

决策者参与总结



International Institute for
Applied Systems Analysis
IIASA www.iiasa.ac.at



ENGAGE
FEASIBILITY OF
CLIMATE PATHWAYS



关于ENGAGE项目

该项目已获得欧盟HORIZON 2020研究和创新项目的资助，协议编号821471 (ENGAGE项目)。

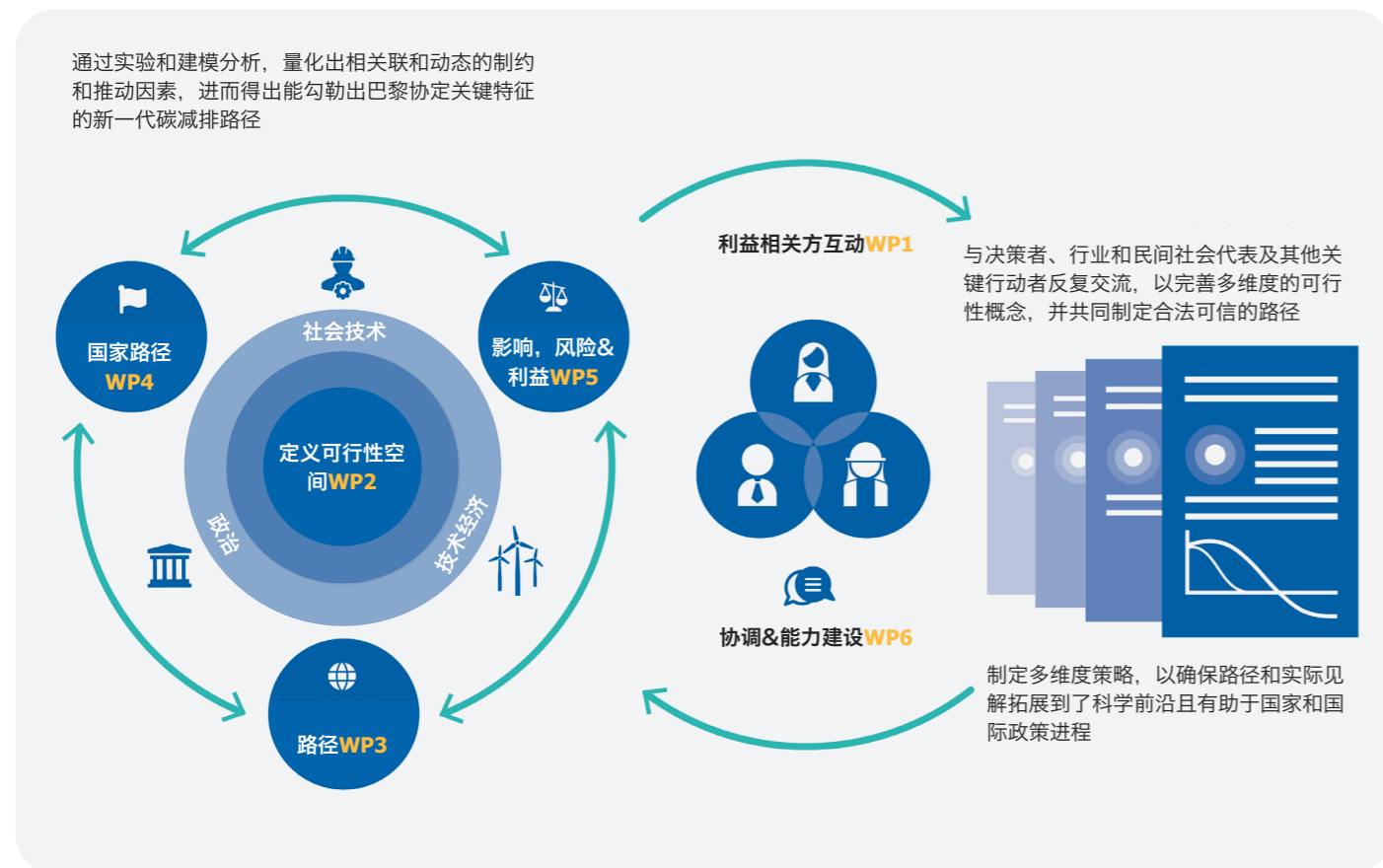
目录	1. 简介	4
	2. 关键信息	6
	3. 碳减排路径可行性评价	8
	4. 无温度过冲的碳减排路径	11
	5. 具备可行性的碳减排路径	18
	6. 各国碳减排路径比较	18
	7. 实现巴黎协定和格拉斯哥气候协议目标的合理路径	22
	8. 探索实现巴黎协定目标的努力共担选项	26
	9. 政策权衡，协同效益和可避免影响的沟通结果	29
	10. 吸纳各相关方参与共同合作	31
	11. ENGAGE项目能力建设	34
	12. 总结	35

1. 简介

世界当前正面临着气候变化的危险，决策者、行业和民间社会的领导者希望通过综合评估模型(IAMs)为实现《巴黎协定》(PA)及其他协议中的目标提供信息和指导策略。ENGAGE项目通过邀请各利益相关方(参见章节9)参与开发新一代全球和国家碳减排路径(参见章节5和章节6)来应对这一挑战。项目通过开发相应工具和方法来探索这些路径的多维度可行性(参见章节3)，并通过最大限度地降低可行性风险来增加落实气候政策的机会。新排放路径的设计旨在最大限度地减少温度目标的超调(参见章节4)，探索实现净零排放的时机，以实现巴黎协定的温度目标，并减少对有争议的净负排放技术的依赖。然而，全球碳减排路径只有在与现行国家政策和计划相一致的前提下才具备可行性，因此，该项目重点关注与全球碳减排路径、国家碳减排政策和承诺、以及国际治理机制的一致性与协调性(参见章节5和章节6)。该项目也量化了气候变化可避免的影响、协同效益和气候政策的权衡(参见章节8)，并探讨了碳减排路径努力共担方案的可能影响(参见章节7)。

以下章节的总结内容只有通过多学科、跨学科和交叉学科的专业知识才可能实现。该项目汇集了来自欧洲和非欧盟国家(巴西、中国、印度、印度尼西亚、日本、韩国、墨西哥、俄罗斯、泰国、美国和越南)的全球领先级IAM团队。2015年，全球二氧化碳排放总量的74%来自上述联盟所代表的国家(含外部合作伙伴)，包括11个排放量最大国中的9个国家。这些国家分布于高收入国家(如欧盟、日本、美国)和中低收入国家(如印度、越南)水平之间。已投入使用的综合评估模型涵盖了广泛的实践方法。模型类型的多样性有助于确认得出可适用于不同模型的宏观见解。

图 1: ENGAGE项目概念总述



项目信息

致力于减少温室气体排放的国家和全球行动

拨款协议 ID: 821471

开始日期2019年9月 | 结束日期 2023年12月

合作方

- 国际应用系统分析研究所 (奥地利) - 项目协调
- 波茨坦气候影响研究所 (德国)
- PBL 荷兰环境评估机构 (荷兰)
- 欧洲-地中海气候变化中心 (意大利)
- E3公司 (希腊)
- 中欧大学 (匈牙利)
- COPPE, 里约热内卢联邦大学 (巴西)
- 能源与资源研究所 (印度)
- 国立环境研究所 (日本)
- 新气候研究所 (德国)
- 瓦赫宁根大学 (荷兰)
- 国立研究大学高等经济学院 (俄罗斯 | 截至 2022 年 4 月)
- 清华大学 (中国)
- 能源研究所 (中国)
- 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心 (中国)
- 印度管理学院 (印度)
- 地球创新技术研究所 (日本)
- 韩国科学技术院 (韩国)
- 首尔大学产业合作财团 (韩国)
- 诗琳通国际理工学院 - 法政大学 (泰国)
- 国际大学 - 越南国立大学胡志明市 (越南)
- 万隆理工学院 (印度尼西亚)
- 吉尔·耶格 (奥地利)
- 乌得勒支大学 (荷兰)
- 京都大学 (日本)
- ENGAGE 项目还有三个外部合作伙伴:
- 全球变化联合研究所 (美国)
- SHURA 能源转型中心 (土耳其)
- TNO (荷兰)

2. 关键信息

碳减排路径的可行性评价

- 总体而言，快速行动更具可行性。ENGAGE项目开发的可行性框架显示，即时进行向低碳社会的场景转型与延迟的行动方案相比，从长远角度需要担忧的可行性问题更少。克服可行性短期问题将带来明显的长期益处。
- 制度是使缓解气候变化的行动场景具备可行性的一项主要关注议题。在许多地方，政府和其他机构未必有在低碳场景下快速缓解需要的能力。集中的国际援助可以产生巨大影响，比如，教育投资。
- 缓解气候变化的需求和供应策略应互相平衡。需求和供给侧的缓解策略均有其自身的可行性顾虑，因此，较为稳健的做法是采取混合性的方式。

无温度过冲的碳减排路径

- 依赖净负场景会导致危险的超调水平。依赖净负排放的路径导致本世纪中叶的升温峰值在净零时限要求达到预算值时高出了 0.15°C(对于1000 Gt 的CO₂预算)。这意味着达到临界值时的气候影响和风险会显著增加。
- 到2030年，低碳电力投资应增加至少一倍，以避免温度过冲(预算控制在 1000 Gt内)。如需满足这一雄心勃勃的短期投资，需要太阳能、风能、电网和储能领域实现变暖峰值目标。
- 前期投资会带来长期经济收益。到本世纪末，GDP 在避免温度过冲的场景中的产值更高。
- 迫切需要开发和部署碳去除技术。即使在避免了二氧化碳净负排放的场景中，也需要脱除二氧化碳来加速短期内的缓解行动，并抵消难以减排领域的碳排放量。

具备可行性的碳减排路径

- 升温幅度可能会超过 1.5°C，这主要是由于制度能力不足，因此全球应该为温度过冲做好准备。在最为雄心勃勃的缓解措施中，若考虑可行性受限，那么将升温保持在 1.5°C 以内的可能性大约只有 10-25%。
- 减少能源需求可以提高将升温控制在 1.5°C 以内的可能性，更重要的是甚至可以在温度达到峰值后帮助降低气温。
- 制度能力较高的国家应在近期的缓解行动中承担更多责任。这些国家包括欧盟、日本和美国。
- 国际对制度能力的支持对于实现雄心勃勃的目标至关重要。加快全球气候行动的一个有效路径可能是能力建设和知识转化，重点应关注具有高缓解潜力国家的制度能力。

