

# The Urgent Priority of a Healthy Climate Requires Enhanced Climate Intervention Research and Community Engagement

## 达成健康气候的当务之急需要加强气候干预相关研究和社区的参与

鉴于全球平均气温可能超标，二氧化碳移除和太阳辐射管理等气候干预 (CI) 措施可能成为综合风险管理战略的一部分。气候干预措施不能取代大幅减排或适应措施。尽管如此，旨在了解气候干预措施的好处和影响的研究是必要的，而且必须考虑全球透明度、伦理和包容性实践，并接受强有力的治理和监督结构的约束。气候干预研究必须是更广泛的气候解决方案的一部分，鉴于应对气候变化的紧迫性，其资金应与早期航空计划的庞大规模相当。

### 行动的紧迫性

人类活动正在改变地球的气候，而这种改变已经且将继续对社会和生态造成越来越严重的破坏性影响，并为人类带来苦难。<sup>i</sup>大幅减少温室气体 (GHG) 排放以及全球适应必将是应对气候变化危险的任何政策的核心。全球平均气温将超过世界各国商定的目标 (1.5 - 2.0 摄氏度) 的可能性，已经促使政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 在其评估中考虑气候干预 (CI)，将其作为减少、消除或抵消部分气候变化影响的潜在途径，但需要更好地了解其风险并作出权衡。<sup>ii</sup>

随着气候干预方法开始普及，当下迫切需要开展大量的研究和评估工作，以确定气候干预的有效性、风险和机遇，并就可能的实施为作出社会决策提供信息。研究界和政策制定者必须考虑和解决气候干预在全球范围内造成的道德与伦理影响，并让社区充分参与决策过程。<sup>iii</sup>最后，有效和包容的国家及全球治理结构以管理以上所有考量也是必不可少的。

### 气候干预方法

气候干预(CI)是指任何“有意干预地球环境以对抗人为气候变化及其影响的行为”。<sup>iv</sup>此类方法可以是大规模的，也可以是累积性的局部干预。最可行的气候干预方法分为两类：二氧化碳移除 (CDR) 和太阳辐射改造 (SRM)。

二氧化碳移除(CDR)涉及从大气中去除二氧化碳，其包括面向陆地和海洋的方法，<sup>v</sup>例如大规模造林、直接空气捕获和直接海洋捕获等。<sup>vi</sup>这些方法可以在各种不同规模上部署，目前在科学和市场准备程度上存在很大差异。太阳辐射改造(SRM)涉及故意改变地球表面或大气层，主要侧重于在高层大气中添加反射粒子或在低层大气中人工造云。<sup>vii</sup>对局部地表反照率改变的研究虽然较少，但也可以归入这一类别。第三类气候干预，即甲烷移除，旨在解决这种强效温室气体(GHG)带来的严重气候风险，但对其的研究仍处于早期阶段，因此需要更多的关注和资助。

## 机遇与挑战

随着气候变化加速并对生命、财产和生态系统造成的损害越发令人难以接受，温室气体(GHG)减排和适应行动仍旧十分不足。即便现在停止温室气体的排放，地球现有的变暖水平依旧可能造成毁灭性的影响。<sup>viii</sup>气候干预方法可以迅速冷却气候，有助于在社会脱碳的同时减轻一些危害。但仍需对气候干预方法进行研究和测试，以加强减排和适应行动。人们对某些气候干预方法的可扩展性和副作用存在着合理的担忧，但这些担忧并不能否定当前进行研究的必要性，这些研究也将揭示其带来的影响并最终为任何可能的部署决策提供参考。

## 需要采取的行动

AGU 建议资助机构设立大规模的气候干预研究项目并促进国际合作。这些项目应尽可能嵌入进现有的气候科学计划中，以确保所收获的知识将有助于提高对不断变化的气候系统的理解。气候干预研究应是跨学科的，并融入对社会经济和环境权衡、伦理和环境正义考量以及治理结构和需求的理解。来自慈善机构、公共和私营部门的资助对于确保足够的研究支持至关重要。无论资金来源如何，所有气候干预研究都必须保持透明并遵守如研究行为准则中的伦理原则。

每种技术都有独特的研究需求，可能会引发涉及透明度、同行评审或知识产权所有权的不同规范的问题，并且大规模实验和小规模部署之间可能存在重叠。科学界应为制定适当的国家和国际气候干预研究规范做出贡献。这些规范应遵守科学伦理原则，包括活动和数据的透明度，以及制定一个治理框架以促进安全、公平、包容和平等的行动。

虽然在许多情况下都可以从实验室和建模研究中学到很多，但稳固的气候干预研究计划需要受控的实地实验。所有实地实验都应透明进行，并包括对生物和环境的潜在影响的评估以及跨界影响的评估。有关在何处和如何进行这些实地试验的决定应在可能受到影响的利益相关者的参与下作出，并应特别关注其中的弱势群体，包括当地居民和全球南方人民。<sup>ix</sup>有效和及时地管理气候干预的实地实验是必要的，以避免潜在的长期社会和环境影响并促进公众信任。

目前尚不存在适当的治理框架。AGU 建议各国政府和国际机构在开展大规模气候干预实地试验之前选定治理框架，特别是考虑到目前影响和利益的分配存在差异，并希望未来能够实现公平分配。

*Adopted by AGU in January 2018; revised and reaffirmed in April 2023. Based on an earlier statement adopted by AGU in December 2009 in collaboration with the American Meteorological Society (as adopted by the AMS Council in July 2009) which was revised and reaffirmed February 2012.*

2018年1月由AGU采用；2023年4月修订并重申。基于2009年12月AGU与American Meteorological Society早先合作采用的声明（2009年7月由AMS Council采用），该声明于2012年2月修订并重申。

i [Society Must Address the Growing Climate Crisis Now](#), AGU, November 2019.

ii 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* [Masson-Delmotte, V.,

P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.

iii [AGU Climate Intervention Engagement: Leading the Development of an Ethical Framework](#), AGU, June 2022.

iv Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012). *Geoengineering in Relation to the Convention on Biological Diversity: Technical and Regulatory Matters*, Montreal, Technical Series No. 66, 152 pages. (2012).

v IPCC, AR6 Glossary, [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/sr15\\_glossary.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/sr15_glossary.pdf)

vi National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2021. *A Research Strategy for Ocean-based Carbon Dioxide Removal and Sequestration*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/26278>

vii National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2021. *Reflecting Sunlight: Recommendations for Solar Geoengineering Research and Research Governance*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25762>. National Research Council. 2015. *Climate Intervention: Reflecting Sunlight to Cool Earth*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18988>.

viii S.Solomon, et. al, Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. PNAS 106 (6) 1704-1709. (2009). <https://doi.org/10.1073/pnas.0812721106>. Sigmond, M., Fyfe, J.C., Saenko, O.A. et al. Ongoing AMOC and related sea-level and temperature changes after achieving the Paris targets. Nat. Clim. Chang. 10, 672-677. (2020). <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0786-0>. Is there warming in the pipeline? A multimodel analysis of the Zero Emissions Commitment from CO<sub>2</sub>.

Biogeosciences, 17, 2987-3016. (2020). <https://doi.org/10.5194/bg-17-2987-2020>

ix IPCC, WGIII AR6 Summary for Policy Makers, D.1.2.

[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_SummaryForPolicymakers.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf)