



磐之石 ROCK ENVIRONMENT
AND ENERGY INSTITUTE
环境与能源研究中心

2021

环境评论

ENVIRONMENTAL REVIEW



致力于推动以程序正义和理性批判为基石的环境政策决策机制的建立，
使社会向更加包容、公正和可持续发展的方向发展。



磐之石 ROCK ENVIRONMENT
AND ENERGY INSTITUTE
环境与能源研究中心

**致力于推动以程序正义和理性批判为基石的环境政策决策机制的建立，
使社会向更加包容、公正和可持续发展的方向发展。**

编辑、排版：李颖

发布日期：2021 年 03 月

前言

2021 是怎样的一年？疫情的持续影响是可以预见的，也是总结回顾中必须要提及的。尽管相比 2020 年，我们对它的影响已经变得从陌生到熟悉，但不确定的病毒变异与不定时的地区性爆发仍在不可预见的发生。在这样的大背景下，无论是自然环境还是社会环境，都在巨变的过程中持续加速。一方面，极端天气、高温野火、暴雨洪水等严重气候影响事件更高频次的发生。另一方面，美国重返巴黎协定、欧盟加快气候变化相关立法、中国积极履行联合国气候承诺目标等一系列积极行动还处在雏形初现阶段。

气候环境变化，我们能做的还有很多。第 26 届联合国气候变化大会（COP26）上，多个国家包括停止砍伐森林、净零排放承诺、全球甲烷减排、应对气候变化资金援助等多个议题相继达成多项承诺与共识。会议通过《格拉斯哥气候公约》，明确要求维持巴黎协定全球气温升高幅度控制在 1.5 摄氏度以内的目标和逐步减少煤炭使用。

作为过去一年的见证者，磐之石通过线上线下交流、内容输出等形式记录并分享正在发生的事情与我们的观察。《环境评论 2021》汇集了磐之石同仁 2021 年所撰写与发布的与国内外环境政策变化相关的分析文章，文章以发布时间为顺序先后排列，议题涉及欧盟碳市场及碳边境调整、美国气候目标、全球塑料制品固废处理等多个方面。我们期待文章中所分享观察与看法能给读者带来更多的思路，也期待读者能与我们就此内容展开更多的探讨与交流。

每年，磐之石都会发布《能源评论》与《环境评论》两本文集，内容互相作为补充。两份报告的付梓，离不开主管单位（北京市顺义区科协）的监督与指导，离不开资助方的协同与资助，更离不开各位同仁的互动与交流。在这里，向所有对磐之石的工作给与支持、帮助、关怀的伙伴们致以最诚挚的感谢！

如果您对我们的分析和观察有什么想法和反馈，欢迎与我们联系。



磐之石环境与能源研究中心
2022 年 03 月 22 日

作者简介

(按文章顺序)

林佳乔

磐之石环境与能源研究中心联合创始人、联合主任。研究领域包括能源政策、低碳发展以及碳市场。文章先后发表于《中国战略新兴产业》、《草业学报》等期刊及中国能源网、中国碳交易网等网站。他拥有东北师范大学生物学学士及硕士学位和英国曼彻斯特大学环境科学硕士学位。

赵昂

磐之石环境与能源研究中心联合创始人、联合主任。研究兴趣集中于气候变化和能源转型政策。文章曾发表于：China Environment Series、International Journal of Applied Logistics 和《环境资源与能源评论》。他拥有北京大学文学学士和伦敦政治经济学院环境政策科学硕士学位。

袁雅婷

磐之石环境与能源研究中心助理研究员。研究兴趣主要集中于碳市场和可持续发展。拥有辽宁大学理学学士和英国爱丁堡大学环境可持续发展硕士学位。

潘伊人

磐之石环境与能源研究中心项目经理。拥有加拿大多伦多大学药理毒理学学士学位以及劳动与环境健康学硕士学位，曾联合创办多伦多 SustainED Group 可持续发展教育平台，并兼任首席运营官，也曾任新能源咨询公司项目协调员、多伦多交通运营公司创新和可持续发展部门分析员等职位。

目 录

欧盟碳市场纳入道路交通：扩容是交通部门减排的杀手铜还是双刃剑？	1
拜登气候政策如何落地：从核心气候团队说起	5
欧盟碳边境调整机制真的要来了吗？	9
“气候俱乐部”：中国、欧盟和美国的气候战略博弈新态势	13
“气候俱乐部”：美国如何实现 2030 气候目标？	17
欧盟碳边境调整机制是为全球碳减排还是自身贸易保护？	19
欧盟新提案出炉，碳关税实施框架逐渐明朗	23
一石三鸟：欧盟的有机农业“梦想”	26
世卫组织 16 年后再提空气污染：首次收紧 PM2.5 标准值	30
全球如何走出新冠疫情防护塑料制品的垃圾堆：通过创新探索未来 PPE 的循环生产	33
甲烷减排 国家行动计划之下的废弃物管理展望	38

欧盟碳市场纳入道路交通：扩容是交通部门减排的杀手锏还是双刃剑？

林佳乔

欧盟目前的气候目标是到 2030 年与 1990 年相比减排 55%，2050 年达到净零排放，欧盟委员会已经提出将二者纳入欧盟层面最高气候法规“European Climate Law”^[1]。不过目前欧盟面对的情况可能并不乐观：一方面，中短期目标可能面临不能完成的风险；另一方面，远期目标的实现依赖于更有雄心的减排路径。

基于此，碳定价尚未覆盖且排放占比不低的道路交通与建筑采暖，就成了接下来的减排重点。那么为何欧盟到现在还没有覆盖这两个部门呢？其实在欧盟碳市场运行之后几年就曾经有讨论纳入，但无法达成一致，主要问题在于 MRV（测量、报告和核准）以及来自于欧盟成员国内的政治阻力。本文将依托剑桥大学能源政策研究小组（EPRG）的最近撰写的一份报告《欧盟排放权交易体系范围扩展的可行性和影响：道路运输和建筑采暖》^[2]，简析欧盟碳市场扩容纳入道路交通的程序以及挑战。

欧盟碳市场扩容难点不在于程序

欧盟碳市场（EU ETS）目前对于温室气体排放的覆盖比例为 45%，这些排放主要来自于电力和工业部门。如果纳入道路交通排放这一比例将会提高到 66%^[3]。基于欧盟层面碳减排雄心不断加码，碳市场扩容的必要性也再次被摆上日程。在此前欧盟碳市场也曾有过扩容，主要以三种方式：第一种是增加覆盖国家，例如加入新的欧盟成员国；第二种是增加温室气体种类，例如挪威将氧化亚氮（N₂O）纳入碳市场；第三种则与交通部门纳入欧盟碳市场更加相关，是 2012 年起对于航空业碳排放的纳入。所以欧盟碳市场对于部门的增加方面，此前就有航空业纳入的经验可循。跟道路交通一样，二者的特征都是移动源，而且对于尚存争议的 MRV（测量、报告和核准）可信度方面，也都积累了多年经验。

至于扩容的流程也比较明确，一是修订现有的欧盟碳市场指令，将新的部门纳入，可参考当年纳入航空业的流程；二是应用纳入条款（‘opt-in’ Clause），将新的部门分别在各个成员国内扩展覆盖范围，挪威增加覆盖的温室气体类型就是应用了纳入条款。总之，目前的欧盟碳市场对于纳入道路交通在欧盟的法规层面并没有程序上的障碍，至于何时适合纳入道路交通部

门，是统一纳入到所有成员国还是逐步纳入等细节是需要深入分析和讨论的，但是比清晰的原则是需要考虑的配额分配的公平性，遵循欧盟已有原则，对不富裕国家在配额分配方面给予优待。

道路交通纳入碳市场的挑战在哪里？

全球目前有超过 20 个国家和地区已经将碳定价覆盖到道路交通部门，但是在碳市场（总量控制与交易）中纳入道路交通的就只有美国加州，是通过给燃油经销商分配配额来实现区域内的碳定价覆盖^[4]。目前碳市场覆盖道路交通比之前更难，因为已有的交通碳排放控制政策主要集中在排放标准和燃油碳税。2020 年世界一些主要排放国承诺净零排放或碳中和目标对于将道路交通纳入碳市场的政策带来一定推动^[5]。即便如此，碳市场纳入道路交通还是面临着不少挑战，主要集中在如何维持碳市场稳定性，如何评估和处理碳价对于消费者的影响，以及如何协调既有政策提高交通减排一揽子政策的有效性。毕竟碳交易是一个基于市场的经济政策，影响市场交易的因素也同样会影响欧盟的碳价。

纳入道路交通部门对于碳价和消费端油价的影响

在过去十几年中，市场追捧、经济危机、过量分配、制度缺陷等因素导致了碳价（EUA）的起起伏伏。出于维护市场稳定性，欧盟的政策制定者并不希望一个新的部门纳入会对碳价带来较大的影响。然而，由于道路交通减排难度大导致减排成本高，在纳入的前期为了提升市场参与者的积极性，可能会在配额分配和总量控制方面比较放松，但是随着总量控制收紧，道路交通减排由于其成本高可能会抬升碳价。其实，最值得参考的经验是来自于美国加州，因为加州是目前唯一有经验可循、将道路交通纳入的排放权交易体系，而且加州针对道路交通的规制类政策与欧盟也比较类似^[6]；不光是欧盟，其他地区的碳市场在纳入道路交通部门时都需要精心设计配套政策并要有基于价格或数量的市场稳定机制。

对于消费端油价来讲，基于已有交通碳税的国家和加州碳市场的情况，碳价极有可能沿消费链条传递，也就是说不论是碳税还是碳排放权交易，碳定价带来的额外成本都会反映在终端用户支付的油价中。

如何处理碳市场与其他已有气候政策的关系或叠加影响

关于欧盟碳市场扩容至道路交通部门，政策难点在于如何协同既有交通减排政策以及如何评估不同类型政策的叠加效果与影响。目前欧盟的道路交通部门的减排方面都是基于欧盟层面的“责任分担决定（Effort Sharing Decision）”，这个决定覆盖了 ETS 未包括的行业，约占欧盟温室气体排放总量的 55%，除了道路交通之外，还包括建筑、农业以及废弃物^[7]。然而，这个

责任分担机制也存在争议，比如减排目标的缺乏雄心以及各部门的综合减排比例不能反映单一部门的减排力度和努力，尤其是对于道路交通来讲。

欧盟目前跟道路交通减排有关的规行政策包括乘用车性能法规、车辆碳排放标准、还有燃油税等。如果将碳市场看成是对以上既有政策的替代，那对于欧盟来讲将会是一个倒退。考虑到目前的欧盟气候承诺已经加码，在政策选择考虑方面大概率是会采取碳市场与规制性政策并行的路径。碳市场对于实现欧盟的中长期气候目标来讲，是有必要且与既有政策不相冲突的，道路交通部门的减排成本最初阶段较高，短期内并不能带来显著的减排，而规制类政策措施则能继续目前的减排框架带来减排量，而且目前很多交通相关政策的一个侧重点是当地的空气污染问题和减少对于石油的依赖，所以替代这些已有政策可能得不偿失。

结语

欧盟碳市场纳入道路交通部门，难点并不在于程序，而在于如何平衡欧盟内的成员国之间的政治博弈和产业集团的政策游说，处理好碳市场与既有气候政策之间的关系以提高交通减排一揽子政策的有效性。如果担心扩容之后会削弱欧盟碳市场的可信度和稳定性，那可以参考一下航空业纳入欧盟碳市场之后的情况，建立了准确且低成本的 MRV 框架，其后的市场碳价也稳中有升。

不论是欧盟还是其他国家和地区，相关政策的制定都需要以实现具有雄心且有约束力的气候目标为基础，并充分考虑已有交通领域减排政策的互补性而不是单纯替代，同时在政策实施过程中要考虑到配额分配可能带来的不公平问题，这对于欧盟来讲是不同成员国，而对于中国来讲可能是不同发展程度的地区。最后值得指出的是，由于交通部门的价格传导将直至消费者，所以从公众接受度来看，如果考虑到碳市场纳入道路交通之后可能带来的协同效益，会让政策对于公众来讲更具吸引力；比如说强调进一步减排带来尾气排放减少同时也获得了更多公共健康方面的收益。

注释:

[1]European Climate Law.Link: https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_en

[2]Feasibility and Impacts of EU ETS Scope Extension. Link: <https://cerre.eu/publications/feasibility-impacts-eu-emissions-trading-system-ets-extension>

[3]Eurostat. (2020). Greenhouse gas emissions by source sector (source: EEA). Link: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_emis&lang=en

[4]Carbon Pricing 202: Pricing Carbon in the Transportation Sector.Link: <https://www.rff.org/publications/explainers/carbon-pricing-202-pricing-carbon-transportation-sector/>