实现巴黎协定和格拉斯哥气候协议目标的全球及国家路径

- 现行政策或现有的国家自主贡献(NDC)均离实现巴黎协定目标有一定差距。好的一面是，现行政策稳定了温室气体的排放，但仍需要进一步实现碳减排。
- 近期提出的净零目标是向前迈进的一大步。在格拉斯哥举办的COP26大会上，数个国家发布的声明将使全球碳排放量明显降低到现行政策或NDC以下的水平。然而，这些措施仍不足以满足长期的气候变化目标。
- 为了缩小剩余差距，必须大幅削减化石燃料的使用，并进一步扩大可再生能源的使用范围。
- 各国间采取的缓解措施组合方式各有不同。对太阳能、风能、生物质电、氢能、地热及碳捕捉，还有风浪和潮汐发电的组合不尽相同。

实现巴黎协定目标的努力共担

- 公平是负担得起的。多数努力共担方案仅会导致2050年全球GDP的轻微下降(较成本最低方案相比远低于1%)。
- 公平的排放交易可以进一步降低成本。然而，国际上成果转化的规模可能会使其不具可行性。
- 成立气候俱乐部能够做到两全其美。如果有足够多的国家愿意为此付出额外的努力，那么全球就可以使用有限的资金实现低成本、公平的碳减排转型。
- 发展中国家能够从任何一种努力共担的实现方式中受益。印度、印度尼西亚、墨西哥、南非和泰国在面对这些基于伦理的缓解计划时所要做出的努力要少于那些成本最低原则的场景。

各利益相关方参与加入气候变化解决方案

- 开展利益相关方对话是必要的。探索和实施人类活动造成的气候变化解决方案需要研究界与其他各利益相关方之间开展反复和建设性的对话。资金支持，能力建设和与各相关方的经验交流是为当今社会所面临的复杂问题找到并实现解决方案的必要路径。
- 线上活动不能完全替代线下会议。为了找到并实施能够实现巴黎协定目标的路径，利益相关方需要足够的时间和空间来认识理解不同的观点，必要时进行深入研究，并开启多轮迭代对话。
- 需要开发中央平台来记录项目中利益相关方参与活动获得的经验教训。ENGAGE项目在精心设计的各方参与活动过程中使用了一系列工具和方法，并从其他欧盟资助的项目中汲取了关于设计和实施利益相关方活动参与的丰富经验。需要一个用于记录利益相关方在活动参与中吸取的经验教训的中央平台，以便为未来项目设计和实践有效的共同创造过程提供坚实基础。

3. 碳减排路径的可行性评价

开发用于评价碳减排可行性的工具

综合评估模型 (IAM) 用于计算实现所给定的气候变化目标最具成本效益的缓解方案。由于需要考虑具体成本，这些模型无法评价缓解场景通用的可行性。为了评价在开发缓解方案时涉及的可行性问题，此研究开发并应用了一个全新框架。

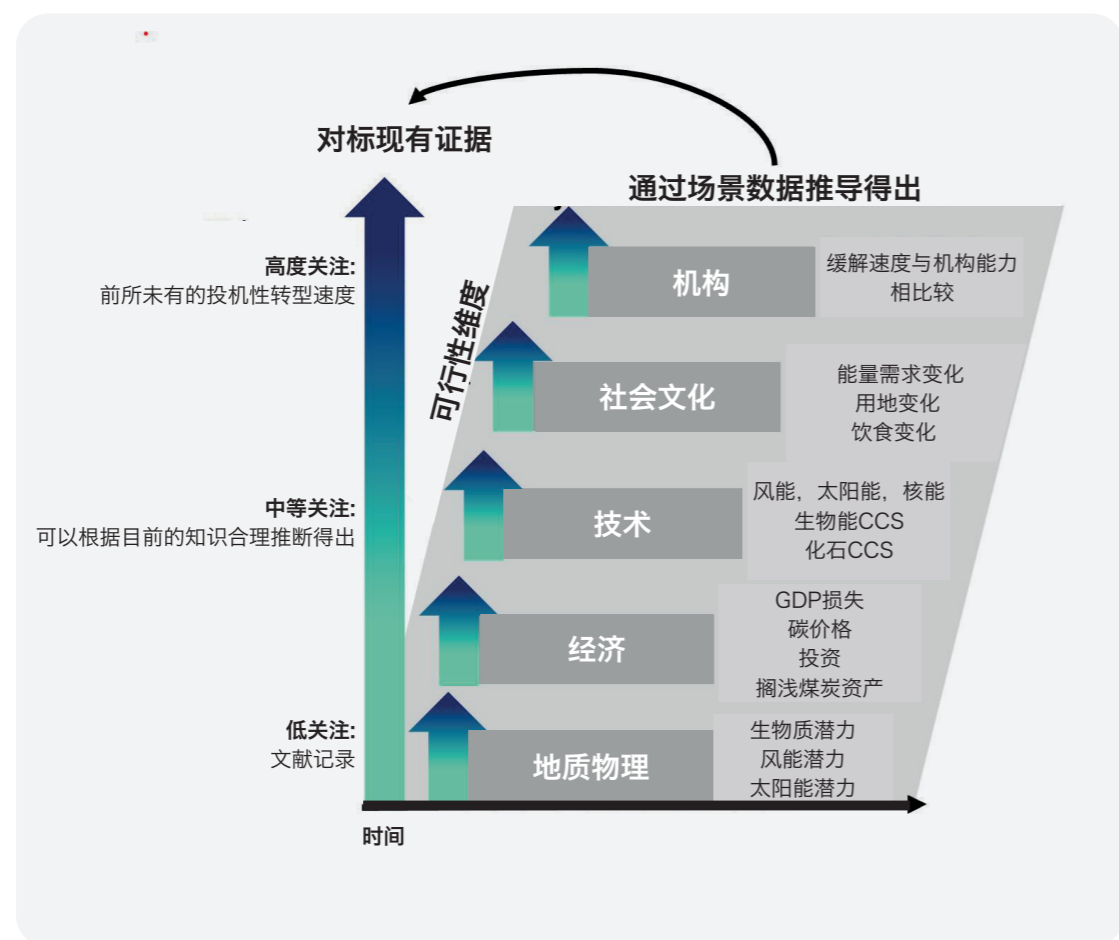
该框架(图 2)着眼于可能引起可行性问题的五个维度：地质物理、技术、经济、社会文化和制度。对每个维度的评价通过场景中的关键指标(例如碳价格)进行。该框架根据文献和实证数据所得出的观点，将可行性问题的关注级别(低、中和高)对应到每个指标的不同值。关注度意味着该指标值远高于过去观察到的水平，对应地就需要一些实质性的推动措施，例如技术突破或前所未有的行为改变。

场景分析的第一步是汇总每个指标的关注问题。这可以为可行性评价提供随时间推移和跨五个维度的具体分解，以及整个世纪以来与该场景相关的整体关注问题。

图 2: Brutschin et al.的多维度可行性框架 (2021)



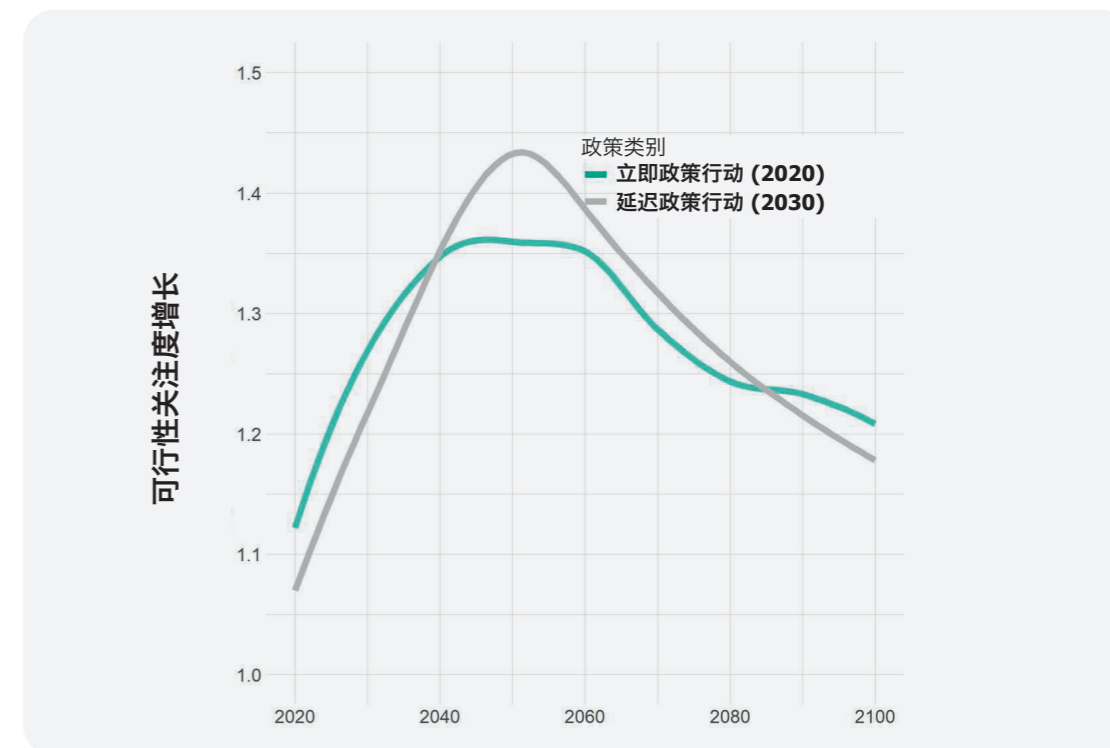
互动型线上可行性应用链接详见 feasibility.streamlit.app



快速变化或是缓慢变化?

