



## 生物多样性公约

Distr.  
GENERAL

UNEP/CBD/SBSTTA/16/10  
12 March 2012

CHINESE  
ORIGINAL: ENGLISH

科学、技术和工艺咨询附属机构  
第十六次会议  
2012年4月30日至5月5日，蒙特利尔  
临时议程\*项目 7.3

### 地球工程涉及《生物多样性公约》的技术和管理事项

执行秘书的说明

#### 执行摘要

在其第十届会议上，生物多样性公约缔约方大会缔约方通过了关于气候相关地球工程及其对实现《公约》目标影响的第 X/33 号决定，作为其关于生物多样性与气候变化问题的决定的一部分。根据该决定，编制了三份研究，作为资料文件提交给科学、技术和工艺咨询附属机构。这些研究汇编和综合和以下信息：(一) 地球工程技术对于生物多样性及相关社会、经济和文化因素的可能影响；(二) 地球工程与《公约》相关的管理框架；以及(三) 土著和地方社区及利益攸关方对于地球工程对生物多样性影响的意见和经验。

各项技术研究表明，如果可行并有成效，一些地球工程技术能够减轻气候变化的程度及其对生物多样性的影响。与此同时，大多数地球工程技术与无意造成的对生物多样性的影响有关联，特别是运用地球工程技术的规模具有气候重要意义、并伴有重大风险和不确定性的情况下。这些研究还确认了很多知识十分有限的很多领域。

关于地球工程的法律和管理框架的研究表明，当前可以适用于涉及《公约》的气候相关地球工程的管理机制并不能构成符合“基于科学、全球性、透明和有效”这些标准的整体地球工程的一种框架。除了海洋肥化实验和地质结构中的二氧化碳储存有可能不在此列之外，现有的法律和管理框架目前还无法与气候相关地球工程的可能规模和范围、包括跨界影响相匹配。基于科学的全球性、透明和有效控制和管理机制的必要性，对于有可能

\* UNEP/CBD/SBSTTA/16/1。

造成重大的不利跨界影响的地球工程概念，以及适用于国家管辖以外以区域和大气中的那些地球工程概念而言可能极为重要。缺乏对反射太阳光线方法管理机制是一重大差距，尤其考虑到这方面可能具有重大而有害的跨界影响。

土著和地方社区以及利益攸关方的初步意见和经验表明，迄今为止，土著人民对这一辩论所提意见十分有限，目前关于这些问题的相关能力建设方案和信息极少。从土著的观点理解地球工程的影响，是需要进一步探讨的问题。各种联合国标准，包括《联合国土著人民权利宣言》\*都强调了土著人民有效参与所有可能影响他们、但对围绕地球工程的讨论参与甚少的事项的必要性。

### 拟议的建议

科学、技术和工艺咨询附属机构 *建议* 缔约方大会第十一届会议通过一项措辞大致如下的决定：

*缔约方大会，*

1. *欢迎* 关于气候相关地球工程对生物多样性影响的报告（UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28）、关于涉及《生物多样性公约》的气候相关地球工程管理框架的研究（UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29）以及土著和地方社区及利益攸关方的意见和经验概览（UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30）；

2. *表示注意到* 现文件介绍的主要信息（UNEP/CBD/SBSTTA/16/10）；

3. *注意到* 可将气候相关地球工程定义为主要通过反射太阳光线办法或消除大气中的温室气体，有意干预地球环境，其性质和规模均意在阻止人为气候变化和（或）其影响；

4. *还注意到* 在对气候相关地球工程对生物多样性的影响方面，仍存在重大的差距，包括：

(a) 基于对这些技术的可扩展性的现实估计，其中一些技术的整体成效；

(b) 预期拟议的地球工程技术如何能够在区域和全球一级影响天气和气候；

(c) 生物多样性、生态系统及其服务能对气候因地球工程而发生的变化会作出何种反应；

(d) 不同的拟议地球工程技术给生物多样性造成的无意的影响；以及

(e) 社会和经济影响，特别是地缘政治可接受性、治理和可能需要解决有些可能受益而有些可能收到不利影响的问题。

5. *回顾* 第 X/33 号决定第 8 (十)段，*欢迎* 1972 年《防止倾倒废物及其他物质污染海洋的伦敦公约》及其 1996 年《议定书》正在考虑有可能在海洋肥化之外制定拟议的海洋地球工程技术的管理框架；

---

\* 大会第 61/295 号决议，附件。

6. *注意到* 习惯法，包括避免跨界损害的义务和进行环境影响评估的义务，有可适用于可能的地球工程活动，但对全球管理而言仍然只能构成不完全的基础；

7. *还注意到* 现有条约和阻止对于管理潜在的地球工程活动的可能的重要性，包括《联合国海洋法公约》、《伦敦公约》及其《议定书》、《联合国防治气候变化框架公约》及其《京都议定书》、《保护臭氧层维也纳公约》及其（蒙特利尔议定书）和各区域公约以及联合国大会、联合国环境规划署和世界气象组织；

8. *认识到*，就大多数拟议的气候相关地球工程技术而言，现行管理框架的内容尚不能构成基于科学的全球性、透明和有效框架；

9. *认识到* 基于科学的全球性、透明和有效控制和管理框架的必要性对于有可能造成重大的不利跨界影响的地球工程概念，以及适用于国家管辖以外以区域和大气中的地球工程概念而言可能极为重要。

10. *请* 执行秘书向上文第 7 段提及的条约和组织的秘书处转交本决定以及上文第 1 段提及的报告，供其可能的审议。

## 一. 导言

1. 在其第十届会议上，缔约方通过了关于气候相关地球工程及其对实现《公约》目标影响的第 X/3 号决定，作为其关于生物多样性与气候变化问题的决定的一部分。

2. 具体而言，在该决定的第 8 段，缔约方大会：

邀请各缔约方和其他国家政府，根据各自国情和优先事项以及有关的组织和程序，考虑采取以下关于养护、可持续使用和恢复生物多样性和生态系统服务的准则，同时为减缓和适应气候变化作出贡献（……）

“(w) 按照和符合关于海洋肥沃化和生物多样性及气候变化的第 IX/16 C 号决定，在地球工程活动还没有科学依据的、全球性的、透明和有效管制和监管机制的情况下，依照预先防范办法和《公约》的第 14 条，在获得足以支持这种活动的充分科学依据，和适当地考虑到对环境和生物多样性以及相关的社会、经济和文化影响之前，不得从事影响到生物多样性的与气候的地球工程活动<sup>1</sup>。但小规模的科学研究除外，而这些研究将依照公约第 3 条在受控的环境中进行，并且这些研究具备收集科学数据的合理理由并对环境可能产生的影响受到事前充分评估；

(x) 确保系根据第 IX/16 C 号决定处理海洋肥沃化活动，同时承认《伦敦公约》/《伦敦议定书》的工作；”

3. 此外，在该决定的第 9 段，缔约方大会请执行秘书：

“(l) 汇编与综合现有的、关于地球工程技术对生物多样性以及与其相关的社会、经济和文化考虑的影响的科学信息和土著与地方社区和其他利益攸关者的意见，以及汇编与综合关于与气候变化有关并涉及生物多样性公约的地球工程的各种定义和理解的备选方案，将其提交缔约方大会第十一届会议之前的科学、技术和工艺咨询附属机构的一次会议审议；