[5]Net-Zero Emissions ‘Race against Time’ , Secretary-General tells European Council on Foreign Relations, Urging Accelerated Drive towards Green Growth. Link: <https://www.un.org/press/en/2020/sgsm20427.doc.htm>

[6]同脚注 1

[7]《2020 气候和能源一揽子计划》Link: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_zh#tab-0-0

拜登气候政策如何落地：从核心气候团队说起

赵昂、林佳乔

拜登作为美国历史上就职时年龄最大的总统，上任伊始的各种动作显示出他在筹备政权交接时已对将要推出的各种施政方案成竹在胸。入主白宫不到十天，拜登就已经颁布了数十项行政指令，其中就包括外界关注度较高的气候变化相关指令。

2021 年 1 月 27 日，拜登签署了一份关于美国应对气候危机的总统行政指令^[1]。确定了美国联邦政府将应对气候危机放在优先位置，并设置了联邦行政部门之间合作应对气候危机的协调机制。在措词上，拜登政府突出“气候危机”，可以看出其对气候政策的重视程度。这份指令也提到拜登在竞选时就反复强调的气候目标，如 2050 年实现碳中和、2035 年电力系统实现净零碳排放等。

气候政策的 180 度转弯

这份指令对如何实现上述目标给出了明确的答案，主要涉及三个方面：协调不同部门，合理调整、安排人力资源；增加清洁能源和减缓气候变化相关技术的投资；促进应对气候危机的技术研发。

行政指令中提到美国准备拿出 4.2 万亿美元用于清洁能源投资；美国能源部也将投入 1 亿美元用于清洁能源技术研发；化石能源补贴将在 2022 年全部取消；淘汰煤炭是实现美国 2035 年电力系统净零排放目标的关键，并将在跨部门工作组的协调下合理推进。行政指令中还特别提出要重视煤炭开采和煤电社区的就业和经济复兴计划。

拜登开启了与其前任截然不同的气候应对政策，但想要落实其在行政指令中设定的目标，关键要看联邦政府各部门在气候议题上怎样协作、与气候变化相关的内阁部长级职位的人员如何安排。

启动特别工作组，开始气候行动

拜登政府新成立了美国气候特别工作组，由美国环保署前任署长 Gina McCarthy 担任主席，协调美国国内各个行政部门的气候危机应对工作。气候政策的复杂性需要几乎所有联邦政府

的部门协调合作，这一机制安排保障了气候政策可以系统性、而非碎片式在所有部门中落实。2021 年 2 月 11 日，美国国家气候特别工作组就已经召开了第一次线上工作会议，美国联邦政府各行政部门的负责人出席，包括国土安全、能源、交通、住房和城市发展、健康和人力资源、劳工、教育、商务、农业、内政、司法部、国防和财政等^[2]。参会的副总统哈里斯还强调了应对危机也必须兼顾脆弱社区或者受影响大的社区人群的就业和生计问题。

未来工作如何落实？

老将新秀将美国带回以证据为基础应对气候危机的路径，美国未来四年气候政策落实效果怎样，我们来看看在这些关键职位上都安排了怎样的领导人？

国家气候政策顾问-Gina McCarthy

她早年在美国康涅狄格州州政府的环境监管部门担任领导工作，作为前环保署署长，在任期间协助奥巴马政府推行了清洁电力计划（Clean Power Plan）。卸任后她在哈佛大学公共卫生学院执教。在被任命为国家气候政策顾问之前，她自 2020 年 1 月起担任美国自然资源保护委员会(NRDC)的 CEO。McCarthy 在政府、大学和非政府机构所拥有的多样而丰富的工作经验，将十分有助于她协调美国各行政部门应对气候危机的高难度工作。

环保署新任署长-Michael Regan

这位曾经在美国环保协会以及北卡罗来纳州环境监管部门工作过的黑人技术官僚在参议院职位任命听证会上表现出色，两党的参议员都表示认可。Regan 在担任北卡罗来纳州环境保护部门的负责人期间，协调解决了美国历史上规模最大的一个煤灰（coal ash）污染治理的案例。另外，他还促使当地一家化工厂投巨资清洁它曾经污染过的一条河流。显然，他在环境质量改善方面积累了丰富的监管经验。

除此之外，他也曾创办过环境咨询公司，早年也在环保署工作过。作为美国第一位黑人非裔的环保署署长，他在环境质量改善方面所积累的来自政府、商业和非政府组织的丰富从业经验将有助于他领导美国环保署更好应对本世纪全球面对的最大环境挑战：气候变化。

能源部新任部长-Jennifer Granholm

这位前任的密西根州州长曾在 2008 年金融危机时与时任总统奥巴马协作对美国当时陷入困境甚至破产边缘的美国两大汽车制造企业——通用和克莱斯勒实行紧急救助，使得这两个企业能够度过危机并存活下来。通用汽车似乎在电动车发展的大势之下又焕发新的活力。

担任州长期间, Granholm 博士特别强调美国制造业的复兴, 同时积极推动电动汽车发展。美国能源部下设十几个国家实验室, 在美国的能源政策、产业发展和新能源技术研发方面扮演着重要的角色。Granholm 博士是美国能源部历史上第二位女性部长。鉴于她一以贯之对新能源的支持, 有理由相信, 她将在推动美国能源系统低碳转型方面有所作为。

交通部新任部长-Pete Buttigieg

Buttigieg 在哈佛大学完成历史和文学本科学习后获得知名的罗德奖学金, 在牛津大学学习哲学、政治和经济学。在 2020 年参与美国民主党总统初选的过程中成为全国性政治人物。他曾在麦肯锡做过咨询师, 不到三十岁就当选为印第安纳州人口约十万的城市 South Bend 的市长, 并在两届任期内, 到阿富汗前线服役。

他对改造中心城区、吸引私人投资、改善低收入社区的就业状况等方面有出色成绩。他曾经提出过一个公私合营的项目, 在布隆伯格基金会的资助下, 缓解了当地一些小型企业因员工通勤困难、流失率高而导致机构运营成本较高的困境。这位年仅 39 岁的部长可能会把他在城市管理的一些创新做法运用在交通部门的转型上来, 帮助美国解决占碳排放份额最大的交通部门的低碳发展。

气候变化总统特使-John Kerry

克里博士出身于美国福布斯家族, 早年曾代表马萨诸塞州担任多年联邦参议员, 之后在奥巴马总统第二任期内担任四年国务卿。克里的主要政绩之一是气候外交, 带动美国积极推动巴黎协定的达成。拜登任命他为美国气候变化事务总统特使, 也希望借助他丰富的外交谈判和斡旋的经验帮助美国重塑在气候治理国际舞台上的领导者地位。克里如何能够在国际气候谈判中, 通过呈现美国在国内气候应对方面的绩效, 力推其他碳排放大国采取更为积极的减排行动, 非常值得关注。

结语：检验成效的关键四年

美国的政治安排决定了总统在推进一些政治议程或决策时, 面临国会的约束和掣肘, 但总统行政指令这一路径也给拜登气候政策的推进留有空间和各种可能。

从气候变化到气候危机, 措辞的改变看的出拜登希望加快美国在气候政策上的表现。检验拜登气候战略和政策落实的时间短则四年、长则八年, 上述这些行政部门的领导人, 无论是不到

四十岁的交通部长，还是年近八旬的总统特使，想必都十分珍惜这次身负重担的难得机遇。拜登的核心气候政策团队能否在应对气候变化上给美国带来巨大变化、推动世界主要经济体更积极迈向绿色、低碳发展模式？未来四年，答案将逐步显明。

注释：

[1]Executive Order on Tackling the Climate Crisis at Home and Abroad.链接：<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/01/27/executive-order-on-tackling-the-climate-crisis-at-home-and-abroad/>

[2]Readout of the First National Climate Task Force Meeting.链接：<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/02/11/readout-of-the-first-national-climate-task-force-meeting/>

欧盟碳边境调整机制真的要来了吗？

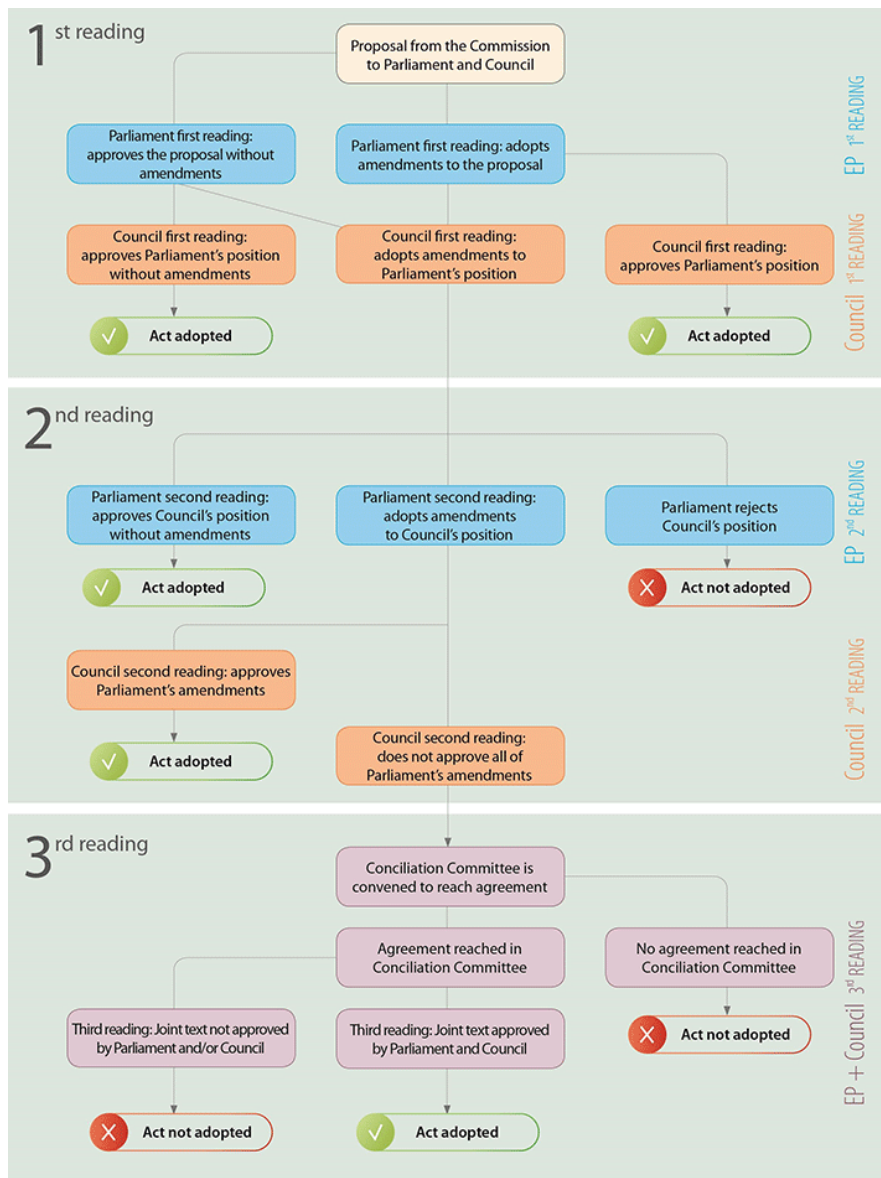
袁雅婷

欧洲议会近日以 144 票支持, 70 票反对和 181 票弃权通过了提出建立“碳边境调整机制”(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) 的决议, 这意味着欧盟对进口高碳产品征收碳税更近一步^[1]。碳边境调整机制由欧盟委员会 (European Commission) 提出, 该机制的主要目标是通过避免“碳泄漏”(carbon leakage) 来应对气候变化, 以实现《欧洲绿色协议》(European Green New Deal) 承诺的 2030 年减排目标以及 2050 年达到气候中和目标并保护欧盟自身企业竞争力。所谓碳泄漏是指采取严格碳减排措施的国家或地区将高耗能产品的制造及生产转移到未采取碳减排措施或碳排放管制较松的国家或地区, 导致其碳排放量增加。之前有报道指出欧盟碳边境调整机制即将开始实施, 但欧洲议会通过提出建立碳边境调整机制的决议只是欧盟正式实施该机制的第一步, 后续碳边境调整机制还需要通过欧盟立法程序才能正式开始推行。欧盟如何对碳边境调整机制进行立法, 何时开始实施碳边境调整机制, 以及碳边境调整机制实施后会对中国带来哪些影响, 本文将对上述问题进行解答。