该框架在应用于气候变化政府间专门委员会 (IPCC) 关于全球变暖 1.5°C 的报告中的场景时，体现了快速行动的价值。对于雄心勃勃地希望进行快速系统转型的方式，其短期内受到了较高的可行性关注，但是对于未来几十年，这一问题总体来说关注度是较低的(图3)。

图 3: 两种路径的可行性，均旨在将升温限制在 1.5°C 内。“立即政策行动”的路径假设缓解措施于 2020 年开始实施，而“延迟政策行动”的路径则是假设缓解措施从 2030 年后才开始。



研究团队将该框架应用于另外两组场景时发现了相似的结果。到实现全球净零排放目标之时，一半参与者不得不全程控制碳排放预算，这需要立即采取雄心勃勃的政策行动；另一半参与者的方案则是先允许碳排放量超出预算，随后实施净负排放，并最终在 2100 年达到控制目标。整个世纪中，目标追求更高的净零预算方案的可行性问题较小。这主要得益于两个因素：对可行性尚不明朗的超大规模负排放的依赖较少在延迟行动的方案中，煤电等碳密集型基础设施的不断增长会使最终转型成更加环保的选择变得困难。

实证研究表明，燃煤电厂在自然寿命结束之前就开始退役是非常困难的。截至目前，这种提早退役主要发生在拥有旧燃煤电站群和政府相对透明独立的富裕国家。基于此，该框架高度关注在十年内提前淘汰全球 50% 以上煤电的可行性。

政府及制度的重要性

同一研究中发现，制度能力是最受关注的可行性维度。

缓解气候变化需要可靠的规划，因此需要有效的政府治理。越来越多的证据表明，气候政策在政府治理情况较好的国家中更为有效 - 例如，碳价格更高，能够更快淘汰煤炭并且部署可再生能源。

在新框架中，项目团队量化了这种关系。他们通过比世界银行全球治理指标和环境绩效指数揭示出严谨的气候政策所需的对应治理程度。来自欧盟的历史数据体现出高治理水平下可实现的二氧化碳减排量。

IAM模型中的场景不包括治理水平，因此团队必须找到一种间接将其纳入框架内的方式。他们的一项研究表明，人均国内生产总值、高等教育和教育中的性别平等是预判治理水平的良好指标。这三项指标在五个共享社会经济路径(SSP)中进行了量化并构成了场景背景。研究人员利用这些指标来预测每个国家到本世纪末的治理水平。该框架采用上述治理水平，其在所有基于特定 SSP开发的场景中都是相同的。

这一维度的指标比较了治理水平与人均二氧化碳排放量下降速度的关系。如果某一场景需要在预计治理水平较低的地区开展快速缓解，则意味着其可行性问题较大。

在全球大多数 IPCC 1.5°C 的场景中，这是迄今为止最受关注的单一可行性问题。由于 IAM 将货币成本纳入考量，因此其倾向于在最具成本效益的发展中地区制定大量缓解措施。然而，许多这类地区的预计治理水平较低，意味着缓解气候的努力可能超出了其制度能力。因此，从可行性角度来看，采用让发达国家承担更多缓解措施工作的缓解场景可能是有意义的，因为发达国家可能拥有更强的能力。

另一个解决方案是有针对性的国际气候援助与合作。教育投资可能是有效的，尤其是对女孩和妇女而言。教育和性别平等是提高治理水平的关键预测指标之一，而且教育已被证明可以强化亲近环境的行为。此外，在最脆弱的地区，相关的适应能力也需要提高。

对供需平衡的关注

最后，分析表明，通过解决供给和需求平衡可以提高可行性。例如，IIASA 开发的低能源需求场景侧重于通过改变行为和提高能源效率来减少对能源的需求。尽管这避免了供应端技术解决方案的部分风险，例如低碳电力和碳捕获和存储，但在第一个十年中，对其可行性问题的关注相对较高，因为这需要全球在行为上快速改变。相反的是，许多场景主要关注的是供应端的选择，其可行性将会随着对能源需求的减少而提高。

此部分所依据的出版物如下，
Brutschin, E., Pianta, S., Tavoni, M., Riahi, K., Bosetti, V., Marangoni, G., & van Ruijven, B.J. (2021). 低碳场景的多维可行性评估。环境研究快报, 16 064069. [pure.iiasa.ac.at/17259]

4. 无温度过冲的碳减排路径

能源系统转型

实现巴黎协定的目标需要能源系统转型。为了探索如何做到这一点，综合评估模型(IAM)计算了通过碳减排和用地变化相结合来限制全球变暖的场景 - 所有场景均为降低成本进行了优化。在多数此类研究中，温度目标须在 2100 年才得以实现，场景可以在此之前暂时地超越目标值。这是多数场景中成本最低的方法，尤其是 IPCC 第五次评估报告和全球变暖 1.5°C 专题报告中提及的场景。

这些场景在很大程度上依赖于本世纪晚些时候的净负排放来扭转温度过冲。如此大规模的碳去除会给后代带来负担，并且可能是难以持续或不可行的(详见章节 3)。

碳达峰封顶

为了探索更有野心的实现方式，ENGAGE 项目比较了两种方式：仅关注本世纪末温度目标的传统排放路径，和明确限制峰值温度的路径。

峰值温度主要取决于全球达成净零排放时累计排放的二氧化碳总量。第二种方法中的每种路径都要求在达到净零时满足碳预算，并且很少或没有温度过冲。(其他温室气体的影响可能会导致出现小幅温度过冲。)

九个建模团队将这些路径方式输入不同的 IAM模型中，以生成气候缓解场景，借以揭示对气候和经济的影响。

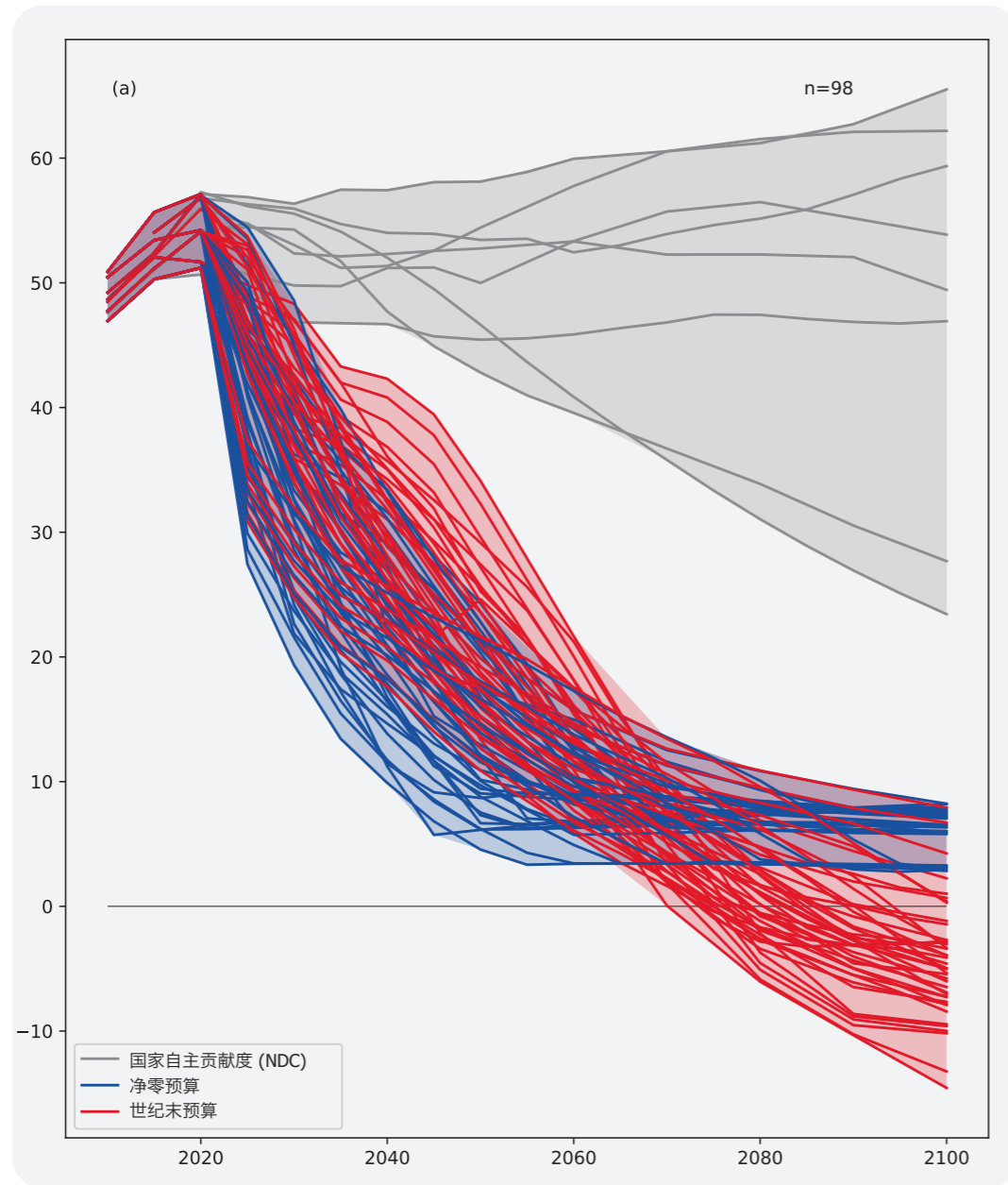
气候风险

(图 4)结果表明，碳预算为 1000 Gt CO₂ 的场景中，本世纪末升温将达到 1.7-2.1°C。其中，依赖净负排放的场景中的峰值温度比不依赖净负排放的场景会高出0.15°C。

这是一个相当严峻的气候风险，可能会使数百万人面临极端气候，并增加气候临界点和其他不可逆变化的风险。IPCC全球变暖1.5°C专题报告提到：“温度过冲对自然和人类系统会构成巨大风险，特别是在升温峰值较高的情况下，这是因为有些风险可能是长期且不可逆的，例如有些生态系统的损失。”

如果所有国家在2030年前遵循当前的NDC实施碳排放路径，那么变暖不超过 1.5°C的世界将变得遥不可及。行动启动延迟意味着不可能足够快地扩大碳去除规模。可达到的最低升温峰值为 1.6 至 1.9°C。

