

# 海洋地球工程技术的国际法规制

武俊松\*

**内容摘要:**海洋地球工程技术作为一项新兴的海洋科技,因其在海洋环境科学方面存在不确定性而备受国际社会的争议。从法律监管的角度看,《联合国海洋法公约》、《伦敦倾废公约》及其议定书、《生物多样性公约》等国际条约均在一定程度上对海洋地球工程技术起到规制作用。尽管如此,海洋地球工程技术仍对现行国际法律规范提出了诸项挑战。尤其是,国际法碎片化无法为海洋地球工程技术法律监管构建良好的治理范式,国际法律规范的内在局限性难以为海洋地球工程技术全球治理提供明确的法律指引,相关国际法律责任的认定及承担具有复杂性。对此,我们应秉持人类命运共同体理念,通过完善国际法律规范、重视非国家行为体的事务参与、执行预防性方法等方式,实现对海洋地球工程技术的治理。

**关键词:**全球气候变化 海洋地球工程技术 海洋环境保护 海洋科技 二氧化碳

2022年4月4日,政府间气候变化专门委员会对外发布第六次评估报告。该报告第三部分“2022年气候变化:减缓气候变化”提出,二氧化碳去除(carbon dioxide removal, CDR)对于在全球和国家范围内实现二氧化碳(以下称“CO<sub>2</sub>”)和其他温室气体的净零排放是非常必要的,也是将升温限制在1.5℃或到2100年可能低于2℃的一个基本要素,无论全球排放是否达到近零、净零或净负水平。<sup>①</sup>实际上,早在2009年,英国皇家协会就全面论述了CDR并将其分为两种类型:陆基CDR方法和海洋CDR方法。其中,海洋CDR方法涵盖海洋施肥、海洋上升流、海洋碱化等技术。<sup>②</sup>爱尔兰、德国、瑞典、挪威、英国、新西兰、美国等国和欧盟均不同程度地将CDR纳入其气候政策制度中,以期实现温室气体排放与去除平衡的目标。<sup>③</sup>由

---

\* 中国政法大学国际法学院博士研究生、加拿大滑铁卢大学Balsillie国际事务学院联合培养博士生。

本文系2022年国家建设高水平大学公派研究生项目(202207070013)的阶段性研究成果。

① See Priyadarshi R. Shukla, *et al.*, *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change* TS-94 (Cambridge University Press 2022).

② See The Royal Society, *Geoengineering the Climate: Science, Governance and Uncertainty*, <https://royalsociety.org/topics-policy/publications/2009/geoengineering-climate/>, visited on 2 February 2023.

③ See Felix Schenuit, *et al.*, *Carbon Dioxide Removal Policy in the Making: Assessing Developments in 9 OECD Cases*, 3 *Frontiers in Climate* 2 (2021).

于国际社会对海洋地球工程技术的有效期持怀疑态度,加之它还存在对海洋环境造成新的威胁或诱发次生灾害的可能性,因此其仍停留在科学研究阶段,大规模或全方位的部署活动尚未实际开展。<sup>①</sup>

2013年《伦敦倾废公约议定书》缔约方大会通过了LP.4(8)号决议。该项决议首次规定了海洋地球工程的法律概念,即“故意干预海洋环境以操纵自然过程,包括抵消人为气候变化和/或其影响,并且可能导致有害影响,特别是在这些影响可能是广泛的、持久的或严重的情况下”。首先,“故意干预海洋环境以操纵自然过程”这一表述直接将修建人工岛屿、铺设海底管道、海洋养殖、海洋矿产资源勘探与开发等活动排除在外,因为这些行为属于《联合国海洋法公约》所规定的正当合法的海洋用途。其次,“自然过程”的范围是比较宽泛的,“包括”一词也印证了这一点,即并不仅限于抵消人为气候变化。这也意味着,旨在增加海洋渔业初级生产力的海洋施肥活动也应当受到该修正案的法规制。最后,修正案对“有害影响”的阈值设置了三个条件,即广泛的、持久的或严重的。虽然存在认定困难,但这些条件在一定程度上保护并促进了那些对海洋环境产生轻微影响的海洋CDR技术的可持续发展。令人遗憾的是,该修正案至今尚未生效,但这并不意味着海洋地球工程技术处于国际法规制的“灰色地带”。通过选择最佳路径来实现对海洋地球工程技术的法律监管与全球治理是国际社会急需解决的重要任务。

如上文所述,海洋地球工程技术的进一步发展引起了国际社会的强烈关注,这一点不仅表现在有关国际机构就海洋地球工程技术的合法性与全球治理发布一系列法律指南、决定和声明,还体现在国外学者对海洋地球工程技术进行了深入广泛的理论探讨。从国外研究现状看,相关学术成果非常丰富,涉及的内容包括但不限于现有国际法律规范对海洋地球工程技术的可适用性,海洋地球工程技术的监管与治理、管辖权、风险评估与授权、责任与赔偿、执行与争端解决等。<sup>②</sup>然而,国内有关海洋地球工程技术的学术研究正处于起步阶段。从国内研究现状看,学者们的研究方向主要涵盖法律、伦理道德、经济等领域。与国外庞大的文献数量相比,目前国内仅有少量学

<sup>①</sup> See Jeffrey McGee, *et al.*, *Geoengineering the Oceans: An Emerging Frontier in International Climate Change Governance*, 1 *Australian Journal of Maritime and Ocean Affairs* 67-80 (2018).

<sup>②</sup> See Karen N. Scott, *Not An Intractable Challenge: Geoengineering MSR in ABNJ*, in Myron H. Nordquist (ed.), *Marine Biodiversity of Areas beyond National Jurisdiction* 189-210 (Brill 2021); Tuomas Kuokkanen & Yulia Yamineva, *Regulating Geoengineering in International Environmental Law*, 3 *Carbon & Climate Law Review* 161-167 (2013); Mura, *Complications and Mutual Supportiveness between the Law of the Sea and International Environmental Law: A Study on Climate Geoengineering*, 61 *Japanese Yearbook of International Law* 111-131 (2018); Jung-Eun Kim, *Implications of Current Developments in International Liability for the Practice of Marine Geo-Engineering Activities*, 2 *Asian Journal of International Law* 235-260 (2014); Anthony E. Chavez, *Using Legal Principles to Guide Geoengineering Deployment*, 1 *New York University Environmental Law Journal* 59-110 (2016).

术文献从法律(国际法)视角论述海洋地球工程技术。<sup>①</sup>国内文献的研究内容在很大程度上延续了国外研究的趋势和主题,但同时也存在一些独特的研究方向和重点。例如,国内学者对有关海洋地球工程技术的国家法律与政策进行了适当性评析,并对我国政府在海洋地球工程技术全球治理进程中应持有的态度与立场发表了看法。总体来看,目前国内的理论研究广度和研究深度还有待拓展和深入,因为于我国而言,海洋地球工程技术的潜在应用前景将关系到海洋权益的维护、国家安全的保障以及国际事务的合作。

## 一、现行国际法律规范对海洋地球工程技术的法律规制

### (一)《联合国海洋法公约》

由于当时全球气候变化尚未被列入国际环境议程,因此与全球气候变化相关的法律问题并没有被载入1982年《联合国海洋法公约》(United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS)。尽管如此,这并不意味着用于缓解全球气候变化的海洋地球工程技术游离于UNCLOS之外。通过对《维也纳条约法公约》第31条有关条约解释规则的援引,UNCLOS存在为海洋地球工程技术全球治理提供大致法律框架的可能性。

#### 1. 海洋环境保护和保全对海洋地球工程技术的义务性约束

海洋地球工程技术与UNCLOS第十二部分“海洋环境的保护和保全”之间具有密切的法律联系,这主要是基于海洋地球工程技术的实施存在对海洋环境造成额外风险的可能性。UNCLOS第192条规定,各国负有保护和保全海洋环境的义务。根据《维也纳条约法公约》第31条第1款“条约解释之通则”,该条款采用的是“各国”的用语,旨在表明每个国家应将第192条作为一项国际法一般准则。<sup>②</sup>作为第十二部分的开篇条款,一方面,第192条的一般义务受到本部分其他条款规定的权利与义务的约束,其中包括根据第194条、第195条和第196条防止、减少和控制海洋环境污染;<sup>③</sup>另一方面,第194条、第195条和第196条是对第192条的细化和强化。鉴于此,需要对海洋地球工程技术是否构成UNCLOS项下的海洋环境污染加以识别和判定。UN-