欧盟立法程序复杂, 碳边境调整机制 2023 年实施只是预期

欧洲议会虽然支持碳边境调整机制的建立, 但后续欧盟立法的过程还是较为复杂的。欧盟通常采用的普通立法程序 (Ordinary Legislative Procedure) 主要由三个机构共同完成, 分别是欧盟委员会、欧洲议会 (European Parliament) 和欧盟理事会 (Council of the EU)。欧盟委员会是欧盟的行政机构, 大致相当于一个国家当中的中央政府, 是欧盟立法的唯一发起者, 但没有立法权。欧洲议会相当于下议院, 由欧盟成员国各国公民直接选举产生, 是欧盟的监督、咨询、和立法机构。欧盟理事会相当于上议院, 由欧盟成员国部长级代表组成, 是欧盟立法与决策机构^[2]。因此, 如果碳边境调整在欧盟层面立法, 需要走欧盟普通立法程序, 其实欧盟还有特殊及简单立法程序, 首先需要欧盟委员会提出法案, 欧洲议会和欧盟理事会共同修订和批准, 主要立法流程参见图 1。

图 1：欧盟普通立法程序框架图



来源：Oxford Research Encyclopaedias^[3]

欧盟委员会提出法案后，欧洲议会将对提案进行“一读”，“一读”期间，欧洲议会对提案进行审议，可能通过提案或提出修订。之后，欧盟理事会对提案进行“一读”，理事会可与议会的立场保持一致，在这种情况下，提案将被通过；若理事会对提案提出修订，提案将被退回议会进行“二读”。“二读”期间，议会将审查理事会的修改建议，若批准理事会的建议，则提案通过；若不通过理事会的修改建议，则整个提案立法程序终止；或者，议会再次提出修订提案，提案将退回理事会进行“二读”。理事会“二读”期间将审查议会的二读立场，若批准通过议会提出的修订提案，则该提案通过；若理事会不批准修订提案，将召开调解委员会（Conciliation Committee）来解决理事会与议会之间的分歧。由欧洲议会议员和理事会代表们所组成的调解委员会将尝试就共同修正案达成协议。若未达成共识，则调解失败，整个提案立法程序终止；若

达成共识,则将其转发给欧洲议会和欧盟理事会进行“三读”^[4]。据统计,85%的提案在“一读”期间获得批准,13%在“二读”获批,剩下仅有2%纳入调解程序。

欧盟委员会将于今年6月提交有关碳边境调整机制的立法提案,该提案的主要内容例如碳边境调整机制具体形式、覆盖产品范围以及收益使用等都正在讨论中,这将导致法案制定过程缓慢。欧洲议会议员之前提议应在2023年前开始推行欧盟碳边境调整机制,但欧盟立法流程和谈判过程是漫长的,可能需要数月甚至更长的时间才能达成协议,2023年开始实施碳边境调整机制只是预期设想。

碳边境调整机制对我国出口贸易影响较大

如果欧盟碳边境调整机制正式开始推行,短期内我国出口贸易将会受到影响。首先,欧盟碳边境调整机制下的税收开征短期内会增加我国出口企业的出口成本。根据对外经济贸易大学国际低碳经济研究所、国家发改委能源研究所等单位联合发布的报告对碳关税为我国出口贸易造成的影响进行了测算,即西方发达国家一旦开征碳关税,我国金属冶炼及加工业、非金属矿物制品业、造纸及纸制品业和有色金属冶炼及加工业这四大能源密集型产品生产部门将极大增加生产成本^[5]。我国今年正式启动全国碳市场,目前碳市场覆盖范围仅有电力部门,但其他碳密集行业很有可能会在接下来的几年内纳入全国碳市场,届时欧盟碳边境调整机制对这些高碳行业的影响将逐步减弱。

其次,碳边境调整机制的实施将使得我国产品在欧洲市场上缺乏竞争优势。据学者测算,碳关税将对我国整体经济造成极大负面影响,其中对15个工业品部门的产量均产生影响,而这些出口部门是我国外贸出口大户。因此,如果碳边境调整机制一旦实施,将直接抬高碳密集型产品生产企业的生产成本,削弱产品竞争力。

最后,碳边境调整机制可能会导致我国高碳产业的离岸发展。为规避高额碳关税,我国国内出口产品生产商可能会将生产基地进行跨国转移,直接到进口国投资建厂。但我国劳动力成本呈逐年上升的趋势,制造业向境外转移将导致我国产业的大量外移,劳动就业率的下降,国内消费乏力等结果;与其这样,不如加速国内碳市场的发展^[6],避免碳关税的同时还能提高自身的产品的国际竞争力(与没有碳定价的地区相比)。退一步说,欧盟碳边境调整带来的碳成本导致产品交易成本提高,将增加的这部分碳成本转移给欧盟消费者承担,这也在情理之中。

结语

从欧盟立法程序来看，碳边境调整机制的正式实施具有很高的不确定性，2023 年开始实施仅是预期想法。虽然短期内欧盟碳边境调整机制将对我国出口贸易产生较大影响，但从长期来看，碳边境调整机制能够促进我国碳市场的发展以及企业节能减碳的积极性。为尽量避免欧盟碳边境调整机制下征收的碳税，我国各行各业将会朝着绿色、低碳的方向发展，例如企业寻求低碳技术或使用新型可替代的低碳或零碳资源，并且提高企业资源利用率来促进企业低碳减排，进而为我国“3060”的气候承诺作出贡献，推动碳中和目标的实现。

注释：

[1]European Parliament backs plan to price carbon at EU' s border, Link: <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/european-parliament-backs-plan-to-price-carbon-at-eus-border/>

[2]中华人民共和国外交部，Link: https://www.fmprc.gov.cn/web/gjhdq_676201/gjhdqzz_681964/1206_679930/1206x0_679932/

[3]The Ordinary Legislative Procedure, Oxford Research Encyclopaedias. Link: <https://oxfordre.com/view/10.1093/acrefore/9780190228637.001.0001/acrefore-9780190228637-e-1044>

[4]European Union legislative procedure, Wikipedia. Link: https://en.wikipedia.org/wiki/European_Union_legislative_procedure

[5]“中国制造”恐为碳关税买单，Link: <http://www.ccin.com.cn/detail/cd2e4e04570c8cfe8625d9d79d6cff19>

[6]朱京安，刘学文，碳关税对中国出口贸易的影响及其法律对策，时代法学 [2015]

“气候俱乐部”：中国、欧盟和美国的气候战略博弈新态势

赵昂

与工业革命前相比，本世纪内将全球平均温度升高控制在 1.5 摄氏度之内要求到本世纪中叶全球温室气体总排放达到净零排放，或者称为碳中和。尽管 1997 年的《京都议定书》和 2009 年的《哥本哈根协议》都在一定程度上促进了全球气候治理的发展，但由于各国之间在减排责任和方法上的根本分歧，气候治理无法沿着之前的轨道前进。本着充分激发各国主动应对气候变化的意愿和能力的思路，2015 年达成的《巴黎协定》采取无法律约束力、依靠自愿原则来促进参与国家提交和更新各自的减排承诺，通常称为国家自主贡献减排目标（Nationally Determined Contribution, NDC）。这一协议通过时得到代表了全球碳排放 96% 的国家的支持，为全球气候治理开启新的路径^[1]。

困境：如何弥补承诺与目标之间的差距

《巴黎协定》这一自下而上的气候治理模式从一开始就面临主要经济体的排放承诺与 1.5 摄氏度温控对应的减排量不匹配的风险。至少从过去的几年看，全球碳排放趋势正凸显了这种风险。根据国际能源署的数据，全球能源相关的碳排放从 2016 年的 322 亿吨增加到 2019 年的 334 亿吨，尽管新冠疫情导致 2020 年的排放降低了 5.8%（约 20 亿吨），但随着经济逐渐复苏，预计 2021 年的排放将回到 2019 年的水平^[2]。

留给全球实现 2050 年碳中和的时间仅有三十年，在当前《巴黎协定》的机制下，全球主要经济体应当主动承担更大的责任、扮演气候应对领导者角色。最直接的行动就是提出更具抱负、且与 1.5 摄氏度温控情景匹配的减排目标和实施路线图。

欧盟：先行一步的代价和收益

自 1997 年《京都议定书》签订以来，欧盟始终在全球气候治理的过程中发挥着积极推动者的作用；而美国由于国内民主和共和两党在气候政策上分歧大，总统更替带来美国联邦政府委身全球气候治理有起有伏，尤其特朗普执政四年显著减弱了美国的气候应对的意愿和领导力；中国在此三角博弈中，采取协作的态势，为气候战略争取时间和空间，中国对近期承诺碳中和目标

应该是有预判的。

为了突破僵局，也主要是推动中国提高气候目标，欧盟在 2019 年率先承诺了 2050 年达成碳中和的目标。此后，欧盟借助与中国持续多年的双边贸易和投资相关的谈判向中国施加影响，同时，欧盟内部启动碳边境调整机制的立法讨论，并借助推动“绿色新政”和循环经济战略来促进气候政策的实施，扩大其作为全球三大经济体和贸易伙伴在全球气候目标上的影响力。

欧盟的气候领导力带来了显著效果。中国于 2020 年 9 月公布了 2060 碳中和目标。拜登上任伊始，就对气候变化采取了积极的应对措施，包括重返《巴黎协定》和增加对低碳能源和技术的投资等。美国拜登政府预计会在近期公布美国到 2050 年实现碳中和的目标。

2017-2020 年，在特朗普领导下的美国，气候应对行动显著放缓，而欧盟则持续发挥着气候治理的领导力。显然，在推动重要经济体（如中国、日本和韩国）近期发布碳中和目标方面欧盟发挥了重要作用。这与欧盟过去二十几年在其内部积极开展能源转型所取得的效果难以分开。1990-2019 年，欧盟温室气体排放减少了 24%，经济增长了 60%^[3]。超出了早先设定的碳排放到 2020 年比 1990 年水平减少 20% 的目标。尽管欧盟为减排付出了巨大成本，但经济成长并没有受到影响。欧盟在实现碳排放和经济增长脱钩的努力中处于优先的位置。同时，在气候治理中，欧盟也相对可以坦然的提醒包括美国在内的主要经济体：气候领导力的有效实施是与自身落实减排效果息息相关。

关税调整和气候承诺：“气候俱乐部”要成现实？

在 2020 年 11 月的一期磐之石“海外智库能源与气候变化报告解读”播客中，我们介绍了欧洲环境政策研究所发布的一份报告《让贸易为欧盟气候政策服务——碳边境调整或产品标准》。以贸易政策为杠杆撬动气候应对目标的提升已经进入决策讨论。具体来说，积极承担减排责任的国家建立一个贸易联盟，在联盟内执行互惠、有利于自由贸易和经济发展的关税政策以及有着统一价格的碳排放价格（碳市场或者碳税）；而对于不积极承担减排责任的国家，拒绝其进入贸易联盟，并进行经济方式的惩罚，例如征收碳关税。欧盟在推进的碳边境调整机制就是这样的具体案例。提出这样的制度安排的是因为研究气候变化等长期环境变化对经济增长影响而获得 2018 年诺贝尔经济学奖的耶鲁大学教授诺德豪斯。他称其为“气候俱乐部”（Climate Club）^[4]。这样的机制可以促使俱乐部非成员国家从平衡成本和收益的角度出发、为保持本国经济稳定和持续增长而采取更积极的减排政策和行动，从而可以有效地解决环境问题治理中典型的“搭便车”（Free Ride）的问题。

诺德豪斯用“气候俱乐部”来对症解决气候治理中的“搭便车”的问题，应用到欧盟当下的气候政策，也就是欧盟正在推动的以碳边境调整机制来应对“碳泄漏”的问题。欧盟的立法机构之一——欧洲议会在 2021 年 3 月通过了提出建立“碳边境调整机制”的决议。这显示欧盟要利用贸易政策应对碳泄漏和保护欧盟企业的竞争力的意愿和行动在继续稳步推进^[5]。类似的，本着重塑美国制造业和保护美国企业的竞争力的想法，美国总统拜登的气候政策里面也包含了可能采用碳边境调整费或配额等形式来推动贸易伙伴增强减排目标^[6]。

欧盟关于碳边境调整机制立法行动和美国将类似政策放在决策考虑之中，预示着未来主要碳排放经济体之间围绕贸易政策的博弈会对各国的减排目标设定会带来重要影响。已经有观察者认为，中国承诺 2060 碳中和目标是与欧盟同中国讨论投资协定而极力推动中国作出减排目标的明确承诺有直接联系。对于处于应对气候变化前沿的发达经济体，将来可能更多的利用国际贸易政策来推动全球气候治理目标的实现。贸易伙伴是否拥有积极实施气候碳中和的目标、政策和行动，可能成为影响未来国际贸易政策变化的关键因素之一。

结语：合作与竞争融合的气候治理将推动全球减排行动加速

从 1970 年 4 月 22 日第一个地球日至今，全球的环境保护议程经历了半个世纪的演进，始终聚焦于一个可持续的、健康的地球生态系统的保护。今年的主题是“修复地球——修复全球生态系统的自然过程、绿色技术和创新思维”^[7]。应对气候变化是修复地球生态系统的关键和核心。在各国陆续更新国家自主贡献目标之际，笔者看到，气候治理中贸易政策的运用所带来的影响会愈加明显甚至强化，那就是在合作、自愿的原则之外，贸易规则的变化可能促进“气候俱乐部”的形成，进而推动气候应对力度小的国家更积极落实与全球减排目标匹配的减排行动。欧盟的先行一步，中国的积极配合，显然对美国的气候应对带来压力。当美国公布承诺后，三大经济体又会进入新一轮气候战略的合作与竞争过程之中。至少从目前看，三者加总的气候目标与 1.5 摄氏度温控目标仍然有距离。或许，2021 年标志着全球气候治理进入合作与竞争融合、减排行动加速的时代。

注释:

[1]From Kyoto to Paris: Which stop mattered?' , (presentation) Stephen Howes.,2016. Development Policy Centre,

http://devpolicy.org/2016-Australasian-aid-conference/Presentations/Day-2/Perspectives-on-Paris_Stephen-Howes.pdf.