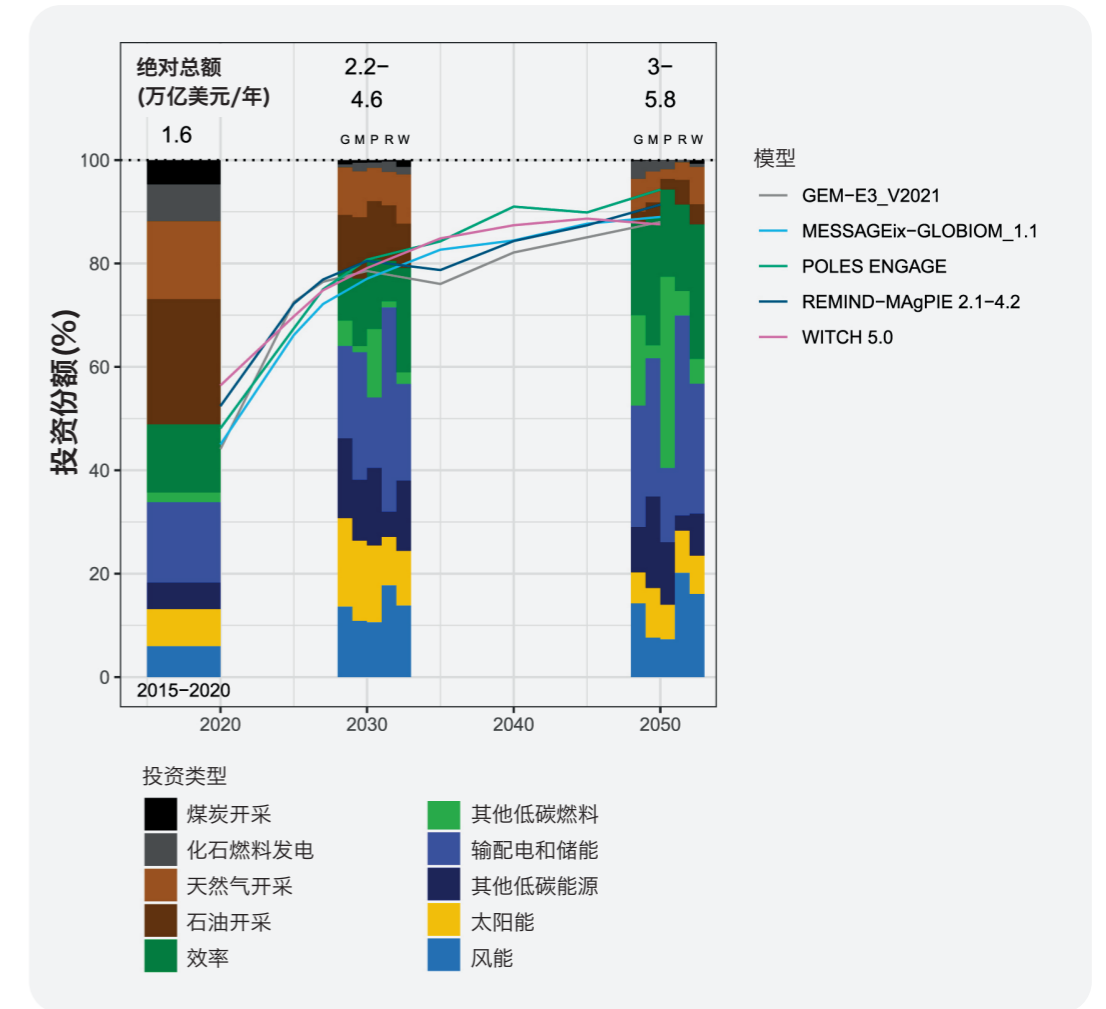
图 4: 所有升温在 2°C 或以下的场景中的碳排放。红线表示超调和净负排放场景。蓝线表示很少或没有温度过冲的净零预算场景。灰线表示 NDC 场景。



投资翻倍

另一项研究详细考察了能源系统转型所需的投资。预算为 1000 Gt 的场景(图 5)要求 2025 年至 2030 年间, 每年对低碳能源的投资需至少是 2020 年的两倍。这些投资大部分用于太阳能、风能、电网和储能。升温限制在 2°C 以内的所有场景都需要迅速淘汰煤炭并大幅减少石油和天然气用量。除了电力系统需要碳去除技术外, 其他领域也可能需要净碳。一种可能性是通过直接电气化来实现。对重工业等难以减碳的行业则意味着要间接使用可再生能源, 这就需要对绿色氢能进行大量投资。

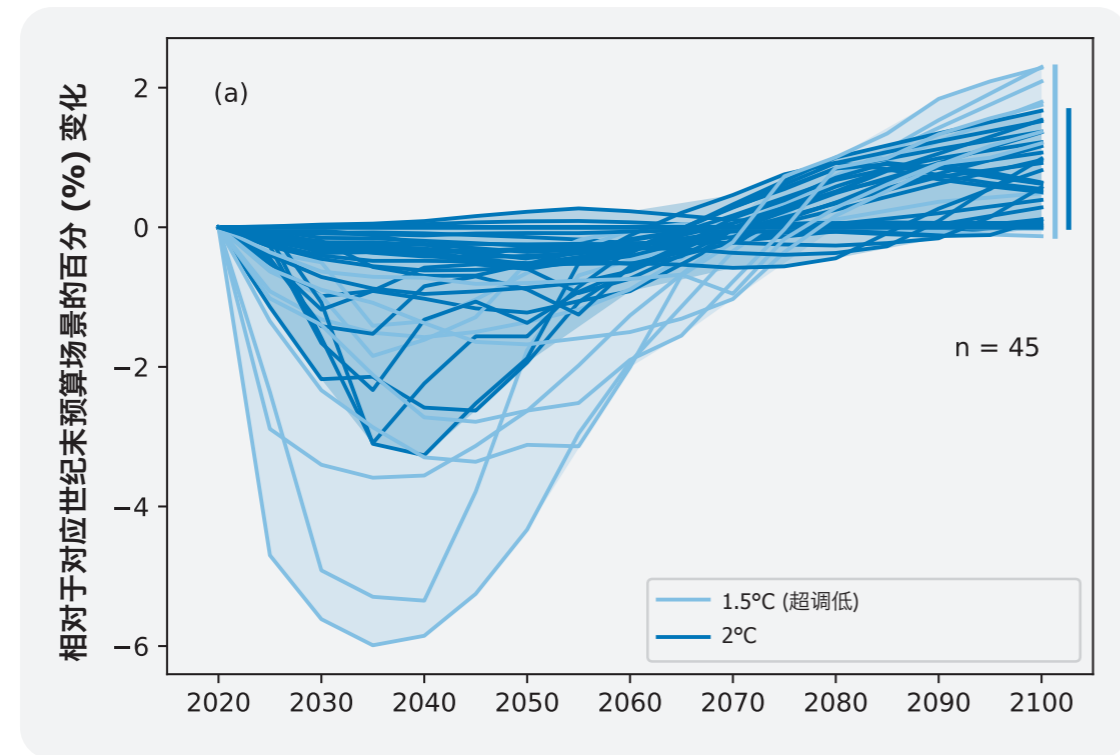
图 5: 对所有领域在 1000 Gt 净零预算场景下的投资预测



经济上的回报

避免温度过冲可以带来长期的经济效益。在未来几十年里，雄心勃勃的早期缓解措施所需成本意味着全球GDP 预计将低于净负排放路径(图 6)。然而，在本世纪后半叶，随着GDP 在避免二氧化碳净负排放且不会出现温度过冲的路径中上升，情况将发生逆转。部分原因是超调场景必须通过持续提高碳价格来维持净负排放。这是一个保守的结论，因为它不包括气候变化带来的经济影响。在出现升温超调的情况时，这种影响将使 GDP 进一步下降，进而更有必要加速采取行动。

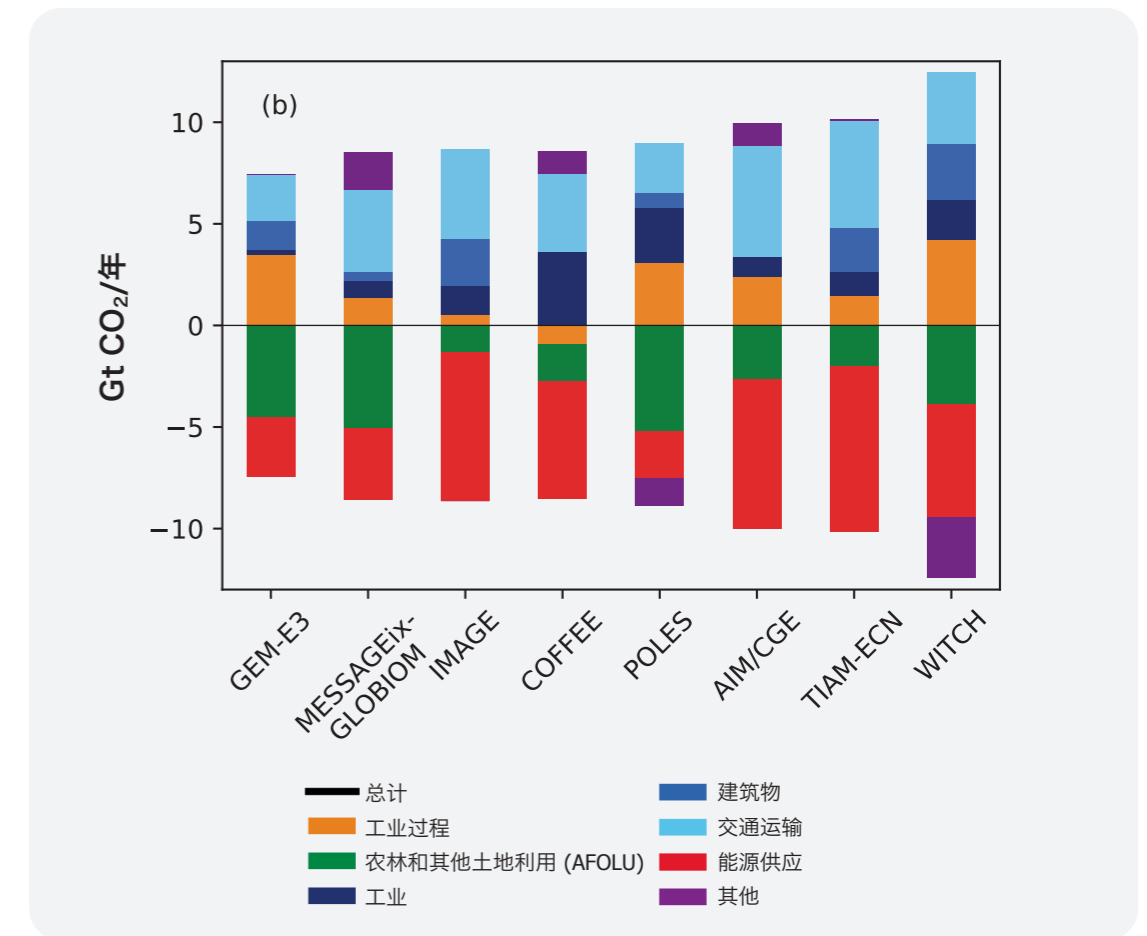
图 6: 净零预算场景(无超调)与依赖净负排放场景的全球GDP 差异预测。长远来看，净零预算的GDP 将更高。



对碳去除的需求

碳去除仍是需要的。即使在不直接依赖净负排放的场景中，从大气中去除二氧化碳也能在短期内加速碳减排，并抵消水泥制造等减排困难行业的残余排放。根据这些场景中的模型预计，在 1000 Gt 碳预算下实现净零可以达到每年去除 5 至 10 Gt 碳的成果(图 7)。一些模型倾向于造林和再造林；一些则青睐碳去除技术，尤其是具有碳捕获和存储功能的生物能源；另有些模型更倾向在两者之间追求平衡。

图 7: 1000 Gt 净零预算场景下达到净零排放时各领域的排放量。所有模型都对能源领域的负排放要求量巨大，以抵消其他领域的排放。



此部分所依据的出版物如下，

Riahi, Keywan, Christoph Bertram, Daniel Huppmann, Joeri Rogelj, Valentina Bosetti, Anique-Marie Cabardos, Andre Deppermann, et al. "Cost and Attainability of Meeting Stringent Climate Targets without Overshoot." *Nature Climate Change* 11, no. 12 (December 2021): 1063–69. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01215-2>.

