产力，由于缺乏具有适当的季节和区域分辨率的时间序列，使我们对气候变暖影响的缺乏了解。卫星观测显示，在过去 20 年中，北冰洋和南冰洋的浮游植物生物量大都有所增长，这是因为海冰的缩小增强了光的穿透力。然而，同时发生的分层变化，包括海-气动量传递的增加，增强了海洋混合，影响了营养物质的供应，因此未来的预测具有很大的不确定性。

由于海洋变暖，硅藻作为极地生产力的主要驱动力，会被更小的藻类取代，从而改变食物网，并可能减少碳泵。海冰的消失危及磷虾、鱼类、海洋哺乳动物和海鸟，因为它们在那里寻找猎物，并利用海冰作为繁殖平台，导致帝企鹅和阿德利企鹅繁殖地出现令人震惊的大规模繁殖失败。

海冰的消失也会影响微生物的生存，进而影响整个食物网。虽然新物种从太平洋和大西洋向北扩展到北冰洋的情况在所有营养级都有记录，但实际原因（如水体分布、洋流、海水性质或海冰动态的变化）仍不清楚，因此我们对海洋生态系统做出任何预测的能力都极为有限。

按照目前每十年 0.2°C 的全球变暖水平，自 1978 年以来观测到的北极海冰损失量为：冬季每十年 3%，夏季 13%。大多数多年海冰已被更薄且更具动态性的年度海冰所取代。北极夏季海冰的变化、二氧化碳累积排放量和全球地表温度之间存在密切关系，即每排放 1 吨二氧化碳，北极海冰就会减少约 3 平方米。在南极洲，1979 年至 2020 年（夏季或冬季）海冰变化趋势并不明显，原因是内部变化较大，且区域趋势截然不同。然而，我们观察到两年来海冰覆盖率极低（2023 年 6 月低于平均值 17%）。

人类影响是北极海冰消退的主要驱动力。随着温室气体排放量及其在大气中的浓度不断增加，地球变暖。91%的多余热量积聚在海洋中，其中一半沉入南冰洋。3%导致冰冻圈融化，5%导致陆地变暖，1%导致低层大气变暖。因此，海洋变暖对海冰的未来威胁越来越大。另外有几个放大反馈回路作用于海冰，涉及地表反照率、水汽、云层、降雪、海-气通量，共同导致极地海冰消退加大。然而，由物理和生物过程驱动的稳定反馈回路可能抑制放大的程度并没有得到很好的限制，这增加了不确定性。例如，气候活性气体（如二甲基硫化物）或气溶胶微生物冰核颗粒的产生，都有利于在新近无冰地区云的形成。特别是在北极地区，长程传输的污染物，尤其是来自低纬度工业化地区的黑碳，确实会导致海冰反照率降低，从而导致海冰融化。

过去四十年来，北极变暖速度是全球平均水平的 4 倍。根据政府间气候变化专门委员会 2021 年第六次评估报告中评估

的情景和路径，到 2030-2035 年，北冰洋很可能出现第一个无冰夏季（冰覆盖率小于 15%），2050 年之前至少出现一次，这与累计二氧化碳排放量达到 1 千吉吨有关。最近的变化与大气环流模式有关，海洋变暖和可能出现新的南极海冰状态会带来持续性后果。南冰洋吸收的热量占全球海洋吸收热量的 50%以上。

在陆地-海洋、冰-大气-海洋、海洋-冰川和海洋-冰-生物之间的相互作用方面，尤其缺乏科学知识。更好地了解全球变暖导致的未来降水变化非常重要，这些变化与水循环及其变化的加剧（包括降雪）以及大气环流和风的动态变化有关。大规模水体分布的变化，特别是大西洋和北冰洋之间的变化，表层寒冷的淡水与深层温暖的咸水之间联系的变化，包括海洋混合，以及海冰生长/融化周期和动力学（平流、冰脊、水道、融池）的变化，使全球变暖对极地冰层的影响更加复杂。缺乏具有足够区域分辨率的长期时间序列来实现对极变化的评估，这对于提高预测的可信度至关重要。关键的是需要预报厄尔尼诺、北大西洋涛动等现象的十年动态和远距离联系的作用，以及大西洋经向翻转环流、南极环流的稳定性及其与海冰的联系。海冰的命运直接和间接地影响着食物网和生物的相互作用，从微生物到磷虾、鱼类、鲸鱼和鸟类，以及包括深海在内的底栖生物。关于极地生物的总体多样性及其动态、其与海洋化学的相互作用（即气溶胶的形成、溶解物质、颗粒通量）及其对经济发展、人类健康和福祉的影响等方面，了解程度尚严重不足。