[2]Global Energy Review 2021, IEA. 2021. Link: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021/co2-emissions#abstract>

[3]Progress made in cutting emissions, European Commission. Link: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress_en

[4]The Climate Club: how to fix a failing global effort. William Nordhaus. May/June 2020. Foreign Affairs. Link:

<https://www.foreignaffairs.com/articles/united-states/2020-04-10/climate-club>

[5]欧盟碳边境调整机制真的要来了吗? 作者: 袁雅婷 。链接: <http://www.reei.org.cn/blog/830>

[6]China, EU and US cooperation on climate and energy. A report by Antony Froggatt and Daniel Quiggin. Chatham House 2021. Link:

<https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-03/2021-03-26-china-eu-us-cooperation-froggatt.pdf>

[7]Together, we have power to restore our earth. Earthday.org. Link: <https://www.earthday.org/toolkit-earth-day-2021-restore-our-earth/>

“气候俱乐部”：美国如何实现 2030 气候目标？

赵昂

美国拜登政府在 2021 年 4 月 22-23 日召开的“领导人气候峰会”（Leader's Climate Summit）的第一天公布了其新的气候变化《巴黎议定书》国家自主贡献目标：温室气体净排放到 2030 年比 2005 年水平减少 50-52%。也就是从 2005 年的 74.2 亿吨减少到 2030 年的 37.1 亿吨（以减幅 50%为准）^[1]。美国 2019 年的碳排放为 65.6 亿吨，未来十年美国用什么手段实现减少 28.5 亿吨碳排放呢？

电力脱碳：乘胜追击

在 4 月 22 日递交给联合国气候变化框架公约秘书处的温室气体排放国家自主贡献的报告中，拜登团队概述了主要部门的减排路径，包括四大传统排放部门（电力、交通、建筑和工业）、农业和土地利用部门、以及非二氧化碳温室气体（如氢氟碳化物、甲烷和 N₂O 等）排放部门。在这些路径描述中，只有电力部门设定了量化减排目标，而其他部门都是定性的阐述美国如何使用技术创新、政策激励、联邦投资等各种方式来推动减排。

2005-2019 年美国电力部门排放从 24.0 亿吨降低到 17.2 亿吨^[2]，减少了 28%。美国自 1980 年以来的电力部门碳排放，2005 年的水平处于第二高，仅次于 2007 年，这基本解释了为什么美国用 2005 年做基准年来测算减排目标。

美国设定了到 2035 年电力部门碳排放达到净零（考虑到碳捕获和封存的电力碳排放低于零）的目标。2019 年美国非化石能源发电占比已达 39%，煤炭和天然气发电分别占比 23%和 38%。同年，美国化石能源发电碳排放 17.2 亿吨，煤炭和天然气对应的碳排放分别为 9.9 亿吨和 7.3 亿吨。如果未来十年美国持续使用天然气替代煤炭发电，假设煤电消费的绝对量减半，那么由此带来的减排量到 2030 年可以达到 5 亿吨。如果减少 75%，那么减排量可以达到 7.5 亿吨。因此，未来十年美国如果能实现减少发电煤炭消费 75%，那么可以为 2030 年的碳排放目标作出 25%左右的贡献。

交通脱碳：电动车的潜力

在众多部门中，美国交通部门排放占比最高，2019 年达到 29%（18.8 亿吨），其中轻型车辆（皮卡、小轿车和 SUV）的排放占其中的 59%（11.1 亿吨）^[3]。有研究表明^[4]，如果到 2030 年美国纯电动车年销量可以达到 220 万台，占比 12%，累计市场保有量 1400 万台，那么到 2030 年轻型车辆（占比不变）的碳排放量比 2015 年的水平降低 31%，约为 3.3 亿吨。电动车行业近几年发展迅速，像通用汽车一样，越来越多的车企设定了停止销售传统燃油车的时间表。达到上述电动车年销量占比 12%的水平并非难以想象。

结语：“减排竞争时代”的大幕或已拉开

美国要用十年将碳排放量减半，这是全球应对气候变化、实现 1.5 摄氏度温控目标对全球最大经济体的自然要求。本文所提到的煤电大幅降低、电动车快速增长的举措，可以为实现美国 2030 年气候目标贡献 35%的减排量。拜登执政的未来四年，将决定美国是否能实现承诺，并且从各大排放国、发达经济体积极更新 NDC 目标、争相提高减排目标的图景来看，美国的减排行动和效果将具有重要意义。

注释：

[1]除特别说明，本文能源和碳排放数据来自美国环保署和美国能源信息管理局。链接：

<https://cfpub.epa.gov/ghgdata/inventoryexplorer/#allsectors/allsectors/allgas/econsect/current>

[2]除特别说明之外，本文所用的能源和碳排放数据皆来自美国能源信息管理局。

[3]The potential role and impact of electric vehicles in US decarbonization strategies. Resources for the future. 2020

[4]Transitions to Alternative Vehicles and Fuels, National Research Council, National Academy

of Sciences, Washington, DC. 2013, pg 110.<https://www.nap.edu/read/18264/chapter/>.

欧盟碳边境调整机制是为全球碳减排还是自身贸易保护？

袁雅婷

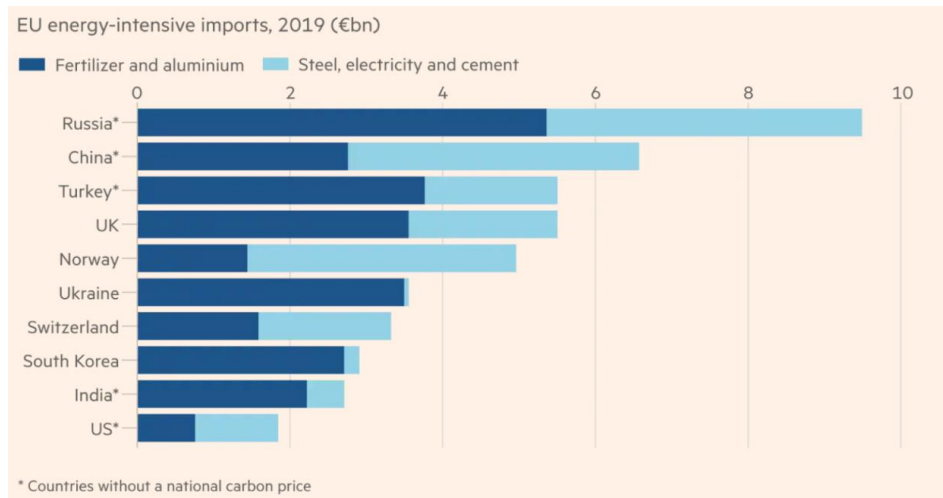
近一个月以来，欧盟碳排放交易体系（EU ETS）下的碳价一路高涨，达到了历史最高水平，即每吨二氧化碳 50 欧元的价格^[1]。与 2005 年欧盟刚推出碳排放交易体系时的 20 至 25 欧元/吨相比，碳价已经翻了一倍。这导致欧盟内部企业呼吁紧急实施碳边境调整机制（Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM），因为他们认为自己正独自承受着欧盟碳减排目标带来的成本和风险。今年 3 月，欧洲议会投票通过了提出建立 CBAM 的决议，欧盟委员会将于今年 7 月提交有关 CBAM 的立法提案，但与欧洲议会及欧盟成员国的谈判可能需要数月甚至数年的时间才能达成协议。我们之前的文章《欧盟碳边境调整机制真的要来了吗》对 CBAM 的设定目标、欧盟内部立法流程及 CBAM 实施后对中国的影响进行了梳理，本文将对欧盟提出 CBAM 的目的进行分析，试图了解欧盟这一机制多大程度上是为了促进全球碳减排，还是出于自身贸易保护主义。

两极化态度：俄罗斯提出贸易保护指控，英国与加拿大积极跟进

虽然 CBAM 正在规划设计中，但由于欧盟将对碳密集进口产品实施碳价，欧盟多个贸易伙伴已经对此表达了担忧，俄罗斯甚至提出了贸易保护的指控。美国气候变化总统特使约翰·克里（John Kerry）认为该机制会对经济和贸易产生严重影响^[2]，而中国、巴西、南非和印度等发展中国家指责其具有歧视性，会引入贸易壁垒^[3]。

CBAM 最初将对包括钢铁、水泥和化肥的进口产品实施碳价。作为欧盟最大的碳密集型产品供应商（图 1），俄罗斯预计受到的打击最大，因为俄罗斯国内并没有任何碳定价政策，即碳税和碳排放交易体系。据估计，如果欧盟对俄罗斯钢铁出口实施每吨二氧化碳 60 欧元的碳价，俄罗斯钢铁生产商每年将蒙受 7.8 亿至 8 亿美元的损失^[4]。因此，俄罗斯指责欧盟利用其气候政策来弥补由新冠疫情造成的经济损失。

图 1：欧盟 2019 年能源密集型进口产品国家分布



来源：Deloitte Insights

但英国和加拿大正在积极考虑将碳边境调整机制纳入其气候政策。加拿大政府公布的 2021 年财政预算中提出了“边境碳调整（Border Carbon Adjustments）”计划，该计划将确保有关碳价的法规在贸易伙伴之间公平使用，使得竞争环境更加公平^[5]。加拿大政府将在今年夏天开展关于边境碳调整的咨询过程。

欧盟碳边境调整机制出于何种目的：从减排效果看，保护欧盟自身贸易稍占上风

不可否认的是，从长期来看，CBAM 可能会发挥杠杆作用，促使其他国家采取相应的减排措施，例如加快建立碳排放权交易体系或碳税。此外，为尽量避免该机制下征收的碳价，其他国家的各行各业将会朝着绿色、低碳化的方向发展，这为低碳行业的发展创造了机遇。首先，依赖欧盟进口本国产品的国家需要发展新能源产业，并以此拓宽新能源的上下游产业的发展。此外，碳边境调整机制将为较低碳足迹的产品提供更大的市场竞争优势，从而促进低碳产业的发展。而这也将进一步促进各个国家或地区实现其承诺的气候目标。

欧盟设计了多种 CBAM 的方案，但目前看来，欧盟将决定把高碳进口产品纳入到 EU ETS 中，对其征收能够反映欧盟碳市场的碳价^[6]。虽然欧盟实施 CBAM 旨在减少全球“碳泄漏”的现象，但目前欧盟内大部分具有碳泄漏风险的行业（如钢铁和水泥）^[7]仍然获得相当比例的免费配额，免费配额之外的排放才需要负担碳成本。虽然在 EU ETS 前三个发展阶段中，配额分配由

免费分配逐渐向拍卖过渡，但在目前的第四阶段（2021-2030），碳泄漏风险高的行业将会获得100%的免费配额^[8]，这是该类型行业获得的特殊待遇，因为这是欧盟帮助其内部制造商保持竞争力的主要方式。今年3月，欧洲议会投票删除了草案中关于“终止向欧盟内工业企业免费发放碳配额”的内容^[9]，这一举措获得了欧洲钢铁协会的称赞，因为保留免费配额制度可以帮助欧盟工业对外出口。因此，CBAM 的实施将势必面临着对欧盟碳市场部分条款进行修订，从而确保欧盟内正在享受免费碳配额的行业如果要纳入碳边境调整机制，他们就必须放弃免费碳配额，以防止对欧盟高碳行业的双重保护。修改后的免费碳配额制度若设计得当，仍可以帮助欧盟出口商保持竞争力。