<sup>①</sup> 参见李纪等:《海洋地球工程的研究进展与相关国际法探析》,《海洋开发与管理》2022年第2期,第21-28页;杜浩渺:《碳中和目标下海洋地球工程国际法规制和政策启示》,《中国环境管理》2021年第6期,第132-139页;杜浩渺、苗波:《气候工程国际法的框架——以平流层太阳辐射管理为例》,《中国人口·资源与环境》2020年第11期,第34-42页;孙凯、王刚:《气候变化背景下地球工程研究的国际管制探析》,《鄱阳湖学刊》2012年第5期,第5-10页;代菲:《气候变化背景下海洋施肥的国际法规制》,中国海洋大学2014年硕士学位论文。

<sup>②</sup> 参见[美]迈伦·H. 诺德奎斯特:《1982联合国海洋法公约评注》(第4卷),吕文正、毛彬译,海洋出版社2018年版,第36页。

<sup>③</sup> See Jianping Guo, *The Developments of Marine Environmental Protection Obligation in Article 192 of UNCLOS and the Operational Impact on China's Marine Policy-A South China Sea Fisheries Perspective*, 120 *Marine Policy* 1-2 (2020).

CLOS第1条第1款第4项规定了“海洋环境污染”的法律概念,在该条款中,“造成或可能造成”是指人为活动对海洋环境具有潜在的(非必然)破坏性,目的在于防止因行为或科学的不确定性而对海洋环境造成不利影响,这也是预防原则的要求。以海洋施肥为例,海洋施肥是通过向海洋上层添加铁和其他营养物质以促进浮游植物的光合作用来增强吸收CO<sub>2</sub>的能力,最终将CO<sub>2</sub>输送至深海。<sup>①</sup>但海洋施肥尚未得到科学界的普遍认同,因为该项技术的实施很大程度上会导致海洋富营养化、增加海洋底部水域缺氧的风险、改变海洋生态系统的结构和功能。<sup>②</sup>基于此,从文义解释的角度看,在海洋中人为播撒含铁和其他营养物质的活动及其引发的不利后果构成对海洋环境的潜在威胁与破坏。换言之,海洋施肥可能构成UNCLOS项下的“海洋环境污染”。

UNCLOS第195条规定各国负有不得将损害或威胁转移或将其中一种污染转变成另一种污染的义务。能否援引UNCLOS第195条取决于CO<sub>2</sub>是否构成“污染”。作为地球大气中自然成分之一的CO<sub>2</sub>,其本身并不属于污染物。因为它对地球气候和生态系统有着重要的作用。然而,当大气中的CO<sub>2</sub>通量超过一定额度时,它将与一直被认定为污染物的甲烷、一氧化二氮、氢氟碳化物、全氟化碳、六氟化碳等五种温室气体具有同样的危害。因此,CO<sub>2</sub>会不会成为污染物取决于大气中这种气体的通量。<sup>③</sup>目前,已有国家法律实践将CO<sub>2</sub>视为污染。例如,2005年,加拿大环境部将CO<sub>2</sub>纳入《环境保护法案》附表1有毒物质清单。2007年,美国最高法院以5:4的投票结果裁定,温室气体符合《清洁空气法》对污染物的定义,可以由环保署进行监管。<sup>④</sup>2009年,美国环保署也认定CO<sub>2</sub>和其他温室气体是污染物。<sup>⑤</sup>尽管对CO<sub>2</sub>是不是污染物仍存有较大争议,但本文认为,在全球气候变化问题愈演愈烈的情况下将其认定为污染物有利于促成《巴黎协定》温控目标的实现。

虽然海洋地球工程技术的研究和部署是为了通过吸收并封存CO<sub>2</sub>以达到缓解全球气候变化的效果,但其仍无法避免对海洋环境产生不利影响。例如,海洋碱化旨在通过提取、加工和溶解高活性石灰或碳酸盐来增加海洋碱度,促使CO<sub>2</sub>与海面接触时发生化学转化,最终将CO<sub>2</sub>以碳酸氢盐或碳酸根离子的形式封存于海洋之中。<sup>⑥</sup>该技术存

① See John H. Martin, Glacial-Interglacial CO<sub>2</sub> Change: The Iron Hypothesis, 1 *Paleoceanography and Paleoclimatology* 1-2 (1990).

② See R.S. Lampitt, *et al.*, Ocean Fertilization: A Potential Means of Geoengineering?, 1882 *Philosophical Transactions of the Royal Society* 3930-3931 (2008).

③ See Richard A. Epstein, Carbon Dioxide: Our Newest Pollutant, 4 *Suffolk University Law Review* 799 (2010).

④ See *Massachusetts v. EPA*, 549 U.S. 497 (Oyez 2007).

⑤ See John M. Broder, E.P.A. Clears Way for Greenhouse Gas Rules, *The New York Times*, April 17, 2009.

⑥ See Phil Renforth & Gideon Henderson, Assessing Ocean Alkalinity for Carbon Sequestration, 3 *Reviews of Geophysics* 637 (2017).

在较大的环境风险,它将抑制浮游植物群落的光合作用,以不可预测的方式改变其营养结构和生物地球化学功能,碱度的增加还可能会破坏海洋生物的酸碱平衡等。<sup>①</sup>依据 UNCLOS 第 195 条,海洋碱化技术的应用将直接或间接地损害或危害(大气中过量的 CO<sub>2</sub>)从一个区域(大气)转移至另一个区域(海洋),或将一种污染(大气中潜在有害的 CO<sub>2</sub>浓度)转化为另一种污染(海洋中潜在有害的 CO<sub>2</sub>浓度)。<sup>②</sup>因此,海洋地球工程技术的副作用不容忽视,在国际社会批准大规模部署之前,各国应将海洋地球工程技术的环境风险阈值降到最低,以期达到 UNCLOS 第 195 条所设定的义务目标。

UNCLOS 第 196 条规定各国对技术的使用或外来的或新的物种的引进负有保护与保全海洋环境的义务。考虑到海洋地球工程技术活动将涉及对先进技术的使用和物种的引进,例如,海洋上升流对垂直管道的技术操作与大型海藻养殖对藻类物种的甄选。这意味着 UNCLOS 第 196 条也可以适用于规范海洋地球工程技术。由于大多数海洋地球工程技术尚处于实验室论证阶段,因此科学上的不确定性要求各国根据 UNCLOS 第 196 条监测可能导致海洋环境污染的海洋地球工程技术活动。值得注意的是,该条款既没有向各国提出禁止实施海洋地球工程技术的法律义务,也没有明确要求各国实现海洋环境净零污染的法律效果。<sup>③</sup>这也暗示了 UNCLOS 试图在海洋科技发展与海洋环境保护之间寻求一种微妙的平衡关系,而风险阈值则是其关键支撑点。当海洋地球工程技术对海洋环境产生的威胁或破坏超过风险阈值时,国家要为此承担相应的国际法律责任;反之,各国根据 UNCLOS 第 196 条采取一切必要的措施使海洋地球工程技术活动低于风险阈值,则不构成对 UNCLOS 第十二部分海洋环境保护与保全义务的违反。

## 2. 海洋科学研究对海洋地球工程技术的法律要求

UNCLOS 以专章的形式(第十三部分)规定了各国开展海洋科学研究的权利与义务,这意味着海洋地球工程技术研究活动要严格遵守 UNCLOS。UNCLOS 第 245 条和第 246 条赋予各国在领海、专属经济区、大陆架开展海洋科学研究的权利。然而,这并不代表包括海洋施肥在内的所有海洋地球工程技术研究活动都被默认同意或授权。例如,UNCLOS 第 246 条第 3 款规定他国或各主管国际组织在沿海国专属经济区或大陆架进行海洋科学研究需要满足两项要求,即该活动“专为和平目的”和“增进关于海洋环境的科学知识以谋全人类利益”。从条约目的解释的角度来看,如果在专属经济区或大陆架进行海洋地球工程技术活动纯粹是为了商业利益而非增进关于海洋环境的科学知识以谋全人类利益,则沿海国有权拒绝他国或各主管国际组织在其专

<sup>①</sup> See Wil Burns & Charles R. Corbett, *Antacids for the Sea? Artificial Ocean Alkalinization and Climate Change*, 2 *One Earth* 155 (2020).

