

不同程度的气候变化将如何影响我们的未来？

Wan Ting Katty Huang^{1*}, Lincoln M. Alves² 和 Sonia I. Seneviratne³

¹英国气象局 (英国, 埃克塞特)

²巴西国家太空研究院 (INPE) (巴西, 圣若泽杜斯坎普斯)

³苏黎世联邦理工学院, 大气与气候科学研究所 (瑞士, 苏黎世)

少年审稿人



AYAT

年龄: 12



SEA CREST

SCHOOL

年龄: 11-12

主要由化石燃料燃烧引起的气候变化正在不断加剧。全球升温幅度预计将在 2030 年左右达到 1.5°C。根据不同区域和季节特征, 这意味着热浪、强降雨、干旱或强热带风暴的风险将显著增加。最严重的冲击将集中在生态脆弱地区并体现为极端天气事件。若全球升温幅度达到 2°C 或更高, 全球各地将有更多人受到影响, 人类健康、粮食水源供应、野火预防、生态系统及经济体系都将面临更严峻的威胁。如今, 因人类活动导致气候变化催生出的致命热浪已开始夺走生命。若能更深入地理解这些影响, 我们便可积极行动, 减少温室气体排放, 保护脆弱群体。这也将助力我们为未来气候相关事件做好充分准备。今日的行动意义重大, 有助于为所有人创造更安全、更可持续的未来。

气候正在变化

地球气候是个复杂系统, 而人类是其中的重要组成部分。例如, 人类燃烧石油、天然气和煤炭等化石燃料的活动会向大气中释放二氧化碳。这种温室气体可滞留热量, 为地球保温, 但过量二氧化碳将导致地球过热,

图 1

气候变化影响全球所有区域, 并且影响范围随着全球变暖程度加剧而持续扩大。对某些地区而言, 即便全球仅升温 1.5°C , 其后果已十分严峻。本图展示了全球范围内气候变化对极端高温与强降水的影响, 其中气候变化程度以全球平均温度相对于 1850–1900 年基准期的升幅衡量。本图改编自 IPCC 第六次评估报告《决策者摘要》图 SPM.2a,c [3]。出自:《气候变化 2023: 综合报告》。IPCC 第一、第二及第三工作组共同撰写第六次评估报告 [核心撰写团队: H. Lee 与 J. Romero (编辑)]。瑞士日内瓦: 政府间气候变化专门委员会, 第 1–34 页, <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>。原始图注: 相对于 1850–1900 年基准期, 在全球升温 1.5°C 、 2°C 、 3°C 和 4°C 情境下, (a) 年度最高日温度变化 ($^{\circ}\text{C}$) 与 (c) 年度单日最大降水量变化 (%) 的预测数据。图示基于 CMIP6 多模型模拟中位数结果。(c) 图中干旱地区较大的正相对变化百分比可能对应较小的绝对变化百分比。若需了解本图所示不同升温区间内气候系统的更多变化, 请查阅 IPCC 第一工作组交互图集 (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>)。