此外，从减排效果角度来看，CBAM 促进全球碳减排的有效性有多少？根据中金研究院的报告，与没有实施 CBAM 的“基准情景”对比，在实施 CBAM 之后的“政策情景”下，CBAM 仅能小幅减少欧盟内部的碳排放和碳泄漏（帮助欧盟共减少 1 亿吨的碳排放和减少 0.9 亿吨的碳泄漏），对于全球碳减排的促进作用微乎其微（CBAM 仅能促进全球碳排放下降 0.3%）^[10]。

最后，欧盟委员会预估 CBAM 产生的收入将达到每年 50 亿至 140 亿欧元之间^[11]。这些资金理应用于实现气候目标或支持发展中国家建立气候友好型经济结构，但目前情况来看，CBAM 产生的收入很可能会回收到欧盟预算中，并用于后疫情时代欧盟的经济复苏^[12]。后疫情时代，欧盟把《欧盟绿色协议》（European Green Deal）作为欧盟经济复苏计划的核心，并后续发布了以可再生能源及清洁交通为主的“欧洲复苏计划”（Recovery Plan for Europe）。但经济复苏之后，欧盟将如何使用 CBAM 带来的收入？欧盟是否会将其用于应对气候变化的措施中，还是用于欧盟成员国自身的经济发展？关于此问题，我们将持续关注 CBAM 实施的最新进展，届时为大家带来深度分析。

结语

如果从减排效果来看，欧盟建立 CBAM 的初心可能并非出于促进全球碳减排，但 CBAM 的立法提案仍在讨论和制定中，主要内容包括 CBAM 实施的具体形式、覆盖产品范围及收入使用方式等，因此，欧盟建立 CBAM 的意图及影响仍有待观望。无论是欧盟在两年前就提出到 2050 年实现气候中和的颇具雄心目标，还是其采取绿色复苏方式来应对新冠疫情带来的经济损失，欧盟在全球应对气候变化中都扮演着领头羊的角色。但应对气候变化是全球共同承担的责任，全球各国都应把目光放到真正能够促进减排的政策或者低碳甚至零碳技术上，加速全球碳减排目标的实现。

注释:

[1]EU carbon price hits record 50 euros per tonne onroute to climate target, Reuters, Link: <https://www.reuters.com/business/energy/eu-carbon-price-tops-50-euros-first-time-2021-05-04/>

[2]US raises concerns over Europe’ s planned carbon ‘border tax’ , Link:<https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/us-raises-concerns-over-europes-planned-carbon-border-tax/>

[3]An EU Carbon Border Adjustment Mechanism: Can it MakeGlobal Trade Greener While Respecting WTO Rules?, Link:<http://sdg.iisd.org/commentary/guest-articles/an-eu-carbon-border-adjustment-mechanism-can-it-make-global-trade-greener-while-respecting-wto-rules/>

[4]EU CARBON TAX TO COST RUSSIAN STEELMAKERS \$800M, Link:<https://eurometal.net/eu-carbon-tax-to-cost-russian-steelmakers-800m/>

[5]Budget 2021, Government of Canada, Link: <https://www.budget.gc.ca/2021/report-rapport/p2-en.html?wbdisable=true>

[6]欧盟推进碳边境税， 哪些商品将受影响？， 中外对话， Link: <https://mp.weixin.qq.com/s/fkL4WHYtN0dmJSA4iF95PA>

[7]COMMISSION DELEGATED DECISION (EU) 2019/708, EuropeanUnion, Link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019D0708&from=EN>

[8]Carbon Leakage, EU ETS, European Commission, Link: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances/leakage_en

[9]欧盟推进碳边境税， 哪些商品将受影响？， 中外对话， Link: <https://mp.weixin.qq.com/s/fkL4WHYtN0dmJSA4iF95PA>

[10]CGI 深度 | 欧盟碳边境调节机制对中国经济和全球碳减排影响的量化分析， Link:https://mp.weixin.qq.com/s/08ZGhgTtP1sk1Wnb_Xs5mQ

[11]FINANCING THE RECOVERY PLAN FOR EUROPE, EuropeanCommission, Link:https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/factsheet_3_04.06.pdf

[12]Special meeting of the European Council, EuropeanCouncil, Link:<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10-2020-IN17/en/pdf>

欧盟新提案出炉，碳关税实施框架逐渐明朗

袁雅婷

7月14日，欧盟委员会(European Commission)提出“Fit for 55 Package”一揽子应对气候变化的提案，旨在确保到2030年欧盟温室气体净排放量与1990年的水平相比减少55%，并到2050年实现气候中和的目标。其中欧盟碳边境调整机制(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)作为该系列提案的核心内容之一，旨在通过对从欧盟以外进口的高碳密集型产品征收碳关税来降低碳泄漏的风险，欧盟委员会也在同日发布了更为详细的法规提案。本文将对“7.14提案”中CBAM实施细则进行梳理。

何时开始实施？覆盖哪些行业？

欧盟委员会计划从2023年起逐渐引入CBAM，经过三年的过渡期(2023-2025)后，于2026年正式开始实施^[1]。CBAM最初仅适用于部分碳泄漏风险较高的五个行业：水泥、钢铁、电力、铝和化肥，且将适用于所涵盖行业产品生产过程中的直接排放。在过渡期结束之后，欧盟委员会将评估CBAM的运作方式及是否覆盖产品生产时消耗电力所产生的间接排放。

如何运作？

CBAM将基于一个证书系统(system of certificates)，欧盟内的进口商将需要购买证书来承担其进口到欧盟的产品所包含的碳排放。该证书系统会反映欧盟碳排放权交易体系(EU ETS)下的碳价，因为CBAM证书的价格将根据每周EU ETS配额的平均拍卖价格(欧元/吨二氧化碳)来计算^[2]。目前欧盟碳市场现阶段碳价在50-60欧元/吨价格范围内波动。

每个欧盟成员国将设立一个主管当局，主管当局将在CBAM系统中授权申报人(进口商)的注册，审查及核实申报人提交的申报，包括上一年进口到欧盟的产品总量和该产品所包含的碳排放量，以及向进口商出售CBAM证书。为了向欧盟进口CBAM所覆盖的产品，进口商必须在每年5月31日之前提交申报，并同时提交他们事先购买的CBAM证书。

对 EU ETS 配额免费分配有何影响？

欧盟委员会称 CBAM 是替代 EU ETS 免费配额来防止碳泄漏的方案而提出的，因为 EU ETS 免费碳配额是欧盟现行的降低碳泄漏风险的措施，通过给高碳密集型行业发放免费碳配额，防止欧盟企业搬迁到减排政策宽松的国家。但随着欧盟碳价的高涨，欧盟企业生产的产品承担着较高的碳成本，使得其与承担较低碳成本的进口产品相比不具有竞争优势。欧盟认为，通过实施 CBAM，进口产品和欧盟产品的碳成本会扯平，以此避免碳泄漏。因此随着时间的推移，CBAM 将取代碳配额的免费分配。而根据此次修订 EU ETS 的新提案，所有行业的免费配额数量都将逐渐减少，这也更加印证了这一点。

为了使覆盖在 CBAM 下的企业适应这一新制度，欧盟委员会提议在完全取消免费分配之前有一个十年的过渡期，在 2025 年，受 CBAM 影响的行业仍将收到 100% 的免费配额，自 2026 年起开始逐步取消免费配额，并每年减少 10% 的免费配额，将在 2036 年完全淘汰免费配额^[3]。简单来说，在保持免费配额分配的期间，CBAM 将只使用于不享受 EU ETS 下免费配额的排放比例。

产生收入用于何处？

在 2023 年至 2025 年的过渡期间，CBAM 预计将不会产生收入，因为在过渡阶段内，进口商无需支付碳成本，但必须报告其进口产品包含的碳排放量。从 2026 年开始，CBAM 产生的大部分收入将归入欧盟预算，支持“未来欧盟”（Next Generation EU）计划，该计划主要针对欧洲绿色和数字化转型，将涉及 7500 亿欧元的资金规模，其部分资金可用于欧盟各成员国应对新冠疫情的经济冲击^[4]，但 CBAM 产生的收入具体用于哪方面措施还尚未决定。

结语

CBAM 的实施将迫使钢铁、水泥等高碳密集型行业的生产商为日益增长的碳成本买单，其中受影响最大的国家包括俄罗斯、中国和土耳其等，因为这些国家向欧盟出口大量的钢铁、化肥和铝。目前，欧盟多个贸易伙伴对于 CBAM 是否符合世界贸易组织规则并与国际气候协定兼容仍有质疑，俄罗斯、美国和中国都对欧盟提出 CBAM 涉及贸易保护嫌疑的指责。

作为欧盟的主要贸易伙伴之一，中国的钢铁行业出口将受到重大影响，受影响贸易额达到 161 亿人民币^[5]，因此，中国除了继续追踪 CBAM 方面的进展并积极与欧盟开展对话以外，还应积极筹备可行的应对措施，如考虑扩大国内碳市场覆盖范围、降低免费配额分配占比、尽快引入排放等方式确保国内碳价处于相对较高的水平。

在 CBAM 正式实施之前，欧盟委员会此次提出的“7.14 提案”还需经过欧洲议会（European Parliament）、欧盟理事会及（Council of the EU）欧盟成员国讨论和谈判达成一致才能实施。

注释：

[1]REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL: establishing a carbon border adjustment mechanism, European Commission, Link: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/carbon_border_adjustment_mechanism_0.pdf

[2]同 1，P37。

[3]同 1，P8。

[4]同 1，P10。

[5][工作论文摘要]碳边境调节机制：进展与前瞻，陈美安，谭秀杰，Link: <https://mp.weixin.qq.com/s/oUgQFhz0Cvu-DoVQ62i49g>

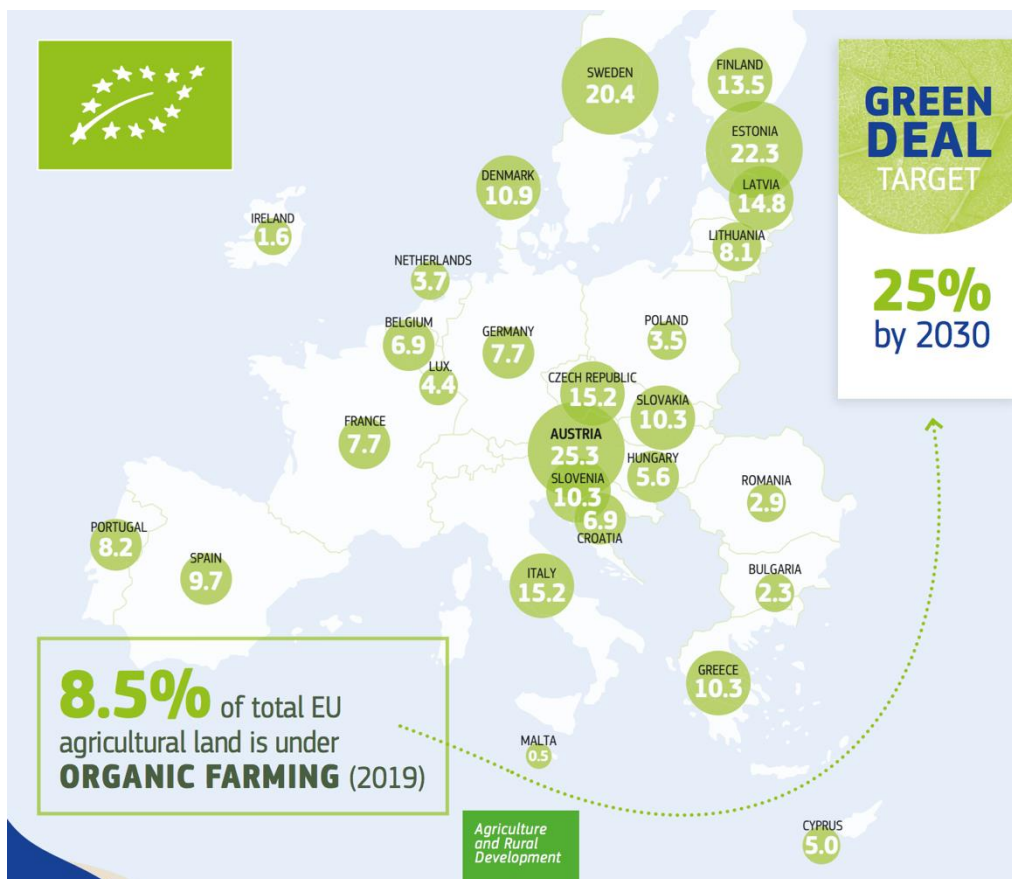
一石三鸟：欧盟的有机农业“梦想”