Bertram, C., Riahi, K., Hilaire, J., Bosetti, V., Drouet, L., Fricko, O., Malik, A., Nogueira, L.P., et al. (2021). 实现巴黎协定目标的决定性十年中关于能源系统的发展和投资。环境研究快报 16 (7) 074020. [\[pure.iiasa.ac.at/17288\]](https://pure.iiasa.ac.at/17288)

5. 具备可行性的碳减排路径

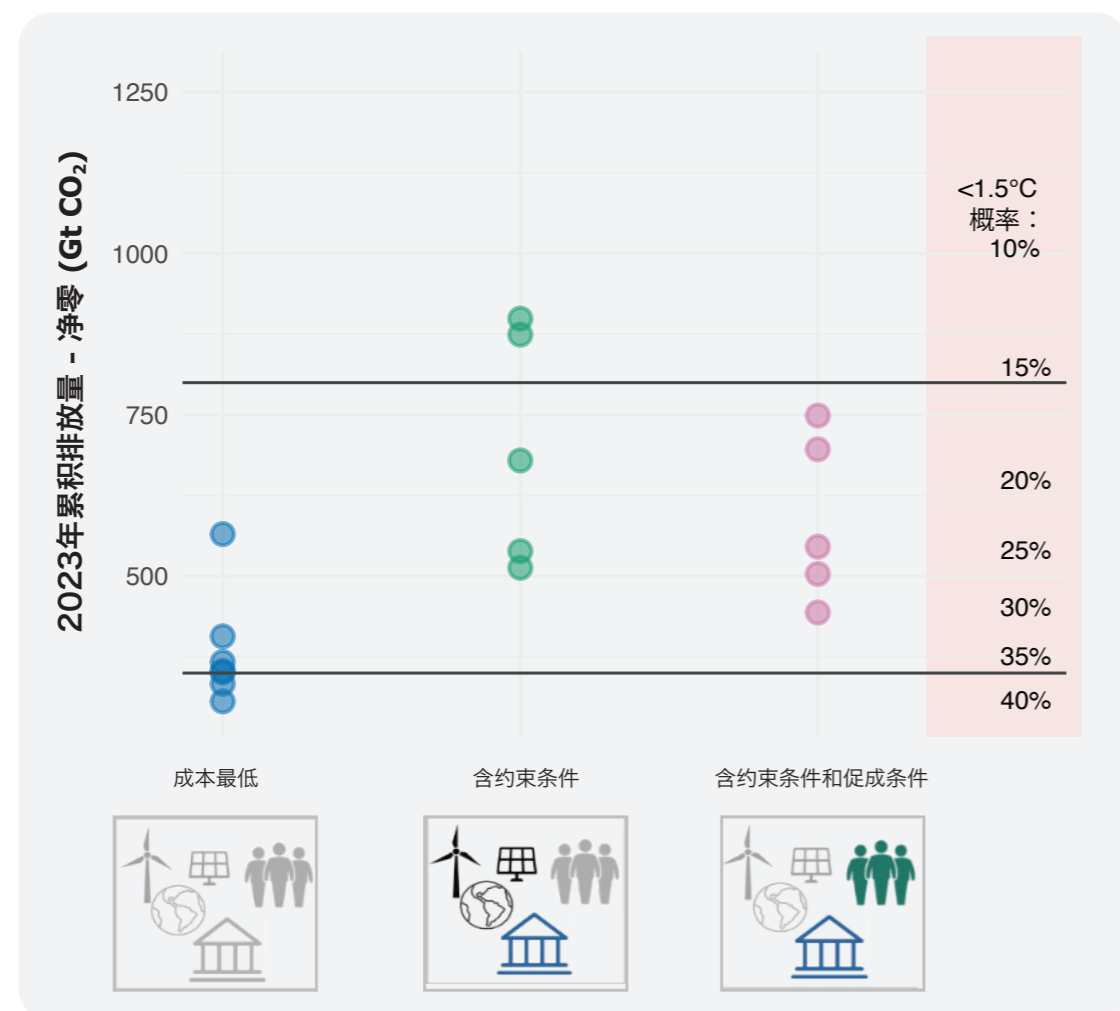
这项新研究采用了可行性概念(详见章节 3)并显示全球升温可能会超过 1.5°C，这在很大程度上是由于制度能力不足。降低能源需求和电气化是控制热能的两种选择；突出制度能力的薄弱可能会更加有效。

正如章节3中所讨论的，ENGAGE 项目开发了用于评估自然资源、技术、行为和制度可行性问题的框架(详见图 1)。该框架已应用于8个不同的 IAM模型中，用以探索实现雄心勃勃的气候目标的可行性。

事实证明，制度约束是最重要的。多项实证研究表明，碳税和逐步淘汰煤炭等多项气候政策的落实效果受制于制度能力。为了体现出这一约束，研究首先预估国家的制度能力，正如章节 3 中所讨论的，制度能力通过实证表明了与其人均 GDP、高等教育水平和教育性别平等的相关性。随后，这些模型将碳价格和减排速度设定为衡量制度能力的函数并设置相关限值，随着治理水平在时间推移中的提升而进一步变化。

这些研究还从技术和地球物理学的角度审视了约束因素。通过查阅广泛的文献，他们对以下几方面内容设定了合理的限值：生物质能源生产；地质构造中可储存的二氧化碳总量；以及不同国家和地区发展太阳能、风能和其他低碳技术的预计速度。

图 8: 各个模型的碳预算结果及其保持在 1.5°C升温以下的概率。实心图标表示该场景考虑了统一的技术和地球物理约束(黑色科技物)、制度约束和差异化(蓝色建筑)、以及能源需求和电气化的社会推动因素(绿色小人)，而灰色半透明图标仅表示模型的默认假设。



1 根据气候模型，升温为 2°C 的场景中，二氧化碳排放总量自 2023 年以来的预算约为 800 Gt，因此，有 66% 的可能性将升温控制在 2°C 以下。对于 1.5°C 的升温控制目标，需要达成 350 Gt 的排放值，或者实施每一模型仍可实现的成本最低排放路径。在这两种情况中，预算都是在达到全球净零排放之前确定的，以限制峰值温度。

2 这些模型从 2023 年起需努力达到 350 Gt 的排放量目标，而实际平均值约为 440 Gt，这使得升温控制在 1.5°C 以内的可能性不到 40%。

做好准备

这些可行性约束条件使得实现巴黎协定目标变得更加困难。如果不进行重大的系统性变革，全球不太可能将升温峰值控制在较工业化前仅高出 1.5°C 的范围内。研究重点是两个温度目标：2°C 和 1.5°C¹。自 COVID-19 疫情结束以来，全球碳排放量在过去两年内不断增加，要实现更为严格的目标变得更加困难。即使不施加可行性约束，这些模型也很难实现这一目标²，因为在基础设施中用更清洁的技术来取代高碳能源存在惰性 - 将升温峰值控制在 1.5°C 以下的可能性不到 40%。加上对制度、技术和地球物理学的可行性限制，模型显示这一概率会降至 10-25%。

这一情况可以通过两个假定推动因素来改善：比模型设置的默认假设更低的能源需求和更高的电气化程度。但它们的效果有限，只能提高 5 到 10 个百分点。

假设约束因素和促成因素均会导致预计的温度中值超调 0.2°C，那么，就需要做好至少能够适应这种变暖程度的准备，并准备好在达到净零排放后通过碳去除技术再次降低温度。这意味着将残余排放量减少到尽可能低的水平，并扩大碳去除技术的规模。

做到节约

减少能源需求将能够使高治理水平的国家承担起更多的碳减排责任。虽然未必足以达到 1.5°C 的目标，但它或许有助于从温度过冲中恢复。全球气温每降低 0.1°C 都需要从大气中去除约 2200 Gt 的二氧化碳(约为目前年排放量的 5 倍)，这将需要大量的能源。减少其他领域的能源需求也可以为这项工作留出更多的能源空间。富裕国家率先减少能源需求能够为其他国家提供参考借鉴，从而提高全球碳减排的中长期可行性。

负起责任

能力越大的国家责任也应越大。最低成本的场景预计大多数缓解措施会发生在制度能力较差的国家，这些国家的缓解措施往往成本更低。制度约束转移了这种责任。在 ENGAGE 项目的研究中，具有可行性约束的场景将大多数近期缓解措施分配给了制度能力较高的地区，例如欧盟、北美和太平洋经合组织。这些国家应在 2040 年之前削减 80% 以上的排放量以实现远低于 2°C 的升温峰值目标。这些场景还显示，中国的减排份额需从 2040 年起不断增加。

这减轻了世界其他地区(尤其是最贫穷国家)的巨大压力，在包括所有可行性约束的升温 2°C 场景中，成本最低的场景预计到 2050 年的减排量需要达到 44%，而不是 68%。

扩大杠杆

缓解气候升温面临的最重大挑战是制度能力，强化这一能力可能是改善状况的最有效手段。该研究还检验了两种治理场景：一种是碳价格峰值但对减排不设限制，另一种是碳容量不随时间推移而改变。这些场景揭示了碳预算的巨大变化，跨度达数个 Gt 数级。

因此，加速全球气候行动的有效方法可能是能力建设和知识转化，重点关注那些具有高缓解潜力国家的制度能力。技术转化仍很重要，因为增加技术在全球范围内的成本竞争力可以加快气候缓解的扩展。

