

乘着地球风暴



图片来源: *The adventures of Uncle Lubin*, 作者: Heath Robinson

有可能对地球工程进行治理吗?

面对地球工程的治理, 首先应该问的一个问题就是, 既然地球工程有这么高的固有风险、不公平的影响、长期效应, 以及对广泛的地缘政治、军事、环境和全球正义方面的影响, 还可能对其进行“治理”吗?¹

特别是太阳辐射管理的部署, 会造成很多无法解决的治理问题, 包括潜在的不可逆性, 其跨境的影响也威胁到亚洲和非洲数十亿人口的粮食和水源。但是任何建议的地球工程方案, 若想达到足够影响气候的空间和时间尺度, 必将会产生严峻的而且是分布不均的负面影响。

地球工程

有时被称为气候工程, 指被用来人为大尺度干预和改变地球系统的一系列建议技术, 尤其是被当作气候变化的“技术解决包”用来操控气候系统。

地球工程涉及针对土地、海洋或大气的各种干预措施。包括通常所称的太阳辐射管理 (SRM), 以及属于温室气体移除类 (GGR) 的各种地球系统干预措施, 例如二氧化碳移除 (CDR) 技术。目前大部分干预措施都属于理论建议, 虽然有一些推崇者声称若干 CDR 技术已经接近市场化, 但是这些技术能够有效解决气候变化问题的观点都属推测, 顶多是基于有限的计算机建模所作出的推测。

目前提议的地球工程技术中没有一项是旨在解决气候变化深层次原因的。相反, 使用它们仅仅意在局部应对气候变化的一些表征。而导致气候变化的深层驱动因素并不会改变, 甚至还会在某些地球工程措施 (如: 改变土地用途) 的作用下愈演愈烈。另外, 地球工程旨在人为改变地球系统, 如碳循环和水循环, 所以其本质上是跨境的。

地球工程是否能够被治理，是一个至关重要的问题。然而治理不仅仅指的是建立规章制度使技术的开发合法化并依此发放许可。禁止使用某种高风险技术也是一种治理方式，例如《禁止核试验条约》²，以及2017年7月联合国通过的旨在彻底消除核武器的国际法《禁止核武器条约》。³

核试验已经对某些地区和原住民造成灾难性的影响。对于地球工程，我们可以通过事先建立一个与其风险相匹配的强有力的预防性多边治理机制来避免重蹈覆辙。

“治理地球工程”不仅仅指将来要实现的治理成果，也包括为实现这一成果所努力的过程。当今主导地球工程及其治理结构相关辩论的，往往是技术官僚世界观和工程视角，以及既得利益方，这些视角和观点来自于亲地球工程的学术研究者（有些人可能在这一问题上也有经济利益）以及化石燃料行业，还有其他能从这些提议中获得明确经济或地缘政治利益的人。他们的声音主导了相关讨论。这种不平衡的进程，最终也将导致偏颇的、不民主的治理结果。

而这样的局面也使得最根本的问题被忽略，即相比于地球工程，我们是否有更好的、更安全的替代方案去应对气候变化，以及我们是否应该首先对那些替代方案进行确认、推广、开发，并投入政治意愿去实现。

“负排放”的圣杯

2015年通过的《巴黎协定》决定在本世纪末将全球平均气温较工业化前水平升高控制在“2°C之内”，并且“努力实现1.5°C”。但各国在一年后提交给《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）的国家自主贡献量（NDC）加总之后，相当于全球气温平均升高2.9至3.4°C。⁴两者之间的差距令人深深担忧，必须立即通过真实有效的减排来解决这一问题，同时也要推动能源结构、工业生产和消费模式的深刻变革。这些工作首先要从加起来占全球温室气体排放量2/3以上的那些国家开始做起。

而如今，这些必要步骤非但没有被有效推进，所谓通过各种技术或其他手段抵消排放来避免大幅度削减温室气体排放的“负排放”概念却日益得到人们的关注。

用“技术解决包”来实现1.5°C温升目标的观点为地球工程推广者进一步传播他们的理论铺平了道路。他们认为这些地球工程建议并不是一种储备或应急计划，而是应该尽早实施的“不可避免的”措施。他们也利用这样的观点为自己的研究和实验争取更多的公共和私人支持。⁵