赵昂

为了保护生物多样性、推动社会经济可持续发展以应对气候变化带来的诸多问题，欧盟在一揽子“绿色新政”（Green Deal）政策措施中设定了有机农业的发展目标，即“有机农业占农业总用地的比例从 2019 年的 8.5% 提高到 2030 年的 25%”（增幅近 200%）。

有机农业在欧盟落实 2030 联合国可持续发展目标、推动循环经济和落实到 2030 年碳排放减少 55%（与 1990 年水平相比）的进程中似乎承担重要角色。如果未来十年的有机农业发展目标实现，那么展望 2050 年，欧盟的农业将真正借助有机农业发展踏入可持续发展的路径。

图 1：欧盟有机农业发展目标



来源：EU Organic Action Plan Factsheet

生物多样性：有机农业与自然系统的协调

由于限制使用人工化肥、除草剂和杀虫剂等化学物质，在实施有机农业的土地上生物多样性指标超过传统农用地 30%。采用有机养殖的畜牧产业也因对抗生素的限制使用而保持较高的动物福利水平^[1]。欧盟也在其贸易政策中不断推动贸易伙伴采取积极措施，改善动物福利、限制杀虫剂使用和应对抗生素耐药性等问题，这已经纳入欧盟旨在构建公平、健康和环境友好的食物体系的“农场到餐桌”战略中^[2]。

公共健康：社会、经济可持续发展的核心指标

一方面，由于饮食结构和习惯（红肉消耗量高、高度加工食物占比高、高盐高糖食物占比高等）造成欧盟成年人口有一半体重超重；根据 2017 年的数据，因心血管疾病和癌症导致的 95 万死亡人数当中，不健康的饮食是重要的原因。另一方面，欧盟有 3300 万人口每两天就有一顿餐食不能满足健康饮食的需要^[3]。

欧盟在“农场到餐桌”战略里勾勒了改革食物生产和消费模式，推进公共健康的一系列举动。例如，欧盟计划到 2030 年减少在牲畜养殖和水产养殖过程中 50% 的抗生素使用。通过提高对食品包装和食品营养信息披露的监管要求，推动更健康的饮食消费，促进有机农产品需求的持续上升。

有机农业的碳减排作用

有机农业对农业生产流程带来可持续性的变化，也提供了更好的有机废弃物（以食物垃圾为主）处理方式，重视有机垃圾堆肥还田达到固碳效果，成为有机农业带来的主要气候应对效果。随着有机农业的增长，其在减少碳排放面发挥着越来越重要的作用。

依据 Eurostat，欧盟 2017 年农业部门碳排放量比 1990 年减少了 20%，是同期全球主要经济体中的唯一个案。欧盟的有机农业发展处于全球领先的位置，2009-2019 十年间，有机农业用地从 830 万公顷增加到了 1380 万公顷，增幅 66%。欧盟有机农产品的销售额从 2009 年的 180 亿欧元增加到 2019 年的 410 亿欧元。

欧盟 2012 年食物（包括固体类食物和非酒精液体类饮品）垃圾对应的经济成本高达 143 亿欧元，食物垃圾对应的碳排放至少达到 2.27 亿吨二氧化碳当量。其中有 980 亿欧元（占比三分之二）来自家庭产生的食物垃圾^[4]。食物垃圾产生于从农场到餐桌的食物流通的各个环节，从食物初始生产、批发零售、加工、服务（如餐厅）和家庭。欧盟人均年产生食物垃圾 173 千克，其中家庭产生的食物垃圾达 92 千克，占比最高（53%）。粗略估算，如果可以减少 50%家庭产生的食物垃圾量，参照 2012 年的数据，一年可以避免碳排放量约 6000 万吨。

结语：家庭堆肥的减排潜力

根据美国环保署（EPA）2006 年 9 月发布的《固体废弃物管理和温室气体：排放和沉积的生命周期评价》（第三版）^[5]，生物废弃物（园林和厨余）集中式堆肥（之后返回土壤）可以总体固碳 50 千克/吨^[6]，如果是分散式家庭或者住宅小区堆肥，还可以避免因运输垃圾和集中式堆肥场所运转能耗所产生的 10 千克/吨的碳排放，总计固碳 60 千克/吨。

根据文章开头的图 1 所示，奥地利已经在 2019 年实现了欧盟所设定的 2030 年有机农业用地占比达 25%的目标。这其中的重要原因在于奥地利有机垃圾的堆肥比例在 2014 年已经高达 31%，居欧盟之首。同期，德国和瑞典的占比仅分别达到 18%和 17%^[7]。下表更清楚的显示出奥地利在家庭堆肥方面的表现远远超过德国和瑞典。

表 1：堆肥水平比较

国家	2019 有机 农业用地 占比	2019 人均 GDP (万美元)	均家庭堆肥量 (千克/人/年)	平均经下水道排放食 物垃圾量 (千克/人/年)	平均市政收集的食 物垃圾量 (千克/人/年)
奥地利	25.3%	5.0	10.7	8.9	43.7
瑞典	20.4%	5.2	0.9	11.7	62.7
德国	7.7%	4.6	5.1	23.4	71.5

来源：Estimates of European Food Waste Levels, FUSIONS, 2016; World Bank

注：下水道排放、市政收集和家庭厨余堆肥是家庭产生的食物垃圾的三大去向，这其中占比最高的是市政收集，收集后再进入后端处理（主要包括堆肥、填埋和焚烧）。

如果德国可以在家庭堆肥方面可以提升到奥地利三分之一的水平，即一个人一年多堆肥 2.3 千克，那么一年全国可以增加堆肥量 18.5 万吨，固碳效果超过一万一千吨二氧化碳当量。在固碳之外，小小的堆肥行动带来的对有机农业的支持，进而推动社会经济的可持续发展而引发的正面影响似乎使欧盟的“有机农业梦想”离实现又近了一步。

注释:

[1]EU Organic Action Plan Factsheet. Link: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/farming/documents/factsheet-eu-organic-action-plan_en.pdf

[2]Farm to Folk Strategy: For a Fair, Healthy and Environmentally-friendly Food System. EU 2020.

[3]Eurostat, 2018. Income and living conditions

[4]Estimates of European Food Waste Levels, FUSIONS, 2016. Link: <http://www.eufusions.org/phocadownload/Publications/Estimates%20of%20European%20food%20waste%20levels.pdf>

[5]Solid Waste Management and GHGs: a Life Cycle Assessment of Emissions and Sinks, U.S. EPA.

[6]这里指湿垃圾。

[7]Country profiles on the management of municipal waste, Eionet Portal. Link: <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/country-profiles>

世卫组织 16 年后再提空气污染：首次收紧 PM2.5 标准值

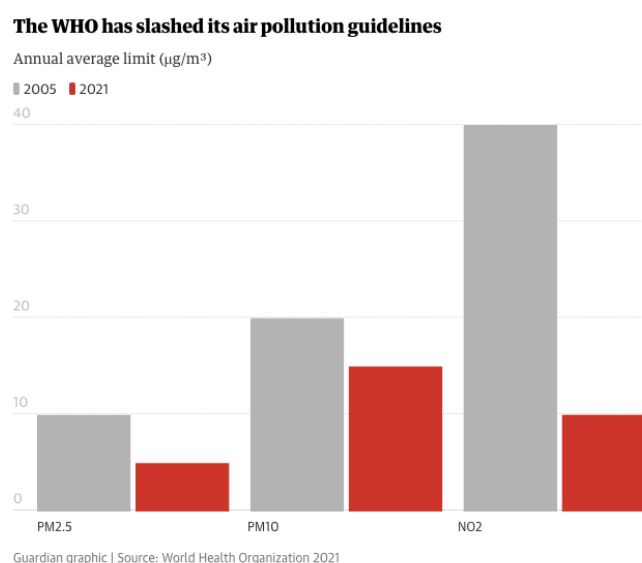
袁雅婷

9月22日，世界卫生组织（WHO）在日内瓦以线上的方式发布了最新版本的《全球空气质量指南》（WHO Global Air Quality Guidelines），这是自2005年以来首次对《指南》进行更新，这意味着全球空气污染比预想得要更加严重。16年间，关于空气污染对人体健康造成负面影响的证据数量显著增加，基于改进的污染测量系统和暴露评估体系，世卫组织收紧了《全球空气质量指南》中几乎所有的空气质量水平，旨在降低关键空气污染物水平来保护人体健康。

空气污染物水平再降低：PM2.5 降一半，至 5 微克/立方米

针对导致人体健康影响的主要传统污染物，如颗粒物（PM2.5、PM10）和二氧化氮（NO2），新版本《指南》提出了新的空气质量水平建议（图1）。新版本《指南》建议将PM2.5年平均浓度降低至每立方米5微克，是2005年建议浓度的一半，PM10的浓度则从每立方米20微克降至15微克^[1]。世卫组织表示，减少与颗粒物的接触是当务之急，因为这两种颗粒物能够深入肺部，甚至进入血液，影响心血管和人体呼吸系统。在对人体健康预防中，没有一个所谓的污染物健康阈值，所有的污染物即使阈值很低，也是对人体有害的。

图 1：2005 年与 2021 年版本《全球空气质量指南》建议的空气质量标准对比



除了标准值以外, 新版本《指南》还提供了 PM2.5 的 4 个阶段性目标值 (Interim Target), 旨在帮助空气污染严重地区评估逐步减少人群颗粒物暴露过程的进展。第一阶段至第四阶段目标值分别为 35、25、15 和 10 微克/立方米, 每提高一阶段可降低约 7% 的死亡率。

表 1: 新版本《指南》中各空气污染物浓度阶段性目标值建议

Pollutant	Averaging time	Interim target				AQG level
		1	2	3	4	
PM _{2.5} , µg/m ³	Annual	35	25	15	10	5
	24-hour ^a	75	50	37.5	25	15
PM ₁₀ , µg/m ³	Annual	70	50	30	20	15
	24-hour ^a	150	100	75	50	45
O ₃ , µg/m ³	Peak season ^b	100	70	–	–	60
	8-hour ^a	160	120	–	–	100
NO ₂ , µg/m ³	Annual	40	30	20	–	10
	24-hour ^a	120	50	–	–	25
SO ₂ , µg/m ³	24-hour ^a	125	50	–	–	40
CO, mg/m ³	24-hour ^a	7	–	–	–	4

^a 99th percentile (i.e. 3–4 exceedance days per year).
^b Average of daily maximum 8-hour mean O₃ concentration in the six consecutive months with the highest six-month running-average O₃ concentration.

来源: 2021 年《全球空气质量指南》

以世卫组织的估计, 全球每年因空气污染造成过早死亡的人口已经超过 700 万。空气污染给人体带来了全方面的伤害, 除了常见的肺部和心血管疾病 (如肺癌、高血压、心脏病和脑中风等), 空气污染还会影响所有的人体器官, 引起糖尿病、痴呆、智力下降、新生儿疾病等问题。同时, 空气污染还会对导致新型冠状病毒感染者的症状进一步恶化。

全球空气污染程度差距正在加大: 低收入国家受到冲击最大

虽然发达国家通过多年的治理, 空气质量得到了大幅度提升, 但由于大规模城市化和严重依赖化石燃料的经济发展等原因, 大多数发展中国家的空气质量恶化最为显著。世卫组织表示, 空气污染造成的过早死亡主要集中在低收入和中等收入国家。暴露于空气污染的程度越高, 对人体健康影响就越大, 尤其是对慢性病患者、老年人、儿童和孕妇而言。

2013 年, 世卫组织将 PM2.5 归纳为致癌物质。2019 年, 全球 90% 以上人口生活在 PM2.5 浓度超过 10 微克/立方米的地区 (2005 年《全球空气质量指南》) ^[2]。根据世界空气质量实时

数据，目前全球很少有地区能将 PM2.5 浓度限制在 5 微克/立方米以内。9 月 26 日，在空气质量较高的北欧地区也有多个地方的 PM2.5 浓度在 20 微克/立方米以上，相比之下，印度几乎所有城市的 PM2.5 浓度均超过 50 微克/立方米，绝大多数居民生活在 PM2.5 超标的区域^[3]。

结语

新版本《指南》指出空气污染与气候变化一样，对人类健康构成重大威胁。如果将目前的空气污染水平降至新《指南》提出的水平，全球约 80% 与 PM2.5 相关的致死疾病可以避免。此次新版本《指南》在格拉斯哥联合国气候变化大会（COP26）前的一个月时间发布，是为了引起各国首脑对化石能源燃烧、生态环境过度开发、以及气候变化引起的空气污染对人体的伤害的特别重视。虽然《指南》不具备法律约束，但可为各国政府提供立法和政策制定的重要依据，以改善全球空气质量并减轻空气污染对人体健康造成的巨大负担。