(m) 考虑到可能需要有以科学为基础的全球、透明和有效控制和管理机制，在资金允许的情况下从事一项在与气候有关的地球工程方面涉及生物多样性方面的现有机制所存在的差距的研究，还考虑到这种机制不一定适合放在《生物多样性公约》下，应在缔约方大会未来举行会议之前由科学、技术和技术咨询附属机构进行审议，并将其结果告知其他有关组织；”

4. 根据第 X/33 号决定的第 9 (l) 段，一组专家和公约秘书处编制了关于气候相关地球工程对生物多样性的影响的研究，此前，在联合王国和挪威政府的资助下，一联络小组举行了讨论。该报告汇编和综合了关于地球工程技术对生物多样性可能影响的现有资料，包括关于相关社会、经济和文化因素以及关于定义的备选办法的资料。该研究的主要信息载于下文第二节。报告全文可见 UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28 号文件。

---

<sup>1</sup> 在不影响未来对地球工程活动的定义进行审议的情况下，了解任何有意可能影响生物多样性的大规模减少太阳曝晒或增加从大气碳吸存（在化石燃料的二氧化碳释放进入大气之前捕获二氧化碳的碳捕获和碳储存的技术除外）的技术在能够拟订更确切的定义以前，应视为与生物多样性公约相关的地球工程形式。有人指出，太阳曝晒是指在一定时间一定地球表面接收太阳辐射能的数量，而碳吸存是指在大气之外增加储存库碳存量的过程。

5. 根据第 X/33 号决定第 9 (m) 段，秘书处的一主要撰稿人编制了关于涉及《生物多样性公约》的气候相关地球工程管理框架的研究，其中收集了一组专家以及生物多样性公约秘书处的审查评论和补充意见。该研究的主要信息载于下文第三节。报告全文可见 UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29 号文件。

6. 上文第 4 段所述关于气候相关地球工程对生物多样性的影响的研究承认，目前有关土著和地方社区的观点的信息很少。秘书处组织了两次会议，一次是在生物多样性公约第 8(j)条和相关条款问题不限成员名额闭会期间特设工作组第七次会议期间举行，一次是在科学、技术和工艺咨询附属机构第十五次会议期间举行，为的是开始关于这一问题的对话和听取土著和地方社区及其他利益攸关方的初步意见和经验。

7. 秘书处还发起了电子讨论，以便利用为土著人民、小岛屿和弱势群体建立的在线全球论坛“气候前线”，收集土著和地方社区及其他利益攸关方关于地球工程技术对生物多样性的可能影响的意见和经验。“气候前线”论坛系联合国教育、文化和科学组织（教科文组织）同生物多样性公约秘书处、联合国土著问题常设论坛秘书处以及人权事务高级专员办事处（人权高专办）合作开办的。该论坛的受众达 46,000 人，以英语、法语和西班牙语运作。在线讨论主要信息的概要载于下文第四节。在线讨论的报告全文可参见 UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30 号文件。

## 二. 气候相关地球工程对生物多样性的影响

8. 下文介绍的主要内容摘自关于气候相关地球工程对生物多样性的影响的研究报告。报告全文可参见 UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/28 号文件。

9. **生物多样性、生态系统及其服务对人类福祉极其重要。保护生物多样性和生态系统需要减少致使生物多样性丧失的驱动因素。** 目前致使生物多样性丧失的主要直接驱动因素是生境发生变化、过度开采、侵入物种的出现、污染和气候变化。而这些因素又受到人口统计学、经济、技术、社会政治和文化变革的驱动。由于温室气体排放导致的人为气候变化正在日益成为一种越来越重要的生物多样性丧失以及生态系统服务退化驱动因素。迅速向低碳经济过渡是减少对生物多样性产生上述不利影响的最佳策略。但是，鉴于当前的温室气体排放总量、其在大气中长期滞留和迄今为止为减少未来排放所采取的行动相对有限，已经有人建议利用地球工程技术作为限制人类因素诱发气候变化及其影响规模的一种补充手段。

### *拟议的气候相关地球工程技术*

10. 在本报告中，气候相关地球工程被定义为采取深思熟虑的行动，在性质和规模上，以应对人为气候变化及其影响为目的，干预地球环境。地球工程技术包括提高地表或大气层的反射率以及从大气层中清除温室气体；报告还建议了其他方式。对地球工程的这一定义包含可能为应对（或补救）全球变暖及其相关后果采取的广泛行动。这些行动的共同点是：如果以充分的规模加以推广，它们可能都会产生全球变冷的作用。因此，地球工程可能区别于有关减缓（减少或预防）人为温室气体排放的行动。虽然有些地球工程技术可能涉及到与人工碳封存相同或类似的程序，但在本报告中，与燃烧化石燃料有关的碳捕获及封存（碳固存）未被视为一种地球工程技术。但包括植树造林/重新造林以及大规

模土地管理改革，尽管这些措施已经用于减缓气候变化及其他目的，而且它们涉及对新技术的利用也最小。（第2.1-2.2节）<sup>2</sup>

11. “阳光反射法”又称为太阳辐射管理，目的是通过减少入射及随后对短波太阳辐射的吸收、将少量阳光反射回空间的方式应对全球变暖及相关气候变化。这种情况图达标达到一定的规模，便会产生应向，因此，如果认为可行，有可能在几个月或几年内降低地球表面的温度。预期阳光反射法触及不到因大气层中温室气体浓度增加而引起的人为气候变化的根本原因：而是会掩盖积累的温室气体的升温效果。这一方法在温室气体的变暖作用与阳光反射法的变冷作用之间加入一种新的动力，但它对气候的影响尚不明确，特别是在区域一级。阳光反射法不会直接涉及到海洋酸化问题。阳光反射法提案包括：

1. **空基措施**：通过在空间安装遮阳板，减少到达地球的太阳能数量，目的是反射太阳辐射或使太阳辐射改变方向；
2. **改变平流层气溶胶**：将硫酸盐或其他类型的颗粒注入高层大气层，目的是提高阳光反射回空间的散射能力；
3. **提高云层反射率**：增加低层大气中云凝结核的浓度，特别是在海洋区域，从而使云层变白，目的是提高太阳辐射的反射率；
4. **提高地表反射率**：改变土地或海洋表面，目的是将更多的太阳辐射反射回空间。

阳光反射法可以在各种规模上单独实施，也可以与其他方法结合实施。（第2.2.1节）

12. **二氧化碳清除（CDR）技术的宗旨是从大气层中清除二氧化碳，它是一种主要温室气体**，使向外辐射的长波（热红外线）辐射更容易脱离大气层。原则上讲，二氧化氮（N<sub>2</sub>O）和甲烷（CH<sub>4</sub>）等其他温室气体也可以从大气层中清除，但此种方法目前还有很大的不确定性。拟议的二氧化碳清除技术包括：

1. **海洋肥沃化**：以刺激植物生长为目的使海洋环境营养物富集，从而吸引大气层中的二氧化碳，并且将二氧化碳沉积到深海之中；
2. **加强风化作用**：以碳酸盐和硅酸盐岩石风化（分解作用）方式，人为提高通过自然方式从大气层中清除二氧化碳的能力；
3. **通过实施生态系统管理提高碳固存能力**：例如，通过：植树造林、重新造林或提高土壤和湿地中自然碳储存能力的措施；
4. **利用已收割的生物质及随后的碳储存进行生物碳捕获**：例如，通过生物碳、长期存储作物残渣或木材，或者具有碳捕获和封存能力的生物能源；和
5. **通过化学方式直接从大气层中捕获二氧化碳及其随后的储存**，例如，以液态方式将二氧化碳储存在地质层或深海中。