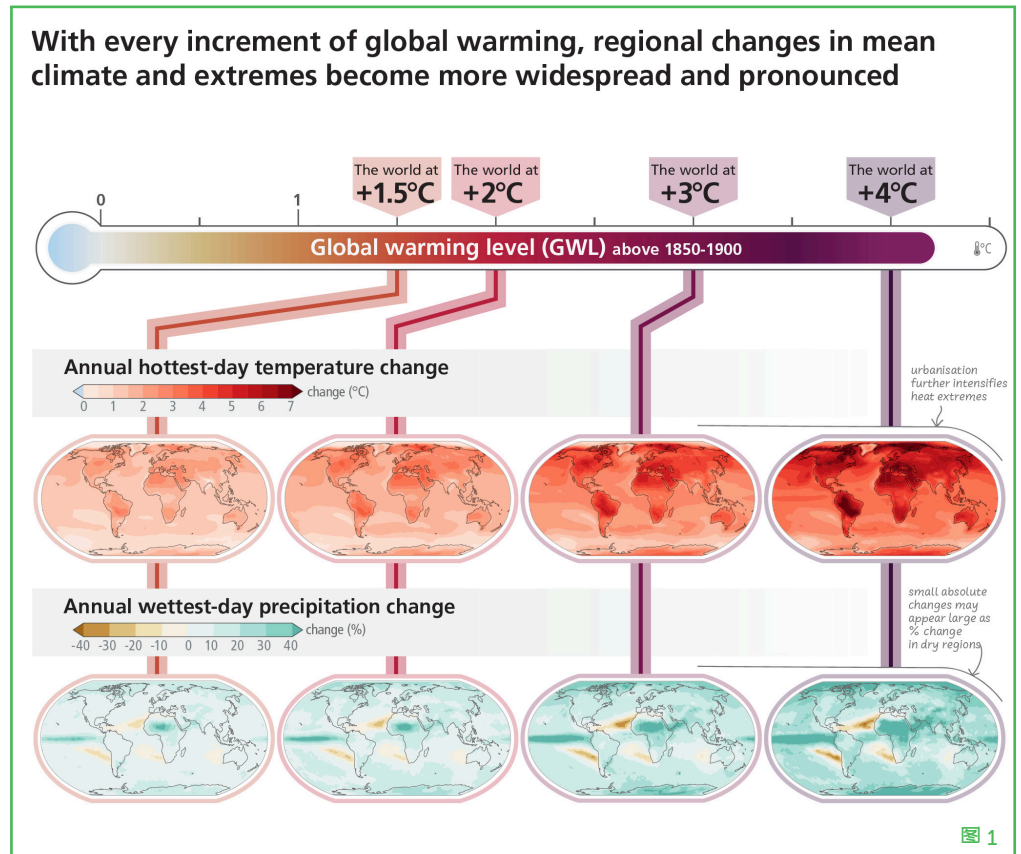


图 1

了解不同气候变化条件下的预期影响至关重要, 这能清晰展现人类行为的潜在后果, 从而激励我们加大减排力度, 并为未来某些已不可避免的影响做好应对准备。本文基于联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第六次评估报告 [3, 4] 撰写, 介绍了该领域最新研究成果。IPCC 报告汇集全球科学出版物, 是关于气候变化最具权威性的研究综述, 最新一期为 2021 至 2023 年间发布的第六次评估报告。

如何预测气候变化的未来影响

预测气候变化对未来的影响, 主要分为三步 (图 2)。首先, 需要构想未来社会的发展图景。研究人员会设定多种可能出现的情境: 例如各国携手减轻气候污染, 或继续高度依赖化石燃料。具体是哪种情境, 取决于多种因素: 经济增长水平、国际合作程度、所实施的气候政策等等。

随后, 运用气候模型模拟自然环境对这些社会变化的反应。气候模型是通过大量计算机代码与方程构建的复杂系统, 描述了环境中的物理和化

图 2

要理解未来气候变化对人类社会与自然资源的潜在影响, 我们需要综合考虑三个核心问题: 社会形态将如何演变? 气候系统将如何响应社会变迁? 这种响应又将如何反作用于人类社会? 每个问题的答案极为复杂, 无法得出单一的完美预测。因此, 我们采用多情景推演、多模型模拟与多分析方法, 通过不同假设构建出一系列可能的未来状况。