<sup>②</sup> See Philomene Verlaan, *Geo-Engineering, the Law of the Sea, and Climate Change*, 4 *Carbon and Climate Law Review* 458 (2009).

<sup>③</sup> See Sophie Gambardella, *The Storm Emergence of Geoengineering in the International Law of the Sea*, 2 *Carbon and Climate Law Review* 127 (2019).

属经济区或大陆架试图开展的海洋地球工程技术研究活动。<sup>①</sup>

当前,海洋施肥作为一种海洋地球工程技术已被提出用于缓解全球气候变化以外的其他目的。例如,2012年7月,加拿大海达鲑鱼恢复公司进行了一项海洋施肥试验以促进鲑鱼繁殖,该试验不仅引发《伦敦倾废公约》(London Dumping Convention, LC)和《伦敦倾废公约议定书》(London Dumping Convention Protocol, LP)缔约方的强烈关注,还导致加拿大政府对此事开展调查。<sup>②</sup>基于此,识别海洋地球工程技术是否符合UNCLOS项下的海洋科学研究,是确定其能否适用UNCLOS第十三部分的重要前提。虽然UNCLOS并未明确界定海洋科学研究的法律定义,但国际法院在2014年南极捕鲸案的判决中指出,“对一项计划是否出于科学研究目的的客观检验并不取决于个别政府官员的意图,而是取决于一项计划的设计和实现对于实现既定研究目标是否合理”。<sup>③</sup>结合UNCLOS第246条第3款、国家实践及国际判例,一项海洋地球工程技术活动在设计和实施中至少应满足和平、谋求全人类利益、增进对海洋环境的认识等条件,方能被视为合格的海洋科学研究。鉴于上述认定标准和要求存在很大的不确定性与模糊性,因此UNCLOS试图通过权利与义务的合理分配以有效管理海洋科学研究。

值得明确的是,2010年,LC-LP缔约方大会通过了《关于涉及海洋施肥的科学研究评估框架》(以下称《评估框架》)。该框架在用于逐一评估并确定拟议的活动是否符合LC与LP项下的合法性科学研究方面具有重要的工具性价值。事实上,LC与LP尚未界定“合法性科学研究”的法律概念,而仅仅将其简单定义为遵守《评估框架》。国际治理创新中心研究人员卢卡斯·多托(Lucas Dotto)和布莱恩·佩尔基(Bryan Pelkey)认为,合法性科学研究包括两项要素:合法的理由与合法的方法。《评估框架》满足了后一个要求,即提供了方法论,但没有对正在进行的科学的价值作出规范性的判断。<sup>④</sup>基于此,有必要对UNCLOS、国家实践及国际判例予以法律分析,以探究海洋地球工程技术的科学价值(合法的理由)。

由于UNCLOS为国家管辖海域和公海制定了许多规则,所以第十三部分“海洋科学研究”必须结合这些特定条款在上下文中进行解释。<sup>⑤</sup>首先,UNCLOS为在领海、专

<sup>①</sup> See Chuxiao Yu, Implications of the UNCLOS Marine Scientific Research Regime for the Current Negotiations on Access and Benefit Sharing of Marine Genetic Resources in Areas beyond National Jurisdiction, 1 Ocean Development and International Law 6 (2020).

<sup>②</sup> See Harald Ginzky & Robyn Frost, Marine Geo-Engineering: Legally Binding Regulation under the London Protocol, 2 Carbon and Climate Law Review 83-85 (2014).

<sup>③</sup> See Whaling in the Antarctic (Australia v. Japan: New Zealand Intervening), Judgment, ICJ Reports 2014, para.97.

<sup>④</sup> See Lucas Dotto & Bryan Pelkey, Assessing Scientific Legitimacy: The Case of Marine Geoengineering, [https://www.cigionline.org/static/documents/gf\\_policy\\_brief\\_no.10.pdf](https://www.cigionline.org/static/documents/gf_policy_brief_no.10.pdf), visited on 10 February 2023.

<sup>⑤</sup> See Rafael Casado Raigon, Scientific Research in Maritime Spaces Recognized by International Law, 2 Revista Espanola de Derecho Internacional 183-184 (2016).

属经济区和大陆架上的海洋科学研究建立了“同意制度”。<sup>①</sup>其次,UNCLOS承认沿海国对部分海洋科学研究计划具有“自由裁量权”。再次,UNCLOS为海洋科学研究权利的行使设定了义务性限制。这些内容较好体现了UNCLOS试图实现为了全人类的利益而最大限度地利用海洋科学与适当维护沿海国经济与安全利益之间平衡的愿景。最后,从地理范围来看,公海约占地球表面的一半,占世界海洋面积的95%。<sup>②</sup>虽然在公海上进行海洋科学研究是UNCLOS第87条第1款所规定的六大自由之一,但这种自由同样要受到一定程度的法律限制。换言之,有关国家或主管国际组织在公海进行海洋地球工程技术活动时,不得对其他国家的航行自由、捕鱼自由、铺设海底电缆自由等造成干扰。例如,为减缓格陵兰岛西部雅各布港冰川融化的速度,有专家提议在海洋中建造一面高100米、倾角15°~45°的人工墙来减轻暖水对冰川底部的侵蚀,<sup>③</sup>这一海洋地球工程技术有可能会阻碍他国的航行自由从而违反UNCLOS第87条第2款规定,为此,当事国应当采取积极措施进行协调,以使海洋地球工程技术的实施符合UNCLOS。

## (二)《伦敦倾废公约》及其议定书

LC与LP是专门调整防止倾废废物及其他物质污染海洋的国际公约。由于海洋地球工程技术活动涉及向海洋中投放可能对海洋环境产生不利影响的物质材料,故LC与LP有可能会成为有效规范海洋地球工程技术活动的法律依据。

### 1.对海洋地球工程技术倾废行为的法律认定

关于何种行为构成LC与LP项下的“倾废”(dumping),LC第3条第1款和LP第1条第4款均作出了明确的法律规定。海洋施肥、海洋上升流和海洋碱化等海洋地球工程技术活动或是向海洋中播撒带有化学成分的物质,或是在海洋中安装大型垂直管道设备,这些人为干预措施有可能因对海洋环境造成不利影响而被LC与LP视为构成“倾废”活动,从而受到LC与LP的法律监管。

LC第3条第1款和LP第1条第4款最终目的是防止将废物或其他物质转移至海洋,而海洋地球工程技术活动向海洋中投掷物质或安置装备是一种治理措施和手段,其最终目的是为了缓解全球气候变化。加之LC第3条第1款和LP第1条第4款所载内容与海洋地球工程技术的目的具有一致性,因而LC与LP有可能允许将海洋地球工程技术活动视为“放置物质”。<sup>④</sup>这也就意味着,海洋地球工程技术活动的研发和部署

<sup>①</sup> See Jon L. Jacobson, *Marine Scientific Research under Emerging Ocean Law*, 3-4 *Ocean Development and International Law* 191 (1981).

<sup>②</sup> See Cymie R. Payne, *New Law for the High Seas*, 2 *Berkeley Journal of International Law* 346 (2019).

<sup>③</sup> See John C. Moore, *et al.*, *Geoengineer Polar Glaciers to Slow Sea-Level Rise*, 555 *Nature* 304 (2018).

<sup>④</sup> See Tomoaki Nishimura, *Complications and Mutual Supportiveness between the Law of the Sea and International Environmental Law: A Study on Climate Geoengineering*, 61 *Japanese Yearbook of International Law* 122 (2018).