二氧化碳清除法有两个步骤：（1）从大气中捕获二氧化碳；和（2）将已经捕获的二氧化碳长期储存起来（固存）。在前三种技术中，这两步是密切相关的，虽然储存的效果可能有变化且每种技术各有不同；在第四和第五种技术中，捕获和储存可能在时间和空间是分开。植树造林、重新造林或加强土壤碳等生态系统措施已经用于气候变化缓解活动，并

<sup>2</sup> 括号中的信息表明所涉及详细资料全文可以参见主要报告（UNEP/CBD/SBSTTA/INF/28）。

且未被普遍视为地球工程技术。二氧化碳清除技术的效果相对较慢：为了对气候产生重要影响，此种单独或集体干预措施需要涉及到每年从大气层中清除几十亿吨二氧化碳（Gt C/yr），并且要坚持几十年。对于若干拟议二氧化碳清除法来说，这似乎不可能实现。

（第2.2.2节）

13. 目前没有任何单一地球工程技术满足有效性、安全和经济可承受能力三项基本标准。不同技术处于不同的发展阶段，大多数都处于理论发展阶段，其中有很多技术的有效性值得怀疑。在上述拟议技术中，很少（如果说有的话）能够被视为进行过充分研究；对于大部分技术而言，尚未对其执行的实用性进行调查，而且对其实施治理的机制可能存在问题。早期迹象表明，包括阳光反射法和二氧化碳清除法在内的若干技术不可能在全球一级发挥有效作用。（第2节）

*气候变化和海洋酸化及其对生物多样性的影响*

14. 二氧化碳及其他大气温室气体的持续增加不仅对全球和区域平均气温产生重要影响，而且也对降水、土壤湿度、冰盖动态、海平面上升、海洋酸化以及洪灾、干旱和野火等极端事件的发生频率和烈度产生重要影响。未来的气候混乱可能会突然爆发，也可能不可逆转，并且可能在规模上超过千年一遇；它们不可避免会对自然系统和人类社会产生重要影响，严重影响生物多样性，带来很高的社会经济成本。（第3.1节）。

15. 自从2000年以来，人类活动造成的二氧化碳排放量增长速度一直在加快，平均每年增长3.1%。其他温室气体的排放也在增加。因此，将全球变暖限制为拟议的2°C极具挑战性。因此，避免具有高风险的气候变化需要紧急为减少温室气体排放以及保护现有自然碳汇做出巨大努力，包括通过可持续的土地管理等措施。如果不做出此种努力，可能会有越来越多的人建议采取地球工程措施来抵消至少某些气候变化的影响，虽然这些措施还有风险和存在不确定性（第3.1.2节）。

16. 即便采取强有力的气候变化减缓政策，进一步的人为气候变化也是不可避免的，原因是地球气候系统的反应滞后。事实上，当前限制温室气体排放的承诺针对的是地球会升温3-5°C。据预测，在大气层中温室气体的浓度稳定之后，全球地表温度可能会在几个世纪内升高0.3 - 2.2°C，而且海平面也会升高，原因是热量导致海洋扩大和冰层融化。这种变化的严重性为关注地球工程提供了理由。（第3.1.2节）。

17. 人类原因导致的气候变化对生物多样性和生态系统服务带来的威胁越来越严重，大大增加了物种灭绝和局部丧失的可能性。温度、降水及其他气候属性严重影响物种的分布和数量及其相互之间的作用。因为物种对气候变化的反应会有不同，所以生态系统（及其提供的服务）将会中断。预期气候变化不仅比近期自然发生的气候变化（例如，在冰河期）更快，而且目前此种适应措施的范围也因其他人为压力而缩小，包括过度开采、生境丧失、裂殖和退化、非本地物种的进入以及污染。因此，全球灭绝和地方灭绝的风险在增加，因为很多物种的数量和遗传多样性已经减少，而且其适应能力也在降低。（第3.2.1节）。

18. 预测气候变化所产生的陆地影响最大的可能是山区和极地生境、受海平面变化影响的沿海地区以及淡水可利用性发生重大变化的地区。适应能力有限的物种特别有可能灭绝；而森林生态系统及其提供商品和服务因水文状况（影响火灾风险）及虫害数量变化所产生的影响，可能会与气温变化的直接影响一样大，或者甚至更大。（第3.2.2节）。

19. 海洋物种和生态系统正在越来越多地受到海洋酸化以及温度变化的影响。气候已经导致海洋生物的繁殖成功率、数量和分布出现变化，而且比陆地上的变化速度更快。夏季北极海冰的消失将会产生重大生物多样性影响。虽然海洋酸化（大气中二氧化碳增加必然带来的化学后果）的生物影响还不太确定，但大气中二氧化碳浓度达到 450 ppm 将会使地表 pH 值降低 0.2 个单位，导致可能发生大规模重大生态影响。热带珊瑚礁似乎特别危险，容易受到海洋酸化、温度压力（珊瑚脱色）、沿海污染（富营养化和沉积物负载增加）、海平面上升和人类开采（过度捕捞和采集珊瑚）的多重影响。（第 3.2.3 节）

20. 生物圈在气候过程中发挥重要作用，特别是作为碳水循环的一部分。陆地和海洋生态系统通过各种生物驱动进程，以自然方式循环和储存大量的碳。由于自然交换过程中平衡发生变化所导致的海洋和陆地碳储存变化很小，这可能对大气中二氧化碳浓度产生重大气候影响。人们对可能引起长期碳储存（如甲烷）快速释放的潜在临界点了解很少。（第 3.3 节）

#### *阳光反射法地球工程可能对生物多样性产生的潜在影响*

21. 如果能够在缩小变暖规模方面发挥有效作用，阳光反射法将会减少气候变化对生物多样性产生的若干影响。此种技术也有可能对生物多样性产生其他意想不到的影响。对这些影响进行总体评估并不简单：不仅是具体阳光反射措施的作用不确定，而且风险评估的结果也取决于用作对比“控制”的替代性、非阳光反射法策略。由于预测会发生气候变化，气候变化设想对于评估地球工程的风险和惠益，例如对于生物多样性的应向，提供了相关的控制。（第 4 章；导言）

22. 模型分析以及来自火山喷发的证据表明，对于地球大部分表面而言，通过某种非特定大气阳光反射措施使阳光均匀变暗 1-2%，可以减少在未减缓温室气体排放的情况下未来预期温度变化。总的来讲，这样会减少预期气候变化对生物多样性的若干不利影响。这些好处将会因区域不同而存在差别，而且在某些地区可以忽略不计或根本没有。但是，已进行的研究非常有限；均匀变暗只是一种理论上的概念，而可能无法实现；并且对不同大气阳光反射措施的作用及其对水文循环以及热量分布的地球空间后果还有很多不确定性。因此，尚无法可信地预期其可能产生的结果。（第 4.1.1 节）

23. 阳光反射法在温室气体的加热作用和因减少阳光所导致的致冷作用之间施加了一种新的动力。通过降低光通量的方式调节高浓度温室气体的辐射影响没有已知先例；因此，这种组合的稳定性不明确，也不清楚“阳光反射法世界”可能为单个物种和生态系统带来的具体环境挑战，包括短期和长期挑战在内。（第 4.1.3 节）