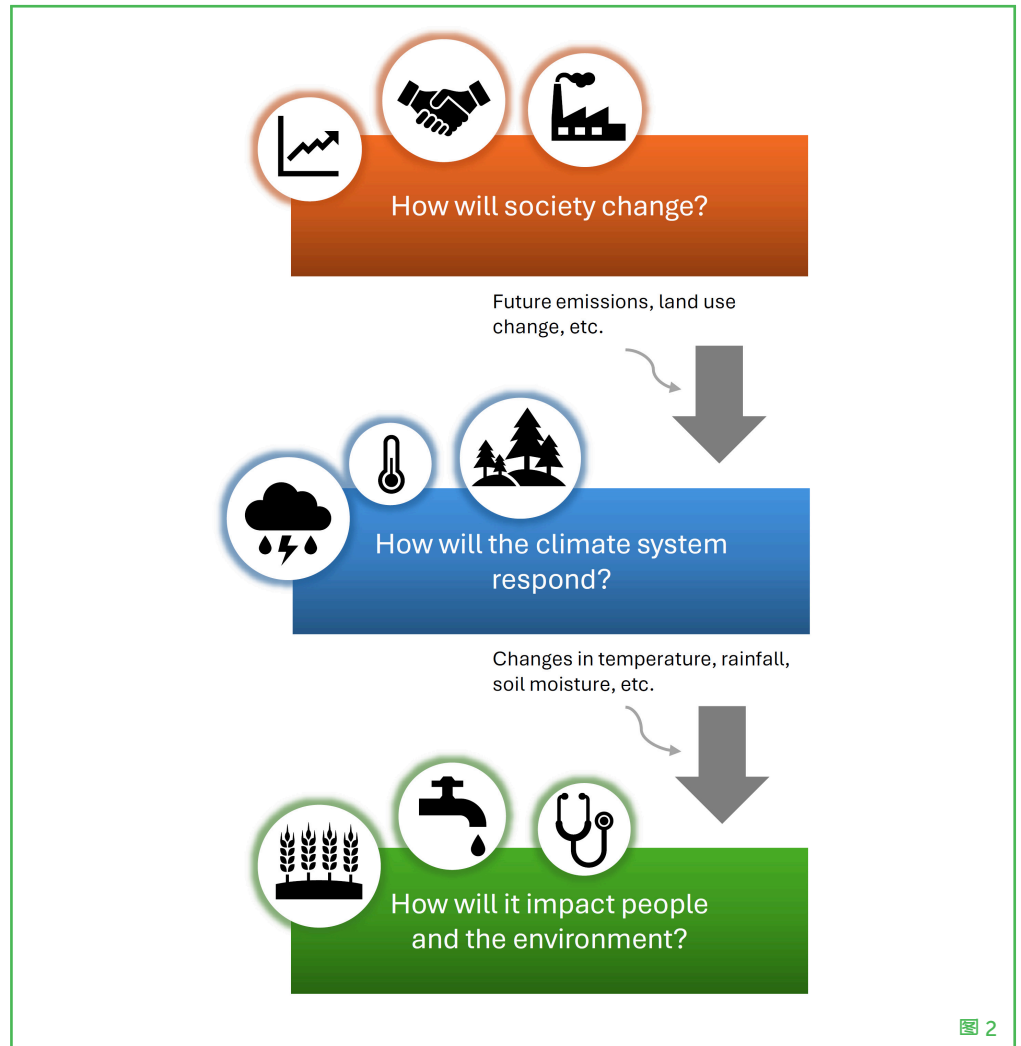


图 2

学变化。气候模型会持续优化, 但没有哪一个模型是完美的, 我们需要综合考虑多个模型的模拟结果。

最后, 分析气候模型输出的数据, 解读环境变化如何影响人类社会。分析工具包括统计方法与影响模型。相较于气候模型, 影响模型的数据通常更加详细, 但聚焦特定领域。例如, 作物模型能模拟某种农作物在全生命周期对不同气候条件的响应方式。

不同全球变暖程度的影响

全球变暖程度是衡量气候变化的一项关键指标, 指全球平均气温相较于 19 世纪末 (1850-1900 年) 化石燃料广泛应用前的升幅。该指标通常取 20-30 年期间的平均值, 以反映整体气候状态而非单一年份的极端波动。预计到 2030 年, 地球平均气温将比 19 世纪末升高 1.5°C 。到本世纪末 (2081-2100 年), 全球升温幅度可能介于 1.4°C 至 4.4°C 之间, 具体数值取决于本世纪剩余期间内的温室气体排放量。

临界点 (Tipping Points)

微小变化引发不可逆的突变现象,如同轻推水杯至桌沿并最终坠落的过程。

适应 (ADAPT)

为应对环境变化而采取的调整或行动。

净零排放 (Net Zero)

排入大气中的温室气体与从大气中清除的温室气体实现平衡,不再对气候产生额外影响。

2015 年《巴黎协定》缔约国承诺将全球变暖幅度控制在 2°C 以内,并努力限制在 1.5°C 。然而,即便仅升温 1.5°C ,仍将对人类与环境产生重大影响 [5]: 更强劲、更持久的热浪导致死亡率上升;暴雨、干旱、强飓风和台风等灾害随地域和季节加剧;大量动植物濒临灭绝;珊瑚礁严重退化;北极海的夏季融冰范围扩大;极地生态发生巨变,影响北极熊、海豹及原住民社区;冰川也将加速消融,对于那些在温暖干燥季节依赖冰川与融雪供水的地区,这无疑是噩耗。在这种升温幅度下,到本世纪末海平面将上升约 44 厘米 [6]。由于海洋对气候变暖的反应较慢,即使将升温幅度控制在 1.5°C ,海平面仍将在相当长的时间内持续上升。