注释：

[1]WHO, Global Air Quality Guidelines, Link: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[2]WHO, Ambient (outdoor) air pollution, Link: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

[3]World Air Quality Index, Link: <https://waqi.info/cn/#/c/22.458/82.786/5.7z>

全球如何走出新冠疫情防护塑料制品的垃圾堆：通过创新探索未来 PPE 的循环生产

潘伊人

新冠疫情爆发以来，一次性个人防护用品（PPE）需求的倍速增长给塑料垃圾处理难题增加了更大的挑战。近期发表的两项研究引起关心废弃物管理和循环经济的决策者的关注。2021 年 11 月 21 日一篇由中国南京大学和美国加州大学圣地亚哥分校合作撰写的《新冠疫情导致的塑料垃圾及其在全球大海中的命运》^[1]的研究报告发表在美国《国家科学院学报》月刊上，这是首批对因新冠疫情导致塑料垃圾的影响进行量化的研究之一。

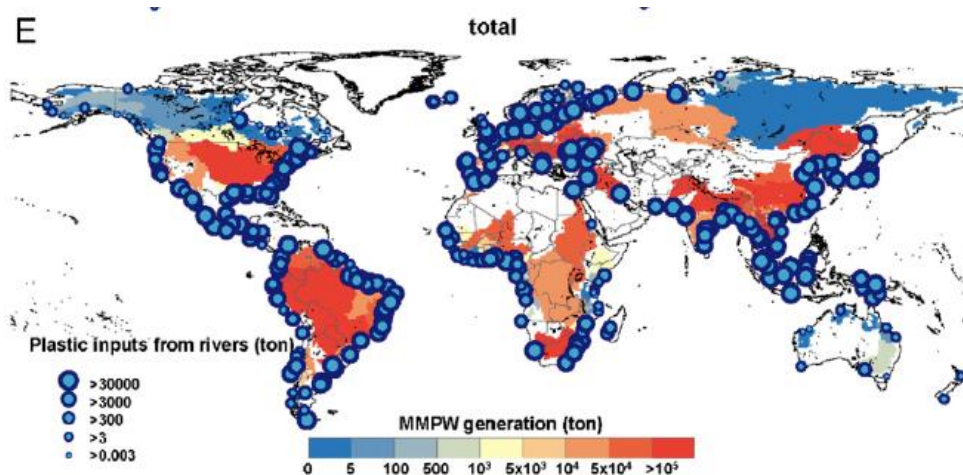
另一篇则是在 2021 年 10 月由国际金融公司（IFC）和英国援助机构（UK Aid）合写的《PPE 制造业的创新-走向可持续性和循环性》^[2]报告（以下简称《PPE 报告》），这篇报告以疫情后的个人防护用品及其产生的塑料垃圾为中心，来讨论后疫情时代在防护用品的行业内循环经济的可能性，以及正在做循环 PPE 生产的公司案例。

疫情防护塑料垃圾的危害

早在疫情初期，各国媒体就已经发布了许多关于 PPE 垃圾泛滥的报道。科学家也早就表示对个人防护用品垃圾的担忧。根据《PPE 报告》，上海 2020 年 6 月与 2019 年同时期比，有害垃圾增加了 1120%，可回收垃圾增加了 71%。疫情在全球蔓延后，每天废弃数十亿的一次性口罩和面罩。每公斤塑料垃圾还会增加 1.9 公斤 - 3.5 公斤的碳排放量。193 个国家产生了约 800 万吨与新冠疫情有关的塑料垃圾，其中约 2.6 万吨现已进入全球海洋生态系统，对海洋生物的生存构成威胁。

废弃 PPE 进入水体后，塑料颗粒在海洋中分解成为微型颗粒被海洋生物吸食，直接影响自然健康和生物多样性，也会对海洋生物生育造成影响，并通过食物链最终进入人体内。这些危害虽然不是立竿见影，但其影响和危害都是长远且巨大的。根据南京大学的模拟数据，疫情引起的塑料垃圾在三年内会从各内陆河流流向海洋，被海洋分解后从海水上层转移到海底或者当地区域内的海滩上，而受影响最大的区域就是垃圾产生地区下游的海岸线（见图 1）。

图 1：疫情产生的塑料垃圾生产量（吨为单位，红色多蓝色少）和由河流流出的塑料废物（吨为单位，蓝色圈越大越多）^[3]



个人防护用品产生的塑料垃圾影响不仅仅是体现在垃圾增量，塑料垃圾的影响范围也前所未有的扩大，随疫情增加到了全球各个角落。包括原先很少使用塑料制品的原始部落和岛国，都直接或间接的受到影响，加之这些地区防护用品垃圾的回收处理能力贫乏，问题更为严重。

循环经济在 PPE 生产中的重要性

PPE 循环创新在后疫情时代对环境健康和人体健康至关重要。PPE 生产中需要从源头重新思考产品的设计，从产品的原材料来源开始就要考虑其循环性。PPE 产品使用后的处理方式需要在产品设计的时候就要考虑到，这一点在塑料制品中尤其重要。如果在设计阶段就考虑到它的全生命周期，那么就会在生产中使用较容易回收和循环利用的透明、单一、单层的塑料材质，而不去使用无法回收的多层混合材料。

《PPE 制造业的创新-走向可持续性和循环性》报告阐述的循环经济生产可应用到四个不同的阶段，分别是：循环输入（circular inputs），资源回收（resource recovery），延长产品使用周期（produce use extension）、产品服务（products as service）。

循环输入（circular inputs）

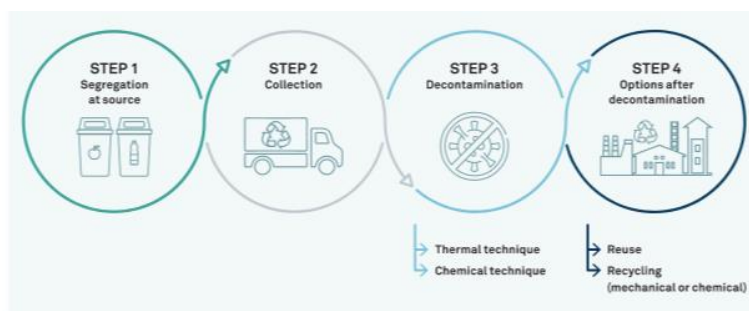
循环创新的第一步就是在 PPE 制造中做到循环输入，确保原材料的循环性和可回收性，将 PPE 里的塑料用非塑料制品来代替，如口罩可以使用有机塑料或其他可降解的有机原材料。有研究表明使用有机原材料代替现有的塑料产品可减少 30-70% 的二氧化碳排量。这些原材料包括仙人掌、竹子、香蕉、麦子、咖啡、茶叶等生物质。但是在代替传统原材料的同时要确保它的可替

代性能够达到产品使用的安全标准。在这个过程中就需要公司去研发新的原材料采集方法和加工工序。

资源回收 (resource recovery)

将 PPE 大规模的有效的回收是循环经济的最大切入口。回收的方法也有很多种，包括了垃圾回收，上游循环，下游循环和能量循环。在生产初期，生产商就要注意减少废物的产生，对原材料的使用和循环使用做出设计方案，在生产过程中将材料的浪费做到最低。而在生产过程中废弃的原材料可以直接使用去生产其他产品。PPE 回收在理论上虽然易懂，但实施起来相当困难。在回收 PPE 的过程中，也需要只有各级层的关系相连方一环扣一环的有效合作，才能做到真正安全的、有效果的回收再利用。

图 2：资源回收的 4 个步骤^[4]



- **在废弃物产生的源头做分类：**如果能够在 PPE 被废弃的时候做好分类，把从高病毒风险的医院和隔离中心的医用垃圾和其他民用的医用垃圾分开，那么在后期消毒和运输方面会节省很多资源。
- **收集：**从高病毒风险的医院和隔离中心收集的医用垃圾占总废弃 PPE 的 10-25%，应该被分离运输到专门的防疫中心去消毒和销毁处理。而占比 75-90%的非高风险 PPE 则可以被循环利用和回收，但是需要经过消毒环节。
- **消毒处理：**城市垃圾的病毒风险相对较低，在回收后进行消毒，将病毒风险再次降低。这个过程需要根据 PPE 的材质、数量、使用方法和大小去在高温高压消毒和化学消毒中选择消毒方式。
- **消毒后的运用：**消毒后的 PPE 可以循环去使用或者被分解后用在新的产品的生产过程中。而在这一环节中，生产商也要确保这些被分解后的循环品真的回归成为新产品的原材料。

延长产品使用周期 (produce use extension)

延长产品的生命周期可以有效的减少总体 PPE 的需求量。在产品设计中需要考虑到产品的质量和设计，让它能够最大化的循环使用。一部分 PPE 可以通过将替换零配件和有效的消毒去

安全的循环使用，比如泰国公司生产的防护服通过高压灭菌技术可以循环使用 50-100 次，市面上很多口罩可以在替换过滤层以后循环使用。使用布类纺织品来做 PPE 可以很便利的去清洗和消毒再利用，更有公司使用硅胶制品来制造 PPE，以确保它的防护性和消毒的便利性。

产品服务 (products as service)

这是类似于防护服租借和共享服务，让现有资源增加使用率，减少不必要的浪费。服务还可以延伸到通过信息技术去确保废弃的 PPE 得到有效的回收，回收它的公司能够将它分解，再生产和利用。而这一系列的数据也是证明循环经济切实有效的证据。

报告中分享的案例从以上四种循环经济模式入手，通过创新和使用现有资源减少个人防护用品的浪费。在全寿命周期内，可循环防护用品的成本一般都比一次性防护品的成本要低。比如美国 Open standard industries 和麻省理工毕业生合作生产的可替换过滤层，可以消毒的 N95 口罩替代品，在使用 20 次后低于使用一次性 N95 口罩的成本。而且可循环的口罩更加舒适易戴，给健康工作者带来了便利。但是这需要购买者在购买前就有循环经济的理念，能看到这个长期成本的优势，而不是仅仅看到单价比一次性口罩贵。使用过的废弃 PPE 在经过有效消毒后，可以将其塑料成分分解回收，用于其它产品的生产原材料。印度一家公司就专门生产医用垃圾来代替部分原材料的道路建筑砖块；美国北密西根大学的 PPE 回收项目“正确循环”就是将很难回收再利用的产品，如防护服、防护眼镜等产品变成塑料粒，使用到室外家具、花盆等用品的生产中。

从规模到创新：PPE 生产大国的挑战

在全球抗击疫情中，亚洲虽然只占了全球 31% 的新冠病毒确诊率，但是占了全球 72% 医用垃圾量。加州大学和南京的大学的报告中也专门提出了倡导亚洲发展中国家对疫情相关塑料垃圾的预防和有效回收处理的愿景。全球最大的两个个人防护用品生产和出口国家中国和印度都在亚洲，中国占据了近一半的全球 PPE 生产量，在 2020 年中旬每天生产 2 亿个口罩。但是国内对 PPE 垃圾的回收和循环利用还没有得到足够重视。

在可预期的未来，个人防护用品的需求量将会处于一个较高的水平，而去有效解决 PPE 废弃污染的问题需要各个层级的利益相关方的重视和努力，报告里呈现的案例可以帮助 PPE 生产企业加快创新，政府也需要推动循环经济发展政策和监管，公众和消费者对可持续性高的 PPE 产品的认识提升和购买支持也是非常重要的方面。总之，以循环经济发展为契机，推动可持续 PPE 生产的创新需要各个利益相关方的协调和共同努力。

注释:

[1]Peng et al (2021) Plastic waste release caused by COVID-19 and its fate in the global ocean. PNAS 2021 VOL. 118 No.47 e2111530118.