24. 大气中因人类活动引起的二氧化碳的总量不会受到阳光反射法的影响。因此，阳光反射法对海洋酸化及其对海洋生物多样性的相关影响不会产生什么作用，也不会影响大气中二氧化碳浓度增加对陆地生态系统的（积极或积极）影响。阳光反射法对大气中二氧化碳起一些间接作用是可能的；例如，如果利用此种技术来预防自然系统发生因气温驱动的额外二氧化碳释放。不过，在避免对（海洋）生物圈产生有害作用方面，阳光反射法不能被视作对减缓二氧化碳排放和二氧化碳清除的一种替代办法。（第 4.1.4 节）

25. 阳光反射法已经采用了一段时间，并且能够在很大程度上减缓由于持续温室气体排放所导致的变暖作用，迅速终止阳光反射法几乎肯定会对生物多样性和生态系统服务



产生很大负面影响。这些不利后果将会比气候逐渐变化所带来的后果更为严重，因为会这样大大减少适应机会，包括通过人口迁移的方式。（第 4.1.5 节）

26. 利用硫酸盐颗粒进行平流层气溶胶注射将会影响光线达到生物圈的总量和质量；对大气酸性的影响相对较小；并且也可能会加剧平流层臭氧耗尽。所有这些意想不到的影响都有可能对生物多样性和生态系统服务产生影响。平流层气溶胶将会使到达地球的光合有效辐射（PAR）量减少 1-2%，但会增加散射（与直射相对）的比例。据预期，这样会影响生物群落的组成和结构。可能会导致森林生态系统中的总初级生产力（GPP）增加，而海洋生产力降低。但是，对生物多样性构成的影响的量级和性质可能会各不相同，且目前尚不能充分了解。加剧臭氧耗尽主要发生在极地地区，可能会造成到达地球的紫外线辐射量增加，虽然可能会被气溶胶颗粒本身的紫外线散射所抵消。（第 4.2.1 节）

27. 云层增亮是一种比较局部的阳光反射法建议，可能运用于有限的特定海洋区域。其对气候影响的可预期性目前尚不明确；不过，利用相关联的大气和海洋摄动进行区域冷却却是可能的，可能会对陆地和海洋生物多样性和生态系统产生重要影响。意想不到的影响可能是积极的，也可能是消极的。（第 4.2.2 节）

28. 改变地表反照率需要在很大的陆地（次大陆一级）进行，或者在大面积的全球海洋上进行，只有这样才能对全球气候产生实质性影响，并因此对生态系统产生影响。强大的局部冷却可能会对区域天气模式产生某种破坏性作用。例如，利用足够大规模的反射材料覆盖荒漠以便有效解决对气候变化的影响问题，这么做可能会大大减少荒漠动植物群落的生境可用性，而且也影响习惯用途。（第 4.2.3 节）

#### *二氧化碳清除法地球工程技术对生物多样性的潜在影响*

29. 根据预期，如有效且可行，二氧化碳清除技术将会降低气候变化对生物多样性的积极影响，而且大多数情况下也会降低海洋酸化对生物多样性的影响。通过从大气层中清除二氧化碳，二氧化碳清除技术能够降低人为气候变化的主要促发因素的浓度，并且会降低海洋表面的酸化程度，但二氧化碳清除技术对整个海洋的影响将取决于长期碳储存的位置。总的来讲，二氧化碳清除法对大气中二氧化碳浓度的影响很慢，对气候惠益的影响也比较滞后。有些技术的有效性因为可量测性有限而值得怀疑。（第 5.1 节）

30. 根据性质、规模以及碳捕获和储存的位置不同，个别二氧化碳清除技术可能会对陆地和（或）海洋生态系统产生意想不到的重要影响。在有些生物驱动的过程（海洋肥沃化；植树造林、重新造林和土壤碳加强）中，从大气层中清除碳及其随后的储存关系密切。在这种情况下，对生物多样性的影响可能仅限于各自的海洋和陆地系统。而在其他情况下，所采取的措施没有连续性，而且有可能是各种捕获和储存办法的不同组合。因此，固定在陆上生物质中的碳可能作为作物废料倒入海洋之中；像木炭一样埋入土壤之中；也可能用作燃料，并采用化学方式从源头清除二氧化碳产物并将其储存在地下水或深海之中。在这些情况下，每一步都会对生物多样性产生不同和额外的潜在影响，并且有可能会对海洋和陆地环境产生不同影响。（第 5.1 节）

31. 海洋肥沃化涉及到生物初级生产力提高，并且使浮游植物的群落结构和物种多样性发生相关变化，并且对更广泛的食物网产生影响。海洋肥沃化可以通过从外部添加营养物（铁、氮或磷）的方式来实现，也可以通过改变海洋上升流的方式来实现。如果范围达到对气候重要的级别，变化可能包括有害藻花可能会增加，而且深海生物量增加。对渔

业的潜在影响不明确。如果用铁元素来刺激提高初级生产力，那么一个区域的生产力提高可能会在某种程度上被其他地方的生产降低而抵消。据预期，海洋肥沃化将会提高中层水域的甲烷和二氧化氮生产量；如果释放到大气层中，这些温室气体将会大大降低这种技术的有效性。大规模海洋肥沃化将减慢接近海平面海洋酸化的速度，但会增加中层水和深层水的酸化（及潜在缺氧）。目前已经进行的小规模试验表明，这种技术对于地球工程的有效性值得怀疑。（第 5.2.1 节）

32. 加强风化将会涉及对碳酸盐和硅酸盐岩石的大规模开采和运输，并且会涉及到固体或液体材料在陆地或海上的散布。对陆地和沿海生态系统的影响规模（可能是积极的影响，也可能是积极的影响）将取决于执行的方法和规模。通过碳酸盐和硅酸盐岩石的风化（溶解），以自然方式从大气层中清除二氧化碳。可以通过将碳酸钙或其他碱性矿物的溶解产品加入海洋或在农业土壤中加入大量橄榄石等硅酸盐矿物质等技术人为加快这一过程。在海洋中，从理论上讲，这种技术可以用于应对海洋酸化；实用性尚有待检验。（第 5.2.2 节）

33. 通过植树造林、重新造林或加强土壤和湿地碳方式进行生态系统碳储存对生物多样性的影响取决于执行的方法和规模。如果管理得当，此种做法可能会增加或维持生物多样性。植树造林、重新造林及改变土地用途已经被作为缓解气候变化措施加以推广，并且未被很多人视为属于地球工程技术。为了最大限度发挥这些做法可能带来的生物多样性惠益和减少不利条件，《生物多样性公约》等机构已经编写了很多指南（例如：种植本地的各种品种而不是外来种植物）。（第 5.2.3 节）

34. 以碳固存为目的，在足以对气候产生重要影响的规模上进行生物质生产可能会与粮食及其他作物争夺土地，也可能会涉及大规模改变土地用途，从而对生物多样性以及温室气体排放产生影响，可能部分抵消（或甚至超出）以生物质形式固存的碳量。将生物质生产与其作为具备从源头有效碳捕获碳能力的电站中的生物能源结合起来可能有利于减少碳排放。对生物多样性和温室气体排放的绝对影响将取决于所采用的方法。除了其生产过程中涉及到的影响之外，对生物质的储存或处理也可能对生物多样性产生影响。从农业生态系统中清除有机物质可能会对农业生产力和生物多样性产生负面影响，并且可能会为了维持土壤肥力而需要施化肥。（第 5.2.4.1 节）

35. 目前对在不同类型的土壤中以及在不同的环境条件下长期储存生物碳（木炭）的影响尚未充分了解。需要解决的重要问题包括碳在生物碳中的稳定性，以及对土壤保水性、二氧化氮释放、农作物产量、菌根真菌、土壤微生物群落和食腐质生物的影响。（第 5.2.4.2.1 节）