此部分所依据的出版物如下，

此部分的研究由 Christoph Bertram (PIK/马里兰大学), Elina Brutschin, Keywan Riahi 和 Bas van Ruijven (IIASA) 领导。该工作成果发表于 2023 年 8 月欧盟委员会的一份内部报告中。

即将出版的文件预印版将发布于 www.engage-climate.org

6. 可比较的各国减排路径

ENGAGE项目汇集了一组全新的标准化国家场景结果，首次对不同国家的气候变化目标进行直接比较。这一项目揭示了全球范围内行动上的差距，衡量了各国目标的公平性，并明确了针对性的挑战。

实现全球目标需要各国的行动

实现巴黎协定的全球气候目标需要在国家层面采取行动。量身定制的国家场景对气候政策提供信息输入极具价值，但很难将它们进行比较。他们具有不同的假定条件，并且很少在公开的学术论文中发表相关内容。ENGAGE 项目开发出一套新的标准化国家场景并进行比较。各国建模团队都被要求运行一个现状例行场景和一组气候缓解场景，涵盖2050年的各种减排措施 - 在理想情况下以10%的增量从10%运行到100%(相对于2010年的排放量)。

使用这些标准化场景可以在给定的缓解水平下对每个国家的能源和用地系统进行公平比较，具有多重益处。

短期下滑

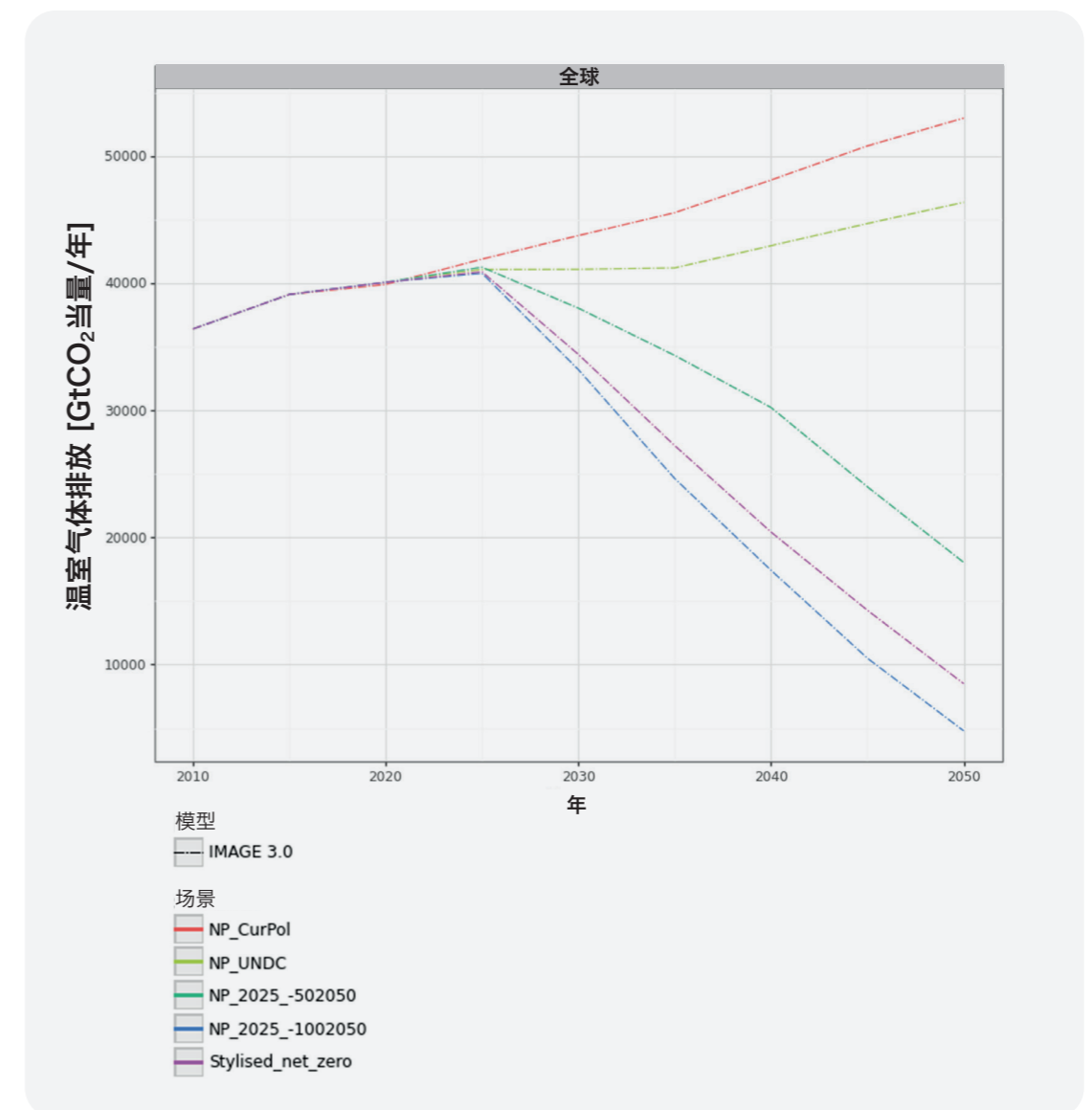
比较结果表明，短期政策与长期缓解的目标追求并不相符。

我们比较了九个国家的标准化场景组。每组包含有一个深度缓解方案，方案遵循该国公布的长期缓解策略(如有)；若没有这一策略，则使用基于国家收入的目标(高收入国家减排100%，中等收入国家减排80%，低收入国家减排50%)。

分析表明，如果每个国家都遵循其长期深度气候缓解路径，全球碳排放量将足够低到能够实现巴黎协定目标的程度，升温将远低于2°C(基于全球综合评估模型 IMAGE 得出的结果)。

团队另根据各国到2030年的短期气候承诺制定了一个场景：无条件的国家自主贡献(NDC)。九个国家中，有七个国家的自主贡献度明显与深度缓解路径不一致，有时候排放差距相当大。如果每个国家都遵循其现有的无条件NDC，将会导致全球排放量升温轨迹远高于要求的2°C(图9)。

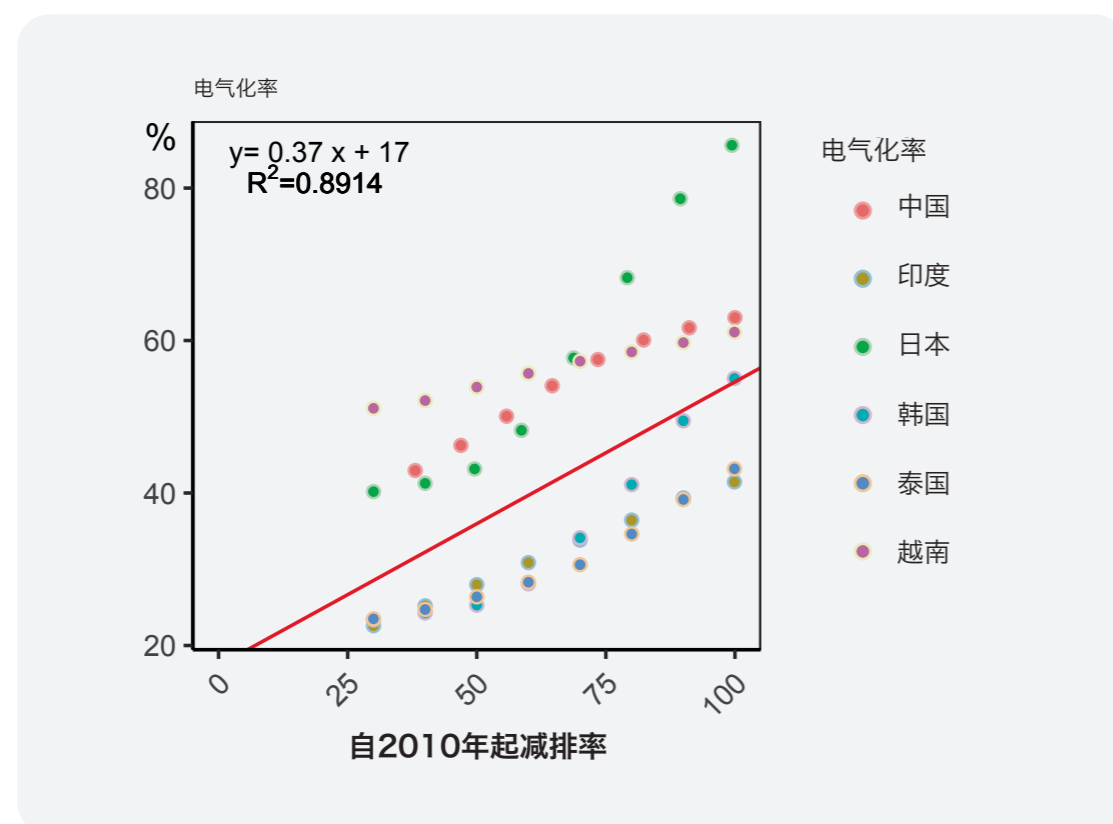
图 9:
根据新标准化框架中规定的场景排放模型。



经济失衡

对于自然资源、制度和政府、经济发展和创新能力不同的国家，给定的缓解水平可能会对国家产生截然不同的经济影响。我们在此展示了 ENGAGE 项目中缓解措施对于六个国家 GDP 影响的结果：中国、印度、日本、韩国、泰国和越南。国家间的差异显而易见。例如，印度如需达到仅 30% 的目标，就需要面临比韩国 100% 减排目标更严重的 GDP 损失(图 10)。这些不平衡的结果可用于判断供选择的努力共担场景的经济公平性，揭示出，发展中国家的碳减排经济水平相当于发达国家的碳中和水平。