影响与风险

→ 极地海洋正经受着巨大的气候变化影响，到 2050 年将发生深刻变化。

→ 极地海冰萎缩的影响可能波及全球，包括天气模式。

→ 海冰消失、海洋变暖和酸化减少了许多极地海洋物种（包括许多贝类、鱼类和海洋哺乳动物）的栖息地，同时也为北方物种的入侵开辟了道路。暴露于原有的压力因素（如渔业）和新的压力因素（如塑料、持久性化学物和噪音），可能会加剧对极地海洋物种的负面影响。

→ 海冰的消退带来了新的机遇，而航运、渔业、旅游业、资源开发和其他行业不断扩大和强化带来的风险日益增长，包括地缘政治紧张局势的加剧。

→ 气候变暖造成的海冰消退和极端事件影响着北极社区的生活和生计。气候变化的加剧日益威胁着北极生活方式的方方面面（文化、遗产、身份认同、健康（包括心理健康）、安全），尤其是对原住民而言。

治理方面的优先事项

1. 科学界呼吁国际社会在减少温室气体方面树立新的雄心壮志，尽可能将全球变暖控制在 1.5 °C 以内，尽快实现二氧化碳净零排放，在实现这一目标之前尽可能降低累积排放量。这是避免海冰覆盖进一步大幅下降、减少全球极端天气的重要目标，从而避免损失和损害以及适应成本和适应限制的升级。
2. 保护极地海洋的国际合作（如在南极条约协商会议（2023 年）上发表的《赫尔辛基气候变化宣言》）对于实现《巴黎协定》和《昆明蒙特利尔框架》的目标至关重要。

3. 为了减轻人类活动不断加剧和扩大对极地生物造成的压力，建立海洋和陆地保护区是关键行动，需要国际社会在科学支持下树立新的雄心壮志。在保护区的规划和维护方面，与原住民社区合作并支持其自决非常重要。
4. 缩小冰冻圈教育和知识普及、信息和预报方面的差距对社会至关重要。这需要支持进一步了解过程、建模工具和前沿研究，包括对可居住性、水、粮食和人类安全、独特的生态系统和生物多样性、公平、经济（如可保性）的影响。
5. 冰冻圈愿景应纳入碳排放成本、适应成本、适应限制以及损失和损害基金规划的估算中。
6. 加强抵御气候变化/海冰消失的地方基础设施建设，特别是包括原住民的自决权。

科学方面的优先事项

1. 长期支持北极和南极的国际海冰、海洋、生物圈和大气项目，同时考虑到基础设施（如国际海冰浮标和阿尔戈浮标计划、极地研究船队、研究飞机和研究站）以及大型国际考察（如塔拉极地站、南极同步、国际极地年），嵌套到国际观测网络和倡议中并为之协调。
2. 大力加强空间、海洋和极地机构之间的合作，以启动极地轨道卫星，持续分发极地地区的地球观测数据，开发新任务、新产品和算法，并开展专门的实地考察以进行地面实况调查。提高 FAIR 数据的可获取性。
3. 开展区域合作、加强多尺度生物多样性和海洋保护网络（监测和治理）、增加科学资源以加强适应和可持续发展轨迹。
4. 提高研究能力，利用新的尖端科学探索海冰生物多样性。

5. 资助由当地社区开发或与当地社区共同开发的能力建设，以满足当地和全球的科学需求，并最大限度地扩大区域合作和活动，促进更可持续的全年性极地科学活动。
6. 改造极地基础设施，开发低碳和生态足迹的研究解决方案，并实现近实时数据传输。
7. 为支持决策制定，开发可获取的、针对具体情况的海冰信息产品和工具以提供区域预报和预测。
8. 复杂的交互式、数据驱动的极地海洋模型（数字孪生），包括风险管理模块（充分和适当的应急响应和适应）以及指导性观测策略。

