

关于人工干预太阳辐射的简报 *道德风险 - 道德义务*

关键信息

- 研究、开发或潜在部署人工干预太阳辐射 (SRM) 存在诸多潜在风险（包括已知和未知风险）以及收益。然而，超过《巴黎协定》的温控目标以及全球减缓和适应不足也会给人类和我们赖以生存的生态系统带来风险。
- 有观点认为，SRM可能会被视为一种“快速的技术型解决方案”，推迟急需的减排行动和适应不可避免的气候影响，这被称之为*道德风险*。
- 还有观点认为，随着对气候灾害的暴露度和脆弱性不断加剧，SRM可能会对受极端高温天气等气候风险影响或接近潜在气候临界点的脆弱人群产生潜在的积极影响。根据这种观点，鉴于不足的气候行动以及升温幅度超过1.5°C的可能性越来越高，探索SRM的潜力成为一种*道德义务*。
- 目前关于部署SRM是否会对实现《巴黎协定》的总体目标、减少人类苦难和保护重要的生态系统构成道德风险或道德责任，尚未达成国际共识。现阶段也没有应对这一挑战的国际进程。

背景

- 地球变得越来越热，人为引起的气候变化已经产生了广泛的不利影响。而如果全球升温幅度超过1.5°C，就会引发其他重大风险¹。
- 在全球温室气体减排进展不足，这意味着即便达到了经IPCC评估的最大深度减排和移除情境，从目前来看，升温幅度超过1.5°C的可能性仍然过半²。全球近一半的人（以及所有生命赖以生存的生态系统）对气候影响高度脆弱³。尽管气候适应方面取得了一些进展，但仍然存在很多差距⁴，而且随着变暖的加剧，适应措施也将达到极限⁵。
- 除了以深度且快速的气候减缓和适应为重点，研究人员还在探索一种被称为“人工干预太阳辐射” (SRM) 的方法，即通过提高地球的反射率来暂时限制全球变暖（例如在升温幅度超过1.5°C的情况下）⁶。科学界和公众目前正在提高对SRM的关注。进一步的研究有助于更好地了解在迅速变暖的世界中实施或不实施SRM的相对风险。一些政府和非国家行为体正在对SRM开展研究⁷。
- 但目前还缺少专门的综合性国际框架或平台来提供信息、指导和对接SRM研究、开发、演示或部署的治理流程。该治理缺失本身就构成了严重的风险，因为SRM会影响到地球上的每个国家，但受影响的程度不一定均衡⁸。

道德风险 - 道德责任

- “道德风险”原是经济学里的一个概念，是指由于不用或不用完全承担风险（比如通过保险）带来的后果，因而放松了对风险的防范。
- SRM 引发了人们对道德风险⁸的担忧，即其可用性（或潜在可用性）可能被视为解决气候变化的根源及其更广泛的影响所需的变革性减排和适应举措的替代方案^{9,10}。有证据表明某些 SRM 方法可能以相对较低的直接成本，比其他任何气候政策举措更快地改变全球平均温度，由此加重了人们对道德风险的担忧¹¹。
- 人们先前已经提出了对气候适应¹²和最近对大规模二氧化碳移除¹³相关的道德风险的关切，但现在已经普遍认为除了减排外，还需要结合这两种方案¹⁴。然而，社会对 SRM 研究或其预期部署的接受程度被认为从某种程度上取决于道德风险问题能否得到有效的解决¹⁵。
- 学者们提出了各种方法来避免或减少道德风险可能造成的后果，其中包括鼓励采取多样化的 SRM 研究途径和方法；将研究限制在低风险技术或治理问题的范围内；通过断点或阶段性限制（在满足商定的标准的情况下推进研究）来对研究进行约束，或禁止；谨慎沟通，主动与公众和决策者交流；以及在国际范围内将减缓和 SRM 政策联系起来¹⁶。
- 有证据表明道德风险会产生反向效果，即引入对 SRM 的考虑实际上可以增强人们减少温室气体排放的动力¹⁷。有观点认为 SRM 研究提高了部署的可能性（“滑坡谬误”），但有些人发现这也会产生反向效果¹⁸。
- 对减少温室气体排放的行动力度不足和规划不充分的担忧导致部分学者和相关人士认为 SRM 研究现在变得很重要，因为全球许多地区已经开始承受气候变化带来的严重负面影响，而 SRM 也许能够在控制排放量的同时，减轻部分影响的严重程度（至少是暂时的）¹⁹。其他人则持不同意见²⁰。
- 学者们还认为，面对未来政治层面上对相关知识的紧迫需求（例如在极端气候变化的情景下，国际情绪可能转向支持 SRM），对 SRM 的研究现在可能成为一种道德义务，为的是确保有可靠的信息为我们的后代提供建议，包括为决策者提供有关潜在风险和收益的信息²¹。
- 人权问题是在评估道德风险/道德义务的过程中要考虑的另一个因素。美国国家科学院最近（2021 年）发布的一项评估报告强调，展开相关研究以帮助人们更好地了解 SRM 会对人权产生的潜在影响，可能与保护人权是一致的，其中包括享受科学研究带来的好处的权利²²。联合国人权理事会咨询委员会正在研究这个问题，相关内容也将纳入在联合国人权理事会第 45 次会议上提交给该理事会的报告中²³。
- 联合国教科文组织 (UNESCO) 世界科学知识和技术伦理委员会 (COMEST) 正在就 UNESCO 《气候变化伦理原则宣言》的运用和阐释，探索有关 SRM 的伦理问题。例如，预防伤害（第 2 条）应被视为研究 SRM 的道德义务还是道德障碍？预防方法（第 3 条）是牵制了干预措施的实施，还是支持迫切需要采取行动？SRM 会加强还是不利于可持续发展的实现（第 5 条）²⁴？