是否构成LC与LP项下的“倾倒”行为取决于该技术是否违反LC与LP的目的。通过对LC与LP序言及宗旨的考察,不难发现,防止和消除海上倾倒造成的海洋污染是这两项公约的共同目的。正如前文所述,海洋施肥、海洋上升流和海洋碱化对海洋环境或海洋资源存在潜在的威胁或破坏,因此,这些技术活动有可能因违反LC与LP所设定的目的,从而构成“倾倒”行为。

2008年,LC-LP缔约方大会通过LC/LP.1号决议,同意“鉴于目前的知识状况,不允许合法科学研究以外的海洋施肥活动”。2010年,LC-LP缔约方大会通过LC/LP.2号决议,用来评估海洋施肥是否符合合法科学研究的条件。2013年修正案P.4(8)提及,“海洋施肥只有经评估为合法科学研究,才可考虑颁发许可证”。2022年,LC和LP缔约方通过“海洋地球工程声明”(LC44/LP17)确定对四项技术进行优先评估,并鼓励缔约方适用《评估框架》评估拟议海洋地球工程技术活动。这些国际文件向国际社会传递了重要信号:各国或主管国际组织可以有效开展合法科学研究下的海洋施肥活动,这表明科学探索阶段的海洋施肥并不构成LC与LP项下的“倾倒”行为,由此可以推断出其他类型的海洋地球工程技术在满足合法科学研究的条件下也存在被排除在“倾倒”行为之外的可能性,而合法科学研究以外的海洋地球工程技术在部署阶段,一旦违反LC和LP的目的,将会被认定为“倾倒”行为。

## 2.对海洋地球工程技术倾倒物质的法律识别

虽然LP以LC为立法基础,并极大地改进了LC,<sup>①</sup>但二者在倾倒物质法律识别方面却有着本质的不同。以LC与LP的附件为例,对LC附件一所列的废物或其他物质应禁止倾倒,其他废物或物质需要事先获得特别/一般许可证方可倾倒。虽然海洋施肥、海洋上升流和海洋碱化是通过将铁屑、磷酸盐、垂直管道和高活性石灰引入海洋以起到缓解全球气候变化的作用,但与LC附件一所列废物或其他物质相比,二者之间并不存在隶属或重叠关系,这就意味着海洋地球工程技术活动并不构成LC附件一项下禁止倾倒的行为。与此同时,LC附件二所列废物或其他物质需要事先取得特别许可证,其中第三项、第六项与海洋上升流、海洋施肥和海洋碱化的联系最为相关。一方面,海洋上升流是通过垂直管道促使不同深度的冷暖海水轮换交替,该技术存在妨碍捕鱼或干扰航行的可能性;另一方面,海洋施肥和海洋碱化向海洋环境中投放大量的富营养化与化学性物质(无毒)会对海洋环境产生不利的累积影响(有害)。因此,在部署上述海洋地球工程技术活动时,LC的缔约方可能需要根据附件二事先取得特别许可证。

LP第4条第1款第1项规定缔约方应禁止倾倒任何废物或其他物质,但其附件一所列的物质除外。LP附件一以反向清单的形式列举了七项可考虑倾倒的废物或其他

<sup>①</sup> See Philomene Verlaan, London Convention and London Protocol, 1 International Journal of Marine and Coastal Law 185 (2011).



物质,除第五项惰性、无机地质材料外,其他种类似乎并不适用于海洋地球工程技术。<sup>①</sup>LC科学组在第27次会议上对LP附件列出的惰性、无机地质材料作出了详细解释,指出该类型物质应具备四项特征,其中包括在倾倒入海后不会发生任何显著的化学反应;仅出现很短暂和微小的化学变化;对海洋环境仅存在物理影响;其组成不会造成生物急性或慢性致死效应以及生物累积效应。<sup>②</sup>鉴于海洋施肥和海洋碱化在海洋中会发生较大的化学反应,也会对海洋环境造成一系列的化学影响,从而影响海洋生态系统,故这两类海洋地球工程技术很难被视为LP附件一中可考虑倾倒的废物或其他物质。基于此,除非为减缓全球气候变化的目的将铁屑、磷酸盐、高活性石灰引入海洋环境被归类为处置以外的目的且不违背LP的宗旨,否则海洋施肥和海洋碱化似乎是被LP所禁止的。<sup>③</sup>另外,海洋上升流技术也并不符合LP附件一第七项规则,尽管垂直管道主要是由铁、钢等类似无害物质构成的大块物体,但该技术的实施不仅会对捕鱼和航行造成一定程度的障碍,还会产生加剧海洋酸化的化学反应,同时该类管道的生成地也并不是与外界隔绝的类似小岛的地方,因此可以认定海洋上升流也不是LP附件一可考虑倾倒的废物或其他物质。

### 3.海洋地球工程技术全球治理的潜在法律依据

在2013年LP缔约方年度会议上,根据澳大利亚、尼日利亚和韩国的提议,LP以修正案的形式确定了对海洋施肥的监管,以及允许其在未来考虑、纳入和监管其他海洋地球工程技术活动。<sup>④</sup>该修正案第1条新增“海洋地球工程”的法律定义。一方面,该条款借鉴了《生物多样性公约》(Convention on Biological Diversity, CBD)对“气候地球工程”拟议的法律概念,考虑到LP的法律目的,将其规制范围限制在海洋环境之中;另一方面,该条款又纳入了《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》中的相关术语,将修正案定义的活动仅限于那些可能导致广泛、持久或严重的有害影响的活动。<sup>⑤</sup>值得强调的是,虽然2013年LP修正案目前尚未生效,但其所载的内容对海洋地球工程技术的监管具有重大指导意义。

首先,2013年LP修正案第6条之二第1款规定,缔约方不得从事附件四所列的海洋地球工程技术活动,除非根据许可证获得授权。结合附件四,除构成合法科学研究的海洋施肥外,其他海洋地球工程技术活动均未被列入其中,但作为LP的重

<sup>①</sup> See Grant Wilson, Murky Waters: Ambiguous International Law for Ocean Fertilization and Other Geoengineering, 3 Texas International Law Journal 534 (2014).

<sup>②</sup> 参见韩庚辰等:《惰性无机地质材料海洋倾倒化学筛分标准研究》,《海洋环境科学》2010年第6期,第909页。

<sup>③</sup> See Karen N. Scott, Regulating Ocean Fertilization under International Law: The Risks, 2 Carbon and Climate Law Review 113 (2013).

<sup>④</sup> See Tim Dixon, *et al.*, Update on the London Protocol—Developments on Transboundary CCS and on Geoengineering, 63 Energy Procedia 6627 (2014).

<sup>⑤</sup> See Randall S. Abate, Climate Change Impacts on Ocean and Coastal Law: U.S. and International Perspectives 382 (Oxford University Press 2015).

要组成部分,有必要在LP的法律框架下审查附件四。LP第22条规定,任何缔约方可提议本议定书附件的修正案,除附件三以外的其他附件的修正案将依据科学或技术方面的因素并且可以视情况考虑法律、社会和经济因素。由于在程序上修改附件比更改议定书本身的文本更容易,这为LP提供了一种“面向未来”的机制,使缔约方能够迅速应对可能会对海洋环境产生有害影响的海洋地球工程技术活动。<sup>①</sup>基于此,该条款将有利于缔约方将其他海洋地球工程技术如海洋上升流、海洋碱化引入附件四之中,但能否成为规制海洋地球工程技术的法律依据还有待LP修正案的生效。

其次,2013年LP修正案第6条之二第2款规定缔约方应采取行政或立法措施,确保许可证的发放和条件符合附件五的规定,这暗示了各缔约方既可以根据附件五制定符合本国国情的适用于海洋地球工程技术的法律制度,也可以为不同类型的海洋地球工程技术建立差异化的治理范式。从体系化解释的角度看,附件五的意义在于为附件四所列的海洋地球工程技术活动提供具体的评估框架和进一步的指导。例如,附件五第4条规定,必须确定拟议活动是否属于附件四所列活动、是否可以根据该附件获得许可证;第7条和第8条规定了潜在的海洋地球工程技术所需要满足的条件及认定标准。可以说,附件五兼具评估现有和识别未来海洋地球工程技术活动的功能性作用。

最后,2013年LP修正案第6条之二第3款规定,LP第4条不适用于附件四所列活动,等同于承认海洋地球工程技术活动不构成第4条项下的“倾倒”行为。尽管如此,第2款对该活动施加了限定条件,即必须经过评估并确定拟议活动对海洋环境的污染已在切实可行的范围内得到防止或减少到最低限度。因此,即使从“质”上将海洋地球工程技术活动定性为非“倾倒”行为,但仍然在“量”上对其可能造成的海洋环境损害有严格限制要求,只要“过量”,便和“倾倒”行为一样受到禁止。<sup>②</sup>综上,尚未生效的2013年LP修正案为气候变化下海洋地球工程技术的全球治理提供了崭新的法律框架和潜在的监管模式。

## 二、海洋地球工程技术面临的法律挑战

作为缓解全球气候变化的重要治理工具之一,海洋地球工程技术的兴起无疑为国际社会实现将地球温度控制在1.5℃或到2100年低于2℃的目标注入了一针“强心剂”。然而,传统的政府监管模式和方法尚不能对海洋地球工程技术提出的一系列法律诉求作出及时的法律回应,这主要表现在以下三个方面:

<sup>①</sup> See Anna-Maria Hubert, *Marine Scientific Research*, in Markus Salomon & Till Markus (eds.), *Handbook on Marine Environmental Protection 9* (Springer 2017).