图 10: 所研究的六个国家的 GDP 损失(%)与碳减排量。额外减排 10% 将导致 2050 年 GDP 平均损失 0.5%。

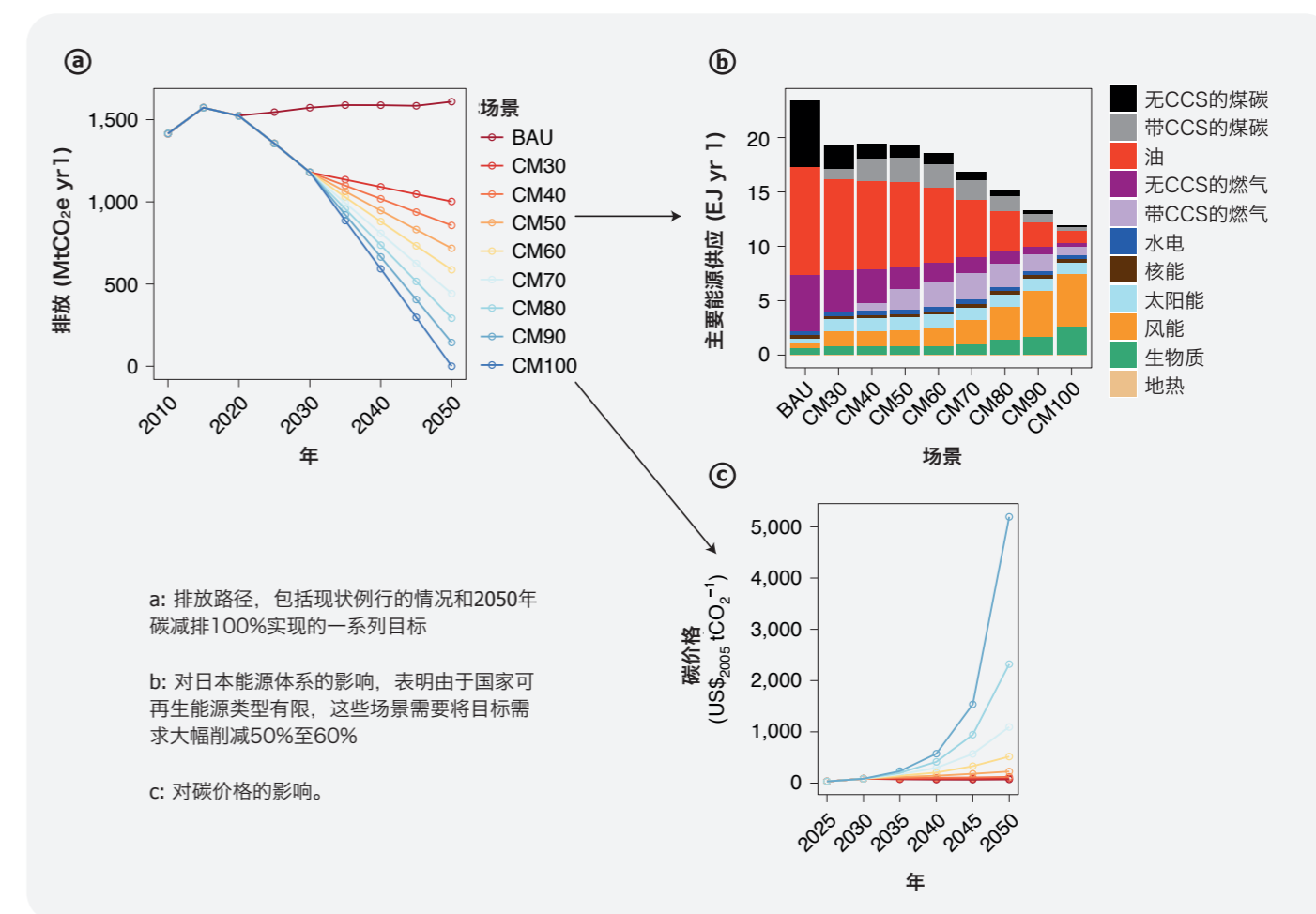


这类观点还可以揭示出哪些地方需要特殊的解决方案。例如，在这项研究中，部分国家认为即使是适度的缓解措施也会对 GDP 产生显著影响。

发展中国家可能需要国际合作和援助。如果是富裕国家的成本特别高，则建议采用不同的解决方案。对日本的国家研究发现，由于该国太阳能和风能潜力有限，碳价格预计达到 500 美元的目标难以 100% 实现(图 11)。这种情况下，日本可以将其碳减排工作外包，在财政上支持其他国家来代表日本实施更具成本效益的碳减排措施。

这些结果还表明，各国最具成本效益的缓解方式有很大差异。在另一项研究中所比较的 9 个国家 2050 年能源结构预测具有明显差异。预测中，有些国家的主要低碳能源将由生物质能、核能或水力发电构成，而非太阳能和风能。

图 11: 日本国家场景比较



更广泛的参与

上述框架可以鼓励部分国家提高建模能力，并考虑在原有考量基础上更大幅度的削减 - 这可能揭示出，更高的目标追求比预期更容易实现。然而，这还需要进一步能力建设和政府支持。

此部分所依据的出版物如下，

Fujimori, S., Krey, V., van Vuuren, D., Oshiro, K., Sugiyama, M., Chunark, P., Limmeechokchai, B., Mittal, S., et al. (2021). A framework for national scenarios with varying emission reductions. *Nature Climate Change* 11, 472-480. [pure.iiasa.ac.at/17229]

van Soest et al. (2021). 考虑现行政策、NDC 和长期策略的碳减排路径国别报告。提交给欧盟委员会的内部报告。

7. 实现巴黎协定和格拉斯哥气候协议目标的合理路径

一个关键问题是，我们所追求的目标(国家自主贡献和净零目标)距离巴黎协定的目标还有多远？回答这个问题比简单地承诺的排放量相加要复杂得多。首先，许多国家没有设立 2030 年之后的目标。即使已有“到本世纪中叶实现净零排放”的承诺，这些国家也没有具体说明实现这一目标需要实施哪些排放路径。基于此，利用综合评估模型有助于计算合理的排放路径，并体现出哪些技术和缓解方案最有可能最大限度地降低成本。

为了绘制全球碳排放矢量图，本联盟使用了几种不同的综合评估模型，考虑了经济、行业、土地利用和其他全球体系。通过给定一组特定政策或其他假设，由这些模型计算出随时间推移可能的碳排放情况和气候影响。

七种场景特征

该项目中的每个全球模型都适用于应对七种通用场景：

2°C 和 1.5°C 场景：模型在不考虑所有政策规定的前提下，计算得出在 2100 年实现上述温度目标的全球成本最低方式。

现行政策：包括所有已实施的气候政策。结果显示，全球碳排放量持续攀升(图 12)，预计本世纪末升温将达到 3.3°C 左右。

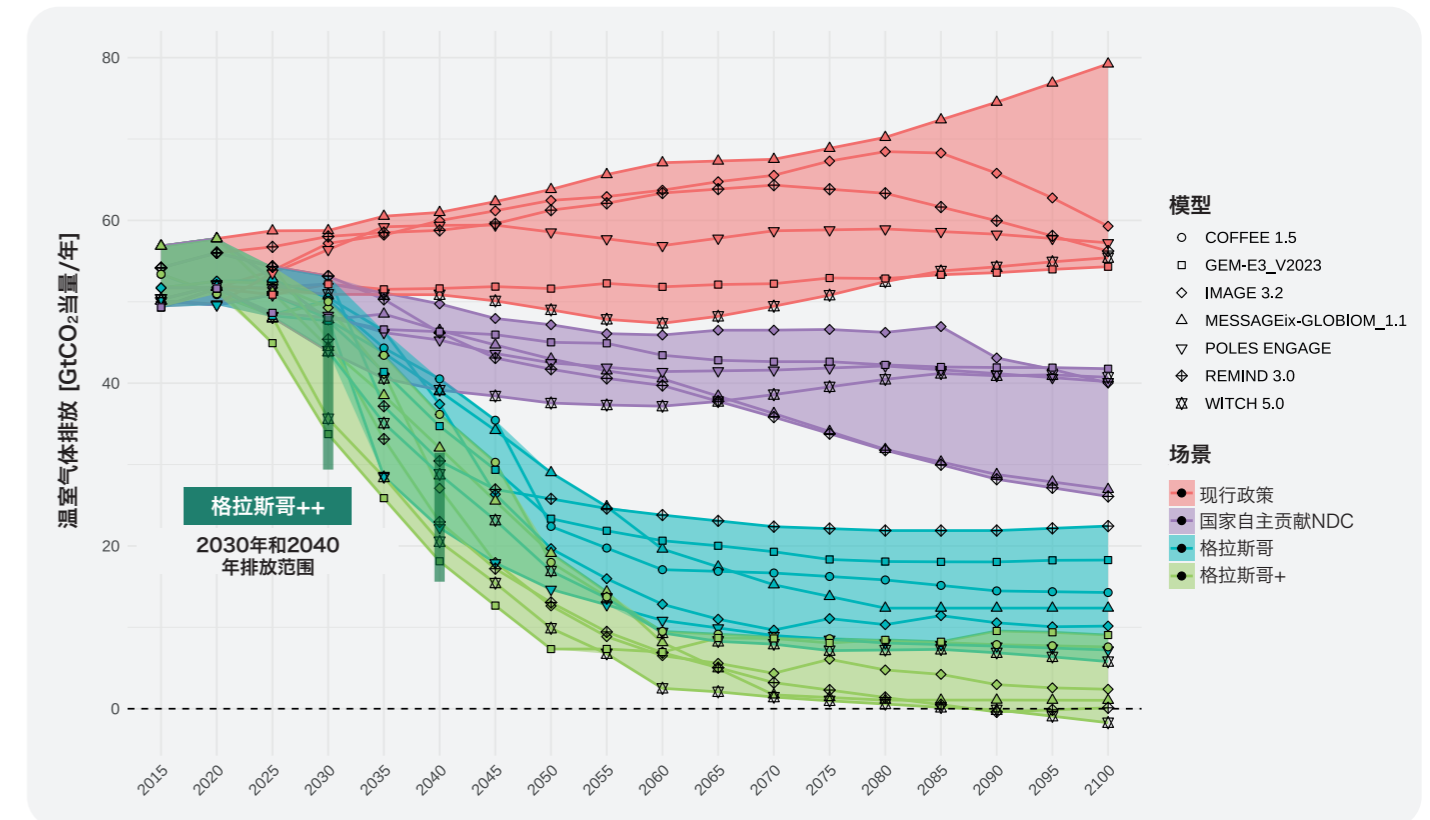
国家自主贡献(NDC)场景：到 2030 年全面实施所有国家NDC且后续实施水平保持稳定。这会限制气候变暖达到约 2.7°C，但仍远高于巴黎协定的目标。另，现行政策下的碳排放量实施情况远高于NDC项目估算，体现出实践与理论值间的明显差距。

格拉斯哥协议场景：全面实践NDC和 COP26结束时宣布的净零承诺。所有模型都表明，COP26宣布的全球碳排放路径比NDC要低得多，这一目标更有野心。然而，距离巴黎协定的目标仍有一定差距，根据模型预测，这种情况下的气温升幅将在本世纪末达到 2.1°C 左右。