注释和参考

¹ IPCC (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 剑桥大学出版社。参见：www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/

² 在最低（极低）排放情景下，据 IPCC 估计，到 21 世纪末，全球地表的升温幅度回落到 1.5°C 以下的可能性过半（可能性大于 50%），并且暂时超过 1.5°C 温控目标的幅度不超过 0.1°C。参见：IPCC (2021)。Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约州纽约市，第 3–32 页。参见：<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (SPM B.1.3)

³ IPCC (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 剑桥大学出版社。参见：www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/ (SPM B.2)

⁴ IPCC (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 剑桥大学出版社。参见：www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/ (SPM C.1) 参见：UNEP Adaptation Gap Report (2021) <https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2021>

⁵ IPCC (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 剑桥大学出版社。参见：www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/ (SPM C.3)

⁶ SRM 是指将更多短波辐射（太阳光）反射回太空以抵消人为因素引起的全球变暖及其造成的部分有害影响的提议。目前已经提出了很多 SRM 方案，包括：平流层气溶胶注入 (SAI)、海洋云增亮 (MCB)、人工干预地表反照率 (GBAM) 和改变海洋反照率 (OAC)。详见：IPCC (2022)。Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 参见：www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/（第 14 章“跨工作组第 4 方框部分”）。

⁷ C2G (2022). Status of global activities relating to solar radiation modification and its governance. 2022 年 5 月 17 日。卡内基气候治理倡议 (C2G)。卡内基国际事务伦理委员会。纽约。参见：https://bit.ly/GlobalSRM_TB（引用日期：2022 年 7 月 7 日）。

⁸ 与 SRM 相关的道德风险也被称为风险补偿，或缓解拖延、阻碍或替代。参见：Reynolds, J., Ghosh, A., Harihar, N., Jain, P. (2022). Solar Radiation Modification: Governance gaps and challenges. 卡内基气候治理倡议 (C2G)，纽约。参见：https://bit.ly/GlobalSRM_TB

⁹ 美国国家科学、工程和医学研究院(2021)。Reflecting Sunlight: Recommendations for Solar Geoengineering Research and Research Governance。华盛顿特区：美国国家学术出版社。参见：<https://doi.org/10.17226/25762>（第 121 页）

¹⁰ IPCC 指出，应对气候变化风险不能依赖 SRM 作为应对气候变化的主要政策。SRM 充其量只是对在全球范围内实现持续净零或净负二氧化碳排放水平的一种补充。参见：IPCC (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change。参见：www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/（第 14 章“跨工作组第 4 方框部分”）。

¹¹ IPCC (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change。剑桥大学出版社，英国剑桥和美国纽约州纽约市。参见：www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/（14.4.5.1）