这种技术解决包路线的道德悖论在于，没有任何一项地球工程技术是旨在解决引起气候变化的根源问题，如果政治意愿偏向它们，就相当于偏离了真正的解决方案。这些干预措施仅仅是为了部分抵消气候变化的一些表征。引起气候变化的深层次因素（例如日益增长的能源消耗、不受控制的城镇化以及工业化、毁林、不可持续的农业生产方式以及土地用途的改变）仍将持续对气候造成影响，这意味着部署地球工程将会创造一个“垄断”市场。

起点

虽然许多地球工程的支持者承认，要想对抗气候变化必须实现大幅减排，也据此坚称地球工程应该仅被作为上述大幅减排措施的一个补充，但是他们的研究却给政策制定者造成了可以继续维持高排放状态的错觉。长此以往，仍限于推测层面的地球工程方案对政治注意力的吸引分流了资源，使资源偏离了真正的、永久性的解决方案。

要想讨论如何应对气候变化这一议题，首先我们应该承认：传统的减排战略，例如提高能效、使用可再生能源替代化石燃料、建筑节能改造等，并不足以实现《巴黎协定》的目标。工业化的生产和消费模式已经远远超出了地球所能承受的安全边界。我们需要进行坦诚的对话，讨论如何实现超越主流经济思维的、彻底的减排路径。我们还需要通过稳健、具有社会公正性和文化适当性的战略，大面积且谨慎地恢复自然生态系统，来偿还我们所欠下的土地-碳债务。是开发地球工程技术，还是拒绝这样的路径，是一个政治的和社会的考量与抉择。有种说法是：我们改变地球的速度将比改变经济体系的速度还要快。因此地球工程并不是技术和科学上的必要措施，它是对失败现状的辩护。

我们需要进行坦诚的对话，讨论如何实现超越主流经济思维的、彻底的减排路径。

联合国关于地球工程的讨论

出于预防性原则，以及对其环境和社会影响的顾虑，联合国对于地球工程的讨论已经有十几年了。讨论以联合国《生物多样性公约》为背景集中展开。2008年，《生物多样性公约》通过了一项针对海洋施肥活动的暂缓令；⁶ 2010年，通过了针对地球工程的暂缓令。⁷

如果细分到主题，防止海洋污染的《伦敦公约》/《伦敦议定书》在2013年，通过了一项禁止海洋地球工程活动的决议（合法的科研活动除外）。⁸

《生物多样性公约》在经过其缔约方政府广泛审议之后，发表了两份关于地球工程的报告。其中分析了与公约相关的监管和法律框架，以及其他的联合国机构可能扮演的角色。⁹

几十年来，气候操纵都是一种通过控制天气来达到遏制敌人目的的军事工具。在越战中，美国利用改变天气的手段来打击越军，这一事件直接导致了1977年联合国通过《禁止为军事或任何其他敌对目的使用改变环境的技术的公约》（ENMOD），其目的就是为了防止将操纵环境作为战争手段。¹⁰

一些地球工程的拥护者有意否认了在联合国系统内部已经开展这些讨论的事实。他们辩称：地球工程的研究和实验，可以通过伦理指南、行为守则及类似的方法，进行自我约束和自愿性的管理。¹¹ 一些人现实地认为这样的“软治理”方式更符合当前地缘政治背景下的国际治理方向。另一些人则希望通过在地球工程链的最初环节实施某种形式的自我监管或软监管，来避免更广泛的诸如禁令一类的国际措施。

政治作家娜奥米·克莱恩 (Naomi Klein) 观察到最近国际气候变化治理方面的悲剧：气候变化问题的重要性被提升到了“华盛顿共识”的高度；然而，新自由主义政府认为，采取强硬的决策并不现实；相反，面对这样一个需要依靠强有力多边行动来解决的问题，他们却选择采用低效的、自愿的市场反应。¹² 如果在对待地球工程治理这个问题上重复上述意识形态所造成的错误，那么后果将是非常严重的。