若全球变暖幅度达到 2°C ,上述影响将全面加剧。人类的粮食与营养需求将更难满足,贫困国家首当其冲。更频繁的干旱、洪涝和热浪将伤害农作物与动物,农业灌溉用水短缺问题将愈发严重。全球主要粮食产区同时遭受气候灾害的可能性显著增加 [2],继而可能导致粮价飞涨甚至断供,危及全球粮食安全。城市和建筑在自然灾害中损毁加剧,修复成本倍增。登革热、疟疾等蚊媒疾病伴随极端热浪和灾害,将严重威胁公共健康。在这种升温幅度下,气候系统突破“临界点”的风险陡增。由于人类应对准备的不足,加上影响难以逆转,这种突破界限的剧变格外可怕。

当全球升温幅度达到 3°C 时,气候变化将影响世界绝大部分地区。各地生态危机持续升级,部分损害将永久不可逆,即使未来降温也无法修复,某些变化的幅度甚至超出人类适应极限。北极海冰几乎会在每年九月完全消融,本世纪末海平面或上升约 60 厘米。若 3°C 升温持续两千年,海平面上升幅度可能达 4-10 米 [6]。经济损失将随温度攀升迅速加大,部分关键气候临界点一旦被突破,将引发极为严重的灾难。

倘若升温幅度达到 4°C 或更高,地球生态系统将发生巨变。近半数热带海洋生物将失去现有栖息地,约三分之一陆地的地貌将发生显著改变。野火过火面积激增 50%-70%,约 40 亿人将遭受水资源短缺危机,全球粮食生产体系濒临崩溃 [4]。

超越自然灾害的深层影响

气候变化对人类未来的影响不仅取决于气候变化本身,更与社会的发展变化轨迹紧密相连。同样的气候事件因社会防护能力差异会产生截然不同的后果——例如医疗水平提升可降低疟疾死亡率,但社会老龄化会加剧热浪对老年人的威胁。另一方面,沿海城市扩张将使更多人口与建筑暴露于海平面上升与沿海洪灾风险中。

要降低气候变化带来的风险,我们应未雨绸缪,积极适应变化,更关键的是立即限制温室气体排放,避免将气候系统推向极端状况。

脆弱 (Vulnerable)

易受损害的危险状态, 可能源于对外界变化的敏感性, 或缺乏对变化的适应能力。

图 3

未来气候的状况取决于当前及近期的人类决策, 而这些决策的影响将最深刻地体现在年轻世代身上。若实现极低排放目标, 当前这些年轻人步入暮年时仍能享有相对稳定的气候环境; 反之, 若继续高排放, 气候变化将在未来多年不断加剧。本图改编自 IPCC 第六次评估报告《决策者摘要》图 SPM.2a,c [3]。出自:《气候变化 2023: 综合报告》。IPCC 第一、第二及第三工作组共同撰写第六次评估报告[核心撰写团队: H. Lee 与 J. Romero (编辑)]。瑞士日内瓦: 政府间气候变化专门委员会, 第 1-34 页, <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>。原始图注: 通过观测数据(1900-2020 年)与预测数据(2021-2100 年)显示的全球地表温度变化(相对于 1850-1900 年基准期), 揭示了气候条件与影响的演变轨迹, 直观呈现了三个代表性世代(分别生于 1950、1980 和 2020 年)生命周期中经历及将要经历的气候变迁。未来预测基于五种温室气体排放情景: 极低(SSP1-1.9)、低(SSP1-2.6)、中(SSP2-4.5)、高(SSP3-7.0)和极高(SSP5-8.5)。年度全球地表温度变化以“气候条纹图”呈现, 其中未来预测既显示人为导致的长期趋势, 也包含自然变率的持续调节(此处采用观测到的历史自然变率水平)。世代图标在色彩上与对应年份的全球地表温度条纹保持一致, 未来图标中的色段差异代表不同排放路径下可能经历的气候状况。