36. 据预期，在海洋中储存陆地生物质（例如，作物残渣）会对生物多样性产生负作用。由于材料的绝对质量，将打包的残渣沉入海洋可能会对海底产生重要局部物理影响。如果沉积物聚积起来，加上随后数十亿吨有机碳的分解，可能会在区域范围内产生耗尽氧气和深水层酸化等更为广泛且长期的间接影响。（第 5.2.4.2.2 节）

37. 以化学方式从周围空气中捕获二氧化碳需要消耗大量能源。有些拟议过程可能还会需要大量淡水，并且可能会因为加工吸附剂而产生化学污染；要不然，它们对生物多样性的直接影响相对较小。从周围空气中清除二氧化碳（如果其浓度为 0.04%）比从电站的废气（其浓度约为周围空气中二氧化碳浓度的 300 倍，为 12%）中捕获二氧化碳更困难，而且也更加耗能；因此，如果没有额外的无碳能源的话，这种做法就不太可行。从大

气层中清除的二氧化碳需要储存在海洋中或者地下水库中，这么做也可能会额外影响；换句话说，它可能被转化成硅酸盐和碳酸氢盐。（第 5.2.5.1 节）

38. 在海洋中储存二氧化碳必然会改变局部化学环境，很有可能产生生物效应。对中层水和海底生态系统的效应可能会通过海洋无脊椎动物、鱼类和微生物曝露于 pH 值降低 0.1 - 0.3 个单位的环境中而显露出来。可以预期，如果形成二氧化碳湖泊，则深层海底生物将会接近完全毁灭。大面积和长时间地将二氧化碳直接注入海洋将会对生态系统产生的慢性效应尚未进行研究，生态系统补偿或调整此种二氧化碳移位的能力尚不得而知。（第 5.2.5.2.1 节）

39. 如果地点选得的好，储存在海底以下地质水库中的二氧化碳的泄漏不太可能发生，虽然如此，这么做可能也会对局部深海底动物群落产生生物多样性影响。将二氧化碳储存在海底以下地质水库中的做法已经在开始试点执行。其对岩石地层微生物群落的效应看来可能很严重，但尚未进行过研究。（第 5.2.5.2.2 节）

#### *气候相关地球工程的社会、经济、文化和伦理因素*

40. 对地球一种作为一种潜在选项的考虑提出了很多社会经济、文化和伦理问题，不管具体的地球工程做法是什么。此种问题包括全球正义、影响和惠益的空间分布不公平、以及代际之间的平等。不同社会团体对技术方案的信心（或换句话说风险转移）可能存在很大区别，而且很有可能是在不断发展变化之中。（第 6.3 节）

41. 人类是改变地球环境的主要力量。这已产生重要反响，不仅因为它迫使社会考虑多种相互作用的全球环境改革，而且因为它需要就是否可以进行以下改变进行讨论，从（1）一种无意识地改变地球系统，产生几十年后我们才能知道的影响；转变为（2）试图达成有关减少破坏行为的国际协定；及最后转变为（3）考虑采取行动故意改变全球循环和系统，以便尽量避免气候变化的最坏结果。（第 6.3.1 节）

42. 有人认为，地球工程的“道德风险”是一种技术倒退，可能会减少为缓解气候变化所做出的努力。但是，也可能会出现相反的情况：当人们对地球工程及其局限性和不确定性有了更为广泛的认识的时候，可能会为减少排放加大政策力度。其他需要考虑的伦理因素包括是否可以接受用引进一种污染物的方式来补救另一种污染物的问题。（第 6.3.1 节）

43. 除了限制不想要的气候变化影响之外，大规模运用地球工程技术几乎肯定会涉及到意想不到的副作用，并且会加剧社会政治紧张关系。虽然技术革新有助于社会变革和从很多方面提高生活质量，但它并非总是能够以可持续的方式实现这一目标。已有记录表明人们未能对特殊技术所产生意外后果的预警做出反应，并且一直有人质疑采用技术方式是否是解决应用先前技术所产生的问题的最佳选项。（第 6.3.2 节）

44. 另一个问题是出现技术、政治和社会“锁定”的可能性，因为地球工程技术的发展也可能会导致出现既得利益和增加社会动力。一直有人认为，这条具有依赖性的道路可能会使采用地球工程技术的可能性增加，和/或限制地球工程技术的可逆性。为了最大限度降低此种风险，有关评估地球工程的安全性、可行性和成本效益的研究必须放开思想，必须客观，不得损害运用地球工程技术的合意性或其他目标。（第 6.3.2 节）

45. 地球工程引起很多与社会内部及内部之间以及不同时间点的资源和影响分布有关的问题。有些地球工程技术需要利用自然资源。据预期，如果以土地为基础的二氧化碳清除技术以争夺土地、水和能源的活动形式出现，则可能会出现争夺有限资源的情况。阳光反射地球工程的影响（包括积极和消极影响）的分布不可能非常均匀，包括气候变化的影响本身在内。（第 6.3.4 节）

46. 在地球工程实验或干预措施可能对国家管辖以外区域产生跨界效应或影响的情况下，可能会导致地缘政治紧张，不管导致实际负面影响的根源是什么，特别是在没有国际协议的情况下。与气候变化一样，地球工程也可能产生代际问题：今世后代可能面临需要继续采取地球工程措施，以便避免可能主要是由于几十年之前的排放所引起的终止效应。（第 6.3.5 节）

### 综合

47. 如果可行且有效，采用地球工程技术可能会缩小气候变化及其对生物多样性影响的规模。同时，大多数地球工程技术都有可能对生物多样性带来意想不到的影响，特别是在规模很大从而对气候产生重要影响时，而且风险和不确定性都很大。意外效应的性质及其空间分布将会因技术不同而存在差别；总的结果难以预期。对于若干种技术而言，改变土地用途的情况将会增加，并且也有可能增加生物多样性丧失的其他驱动因素。（第 7.1 节）

48. 对很多领域的认识依然非常有限。其中包括：（1）一些技术的总体有效性只是基于对其可量测性的现实估计；（2）拟议的地球工程技术预期会在区域和全球一级对天气和气候带来何种影响；（3）生物多样性、生态系统及其服务可能如何应对因地球工程带来的气候变化；（4）不同拟议地球工程技术对生物多样性的意外效应；和（5）社会和经济影响，特别是在有‘赢家和输家’的时候关于地缘政治可接受性、治理以及对国际赔偿的潜在需要。进行有针对性的研究可能有助于填补这方面的空白（第 7.3 节）。

49. 利益攸关方对地球工程概念、技术及其可能对生物多样性产生的潜在积极和消极影响的了解很有限。不仅关于地球工程的可用信息比有关气候变化的信息还少，而且土著人民、地方社区和社会边缘群体很少会考虑这些问题，特别是在发展中国家。由于这些社区在对提供主要气候服务的生态系统进行积极管理过程中发挥主要作用，故其缺乏知识是一个需要进一步关注的重要差距。（第 7.3 节）

### 三. 关于《生物多样性公约》的气候相关地球工程的监管框架

50. 下面介绍的主要信息出自关于《生物多样性公约》的气候相关地球工程的监管框架的研究报告。报告全文可参见 UNEP/CBD/SBSTTA/INF/29 号文件。