针对地球工程的实验和部署采取自我监管或部分监管（分主题、国别、区域的监管）明显是不恰当的，尤其是考虑到地球工程方案本质上是跨境的，会产生重大的危险，而且其影响具有固有的不平等性。

针对地球工程的实验和部署采取自我监管或部分监管（分主题、国别、区域的监管）明显是不恰当的，尤其是考虑到地球工程方案本质上是跨境的，会产生重大的危险，而且其影响具有固有的不平等性。

的确，一些其他的 CDR 方案，一旦应用，将会在国家层面上进行，因此可以通过国家法律予以治理。但是，不管是 SRM 还是 CDR，气候地球工程从定义上来讲，都意图在一个能够影响全球气候的尺度上进行部署。因此，将部署这些技术和方案的决策权留给国家层面，而不考虑其额外性和累积性效应将是非常危险的。

基于地球工程跨境的本质以及其影响分布的不均衡，任何关于它的实验和部署，都应该坚决在多边层面上进行决策。决策过程应该允许所有被负面影响波及者的全面参与，并且同时考虑多种类型的影响。

跨境的本质

根据定义，地球工程意在人为地改变包括大气、碳循环和水循环在内的地球系统，所以其本质是跨境的。此外，由于我们对地球生态系统作为一个整体，及其包括气候在内的子系统是如何运作的知之甚少，一旦采用地球工程技术，很有可能我们不仅不能改善气候，反而会使事情恶化。¹³

有些研究人员坚持认为，对于二氧化碳移除 (CDR) 方案的治理应该与太阳辐射管理 (SRM) 的治理相区别，因为两者在技术和空间上是不同的，对于部署地构成的风险也是不同的。但是有一些建议中的技术不管被归类为 CDR、GGR 还是 SRM，都有共同的重要特点，在对其进行治理时也应该考虑这些共同特点。例如，海洋施肥、平流层气溶胶注射和海洋云层增亮，这三种技术的目的都是在动态和脆弱的生态系统内额外添加大量的化合物。