今日行动决定未来状况

全球升温幅度即将达到 1.5°C 。温度攀升越高, 影响范围越广, 危害程度越深。若放任人为气候变化持续下去, 社会与自然将逐渐面临剧变, 而临界点的突破更可能让剧变改为突变。部分极端变化将超出人类与生态系统的适应极限, 造成持久性损害。

但未来并非注定无望。只要减少化石能源使用并提前做好规划, 我们完全能减缓变暖进程及其危害。当务之急包括: 削减温室气体排放量以尽快实现二氧化碳净零排放、转向可再生能源、保护脆弱生态与社群、建设更能抵御极端天气的基础设施。全球协作与气候行动承诺至关重要。要应对困境, 社会当然准备得越充分越好, 但随着人为气候危机加剧, 适应空间将持续收窄。只有洞悉未来风险并立即行动, 我们才能为所有人构建更加安全、可持续的未来(图 3)。

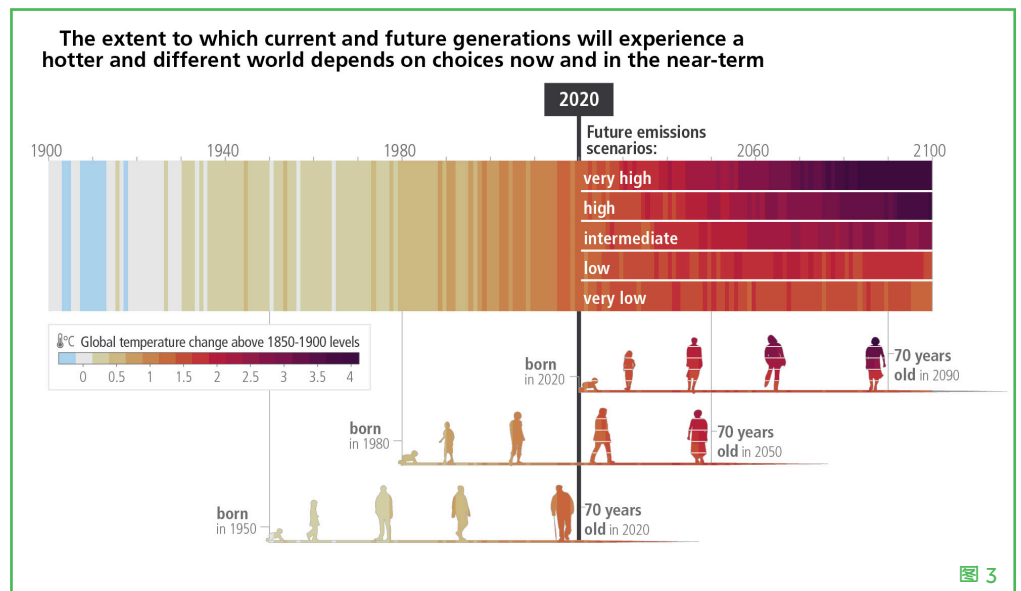


图 3

致谢

本研究由英国商业、能源与产业战略部 (DSIT) 资助的英国气象局哈德利中心气候计划提供支持。作者在撰写初稿后借助 ChatGPT 进行语言通俗化处理, 并对生成内容进行人工核查与修改, 以确保科学信息的准确性与完整性。

AI 人工智能工具使用声明

本文中所有图表附带的替代文本 (alt text) 均由 Frontiers 出版社在人工智能支持下生成。我们已采取合理措施确保其准确性, 包括在可行情况下经由作者审核。如发现任何问题, 请随时联系我们。

参考文献

1. IPCC. 2021. "Summary for policymakers", in *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, et al. (Cambridge: Cambridge University Press), 3–32.
2. Seneviratne, S. I., Zhang, X., Adnan, M., Badi, W., Dereczynski, C., Di Luca, A., et al. 2021. "Weather and climate extreme events in a changing climate", in *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, et al. (Cambridge, and New York: Cambridge University Press).
3. IPCC. 2023. "Summary for policymakers", in *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. Core Writing Team, H. Lee, and J. Romero (Geneva : IPCC), 1–34.
4. IPCC. 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. Core Writing Team, H. Lee, and J. Romero (Geneva: IPCC).
5. IPCC. 2018. "Summary for Policymakers", in *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*, eds. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, et al. (Cambridge, New York: Cambridge University Press), 3–24.
6. Fox-Kemper, B., Hewitt, H. T., Xiao, C., Aðalgeirsdóttir, G., Drijfhout, S. S., Edwards, T. L., et al. 2021. "Ocean, cryosphere and sea level change", in *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, et al. (Cambridge, New York: Cambridge University Press), 1211–1362.