<sup>②</sup> 参见杜浩渺:《碳中和目标下海洋地球工程的国际法规制和政策启示》,《中国环境管理》2021年第6期,第135页。

### (一) 国际法碎片化无法为海洋地球工程技术监管构筑良好的治理范式

国际社会注意到,存在于现代国际法体系内部的各种规范和制度之间并没有形成一种结构上的有机联系,它们相互冲突、彼此矛盾,就像堆积在一起的“玻璃碎片”,国际法委员会将这种现象称之为“国际法碎片化”。<sup>①</sup>事实上,正如国际法委员会所阐释的那样,国际法碎片化的根源在于国际法的多样化和扩展。<sup>②</sup>

从国际法律规范的角度来看,UNCLOS、LC、LP、CBD等均可在一定程度上适用于海洋地球工程技术活动。这将导致多样化的国际法律规范因在适用主体、法律目的等方面存在较大差异而无法为海洋地球工程技术活动构建统一的法律监管模式和良性的治理范式。一方面,不同的国际法律规范涵盖了数量不等的缔约方,它们的权利、义务与责任也据此有所不同,如美国至今尚未批准UNCLOS,因而在实施海洋地球工程技术活动时有关海洋环境保护与保全的义务可能会受制于其他国际条约或习惯国际法。另一方面,由于海洋地球工程技术活动具有科学上的不确定性,UNCLOS、LP、CBD要求对其适用预防原则,其法律目的是防止或减少因技术应用而对海洋环境造成威胁和破坏。<sup>③</sup>对于海洋地球工程技术而言,两种不同的法律选择可能会导致截然不同的规制结果,从而增加海洋地球工程技术国际法规制的难度。<sup>④</sup>除此之外,全球气候变化法与海洋法之间缺乏必要的互动,这进一步加剧了海洋地球工程技术国际法的碎片化,当海洋地球工程技术活动涉及以上两种国际法律规范并出现纠纷时,将很难定位到合适的准据法。<sup>⑤</sup>

从国际监管机构的角度看,虽然不存在统一和完善的专门性海洋地球工程技术治理平台,但是部分国际监管机构,如联合国大会、国际海事组织、CBD缔约方大会、LC-LP缔约方大会已就海洋地球工程技术发表声明、通过法律决议和制定法律文书。这些国际机构都有可能成为当下或者未来规制海洋地球工程技术的潜在治理平台。然而,多元化的国际监管机构监管也存在着较为复杂的法律难题。一方面,不同国际监管机构的职能与管辖范围可能存在交叉或重叠,<sup>⑥</sup>这表明当实施一项海洋地球工程时,当事方可能需要同时遵守不同国际监管机构所施加的各项法律义务和要求,如果这些义务和要求存在冲突或矛盾,则海洋地球工程将陷入法律适用的困境;另一方面,不同的国际监管机构有着不同的治理目标与宗旨,例如,联合国气候变化大会可能基于海洋地球工程技术具有潜在的缓解全球气候变化的效果而鼓励或支持其发

<sup>①</sup> 参见古祖雪:《现代国际法的多样化、碎片化与有序化》,《法学研究》2007年第1期,第139页。

<sup>②</sup> See Matthew Craven, *Unity, Diversity and the Fragmentation of International Law*, 14 *Finnish Yearbook of International Law* 3 (2003).

<sup>③</sup> 参见代菲:《气候变化背景下海洋施肥的国际法规制》,中国海洋大学2014年硕士学位论文,第52页。

<sup>④</sup> 参见代菲:《气候变化背景下海洋施肥的国际法规制》,中国海洋大学2014年硕士学位论文,第52页。

<sup>⑤</sup> 参见冯帅:《碳捕捉与封存的国际法规制研究》,法律出版社2018年版,第157页。

<sup>⑥</sup> 参见蒋小翼、高天义:《海洋生物多样性养护国际法规制的碎片化:现实成因、法律困境与解决路径》,《武大国际法评论》2022年第6期,第88页。

展,而LC-LP缔约方大会可能因海洋地球工程技术具有潜在的破坏海洋生态环境的不利影响而限制或反对其实施。不同国际法律机制之间缺少必要的法律联系与制度衔接,这种境况导致海洋地球工程技术全球治理框架的建立面临重大的法律挑战。

## (二)专门性法律规范的缺失难以为海洋地球工程技术监管提供明确的法律指引

事实上,除尚未生效的2013年LP修正案以外,在国际法律体系中并不存在专门适用于海洋地球工程技术的法律规范。UNCLOS、LC、LP、CBD等国际法律文件仅在一般事项上通过援引法律解释规则来进一步加强对海洋地球工程技术的法律指引,防止出现法律脱节的境况。由于上述国际公约没有为海洋地球工程技术的法律监管提供具体、明确的标准,因此这不仅为各国对条约内容的理解和实施留下巨大的解释空间,也为海洋地球工程技术的全球治理带来诸多挑战。

首先,UNCLOS被描述为一项“伞形”公约,因为它为各国对大多数海洋活动行使管辖权确立了基本框架,但并不包括管理这些活动的详细规则。<sup>①</sup>就海洋地球工程技术而言,UNCLOS第十二部分规定,各国负有保护与保全海洋环境的义务,无论是在国家管辖海域还是公海,研究和部署海洋地球工程技术活动均应在实际范围内就该活动对海洋环境的可能影响作出评价,同时将评价结果提交给主管国际组织。目前,尚不清楚关于海洋地球工程的环境影响评价所涉及的实质内容是什么,以及应将该评价报告提交给哪一个主管国际组织。鉴于故意操纵海洋过程和生态系统的海洋地球工程所带来的环境风险,UNCLOS第十二部分规定的环境限制与海洋地球工程相关的海洋科学研究紧密相关,然而UNCLOS规定的损害及对污染的界定门槛却相对较高,导致在实践中限制了这些条款对小规模科学研究的影响。<sup>②</sup>

其次,2010年CBD缔约方大会第十届会议通过决定,将气候地球工程活动限于小规模的研究。令人遗憾的是,CBD迄今尚未详细说明小规模研究的标准和允许的条件。<sup>③</sup>除此之外,CBD第14条和LP第3条均规定当海洋地球工程技术对生物多样性造成严重的跨界环境损害时,缔约方应及时采取行动预防或尽量减轻这种危险或不利影响,该条款体现了预防原则的法律要求。正如预期损害的概率(有理由关注)和严重性(重大或不可能逆转)的最低阈值所表明的那样,并非每一次出现任何不利影响都会触发预防原则,<sup>④</sup>但是,CBD并没有为损害的严重程度提供任

<sup>①</sup> See James Harrison, UNCLOS: Fit for Purpose in the 21st Century?, <https://committees.parliament.uk/writtevidence/40763/html/>, visited on 18 February 2023.

<sup>②</sup> See Myron H. Nordquist & Ronán Long, Marine Biodiversity of Areas beyond National Jurisdiction 200 (Brill Nijhoff 2021).

<sup>③</sup> See Tuomas Kuokkanen & Yulia Yamineva, Regulating Geoengineering in International Environmental Law, 3 Carbon and Climate Law Review 163 (2013).

<sup>④</sup> See Arie Trouwborst, Prevention, Precaution, Logic and Law: The Relationship between the Precautionary Principle and the Preventative Principle in International Law and Associated Questions, 2 Erasmus Law Review 110 (2009).