生物多样性公约缔约方大会，考虑到可能需要有以科学为基础的全球、透明和有效的控制和管制机制，请求执行秘书进行一项在气候相关地球工程方面涉及生物多样性公约方面的现有机制所存在差距的研究（第 X/33 号决定，第 9（m）段）。这一请求是根据《生物多样性公约》关于地球工程的决定的精神提出的，该决定为缔约方及其他国家政府提供指导，以确保“在没有以科学为基础的全球、透明和有效的地球工程管制和监管机制

的情况下”，在满足某些条件之前不得进行任何可能影响生物多样性的气候相关地球工程活动，但一些小规模的科学研究除外（第 X/33 号决定，第 8（w）段）。（第 1.1 节）<sup>3</sup>

51. “气候相关地球工程”是概括性的术语，包含若干不同地球工程概念、技术或工艺。生物多样性公约缔约方大会第十届会议在 2010 年通过了气候相关地球工程的初步定义，并且将会在 2012 年继续讨论这一问题。在关于气候相关地球工程对生物多样性的潜在影响的研究报告中，气候相关地球工程被定义为对地球环境的一种有意干预，其性质和规模足以应对人类活动引起的气候变化和/或其影响，除其他外，可采取的方式包括阳光反射法或从大气中清除温室气体法。但是，对“地球工程”一词还没有普遍和统一的用法。因此，还需要对这一定义是否适合在规范框架内开展治理工作进行分析。（第 1.3 节）

52. 需要有以科学为基础的**全球、透明和有效的控制和管制机制可能与那些有可能产生重要不利跨界影响以及用于超出国家管辖区域以及大气层中的地球工程概念的关系最为密切**。例如，将溶胶注入大气中可能会产生有害的跨界影响，而海洋肥沃化将会在超出国家管辖范围的区域进行。植树造林、重新造林及陆地生物质生产等有些活动在某个单一国家境内进行时，可被视为通过国内法规进行充分管理。（第 1.3 节）

53. 现有监管框架包括国际法和特定国际条约的一般习惯规则。习惯国际法规则和国际法其他一般原则适用于所有活动，因此，原则上讲，它们与地球工程相关。另外，一些国际条约也有可能**与特定活动种类相关的条款**。（第 1.5 节）

#### *习惯国际法的一般规则*

54. 国家责任描述了一个国家对其**错误行为或过失以及所导致的法律后果负有责任的一般情形所适用的各种规则**。虽然关于国家责任的规则为解决违反国际法的行为提供了一般框架，但它们并未涉及允许或禁止地球工程活动的情形。它们需要在未定义这些义务的情况下违反某种义务。国家同样不会对私人行为者的行为负责。但是，为了履行其自己的义务，国家可能不得不涉及私人行为者。如果未能采取必要措施以预防私人行为者引起的效应，则国家可能会违反某种义务。（第 2.1 节）

55. 所有国家都确保其管辖或控制区域内的各项活动**尊重其他国家或超出其管辖或控制范围的区域的环境**。但是，这种尊重环境的责任并不意味着全面禁止一切环境伤害、污染、退化或影响。这一责任禁止国家引起重大跨界伤害，并使产地国有义务采取充分措施，提前控制和监管此种潜在伤害源。各国必须在开展可能具有潜在伤害影响的活动之前行使“适当注意”的义务。什么是“适当注意”的义务在很大程度上取决于具体情况。确定因某种地球工程活动引起的任何伤害的国家责任需要：（一）地球工程活动可以归咎于某个特定国家，且（二）可能与对其他国家或超出本国管辖或控制范围的区域的环境造成重大和特别伤害有关联。（第 2.2 节）

56. 各国有责任对可能产生重大跨界不利影响（特别是对**共有资源**）的活动开展**环境影响评估**。除其他外，《生物多样性公约》在其第 14 条载有一项关于开展环境评估的条款，这一点在其关于地球工程的决定中曾经提到（第 X/33 号决定第 8（w）段）。很多国内法规都要求开展环境影响评估（EIA），而且国际法院最近也承认，各国公认的做法相当于“一般国际法之下的要求”。因此，如果拟议的工业活动可能会产生重大跨界不利影

<sup>3</sup> 括号中的信息表明所涉及的详细资料全文可以参见主要报告（UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/29）。

响，则适用于有关开展环境影响评估的要求，即使没有关于这方面的条约义务。但是，这未必扩大到适用于开展战略性环境评估的要求。（第 2.3 节）

57. 虽然预防性原则或做法具有重要意义，但其在习惯国际法中的法律地位和内容尚未明确确定，而且其对应用地球工程的影响尚不明确。根据《生物多样性公约》，引进预防性做法的原因是认识到“如果有可能造成生物多样性的重大减少或丧失，缺少全面的科学确定性不应该作为推迟各种措施以避免或最大限度减少此种威胁的理由”。缔约方大会在其关于地球工程的决定中引用了这一条款，该条款请缔约方和其他国家政府确保（除了一些特殊情况外，在满足某些条件之前）不得开展任何地球工程活动（第 X/33 号决定第 8（w）段）。在《伦敦议定书》中，第 3.1 条要求采用预防性做法。根据《联合国气候变化框架公约》（《气候公约》），预防性做法一般被视为有意阻止国家以有关气候变化的科学不确定性为由推迟减缓措施。但是，支持地球工程或进一步开展地球工程研究的解释显然不会与这一措辞相违背。（第 2.4 节）

58. 其他相关的一般性概念包括可持续发展、共同但有区别责任、涉及在保护本国管辖范围以外区域及共有资源的国际权益的概念以及生物多样性等共同关心的问题。但这些概念作为习惯国际法的地位尚未明确确定。（第 2.6 节）

#### *具体条约制度和机构*

59. 《生物多样性公约》通过了一项关于地球工程的决定，其中涉及到可能影响生物多样性的所有技术。该《公约》载有很多与地球工程相关但并非专用于地球工程的条款，包括关于环境评估的条款。已经根据该《公约》制定了具有补充性质的相关指南。

《生物多样性公约》关于地球工程的决定请各缔约方和其他国家政府确保（除了一些特殊情况外，在满足某些条件之前）不得开展任何地球工程活动（第 X/33 号决定第 8（w）段）。这一决定明确提到“预防性做法”和《生物多样性公约》第 14 条。虽然未以具有法律约束力的语言表达出来，但该决定对于全球治理框架非常重要，因为它代表了一种广泛的共识。该《公约》缔约方还认识到，虽然可能需要有以科学为基础的全球、透明和有效的地球工程控制和管制机制，但置于《生物多样性公约》之下可能并非最适合。

《生物多样性公约》已在其决定中提到且包含《伦敦公约》及其《议定书》关于海洋肥沃化的工作，因此，将这一工作的应用范围扩大到《伦敦公约》和《伦敦议定书》少数缔约方之外。（第 3.1 节）

60. 《联合国海洋法公约》（《海洋法公约》）列出了开展包括相关地球工程活动在**内所有海洋和海上活动必须遵守的法律框架**，比如，海洋肥沃化、改变下降流和/上升流、加强海洋云层反照率以及通过加强风化的方式改变海洋化学等。根据《海洋法公约》，各国拥有保护和**维护海洋环境以及采取一切必要措施以便预防、减少和控制包括倾倒污染在内一切源头对海洋环境的污染的一般义务**。虽然允许各国在“公海自由”的原则之下开始各种活动，但这些活动必须根据《海洋法公约》的规定进行，而且必须适当考虑其他国家的利益。《伦敦公约》/《伦敦议定书》之下确立的各种规则和标准被视为对执行《海洋法公约》具有重要意义。（第 3.2 节）