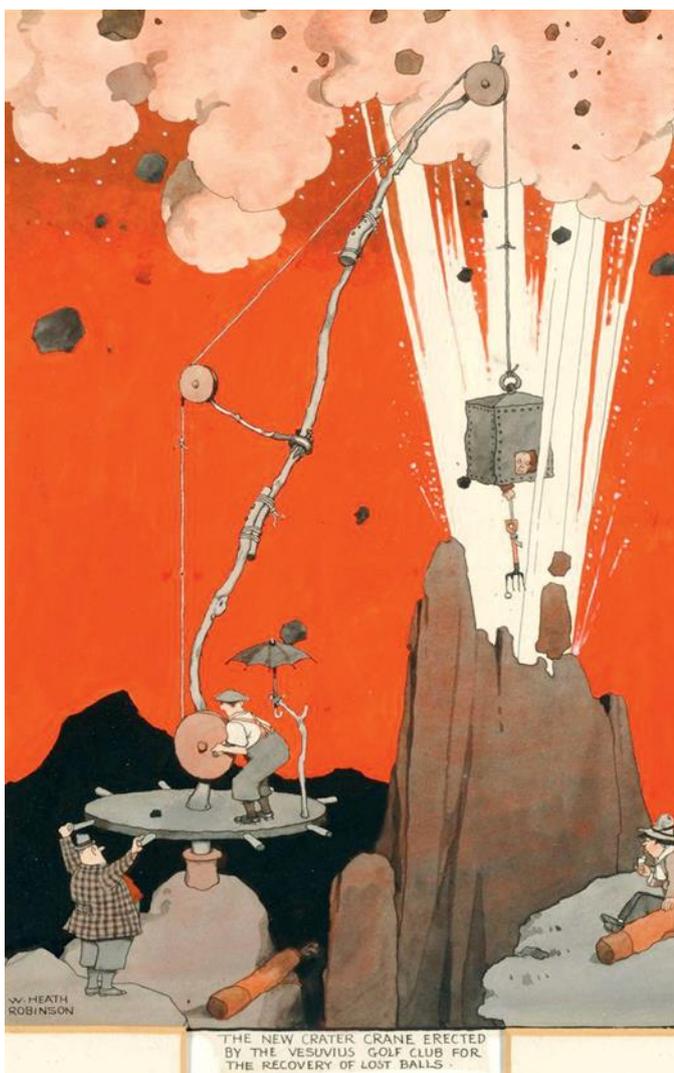
研究和治理

——先有鸡，还是先有蛋？

地球工程的研究者和倡导者往往认为对于他们的研究和实验的最佳治理方式是自愿性指南或行为守则。有一些人对于地球工程技术的部署持更加谨慎的态度，而另一些人则认为即使是部署，也只遵循国家规范便可以了。

所有的这些想法都不能与地球工程所带来的危险、其在国际政治领域足以改变国际规则的角色、以及其固有的跨境本质相匹配。绝大多数地球工程研究的目的并不仅限于理论层面，而是想开发一种技术，或至少为制定地球工程相关提案创造条件。

露天实验，包括小规模露天实验，将会产生“技术锁定”和“防御”现象，即“社会和经济选择受到预先存在的技术承诺、规范和标准的限制”，¹⁴ 正如其他技术发展过程中所遇到的情况。这就像一个斜坡，会导向更大规模的野外试验和最终的部署。



作品名：高尔夫球收集器 作者：Heath Robinson

对于技术的试运行最终将会走向“原理验证”阶段，这有利于筹集资金来开展更多实验，最后地球工程将成为最有权力的一些行动者所拥有的工具，后者可能会单边地应用这些技术，以扩大自己的利益。即使是仅仅展示了这方面的威慑力，也会导致地缘政治后果。就像牛津大学物理学教授 Raymond Pierrehumbert 所说的，现在特朗普手中掌握核武器启动密码已经够糟糕的了，难道我们真的想给像特朗普这样的人以相应工具，使他们能够将全球的气候当做木偶玩弄吗？”¹⁵

现在特朗普手中掌握核武器启动密码已经够糟糕的了，难道我们真的想给像特朗普这样的人以相应工具，使他们能够将全球的气候当做木偶玩弄吗？”

——Raymond Pierrehumbert 教授

此外，地球工程研究对资源是一种偏离，使其无法用于更急需的、更好的、更公正的气候变化应对方法的研究中。如果无论如何都要开展地球工程研究，那应该将其限制在开放式讨论和室内研究范围内，例如通过对比计算机模型来更多的了解气候状况以及地球工程的潜在影响。这些研究应该是透明的，尤其是涉及资金和商业利益冲突方面。任何封闭式的研究都应该注意避免技术锁定的趋势，并且不应该在政治层面上用来改变气候政治。

有可能达成全球共识吗？

特朗普当选美国总统后立即承诺退出《巴黎协定》并在上任六个月以内实现了他的诺言。这不仅仅只是一个提醒人们对局势变化感到警觉的偶然事件。类似事件也有助于我们更好地理解地球工程治理的局势。

对地球工程的治理需要全球各国在民主框架下，秉着充分民主和广泛参与的原则，就地球工程的开发和利用达成共识，这一共识需持续数十年甚至数百年。如果这种治理可以被实现，世界各国在气候谈判中要讨论的就不仅仅是大气中的碳和温室气体量，以及减排措施的可靠性，还需要讨论第二种变量，即排放到大气中的热量，以及减少这些热量的技术。

过去我们已经无数次看到，国际社会即使在面对“碳排放水平”这个单一变量的情况下，都很难达成合作来解决气候变化问题。那么我们如何能相信在地球工程的诸多复杂变量面前，国际社会可以建立一个强有力的、持久的共识呢？例如，对于 SRM 这一地球工程技术来说，除了要求管理温室气体的水平，还要求以可验证的方式，在技术上改变入射阳光的量和大气热量。¹⁶