何具体的阈值,更为重要的是,损害能否被归类为重大或严重损害在很大程度上取决于相关场地和社会价值观,<sup>①</sup>这无疑为各国逃避义务约束和责任追究打开了法律缺口。

最后,LC第3条规定“海系指各国内水以外的所有海域”,该定义将海洋的范围仅限于海水水体,并不包括海床及其底土。由于废物的海底处置并不包含有意地向海水中倾倒废物,因此向海底倾倒和封存CO<sub>2</sub>的海洋地球工程技术被排除在LC的管辖范围之外。<sup>②</sup>随着科学技术水平的提升,未来将会产生更多类型的海洋地球工程技术,但LC并未对此予以法律意义上的考虑,致使部分海洋地球工程技术无法获得全面的法律规制。

### (三)法律责任的认定及承担具有复杂性

海洋地球工程技术对海洋环境具有潜在威胁,加之国际法律规范并未明确规定海洋地球工程技术国际法律责任事项,这导致在实践活动中国际社会将面临非国家行为体损害赔偿责任的承担、违反国际义务的认定及非受害国反措施的行使等法律难题。

首先,由于某些海洋地球工程技术成本相对较低,部分国家的私营企业可能成为相关活动的当事方,<sup>③</sup>若私营企业未经政府授权或不受一国的指挥/控制,则该实体行为无法被视为国家行为,例如,2012年加拿大海达鲑鱼恢复公司在某国际水域开展的“鲑鱼增殖”的海洋施肥试验活动。值得注意的是,海洋地球工程技术活动对海洋环境的损害可能并不会立刻显现,而长期的累积影响在很大程度上加快了海洋环境损害的传播速度,以至于诱发远远超出经营者财务能力的损害赔偿。<sup>④</sup>从赔偿责任的主体看,现行国际赔偿责任规定外空行为导致地面损害由国家对外承担全部责任,核污染由国家承担对营运人的补充责任,这就意味着除上述两种情形外,各国对非国家行为的海洋地球工程技术活动引起的海洋环境损害不负赔偿义务。

其次,实施海洋地球工程技术活动是否构成对国际义务的违反还有待进一步的商讨。确定国家是否违反国际义务,先要明确对国际义务的正确解释,即明确和准确定义国家有义务做什么。<sup>⑤</sup>例如,UNCLOS第194条第2款所规定的“确保

<sup>①</sup> See Aline L. Jaeckel, *The International Seabed Authority and the Precautionary Principle: Balancing Deep Seabed Mineral Mining and Marine Environmental Protection* 38 (Brill Nijhoff 2017).

<sup>②</sup> 参见吴益民:《国际法视野下二氧化碳海洋封存问题及规则研究》,法律出版社2019年版,第136页。

<sup>③</sup> See Scott Barrett, *The Incredible Economics of Geoengineering*, 39 *Environmental Resource Economics* 49 (2008).

<sup>④</sup> See Jung-Eun Kim, *Implications of Current Developments in International Liability for the Practice of Marine Geo-Engineering Activities*, 2 *Asian Journal of International Law* 254 (2014).

<sup>⑤</sup> See Gordana N. Preradovic, *The International Legal Responsibility of States for Climate Change*, 2 *Zbornik Radova* 753 (2018).

义务”被国际海洋法法庭国际海底争端分庭解释为“尽职调查义务”,即要求国家在其法律体系范围内采取措施,包括法律法规和行政规章,适用的标准与措施必须“合理适当”。<sup>①</sup>一方面,由于各国在科学发展和技术变革等方面存在较大差异,故尽职调查义务并未明确规定具体的必要措施,其标准也取决于实际情况,并会有所变化;<sup>②</sup>另一方面,尽职调查义务要求国家采取一切必要措施防止环境损害的义务是行为义务,而不是结果义务,在这种情况下,如果一国表现出它的最大努力,即使海洋环境损害发生,它也可能不被追究责任。<sup>③</sup>综合来看,UNCLOS项下的尽职调查义务并不禁止损害的绝对发生,各国通过现有最佳技术将海洋地球工程技术活动对海洋环境的威胁和破坏降至最低即可达到UNCLOS第194条第2款的法律要求。

最后,《国家对国际不法行为的责任条款草案》第二章规定了反措施制度,但该草案没有明确承认非受害国有权采取反措施,尤其是在违反对整个国际社会承担义务的情况下。<sup>④</sup>无独有偶,国际法委员会将作为习惯国际法的不损害规则解释为仅适用于对其他国家领土的跨界损害,而不适用于对全球公域的损害。<sup>⑤</sup>公海地区作为开展海洋地球工程技术活动的主要场所,面临着来自本海域及其他国家管辖范围内海洋地球工程技术活动对公海海洋环境的双重压力,但UNCLOS第七部分和第十二部分或是未提及国际法律责任,或是有关国际法律责任的条款内容过于宽泛,这似乎无法为公海海洋环境的保护与保全提供良好的法律保障。

### 三、实现海洋地球工程技术法律监管与全球治理的最佳路径

#### (一)完善国际法律规范以构建协调一致的治理体系

对海洋地球工程技术的国际法规制呈现碎片化这一问题而言,一方面要理性认识和看待这种现象,因为所有的全球治理架构都在一定程度上具有碎片化特征,现行有效的全球治理架构也有可能来自国际事务中分散的、几乎没有计划的渐进式制度

<sup>①</sup> See International Tribunal for the Law of the Sea, Responsibilities and Obligations of States Sponsoring Persons and Entities with Respect to Activities in the Area (Request for Advisory Opinion Submitted to the Seabed Disputes Chamber), [https://itlos.org/fileadmin/itlos/documents/cases/case\\_no\\_17/17\\_adv\\_op\\_010211\\_en.pdf](https://itlos.org/fileadmin/itlos/documents/cases/case_no_17/17_adv_op_010211_en.pdf), visited on 18 February 2023.

<sup>②</sup> See Volker Roeben, Responsibility in International Law, 16 Max Planck Yearbook of United Nations Law 123 (2012).

<sup>③</sup> See Medes Malaihollo, Due Diligence in International Environmental Law and International Human Rights Law: A Comparative Legal Study of the Nationally Determined Contributions under the Paris Agreement and Positive Obligations, 62 Netherlands International Law Review 129 (2021).

<sup>④</sup> See Benoit Mayer, State Responsibility and Climate Change Governance: Light through the Storm, 3 Chinese Journal of International Law 553 (2014).

<sup>⑤</sup> See Pemmaraju Sreenivasa Rao, First Report on Prevention of Transboundary Damage from Hazardous Activities, <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N98/094/54/PDF/N9809454.pdf?OpenElement>, visited on 19 February 2023.

化进程。<sup>①</sup>另一方面要加强不同国际治理机制之间的法律联系,尤其是国际海事组织、CBD缔约方大会和联合国气候变化大会。虽然短时间内尚无法就海洋地球工程技术的全球治理形成统一的国际机制,但至少三方应提高多边合作的力度和深度,避免“各自为政”式的分散治理,促进有关决定和政策的互通与协调。

现行国际法律规范在条款用语上存在内容表述不明晰、不详尽或不确定的问题,无法为海洋地球工程技术全球治理提供良好的法律指引,如上文所提及的何为小规模科学研究、海洋环境损害的具体阈值是什么、环境影响评价报告应提交哪一主管国际组织等问题,都没有明确规则。笔者认为《联合国气候变化框架公约》(The United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)和UNCLOS作为分别规范全球气候变化和国际海洋秩序的基础性公约,以全面修改或部分修订的方式来明确海洋地球工程技术的各项规定明显难度颇高,成本巨大。通常大多数的技术变革都符合现有的法律框架,如果技术变革为法律变革创造了基础,一般由常设或特设机构审议该问题。<sup>②</sup>基于此,或许可以通过条约缔约方大会或国际海事组织等平台达成具有法律约束力的决议或准则,以此作为UNFCCC和UNCLOS等国际公约的法律补充,对不明晰、不详尽或不确定的条款用语加以解释和澄清。除此之外,国际社会有必要加快对2013年LP修正案的形式与内容审查,尽早促成该修正案发挥应有的法律效力,从而为海洋地球工程技术全球治理范式的建构提供法律保障。

构建协调一致的海洋地球工程技术全球治理体系不可能一蹴而就,在这一过程中,我们既需要妥善处理海洋地球工程技术实施大国或强国与海洋环境保护声索国之间的关系,又需要实现海洋地球工程技术治理目标的转变。具体而言,其一,发达国家为完成碳排放目标或许会大力部署海洋地球工程,而图瓦卢、马尔代夫等低洼岛国为此可能遭受来自气候变化和海洋环境破坏的双重打击,这难免会激化国际矛盾和冲突。其二,海洋地球工程技术是不断更新和向前发展的,其治理目标也应当随着科技形势的变化而转变。海洋地球工程技术不可能永久停留于科学研究阶段,其应用前景决定了未来它在缓解全球气候变化方面将大有作为。

## (二)重视非国家行为体的参与以实现治理目标的转变

当前,通过国际合作的形式进行海洋地球工程技术全球治理迫在眉睫。全球治理即所有行为体——国家、政府间组织、民间团体、非政府组织、跨国公司和个人——识别、理解和解决世界性问题所作出的集体努力,它涵盖了一系列非正式和正

<sup>①</sup> See F. Biermann, *et al.*, *The Fragmentation of Global Governance Architectures: A Framework for Analysis*, 4 *Global Environmental Politics* 17-18 (2009).