61. 《伦敦公约》和《伦敦议定书》（《伦敦公约》及其《议定书》）提供了有关海洋肥沃化以及碳储存的详细指导，并且正在考虑更广泛地应用于其任务之内的其他海洋地球工程活动。在《伦敦议定书》中，不允许在水柱或海底处理二氧化碳。《伦敦公约》/《伦敦议定书》是关于禁止以向海洋倾倒废物及其他物质方式污染海洋的全球文

书。各缔约方在 2010 年通过了《对涉及海洋肥沃化的科学研究进行评估的框架》。这是一个不具约束力的评估框架，它已得到《生物多样性公约》的认可，指导各缔约方应该如何评估其收到的有关海洋肥沃化研究的建议，并为此种建议的初步评估提供了标准，为完成包括风险管理和监测在内的环境评估提供了详细的步骤。《伦敦议定书》还通过了有关在海底地下地层进行二氧化碳固存进行管理的修正案，这些修正案得到了一个风险评估和管理框架以及一些补充指南的支持。（第 3.3 节）

62. **《气候公约》和《京都议定书》未同样涉及到地球工程概念或及治理问题。**<sup>4</sup>正如《气候公约》第 2 条所述，这两项文书的目标是要将大气层中温室气体浓度稳定在一个能够阻止对气候系统发生危险人为干扰的级别上。根据这两项文书，已经编写了有关处理植树造林、重新造林和加强土壤碳问题的指南。除了这些技术之外，缔约方采取措施限制排放和保护碳汇的义务既未促进也未禁止地球工程措施。（第 3.4 节）

63. **除其他外，《保护臭氧层维也纳公约》还要求各缔约方采取措施，保护人类健康和环境免受因改变或可能改变臭氧层的人类活动而导致的不利影响。《蒙特利尔议定书》要求各缔约方逐步淘汰某些消耗臭氧层物质。**气溶胶注射等活动可能会引起上述协议中所提到的问题，特别是如果它们涉及到《蒙特利尔议定书》中所涵盖的某种物质。

《维也纳公约》将“不得影响”定义为包括气候变化在内可能对人类健康或对自然及人工生态系统的组成、复原力和生产力，或对人类有效的材料产生严重有害影响的物理环境或生物区变化。（第 3.5 节）

64. **如果被用作一种战争手段，《禁止为军事或任何其他敌对目的使用改变环境技术公约》（《改变环境技术公约》）将只直接适用于地球工程。**主要实质性义务是缔约方“承诺不参与以军事或任何其他敌对目的使用具有广泛、长期或严重影响的改变环境的技术作为毁灭、破坏或伤害任何其他缔约国的手段”。但是，该《公约》可以成为对开展地球工程活动有益的创意、概念和程序的潜在来源。（第 3.6 节）

65. **在外层空间部署反射或阻挡太阳辐射的遮阳板或镜子将属于《空间法》的管辖范围。**管辖外层空间环境问题的国际法律制度包括《外层空间条约》、另外四个主要条约和联合国大会通过的若干决议。《外层空间条约》规定，“可能会对其他国家的活动造成有害干扰”的实验必须事先进行适当的国际协商。在平流层注射气溶胶等活动不会被视为属于《空间法》的管辖范围，因为它们低于 80 千米。（第 3.7 节）

66. **《保护东北大西洋海洋环境公约》禁止在水柱或在海底储存二氧化碳，并且已经制定在海底地下地层储存二氧化碳的准则和指南。**有关允许在地下储存二氧化碳的修正案在 2007 年获得通过，但尚未生效。（第 3.9 节）

67. **《远距离越境空气污染公约》可能与向大气层注入硫磺或其他物质的气溶胶注射等地球工程概念相关。**该公约是一个涵盖大部分欧洲和北美洲国家的区域公约。虽然《远距离越境空气污染公约》要求缔约方做出努力，以限制、逐步减少和预防包括远距离越境空气污染在内空气污染，但这些义务的措辞和空气污染的定義大大弱化了其内容。缔约方制定打击排放污染物的政策和战略的义务也是如此。这些一般义务并未要求为预防空气污染或限制气溶胶注射活动采取具体的法律措施。除了这项义务之外，《远距离越境空气污染公约》还要求共享有关污染物的数据，并且规定了可能适用于某些地球工程活动的

<sup>4</sup> 但涉及到碳捕获和储存，这可能对二氧化碳储存有一定意义。



程序性义务。《远距离越境空气污染公约》之下的若干议定书为减少硫磺排放或越境流动规定了具体的义务，但至多只到 2010 年。（第 3.10 节）

68. 南极条约制度将适用于在南极开展的地球工程活动。（第 3.8 节）

69. 如果某个特殊地球工程活动侵犯了特定人权，则适用于人权法。哪些人权可能受到影响将取决于某个特殊地球工程活动如何开展以及实际可能产生什么影响。另外，在特殊情况下，对人权的影响可能是合理的。大多数人权都不是绝对的，可能会受到某些条件的限制，例如，法律做出规定、涉及到具体宗旨且对于实现某种合法目的属于必要的限制情形。（第 3.11 节）

70. 联合国大会、联合国环境规划署（环境规划署）、世界气象组织（气象组织）和联合国教科文组织的政府间海洋学委员会（海委会）都与地球工程治理有关。联合国大会已就海洋肥沃化问题进行了讨论，并且可能还会就与地球工程有关的其他问题开展讨论。它还鼓励进一步发展环境影响评估进程。环境规划署在 1980 年制定了人工影响气候的准则。气象组织的任务涵盖气象、大气和水文，并且原则上可以涉及阳光反射法。它还印发了不具约束力的人工影响气候准则。联合国教科文组织的海委会已对海洋肥沃化的潜在影响进行了评估。另外，根据所涉影响和活动的不同，各国以主张地球工程对《联合国宪章》第三十九条之下的和平构成威胁或破坏和平或构成侵略。但是，关于地球工程的现有知识表明地球工程还存在大量不确定性。无论在任何情况下，安全理事会在确定是否满足《联合国宪章》第三十九条的要求以及决定其应对措施时都拥有广泛的酌处权。（第 4.2 节；第 4.4 节；第 4.5 节；第 4.6 节；第 2.5 节）

71. 因为与运用已经了解其影响或风险的技术明显不同，所以除了某些领域内的特殊规则之外，国际法普遍未涉及具体研究。在少数情况下，某些类型的研究可能会被禁止，例如，如果它鼓励《部分禁试条约》或《全面禁止核试验条约》所禁止的核武器试爆。虽然《生物多样性公约》关于地球工程的决定邀请各缔约方及其他国家政府确保（在满足某些条件之前）不得开展地球工程活动，但这种限制不包括在控制范围内进行的、经过科学证明合理的且事前进行过环境影响评估的小规模科学研究（第 X/33 号决定第 8（w）段）。《海洋法公约》载有关于涉及海洋科学研究的条款。《伦敦公约》/《伦敦议定书》关于海洋肥沃化的评估框架提供了适用于科学研究的指南。存在的主要差距是在阳光反射法方面。（第 5.1 节；第 5.2 节）

*当前在监管框架方面存在的差距*

72. 可以适用于与《生物多样性公约》相关的气候相关地球工程的当前监管机制并未构成符合以科学为基础的**全球、透明和有效框架之标准的整个地球工程的框架**。虽然《生物多样性公约》关于地球工程的决定提供了一个全面的、非约束性的规范框架，但没有具有法律约束力的完整的地球工程框架。除了有关海洋肥沃化实验和在地质层中储存二氧化碳等潜在特殊情况外，现有法律和监管框架目前还不能与包括跨界效应在内气候相关地球工程的潜在规模和范围相匹配。（第 6 节）