永冻土和地质风险

背景

北半球约五分之一的陆地表面被永冻土覆盖。永冻土分布在阿拉斯加、加拿大、俄罗斯和青藏高原的大部分地区，也存在于斯堪的纳维亚半岛北部、南极洲和世界各地的高山地区。人口最稠密、最发达的永冻土地区位于欧洲阿尔卑斯山。许多永冻土地区都蕴藏着宝贵的矿产资源，人们迫切希望开发这些资源。永冻土地区的大

多数基础设施设计和建设都是基于保持冻结状态的地面。

极地环境正在经历的气候变化比世界上大部分地区都要大几倍。这些变化在气温上很明显，在降水量上也变得越来越明显。气候变化的速度已赶上或超过二十年前预测的最高速度。永冻土本质上受控于地层中的气候，整个极地和高山地区的永冻土温度正在上升，近地表的永冻土正在解冻。

过去十年中，解冻地层中地质和生物危害的发生和风险，如海岸侵蚀、山体滑坡、

石油泄漏、被掩埋的工业废物和自然污染物（如汞）的释放、古老的病毒，以及埋藏

在永冻土层中有机物质排放的甲烷和二氧化碳都有所增加。这种区域性的碳排放对全球影响巨大。森林覆盖着永冻土环境的一半，每年野火烧毁的面积比以往任何时候都大，解冻速度也随之加快。对遗产地和野生动物对北方原住民来说，遗产地和野生动物种群面临的实际威胁具有最直接的重要意义，因为永冻土生物群落的生物多样性有限，一旦受到干扰，生态系统就会变得脆弱。对于高山地区的人们来说，永冻土融化和地表水渗入地下导致的供水损失是一个令人严重关切的问题。

永冻土科学与工程是一项具有挑战性的工作，部分因素是因为在偏远地区开展工作的成本很高。在过去，居住在永冻土地区的居民在研究中发挥的作用相对较小。如果要使北极地区的政策和政治充分借鉴科学进步，就必须在计划制定的各个阶段更好地平衡这一点。永冻土地区的居民、

私营和公共机构面临着日益恶化的基础设施和土地利用、新出现的风险和异常的环境变化速度，以及需要根据当地情况采取缓解和适应措施，以促进经济发展。

优先事项

1. 我们必须认识到，永冻土环境及其支持目前设计的基础设施的能力不可避免地会发生重大变化。亟需努力推进基础设施设计和施工技术的调整，以适应解冻地面的情况。确保永冻土监测、数据共享和定期更新报告对于降低人员和基础设施受损的风险至关重要，尤其是在高山地区。
2. 永冻土层解冻预计排放二氧化碳和甲烷的时间和速度需要科学界优先关注。我们必须改进在一系列可能的未来气候轨迹下永冻土排放的动态建模，关键是要包括微生物活动的作用。必须找到地缘政治解决方案，促进对所有永冻土地区的这一大问题进行全面的科学评估。
3. 需要在研究中更加重视冰冻圈融化和相关生态变化造成的预期损失和损害以及适应这些损失和损害的社会经济方面，特别是永冻土融化对公共机构、保险精算和私营部门来说的财务后果。同样，影响人类及其赖以生存的野生动植物健康的环境问题也至关重要，特别是对生态和粮食安全至关重要的物种分布和密度。
4. 在有关适应和管理气候变化影响的各方面研究和讨论中，必须让冰冻圈地区的原住民和其他居民更多参与。必须加强教育和培训，以促进这种参与。
5. 野火和包括海岸侵蚀在内的其他问题所造成的排放目前持续存在，并正在损害社会为实现碳净零排放所做的努力。这些问题加剧了永冻土的解冻，加速了几十年来永冻土的碳排放。我们需要对被烧毁地区和沿海地区的甲烷和二氧化碳排放进行专门研究，包括只能通过遥感设备才能得到数据的地区。
6. 必须认识到偏远地区实地研究的费用及其在验证理论进展和遥感观测结果方面的重要作用。永冻土地区机构与团体的更多参与可能会减轻一些成本。
7. 最后，必须长期支持国际社会对于不断变化的永冻土状态数据（包括通过遥感设备的大量数据）进行归档、管理和公开的努力。