<sup>②</sup> See Lyria Bennett Moses, *Agents of Change: How the Law Copes with Technological Change*, 4 *Griffith Law Review* 766 (2011).

式的思想、价值观、规则、规范、程序、实践、政策和制度等。<sup>①</sup>鉴于海洋地球工程技术全球治理体系尚未形成,笔者认为在其构建的过程中需要重点明确海洋地球工程技术全球治理的基本目标是倾向于缓解全球气候变化还是侧重于海洋环境保护。

在科学不确定的背景下,通过对UNCLOS、LC、LP、CBD等国际法律文件有关条款的解释不难发现,国际社会在很大程度上将海洋环境保护作为首要选择,这主要表现为多份国际法律文书将地球工程和海洋施肥限制在“科学研究”范围之内。因为国际社会考虑到海洋地球工程技术并不是缓解全球气候变化的唯一措施,因此认为决不能冒着牺牲海洋环境利益的高风险换取气候变化的改善,但也不能就此认为海洋地球工程技术的开展将被永久禁止。全球治理的核心在于“疏通”问题,而非“围堵”问题,当海洋地球工程技术经过严谨的科学论证证实并不会对海洋环境造成严重威胁或破坏时,即有必要将目标定位为缓解全球气候变化,而这一选择的转变,需要赋予非国家行为体更多的参与权和话语权。

非国家行为体通常缺乏传统形式的政治权力/权威,它所拥有的关键技能和资源已被确认为来自其知识、信息、经济资源、组织能力、跨国网络、动员能力。<sup>②</sup>不可否认的是,非政府组织、私营企业、个人等非国家行为体在海洋地球工程技术全球治理过程中发挥着愈发重要的作用。例如,在2020年海洋污染科学问题专家组(Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution, GESAMP)第47届会议中,第41工作组联合主席克里斯·维维安介绍了GESAMP活动的规划:海洋地球工程47/4/5。同时,他还强调了与UNFCCC附属科学技术咨询机构工作的联系。<sup>③</sup>由ETC集团和Heinrich Boell基金会共同编制的地球工程互动世界地图揭示了海洋地球工程技术研究和试验数量从2000年到2022年共计达97项。2021年4月,由埃隆·马斯克和马斯克基金会共同资助的价值1亿美元的碳去除XPRIZE启动,该活动将邀请个人和团队开发展示从大气或海洋中捕获并永久封存CO<sub>2</sub>的技术。<sup>④</sup>这些从事海洋地球工程的非国家行为体通过实践活动掌握了大量最新的海洋环境数据、信息,并对技术的应用和改良有着深入的认识。

非国家行为体广泛参与海洋地球工程技术全球治理的目的是通过增加决策者的

<sup>①</sup> See Thomas G. Weiss, *Governing the World: Addressing Problems without Passports* 9-10 (Routledge 2015).

<sup>②</sup> See Naghmeh Nasiritousi, *et al.*, *The Roles of Non-state Actors in Climate Change Governance: Understanding Agency through Governance Profiles*, 16 *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 113 (2016).

<sup>③</sup> See GESAMP, *Report of the Forty-Seventh Session of GESAMP*, <http://www.gesamp.org/site/assets/files/2205/rs107e-1.pdf>, visited on 25 February 2023.

<sup>④</sup> See XPRIZE, *\$100M Prize for Carbon Removal*, <https://www.xprize.org/prizes/elonmusk>, visited on 25 February 2023.



信息,为其提供原本分散的专业知识,从而改善决策。这些信息和专业知识将在公开的流程中接受国际社会的审议和理性的论证,最终形成一个集体解决问题的论坛。<sup>①</sup>诚然,非国家行为体是海洋地球工程技术全球治理的重要参与者,由其提供且汇聚而成的庞大信息数据库和充裕的资金不仅会大幅降低全球治理的边际成本,还会加快海洋地球工程技术在海洋环境科学方面的确定性,实现海洋地球工程技术全球治理基本目标向缓解全球气候变化渐进过渡。加强对海洋地球工程的科学论证和技术攻关以确保其应用不会对海洋环境的保护与保全产生严重的威胁或损害,这有赖于非国家行为体在海洋地球工程技术全球治理事务中积极作为。

### (三)采用预防性方法以促进海洋环境的保护与保全

尽管海洋地球工程技术的应用前景广阔,但其在研究和部署的任一阶段都有可能对海洋环境造成污染和破坏。为了实现海洋地球工程技术与海洋环境之间的利益平衡,有必要对海洋地球工程技术的实施采用预防性方法。如上文所述,UNCLOS、LP、CBD 均提及预防原则,从技术上讲,预防原则对不同程度的科学不确定性和环境风险作出了回应,其规定国家有义务在缺乏科学信息的情况下防止污染,<sup>②</sup>这也为开展海洋地球工程技术活动采用预防性方法奠定了法律基础。

#### 1. 适应性管理

为缓解深海环境所固有的不确定性,除禁止一项活动外,就是把环境管理作为一项科学实验,利用在活动过程中获得的知识来影响决策,这被称之为“适应性管理”(adaptive management)。<sup>③</sup>适应性管理是预防原则指导下的重要方法之一,其核心内容包括持续的研究、监测、评估以及根据必要的信息反馈修改现有做法。<sup>④</sup>2010 年 CBD 缔约方大会第十届会议通过了有关决定,允许从事影响生物多样性与气候的地球工程技术活动的小规模科学研究。这为海洋地球工程技术实施可采用适应性管理的预防性方法提供了法律依据。作为一项新型技术方式,海洋地球工程技术能否真正起到缓解全球气候变化的作用,能否防止或最大限度地减少对海洋环境的污染和破坏,仍存在较大争议,但其广阔的应用前景决定了不可能一直将它限制在概念研讨与实验室之中,因而强化适应性管理中的监测功能就显得格外重要,如果没有技术监测,就不可能对实践活动进行知情的调整。<sup>⑤</sup>

<sup>①</sup> See Maria Lee, *et al.*, Public Participation and Climate Change Infrastructure, 1 *Journal of Environmental Law* 37 (2013).

<sup>②</sup> See E. James, *et al.*, Refining the Precautionary Principle in International Environmental Law, 3 *Virginia Environmental Law Journal* 425 (1995).

<sup>③</sup> See Jesse Aimer, Big Decisions in Uncertain Depths: Adaptive Risk Management of Deep Seabed Mining in International Waters, 23 *New Zealand Journal of Environmental Law* 123 (2019).

<sup>④</sup> See Jan McDonald & Megan C. Styles, Legal Strategies for Adaptive Management under Climate Change, 1 *Journal of Environmental Law* 42-43 (2014).

<sup>⑤</sup> See Courtney A. Schultz & Martin A. Nie, Decision-making Triggers, Adaptive Management, and National Resources Law and Planning, 2 *Natural Resources Journal* 447 (2012).