73. **避免跨界伤害的责任以及需要开展环境影响评估（EIA）等一些国际法一般原则与国家责任规则一起提供了一些与地球工程有关的指导**。但是，它们作为国际治理的依据还不完整，因为在没有决策机构或具体指导的情况下，它们的应用还存在某些不确定性，而且与地球工程有关的范围和风险也是非常之大。作为一个包括若干不同概念和技术的总



概念，地球工程目前并未受到国际法的禁止。特定地球工程概念的具体潜在影响可能会违反特殊规则，但如果对此种潜在影响的估计值没有更大的信心，那么这一点就无法确定。

(第 6 节)

74. 有些地球工程技术受到现有条约制度的监管，而另外一些则被禁止：

(a) 在《伦敦议定书》中，不允许在水柱或在海底处理二氧化碳。《保护东北大西洋海洋环境公约》也禁止采用这种做法；

(b) 海洋肥沃化实验受到《伦敦公约》/《伦敦议定书》关于倾倒废物的条款以及包括风险评估框架在内的补充非约束性指南的监管；和

(c) 在地下地质层中储存二氧化碳受到《伦敦公约》/《伦敦议定书》和《保护东北大西洋海洋环境公约》的监管。已经根据《气候公约》之规定，在政府间气候变化专门委员会评估的基础上编写了进一步的指南。(第 6.1 节)

75. 一些其他地球工程技术需要在现有条约制度内履行一般程序义务，但迄今为止，尚未制定适用于这些特殊技术的具体规则：

(a) 在海洋中储存生物质必须依据《伦敦公约》/《伦敦议定书》和《海洋法公约》进行；

(b) 通过加强风化改变海洋化学组成必须依据《伦敦公约》/《伦敦议定书》和《海洋法公约》；

(c) 《远距离越境空气污染公约》可能对在大气层中使用气溶胶规定程序性义务；和

(d) 在空间中安装反射镜必须依据空间法（《外层空间条约》）进行。(第 6.1 节)

76. 大部分但并非所有条约都潜在地对可能确定所涉条约是否适用于某种特定地球工程活动的机制、程序或机构的问题做出了规定，并且涉及到此种活动。从法律方面来讲，若干主要条约或机构的任务并未充分广泛以至于涉及到某些或所有地球工程概念。但是，这可能会潜在导致各种规则或指南的重叠或不一致。从全球角度来讲，不同的制度和机构有不同的法律和政治影响，例如，取决于其法律地位、特殊任务或其各自的参与程度。(第 1.3 节，第 6 节)

77. 缺少对阳光反射法的监管机制是存在的一个主要差距，特别是考虑到平流层气溶胶和加强海上云层反照率等技术可能会产生重大有害跨界效应。原则上讲，世界气象组织等现有机构已经拥有可以处理此种问题的任务。(第 4.5 节；第 6 节)

78. 本报告中所讨论的大部分监管机制都是在地球工程成为一个重大问题之前建立的，同样，目前并未明确涉及各种地球工程做法。但是，在所研究的各项条约中，有很多条约对属于其适用范围之内的地球工程活动规定了程序性义务。另外，国际监管框架也是由大量条约、实际和潜在习惯性规则和一般法律原则以及能够适用于所有或某些地球工程概念的其他监管文书和机制组成。根据建议，参与地球工程实际活动的国家至少有责任在开展其活动之前通知其他国家，例如，按照《伦敦公约》/《伦敦议定书》关于海洋肥沃化评估框架的要求。对于除了公众代表参与之外的公共参与问题，很少有规则对此做出

规定，关于观察员参与各种条约制度和机构的惯例规则除外。所分析的条约很少涉及到有关责任和义务的具体规则，但国际法委员会关于国家责任的条款对违反国际义务的地球工程情形适用的一般规则做出了规定。（第 1.3 节；第 6 节）

#### 四. 气候相关地球工程对生物多样性的影响：土著和地方社区以及利益攸关方的若干意见和经验

79. 下面介绍的主要信息出自关于土著和地方社区以及其他利益攸关方的意见和经验以及地球工程技术对生物多样性的潜在影响的在线论坛。有关在线讨论的报告全文可参见 UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30 号文件。

80. **缺乏关注和认真考虑土著人民和地方社区对解决与人为气候变化相关问题的贡献是存在的一个主要差距。**报告着重强调了土著人民和地方社区利用其当地经验以及其基于详细和全面了解物理、生物、社会和精神世界的相互关联性的传统知识，对降低全球气候变化影响问题做出的贡献。这种对环境的全面了解对于理解土著人民应对地球工程等问题的措施极其重要。正如土著代表在国际上多次讲到的，对于很多土著人民而言，这些价值观以及新技术可能带来的附加影响极其重要。

81. **联合国的诸多标准，包括《联合国土著人民权利宣言》强调了土著人民有效参与可能影响他们但他们在其中对于地球工程的讨论参与甚少的事务的必要性。**个别接触到的土著人民回答说，他们没有调查这一问题，或者说他们不是这一方面的专家。需要更多的能力建设；文化方面的相关能力建设和这些问题上的信息仍然很少。依赖非政府组织的报告的情况突出说明缺乏专门知识以及土著人民本身无法得到就新技术编制的各种报告。**但是，与土著人民强调其重视了解具体相关技术价值保持一致性问题值得进行具体分析和研究。**

82. 决策者和科学家们有必要了解土著人民所表达的更为广泛的跨学科关切，并使其提出的地球工程提案植根于这一更为广泛的框架，并把为了了解如何在其工作中采取全盘性做法而进行的部分调查放在一边。

83. **与地球工程有关的指南已经存在，虽然是以自愿《生物多样性公约》协议的形式出现。**其中包括《关于拟议开发的文化、环境和社会影响评估的自愿行为准则》或《关于可能对宗教圣地以及对传统上由土著和地方社区占据或使用的土地和水域产生的影响进行评估的自愿行为准则》，以及最近通过的《确保尊重对于保护和可持续利用生物多样性非常重要的土著和地方社区文化和知识遗产的道德行为守则》。另外，包括《里约环境与发展宣言》第 15 条原则和《生物多样性公约》序言部分所载预防性做法在内的各项原则对于处理地球工程提案极其重要。预防性原则将要求有关对地球工程提案可能对生物多样性造成的破坏进行的预测和评估应该包括地方标准和指标，并且应该让相关的土著和地方社区充分参与其中。讨论继续涉及是否需要更加严格和可执行准则。

84. **虽然土著和地方社区被公认为世界上最容易受到气候变化影响的人口，但地球工程却很少得到土著和地方社区的支持。**土著参与者要求土著和地方社区更广泛地参与地球工程提案的编写过程。并非所有土著和地方社区都要求全面禁止，或要求停止示范工作或实验室内管制实验。事实上，有些人认为这有助于进一步了解地球生态系统的复杂性和

进一步了解地球工程提案的潜在惠益和破坏作用。另一方面，肯定有人非常不愿意看到在自然界开展大规模的地球工程实验。

85. **从土著人民的角度理解地球工程是一个需要进一步探讨的问题。**需要做出进一步的努力，以便通过简短和可获取的地球工程信息以及相关国际框架，拓宽地球工程的范围，并且需要通过与土著气候变化专家进行深入交流，征求意见。

-----