科学界声明的内容由以下各位科学家制定，并得到“一个星球-极地峰会”与会者支持：

科学顾问委员会

安雅·波提尤斯 (Antje Boetius)，阿尔弗雷德·韦格纳研究所-亥姆霍兹极地与海洋研究中心联合主席、极地和深海研究员兼主任。曾多次领导国际极地探险，重点关注气候变化对生态系统的影响，并作为德国国家科学院成员为政治和社会提供建议。

杰罗姆·沙普拉兹 (Jérôme Chappellaz)，联合主席、冰川学家、地球化学家和古气候学家。瑞士洛桑联邦理工学院 (EPFL) 教授、法国国家科学研究中心研究主任，曾任法国保罗-埃米尔·维克多极地研究所 (IPEV) 所长，冰记忆基金会主席。

丽丝玛丽·安德里亚森 (Liss Marie Andreassen)，挪威水资源与能源局 (NVE) 冰川学研究教授，国际冰冻圈科学协会 (IACS) 主席。

妮可尔·比耶博 (Nicole Biebow)，欧洲极地委员会女主席，德国阿尔弗雷德·韦格纳研究所-亥姆霍兹极地与海洋研究中心国际合作部负责人。欧盟极地网 2 和欧盟资助的北极研究破冰船联合体 (ARICE) 协调员。

史蒂文·乔恩 (Steven Chown)，澳大利亚莫纳什大学生物科学教授。曾任国际南极研究科学委员会 (SCAR) 主席。

格温·弗洛瓦兹 (Gwenn Flowers)，加拿大西蒙弗雷泽大学地球科学系教授、国际冰川学会 (IGS) 主席。

金礼东 (Yeadong Kim) 地球物理学家，担任南极研究科学委员会 (SCAR) 主席。曾任韩国极地研究所 (KOPRI) 所长，韩国国家极地研究委员会主席。

瓦莱丽·马松-德尔莫特 (Valérie Masson-Delmotte)，古气候学家，法国替代能源和原子能委员会 (CEA) 气候与环境科学实验室 (LSCE) 研究主任。曾任政府间气候变化专门委员会第六次评估报告第一工作组副主席。

坦邦·梅洛特 (Thamban Meloth)，专门研究冰冻圈、古气候学和喜马拉雅冰川学。印度国家极地与海洋研究中心 (NCPOR) 主任。

珍妮弗·墨瑟 (Jennifer Mercer)，专攻地球科学，北极研究运营商论坛 (FARO) 女主席。美国国家科学基金会北极科学部门负责人。

秦大河，专门研究冰冻圈、气候学和地理学。中国科学院院士、亚洲地理学会执行委员会主席、曾任政府间气候变化专门委员会第四和五次评估报告第一工作组联合主席。

杰斐逊·西蒙斯 (Jefferson Simoes)，南里奥格兰德联邦大学 (UFGRS) 冰川学和极地地理学教授，巴西国家冰冻圈科学研究所所长。南极研究科学委员会 (SCAR) 的副主席。

会议主持人

Antje Boetius, Jefferson Simoes 和 Nicole Biebow 等人主持了科学会议，还有：

珍妮弗·兰朗斯女爵士 (Dame Jane Francis)，古气候学家和古植物学家、英国南极调查局局长，英国

马塞尔·巴班 (Marcel Babin)，海洋学家，国家科学研究中心研究主任、塔库维克国际研究实验室 (国家科学研究中心/拉瓦尔大学)，加拿大

克里斯托弗·伯恩 (Christopher Burn)，永冻土专家、卡尔顿大学教授、国际永冻土协会主席，加拿大

克莱尔·崔特 (Claire Treat)，永冻土专家，阿尔弗雷德韦格纳研究所-亥姆霍兹极地与海洋研究中心组长，德国