Link: <https://doi.org/10.1073/pnas.2111530118>

[2]UK AID and IFC (2021). Innovation in manufacturing personal protective equipment - toward sustainability and circularity. Link:

https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/industry_ext_content/ifc_external_corporate_site/manufacturing/resources/innovation+in+manufacturing+personal+protective+equipment

[3]同 1

[4]同 2

甲烷减排 | 国家行动计划之下的废弃物管理展望

林佳乔

在 11 月上旬结束的联合国气候变化大会 (COP26) 上, 包括美国以及欧盟在内 100 多个国家和地区一起签署了全球甲烷承诺(Global Methane Pledge), 这代表了全球一半的甲烷排放, 也提出了到 2030 年将全球甲烷的排放量相对于 2020 年水平减少至少 30% 的目标^[1]。当然我们也看到一些甲烷排放大国, 包括中国、印度和俄罗斯, 还没有加入该承诺; 不过中国和美国在 COP26 后半程发表的联合宣言, 明确表达将加强在甲烷排放控制方面的合作, 并计划在 2022 年上半年共同召开会议, 聚焦强化甲烷测量和减排的具体事宜, 包括通过标准减少来自化石能源和废弃物行业的甲烷排放, 以及通过激励措施和项目减少农业甲烷排放^[2]。国内关于能源领域甲烷减排此前就已提到了日程之上^[3], COP26 中美联合宣言的意义在于其明确了中国将制定甲烷减排国家行动计划, 并且提到了如何加强中美合作有效应对能源领域之外的甲烷排放, 也就是废弃物以及农业部门这两大甲烷排放源。本文将聚焦于废弃物管理的甲烷减排, 通过回顾近期的气候谈判进展以及相关研究, 简析未来固体废弃物甲烷减排的关键所在。

甲烷国家行动计划中的废弃物甲烷管理展望

全球来讲, 甲烷排放中有将近 20% 是来自于废弃物处理, 主要是来自于固体废弃物填埋以及废水处理过程中的厌氧发酵环节产生的甲烷排放。中国的废弃物甲烷排放占比低于全球的平均水平, 大约是 12%, 能源活动和农业甲烷排放占比都在 40% 以上, 所以目前中国面临甲烷减排的挑战重点可能还是在能源和农业部门, 但是随着废弃物产生量的逐年增加, 废弃物处理方式差异都会影响甲烷排放的未来比例, 笔者判断应该是趋向于 20% 这一世界平均水平。

生态环境部在 11 月 25 日召开的新闻发布会, 应对气候变化司领导表示国家的甲烷行动计划正在制定中, 将主要从“摸底调研、制定相关标准、加强监测核算、鼓励先行先试和国际合作”等五个方面行动^[4], 其中的“推动出台中国甲烷排放控制行动方案”部分是最相关的, 特别提到关于废弃物甲烷控制的主要有以下三方面:

- 强调了建立废弃物等领域的减排政策、技术和标准体系;
- 加强废弃物等领域甲烷排放控制和回收利用;
- 修订温室气体自愿减排机制管理办法和相关方法学, 支持具备条件的甲烷减排项目参与温室气体自愿减排交易。

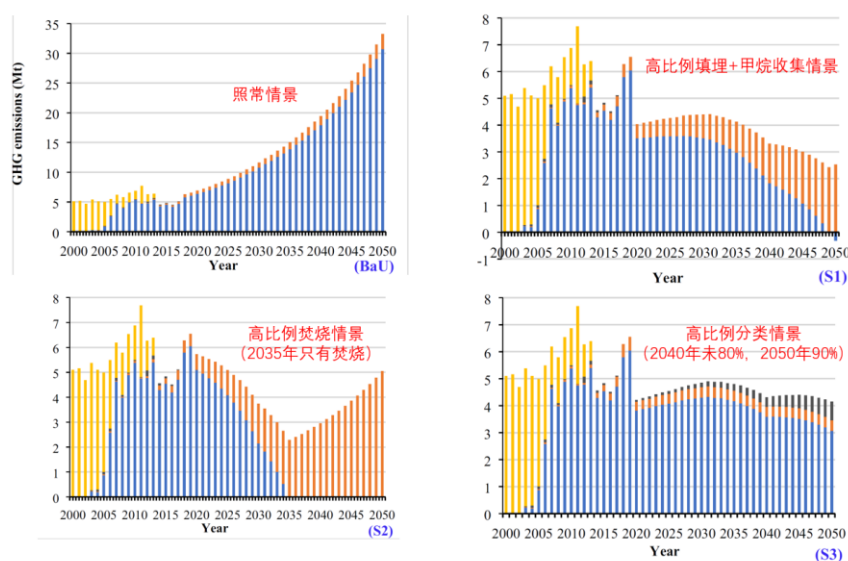
这三个方面内容体现了目前废弃物甲烷控制的基本思路，根据这些纲领性的文字从内容上看似重点是如何利用技术和市场机制控制甲烷排放，但是核心其实还是在第一点，也就是如何在减排政策层面综合管理废弃物的温室气体排放。这将涉及到目前废弃物温室气体管理目前面临的主要问题：**城市管理者的废弃物管理方式会影响甲烷等温室气体的排放量，但是目前废弃物温室气体排放是以国家或省级排放清单方式呈现，对于气候变化的考虑目前并不能作为城市管理者选择何种垃圾处理方式的重要参考。**

废弃物甲烷减排的关键点之一：以温室气体排放控制视角设计废弃物管理体系

欧洲国家对于废弃物温室气体排放控制起步较早，也取得了显著的减排效果。研究德国和英国的经验可以大体总结出欧洲国家的控制策略：都依赖于源头垃圾减量和加强回收再利用比例，以预防更多的包括有机废弃物（易降解物质）在内垃圾产生，辅以有效的废弃物回收体系以及焚烧发电技术的应用，并且有成员国已经从立法层面保障未经处理的有机垃圾不允许进行填埋^[5]。可以看出，欧洲国家从源头端减少易降解物质进入垃圾填埋场，这对于控制温室气体的产生有重要意义^[6]。以此为基础选择合适的垃圾管理方式组合能达到既控制了温室气体和垃圾渗滤液污染等环境问题，也促进了全社会的资源回收，在成本有效的促进资源利用的同时也进一步避免了潜在的环境影响。

反观国内，参考上海市废弃物管理方式对于温室气体排放量的情景分析（图 1），能清楚地了解到国内大城市面临垃圾管理的难题，目前以填埋为主的固体废弃物处理，如果考虑气候因素，将会面临着重要的技术和政策抉择，填埋还是焚烧？只考虑末端处理的政策将会控制住垃圾填埋甲烷排放（S1），但这并不足够，应该要考虑前端减量提倡分类的政策（S3）辅以填埋甲烷回收政策才可以获得更大的温室气体减排潜力。关于垃圾焚烧是否低碳的问题在此不做深入讨论，可以参考磐之石此前发布的报告《错误的激励：再论终止垃圾焚烧发电电价补贴政策的必要性》。

图 1：上海市不同固体废弃物管理方式下的温室气体排放情景分析



黄色：未密封填埋；橙色：焚烧；蓝色：卫生填埋；灰色：生化处理。

来源：Xiao S, Dong H, Geng Y, et al. Greenhouse gas emission mitigation potential from municipal solid waste treatment: A combined SD-LMDI model[J]. Waste Management,

2021, 120: 725-733.注：并没有展示所有 6 个情景，其他两个是经济效应和人口效应情景。

废弃物甲烷减排的关键点之二：如何清晰地展示成本与协同收益

根据联合国环境署（UNEP）的《全球甲烷评估报告——甲烷减排的成本效益分析》，全球废弃物部门预计到 2030 年可减少甲烷排放量 2900-3600 万吨/年。减排潜力集中在固体废弃物处置，60%的废弃物减排措施可以负成本或低成本实现，具体减排措施包括垃圾分类与回收利用、避免填埋有机废弃物、填埋气回收处理等措施^[7]。这主要是考虑到甲烷减排可以避免甲烷过量排放所带来的潜在危害人类健康和粮食安全等风险导致的成本，也强调了因此带来的健康与粮食方面的收益。

中国垃圾填埋场的甲烷的减排成本比如说协同控制污染物排放，通过比较垃圾填埋场的甲烷减排关键技术（表 1），减排成本除了机械生物预处理（MBT）以及好氧-厌氧-好氧三段式反应器之外，大部分减排成本都是在 50 元/吨甲烷之下的。如果按照目前国家碳市场配额参考价 40 元/吨二氧化碳当量来计算，得出 1120 元/吨甲烷这一参考值（甲烷 100 年尺度的全球暖化潜势是二氧化碳的 28 倍），所以甲烷每吨减排成本在这之下都应该是合理的。所以，在目前甲烷的减排成本不到碳市场配额十分之一的情况下，填埋场的甲烷回收在未来如果考虑气候因素的话，在减排成本上也是具有成本有效性的一种减排方式，可能不需要借助碳市场的力量，通过垃圾管理费用增加气候成本的考虑，这样就能满足目前的存量填埋垃圾甲烷回收以及未来填埋

增量减排的成本需求。如果参考前述 UNEP 报告中提到的协同收益，垃圾填埋甲烷减排与管理的综合成本其实应该更低。

表 1：中国垃圾填埋场甲烷减排关键技术成本和技术现状

技术名称	适用范围	成本/ (元·t ⁻¹)	2012 年应用状况
临时膜覆盖-膜下抽气-火炬	所有	19~22	卫生填埋场:20%~30%;简易填埋:0%
填埋气竖井收集-火炬	所有	10~13	卫生填埋场:100%;简易填埋场:0%
填埋气竖井收集-发电	大型	14~22	截至 2012 年底,中国建成并投入使用的填埋气体发电厂约 50 座
填埋气竖井收集-填埋气提纯净化利用	大型	60~94	填埋规模大于 250 万 t 的卫生填埋场使用率 <5%,其余填埋场不适合使用
填埋气水平收集-火炬	大型	18~23	卫生填埋场:<5%;简易填埋场:0%
填埋气水平收集-发电	大型	17~32	中国建成并投入使用的填埋气体发电厂约 50 座
填埋气水平收集-填埋气提纯净化利用	大型	68~104	大型填埋场使用率 <5%
渗滤液立体导排+渗滤液处理(MBR+NF/RO)	卫生	46~56	卫生填埋场:5%;简易填埋场:0%
生物活性覆盖层	中小型	2~3	目前尚处于研究阶段,对于覆盖材料的选择尚无定论
机械生物预处理	卫生	300~600	目前仅北京阿苏卫填埋场、上海松江填埋场有工程示范
好氧-厌氧-好氧三段式反应器	大型	300~400	研究阶段

注:成本核算以每吨垃圾计。

来源：蔡博峰,刘建国,倪哲,高庆先,胡秀莲.中国垃圾填埋场甲烷减排关键技术的成本和潜力分析[J].

结语

中国作为甲烷排放第一大国，15 亿吨二氧化碳当量的甲烷排放量在未来或将继续增加，目前国内外对于甲烷减排的信号都相当明确了。COP26 的全球甲烷承诺以及中美气候合作都指向了全球温室气体减排的重要一环：如何通过国际合作以及国家承诺实现非二氧化碳类温室气体——甲烷的加速减排？生态环境部最近也进一步明确了甲烷减排国家行动计划正在制定中，也指出了制定计划参考的五个方面。我们特别关注目前占比较小但未来增速仍将较快的废弃物管理甲烷排放，通过国内外文献梳理，提出了未来控制甲烷排放的一点建议，即如何考虑废弃物管理的气候变化成本及其协同收益，将气候因素融入到废弃物管理政策体系中。

注释:

[1]Global Methane PledgeOfficial Website. Link: <https://www.globalmethanepledge.org>

[2]中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言。生态环境部, 2021-11-11。链接:

https://www.mee.gov.cn/xxgk/hjyw/202111/t20211111_959900.shtml

[3]解读 | 中美强化气候行动, 甲烷减排从科学共识走向政治共识。澎湃新闻, 2021-11-11。链接:

https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_15332884

[4]“甲烷国家行动计划”如何起步, 环境部列出“五步走”。腾讯网, 2021-11-25。链接:

<https://new.qq.com/omn/20211125/20211125A056RR00.html>

[5]董文娟,孙砾,李天泉,杨秀,李政.欧盟甲烷减排战略对我国碳中和的启示[J].环境与可持续发展,2021,46(02):37-43.DOI:10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202102037

[6]垃圾填埋场: 温室气体减排新战场, 2018/10/9, 科学网。链接: <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2018/10/418430.shtml>[7] Global

Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions, Link: <https://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions>

[7]Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions, Link:

<https://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions>

关于我们

磐之石环境与能源研究中心 (REEI, 2018 年 4 月在北京市顺义区民政局注册为民办非企业单位), 前身为磐石环境与能源研究所, 创立于 2012 年 7 月, 是一家研究环境和能源政策的独立智库。我们以能源转型政策分析为主线, 讨论如何在兼顾社会公平、气候变化、环境质量和公众健康的基础上, 实现中国能源系统的低碳转型。并希望在此过程中促进多方参与、开放理性的环境政策讨论。

更多内容

音频栏目

英文: REEI Energy and Climate Podcast



Apple Podcasts



Spotify



Google Podcasts

中文:



海外智库能源与气候变化报告解读



能源评论 2021

ENVIRONMENTAL REVIEW

磐之石环境与能源研究中心

电话：+86(10) 61438032

邮箱：info@reei.org.cn

网站：www.reei.org.cn

邮编：101318

地址：中国北京市顺义区后沙峪艾迪城14号楼312室



扫描了解更多