关于海洋地球工程技术监测程序的建立,各国应在考虑公众意见和治理目标的基础上确定监测的性质和范围,同时听取外部合作伙伴和相关专业机构以及其他利益攸关者的建议。<sup>①</sup>评估是适应性管理的重要环节,通常对照实际结果评估预测结果以提高对海洋地球工程技术动态影响的理解和对准确预测变化模型的信心。<sup>②</sup>为保证结果的客观性,当事方可适当引入第三方独立评价制度,其评价标准与治理目标应当保持一致。根据必要的信息反馈修改现有做法的机制体现了适应性管理较强的灵活性,对科学不确定的海洋地球工程技术而言,既能最大限度地发挥其技术优势,又能降低对海洋环境的损害。该机制要求当事方对海洋地球工程技术活动中获取的各类信息与数据进行严格的甄别、分析和评价以使现有的管理方案或计划符合实践的发展。

## 2. 战略环境影响评价

海洋地球工程技术活动的当事方负有开展环境影响评价的义务,但该义务可能仅限于单项海洋地球工程技术活动。从长远来看,考虑在一个特定的区域内或在一定时间范围内同时进行多项海洋地球工程技术活动,以及是否只能在特定的或脆弱的海洋生态系统之外实施海洋地球工程技术活动是至关重要的,这些区域性或全球性的考虑或许可以通过战略环境影响评价纳入决策过程。<sup>③</sup>

战略环境影响评价(strategic environmental assessment)是指对拟议的计划、规划、方案、政策、法律等战略及其替代方案的环境影响进行系统的、正式的和综合的评价过程。<sup>④</sup>就海洋地球工程技术活动而言,在进入审批程序之前并不会进行环境影响评价,而战略环境影响评价在规划阶段就会进行,因为与海洋环境有关的重要决定通常必须在计划和方案筹备的背景下作出。战略环境影响评价的最大优势在于将海洋环境恶化的问题在政策和计划制定的“上游源头”加以解决,而不是减轻其“下游症状”或项目层面的影响。<sup>⑤</sup>当前海洋地球工程技术尚未被大规模部署,实践中应用较为广泛的海洋施肥活动也因海洋环境科学方面的争议而被限于“科学研究”,这也暗示了海洋地球工程技术作为缓解全球气候变化的新技术正处于规划过程的早期阶段,当下对海洋地球工程执行战略环境影响评价恰逢其时。一般来说,在海洋地球工

<sup>①</sup> See Robert L. Glicksman & Jarryd Page, Adaptive Management and NEPA: How to Reconcile Predictive Assessment in the Face of Uncertainty with Natural Resource Management Flexibility and Success, 1 Harvard Environmental Law Review 193 (2022).

<sup>②</sup> See Hike Giles & Barry Barton, Adaptive Management under the RMA: The Tension between Finality and Flexibility, 24 New Zealand Journal of Environmental Law 6 (2020).

<sup>③</sup> See Aline L. Jaekel, The International Seabed Authority and the Precautionary Principle: Balancing Deep Seabed Mineral Mining and Marine Environmental Protection 231 (Brill Nijhoff 2017).

<sup>④</sup> 参见李天威:《政策环境影响评价理论与试点研究》,中国环境出版社2017年版,第2页。

<sup>⑤</sup> See Hussein Abaza, *et al.*, Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental Assessment: Towards an Integrated Approach, <https://www.unep.org/resources/report/environmental-impact-assessment-and-strategic-environmental-assessment-towards>, visited on 27 February 2023.

程规划初期进行战略环境影响评价和方案纠正,接着在进入审批程序后对每个特定项目进行环境影响评价并改善因规划不当造成的不利影响,不仅能大幅降低国家治理成本,还能提高对海洋环境的保护程度。<sup>①</sup>除此之外,公众参与被认为是战略环境影响评价的显著特征,广泛的公众参与会促进海洋地球工程决策的公开性和透明度,由于增加了代表性并在规划的早期识别了有关冲突,因而可以减少受海洋地球工程影响的利益相关者的群体诉讼风险,这将巩固海洋地球工程规划方案的合法性、提升受影响实体对海洋地球工程技术活动的接受度。<sup>②</sup>

#### 四、结语

我们应秉持人类命运共同体理念,对海洋地球工程技术进行法律规制。良好稳定的全球气候、海洋环境的保护与保全符合人类社会的共同利益。海洋地球工程技术作为缓解全球气候变化的新兴海洋技术,其研究和部署理应将公共利益作为首要价值选择。然而,传统的全球治理范式仍是同质性、线性和主客二分性的模式,这在很大程度上导致同质共同体无法应对跨界与跨文化的复杂情况,部分国家被排除在治理机制之外并激化了中心国家与边缘国家之间的矛盾。<sup>③</sup>值得强调的是,人类命运共同体理念主张各国有权平等地参与各项全球治理活动,按照共商共建共享原则解决全球性问题并推动共同发展。一方面,人类命运共同体理念为世界各国参与海洋地球工程技术全球治理提供了公正与包容的基础。这要求海洋地球工程技术既不能为少数强国或私人所垄断或专有,也不能在决策过程中忽视发展中国家的诉求或主张;另一方面,人类命运共同体理念为世界各国参与海洋地球工程技术全球治理指明了合作与前行的方向。这要求海洋地球工程技术全球治理在利用好现行国际机制的同时,还要建设好平行机制。<sup>④</sup>换言之,各国可以就海洋地球工程技术全球治理形成多样化的合作机制,以加强多边交流与协商,促进信息与数据的公开与共享,从而缓解和减少不同国家之间的利益纠葛或争端。

尽管海洋地球工程技术在海洋环境科学方面存在不确定性,但它作为缓解全球气候变化的重要措施之一,有着广阔的应用前景。为有效实现对海洋地球工程技术的国际法规制,有必要为其做好各项硬软件准备:一方面,提升海洋地球工程技术水平与能力、加强海洋环境科学研究深度与力度;另一方面,完善相关国际法律规范、构

---

① See Lia Todua, A Guide to Strategic Environmental Assessment: Georgian Perspective, [https://un-ece.org/fileadmin/DAM/env/eia/documents/SEA\\_CBNA/Georgia\\_manual\\_en.pdf](https://un-ece.org/fileadmin/DAM/env/eia/documents/SEA_CBNA/Georgia_manual_en.pdf), visited on 27 February 2023.

② See Carlo Rega & Giorgio Baldizzone, Public Participation in Strategic Environmental Assessment: A Practitioners' Perspective, 50 Environmental Impact Assessment Review 106 (2015).

③ 参见陈曙光:《人类命运共同体何以改变世界》,《马克思主义研究》2023年第2期,第50-51页。

④ 参见黄瑶、林兆然:《论人类命运共同体的规范价值》,《开放时代》2023年第3期,第174页。

建协调一致的海洋地球工程技术全球治理体系。海洋科技的发展日新月异,国际法需要及时地回应由此引发的国际社会争议。当前,我国正致力于加快实现“碳达峰”和“碳中和”目标,海洋地球工程技术为这一目标的尽早达成提供了潜在的技术优势。基于此,我国政府应鼓励、支持相关部门从事海洋地球工程技术科学研究,努力攻克技术难题,把关键核心技术掌握在自己手中,将国内技术标准转化为国际技术标准,为我国在海洋地球工程技术国际规则创设进程中谋求更多的国际话语权。同时,我国还应积极主动参与海洋地球工程技术全球治理事务,通过国际会议、多方会谈、双边交流等形式对外传递中国诉求和主张,就海洋地球工程技术国际法律问题向国际社会提供中国方案、贡献中国智慧。

## **International Legal Regulation of Marine Geoengineering Technology**

**Abstract:** Marine geoengineering technology, an emerging new marine science and technology, has been controversial in the international community because of its uncertainty in marine environmental science. From the perspective of legal supervision, international treaties such as the United Nations Convention on the Law of the Sea, the London Dumping Convention, and its Protocol, and the Convention on Biological Diversity all play a role in regulating the marine geoengineering technology to a certain extent. Nevertheless, marine geoengineering technologies still pose challenges to the existing international legal norms. Especially, the fragmentation of international law can not build a good governance paradigm for the legal regulation of marine geoengineering technologies, and the inherent limitations of international legal norms can not provide clear legal guidance for the global governance of marine geoengineering technologies, and the determination of the international legal responsibility and liability is complex. In this regard, we should uphold the concept of a community with a shared future for mankind, and effective governance of marine geoengineering technologies can be achieved by improving international legal norms, emphasizing the participation of non-state actors in matters and implementing the precautionary approach.

**Key words:** global climate change; marine geoengineering technology; marine environmental protection; marine science and technology; carbon dioxide

(责任编辑:钱静 彭芩萱)