¹² Lin, A. (2013). Does Geoengineering Present a Moral Hazard? 《Ecology Law Quarterly》第 40 卷第 3 期(2013)，第 673–712 页。参见：<https://www.jstor.org/stable/24113611>

¹³ IPCC (2018). Global Warming of 1.5° C。在全球加强应对气候变化威胁、坚持可持续发展和努力消除贫困的背景下，IPCC 就全球气温比工业化前水平高 1.5° C 造成的影响和相关的全球温室气体排放路径制作的特别报告。待出版。参见：<https://www.ipcc.ch/sr15/>（第 4 章表 4.6）

¹⁴ IPCC (2021). Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change。剑桥大学出版社。参见：www.ipcc.ch/report/ar6

¹⁵ 美国国家科学、工程和医学研究院(2021)。Reflecting Sunlight: Recommendations for Solar Geoengineering Research and Research Governance。华盛顿特区：美国国家学术出版社。参见：<https://doi.org/10.17226/25762>（第 121 页）

¹⁶ Reynolds, J., Ghosh, A., Harihar, N., Jain, P. (2022)。Solar Radiation Modification: Governance gaps and challenges。卡内基气候治理倡议(C2G)。纽约。参见：<https://bit.ly/SRMGovGaps>

¹⁷ Merk, C., Pönitersch, G. and Rehdanz, K. (2016)。Knowledge about aerosol injection does not reduce individual mitigation efforts. *Environ. Res. Lett.* 11 054009。参见：<https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/5/054009>

¹⁸ IPCC (2018). Global Warming of 1.5° C。在全球加强应对气候变化威胁、坚持可持续发展和努力消除贫困的背景下，IPCC 就全球气温比工业化前水平高 1.5°C 造成的影响和相关的全球温室气体排放路径制作的特别报告。待印刷。参见：<https://www.ipcc.ch/sr15/>（4.3.8.3）

¹⁹ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2021). Reflecting Sunlight: Recommendations for Solar Geoengineering Research and Research Governance. 华盛顿特区: 美国国家学术出版社。参见: <https://doi.org/10.17226/25762> (第 121 页)。

²⁰ Biermann, F., Oomen, J., Gupta, A., Ali, S. H., Conca, K., Hajer, M. A., Kashwan, P., Kotzé, L. J., Leach, M., Messner, D., Okereke, C., Persson, Å., Potoc̆nik, J., Schlosberg, D., Scobie, M., & VanDeveer, S. D. (2022). Solar geoengineering: The case for an international non-use agreement. WIREs Climate Change, 13(3), e754. 参见: <https://doi.org/10.1002/wcc.754>

²¹ Lawrence, M. G., and P. J. Crutzen (2017). Was breaking the taboo on research on climate engineering via albedo modification a moral hazard, or a moral imperative?, Earth's Future, 5, 136 - 143. 参见: <https://doi.org/10.1002/2016EF000463>

²² National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2021). Reflecting Sunlight: Recommendations for Solar Geoengineering Research and Research Governance. 华盛顿特区: 美国国家学术出版社。参见: <https://doi.org/10.17226/25762> (第 106 页)。

²³ UNHRC (2021). Mandate of the Special Rapporteur on the Promotion and Protection of Human Rights in the Context of Climate Change: resolution / adopted by the Human Rights Council on 8 October 2021. Resolution A/HRC/RES/48/14. 参见: <https://digitallibrary.un.org/record/3945637?ln=en> (第 6 段)

²⁴ UNESCO (2021). 世界科学知识和技术伦理委员会 (COMEST). Concept note of COMEST on the ethics of climate engineering. 参见: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379991>

有关更多简报、信息和学习资源, 请访问: www.c2g2.net

本简报的内容是本着诚意, 并根据最新的高质量证据来源, 以及 C2G 的使命和原则来制作的。欢迎指正。
如发现印刷错误, 请发送电邮至 contact@c2g2.net。

本文档经知识共享 (Creative Commons) [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) (署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0) 协议许可。若出于教育宣传或非营利目的, 可以在取得卡内基气候治理倡议 (C2G) 的许可后转载本文内容。

www.c2g2.net

原版发布于 2022 年 8 月 9 日 (英文)。