线上发布: 2025 年 12 月 19 日

编辑: Chris Jones

科学导师: Tahir Ali 和 Valerie Kern

引用: Huang WTK, Alves LM and Seneviratne SI (2025) 不同程度的气候变化将如何影响我们的未来? *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2025.1518805-zh

英文原文: Huang WTK, Alves LM and Seneviratne SI (2025) What Do Different Levels of Climate Change Mean for our Future? *Front. Young Minds* 13:1518805. doi: 10.3389/frym.2025.1518805

利益冲突声明: 作者声明本研究不涉及任何潜在商业或财务关系。

版权 © 2025 © 2025 Huang, Alves 和 Seneviratne. 这是一篇依据 [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#) 条款发布的开放获取文章。根据公认的学术惯例, 在注明原作者和版权所有者, 及在标明本刊为原始出处的前提下, 允许使用、传播、复制至其他平台。如违反以上条款, 则不得使用、传播或复制文章内容。

少年审稿人

AYAT, 年龄: 12

我今年 12 岁, 非常热爱素描与绘画, 特别喜欢从大自然中汲取创作灵感。《Amari》、《The Magicians of Paris》等奇幻小说是我的最爱, 它们总能点燃我的想象力。骑行、国际象棋、羽毛球和徒步都是我的爱好。在探索自然秘境时, 我总习惯写写画画, 记录沿途奇妙的动植物。



SEA CREST SCHOOL, 年龄: 11–12

我们是一支充满乐趣且多元化的团队, 怀着共同目标: 让世界比我们初见时更加美好! 在加州沿海地区学习生活的我们, 享受着与自然相伴的成长时光, 始终满怀热情地探讨可持续发展、气候行动和科学发现等重大议题!



作者

WAN TING KATTY HUANG

Katty 是英国气象局的一名科学家, 拥有大气与气候科学学位, 其博士研究聚焦于云和气溶胶建模, 致力于深化人类对地球系统运行机制的理解。此后, 她持续探索气候变化对人类社会与自然环境的影响, 包括极端温度对公共健康的威胁及城市热岛效应。近期, 她正深入研究不同气候情景对农业系统的潜在影响。

*katty.huang@metoffice.gov.uk



LINCOLN M. ALVES

巴西国家太空研究院 (INPE) 研究员兼地球系统科学项目学术主任, 担任 IPCC 第六次评估报告 (AR6) 第一工作组主要作者、世界气象组织三区协 (南美) 科研工作组副主席, 以及世界气候研究计划区域信息社会 (RiFS) 项目科学指导组成员, 主持撰写《亚马逊科学委员会 (SPA) 综合报告》, 在 INPE 负责为制定环境变化适应政策提供科技信息依据。



SONIA I. SENEVIRATNE

苏黎世联邦理工学院陆地 - 气候动力学教授兼大气与气候科学研究所所长, 现任政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第一工作组第七评估周期 (2023-2030) 副主席。曾作为协调主要作者及主要作者参与编撰多项 IPCC 报告 (IPCC 第六次评估报告第一工作组、全球升温 1.5°C 特别报告、极端气候事件特别报告), 专注于气候极端事件演变与陆气相互作用过程研究。2023 年获乌得勒支大学荣誉博士学位, 2021 年荣膺欧洲地球科学联盟汉斯 - 厄施格奖章, 2013 年获授美国地球物理联合会麦塞尔文奖章并当选会士。作为高被引科学家, 在 2021 年路透社全球最具影响力气候科学家评选中跻身前十 (<https://www.reuters.com/investigates/special-report/climate-change-scientists-list/>)。



中文翻译由下列单位提供
Chinese version provided by