虽然《巴黎协定》存在各种不足，但它看起来至少是朝着气候变化全球行动正确方向前进的一个全球性共识。然而，在它生效仅几个

月时间内，特朗普总统作为地球历史上对气候变化贡献最大的国家的领袖，宣布该国将退出《巴黎协定》。

想象一下，如果这一协定是旨在治理地球工程的并且相关活动已经在进行，后果将会如何？

首先必须开展广泛的社会审议

控制全球温度的潜在可能引发了一系列关于权力和正义的严肃问题：谁有权控制地球恒温计，并根据自己的利益调节气候？如果这些激进的措施被认为技术上可行，那么谁有权来决定如何部署这些措施，谁的利益又会被排除在外？

考虑到地球工程固有的特点，我们应该就相关技术及其治理进行广泛的社会思考，包括是否有可能在暂缓令的基础上更进一步颁布禁令。这样的深思熟虑，对所有社会成员来讲都是具有意义的，尤其是那些将可能受到地球工程负面影响的人群和地区。

对地球工程治理的合理讨论，应该满足以下条件：

- 基于预防性原则，考虑和尊重现有的联合国有关于地球工程的决议，例如针对海洋地球工程实施事实上的暂缓令以及禁令。
- 不仅限于气候相关问题，因为其后果将远远超出气候议题，包括武器化、国际平等、代际公正、对其它生态系统的影响（如生物多样性和海洋）、对于依赖这些生态系统为生的当地及国家经济的影响、土著和农民权利等等。
- 听取有关其他应对气候变化及其成因的具有生态可持续性及其社会公正性的替代方案的严谨讨论：我们必须建立彻底的、超越主流经济思维的减排路径，例如：有计划地尽早淘汰化石燃料、建立可持续农业模式、采用循环经济的方式减少全球资源和能源消耗的绝对量。此外，我们必须为稳健、谨慎地恢复全球各类生态系统创造空间，当务之急的是雨林、沼泽和海洋生态系统。在实现这些之前，没有理由认为地球工程类方案是不可或缺的。相反，它只会将本应投入到安全、公平和生态可持续方案上的资源偏离到危险的方向。

- 就地球工程的潜在影响以及采取预防措施的必要性，进行参与式的、公开透明的研究和考量，这类研究和考量应该是在国家和地区层面上开展的，且应该让公民社会、社会运动组织和原住民全部参与进来。这样的研究和思考也可以为国际上的讨论提供依据。
- 进行多边、透明及可问责的深入研究和考量，使所有政府能够通过民主的方式自由参与，并接受公众监督审查，使公民社会组织、原住民及社会运动组织全面参与进来，尤其是那些受到气候变化最直接影响的相关方，并且保证其成果对联合国负责。
- 所有讨论都不应该受到企业的影响，包括通过慈善资本家而施加的企业影响，这样才能保证私人利益不滥用权力来影响结果，或者去推行那些他们可以从获利的方案。
- 制定强制的、公开的、无歧义的利益冲突政策，防止有商业利益的研究者在地球工程中扮演所谓“独立”专家的角色。
- 尊重现行国际法，包括保护和平与安全、人权、原住民权利、生物多样性及国家主权，尤其是那些确保一国所采取的任何行动不对其他国家的环境造成损害的国际法，以及禁止出于敌对目的改变环境的国际法。
- 留意伴生危机，尤其是饥饿、贫穷、不平等、生物多样性的丧失、生态系统的损坏、大气污染及海洋酸化。
- 认识到不管是气候危机的严重性，还是科研知识的缺乏，都不能成为进行实验的理由，尤其是考虑到地球工程可能导致的不可预料的后果。
- 在建立一个各方同意的全球性多边治理机制之前，必须严格禁止任何形式的露天实验和部署。
- 颁布针对地球工程部署的禁令是一种可选的治理手段，必须对此保持开放和支持的态度。

在建立一个各方同意的全球性多边治理机制之前，必须严格禁止任何形式的露天实验和部署。

注释

- 1 For a description of techniques and the potential impact of geoengineering see the website www.geoengineeringmonitor.org/ and ETC Group and Heinrich Böll Foundation, “Smoke and mirrors: a civil society briefing on geoengineering,” May 2017. Available online at: www.etcgroup.org/content/civil-society-briefing-geoengineering.
 - 2 Treaty Banning Nuclear Tests in The Atmosphere, in Outer Space and Under Water (Partial Test Ban Treaty) (PTBT), 1963, Available online at www.nti.org/learn/treaties-and-regimes/treaty-banning-nuclear-test-atmosphere-outer-space-and-under-water-partial-test-ban-treaty-ptbt/ Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty, A/50/1027, 1993. Available online at www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/ctbt/
 - 3 Treaty to prohibit Nuclear Weapons, A/CONF.229/2017/8, 2017. www.un.org/disarmament/ptnw/index.html
 - 4 United Nations Environment Program, The Emissions Gap Report 2016, A UNEP Synthesis Report, November 2016. Available online at: www.unep.org/emissionsgap/
 - 5 See: Joshua B. Horton, David W. Keith, and Matthias Honegger, “Implications of the Paris Agreement for Carbon Dioxide Removal and Solar Geoengineering,” Viewpoints, Harvard Project on Climate Agreements, July 2016. Available online at: www.belfercenter.org/sites/default/files/legacy/files/160700_horton-keith-honegger_vp2.pdf
- John Shepherd, “What does the Paris Agreement mean for geoengineering?” The Royal Society, In Verba, Blogpost, 17 February 2017. Available online at: <http://blogs.royalsociety.org/in-verba/2016/02/17/what-does-the-paris-agreement-mean-for-geoengineering/>
- 6 CBD, COP 9 Decision IX/16 section C, paragraph 4, 2008. Available online at: www.cbd.int/decision/cop/?id=11659
 - 7 CBD decision X/33 (w), 2010. Available online at: www.cbd.int/decision/cop/?id=12299
 - 8 London Protocol, Resolution LP.4(8), LC 35/15, Annex 4, 2013; pending ratifications to enter into force. Available online at: www.gc.noaa.gov/documents/resolution_lp_48.pdf
 - 9 Secretariat of the CBD, “Geoengineering in Relation to The Convention on Biological Diversity: Technical and Regulatory Matters,” CBD Technical Series No. 66, Convention on Biological Diversity, Montreal, September 2012. Available online at: www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-66-en.pdf
- See also P. Williamson and R. Bodle, “Update on Climate Geoengineering in Relation to the Convention on Biological Diversity: Potential Impacts and Regulatory Framework.” Technical Series No.84, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, October 2016. www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-84-en.pdf
- 10 Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques, 1977. Available online at: www.un-documents.net/enmod.htm
 - 11 See for example, Jeff Tollefson, “Asilomar geoengineering conference report released,” Nature News Blog, 8 November 2010. Available online at: http://blogs.nature.com/news/2010/11/asilomar_geoengineering_confer.html
 - 12 Naomi Klein, This Changes Everything: Capitalism vs. the Climate, Simon & Schuster: New York, 2014.
 - 13 Raymond T Pierrehumbert, “The trouble with geoengineers hacking the planet,” Bulletin of the Atomic Scientists, Analysis, 23 June 2017. Available online at: <http://thebulletin.org/trouble-geoengineers-%E2%80%9Chacking-planet%E2%80%9D10858>
 - 14 Paul Oldham et al, “Flapping the landscape of climate engineering,” Philosophical Transactions of the Royal Society, Vol. 372, 2014, p. 2. Available online at: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/372/2031/20140065>
 - 15 Raymond T Pierrehumbert, “The trouble with geoengineers hacking the planet,” Bulletin of the Atomic Scientists, Analysis, 23 June 2017. Available online at: <http://thebulletin.org/trouble-geoengineers-%E2%80%9Chacking-planet%E2%80%9D10858>
 - 16 See Steve Gardiner, “Is ‘Arming the Future’ with Geoengineering Really the Lesser Evil? Some Doubts About the Ethics of Intentionally Manipulating the Climate System,” Climate Ethics: Essential Readings, Oxford, 2010. Available online at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1357162

相关链接

www.boell.de/en

www.etcgroup.org

www.geoengineeringmonitor.org