格拉斯哥协议+场景：全面落实COP26结束时宣布的净零承诺，并将其覆盖范围扩大到所有国家。对于目前尚未制定净零战略的国家，假设的净零目标实现年根据其收入水平计算得出。净零承诺的覆盖范围扩大到全球所有地区情况下的温室气体排放轨迹将低于 2°C 的目标(升温约 1.6°C)。

格拉斯哥协议++场景：该场景建立在格拉斯哥+场景的基础上，将每个地区的净零目标实现年度提前了 5-10 年。推进这一目标可以在短期内推动更大幅度的碳减排，使其轨迹能够契合 1.5°C 的升温目标。

图 12：
四种场景下的全球排放路径，每种场景都采用了七种不同的模型。温室气体排放量以每年十亿吨二氧化碳当量体现。



缩小差距

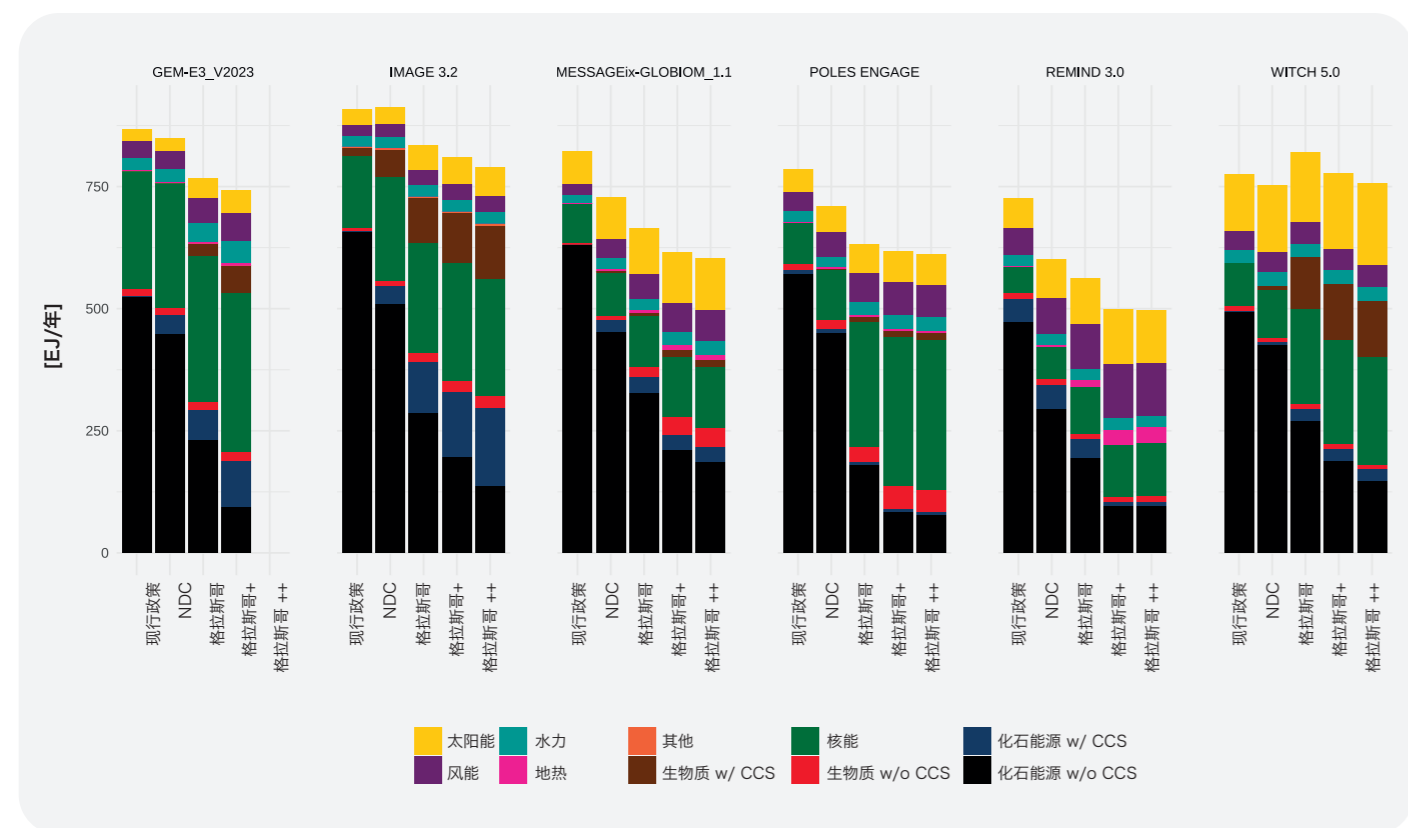
格拉斯哥场景与 2°C 升温目标之间的差距很小，但需谨记，巴黎协定中的升温目标远低于 2°C。研究结果表明，若能提高国家和全球的雄心斗志、扩大净零承诺在更多国家的覆盖范围、并及时提前气候目标实现年，那么，缩小格拉斯哥协议目标与巴黎协定的 1.5°C 目标差距是可行的。

这里模拟的格拉斯哥++场景要求逐步淘汰煤炭，快速削减石油和天然气，并进一步扩大可再生能源的使用范围。现有的净零排放承诺意味着可再生能源在 2050 年前需要满足全球主要能源的 40-45% 左右。要实现 1.5°C 的目标，这一比例需要增长到 50-75%。

有些模型表明，其他技术也发挥了作用，特别是碳捕集与封存(CCS)，波浪和潮汐能、以及核能。全球能源平衡分布预测如图 13 所示。

一个关键问题是如何在各国之间分配这些需要额外付出的努力。ENGAGE 项目还研究了各种基于伦理准则的努力共担计划(参见章节 7)。

图 13: 2050 年各场景和模型中的全球主要能源结构

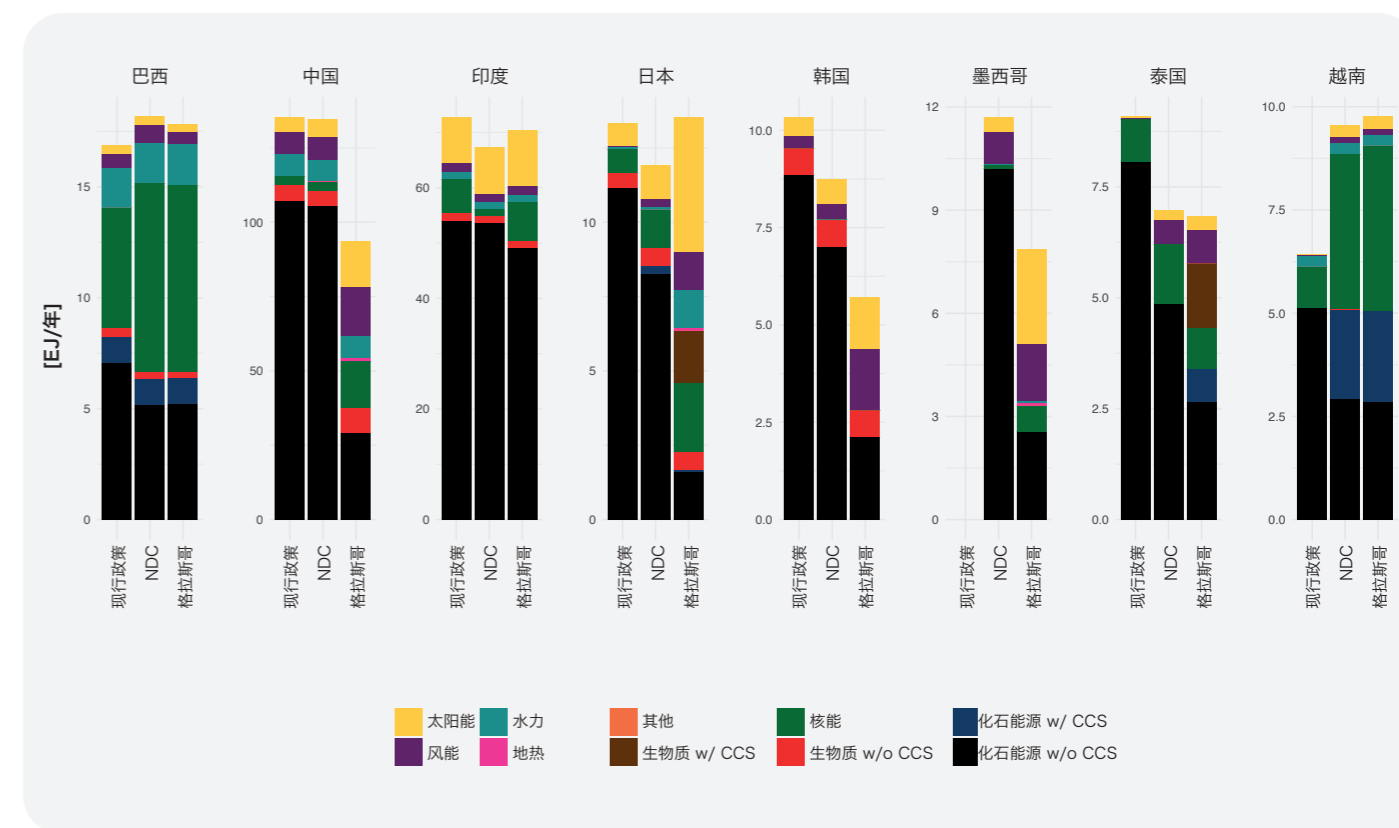


策略对比

实现净零目标需要各国转向更可持续的能源和用地系统。ENGAGE项目开发出了国家建模标准化框架, 以便对每个国家的成本最低缓解策略进行公平评价。

这些国家模型基于本地经济和可再生资源情况, 提出了不尽相同的实现方式(图 14)。例如, 日本将大幅减少石油和天然气的使用与大力投资太阳能、生物质能和风能相结合。中国通过大幅减少煤炭使用并将投资分散到各种低碳解决方案中(包括核能、CCS以及可再生能源)来实现净零排放。巴西、泰国和越南因其可用土地比例较高, 则是增加了对生物质能源的利用。泰国和韩国继续选择使用大量石油。

图 14: 2050 年所选国家的主要能源结构



负起责任, 履行承诺

此项研究表明, 只要各国政府履行碳减排承诺, 近期的净零排放承诺将会是朝着实现巴黎协定目标迈出的的一大步。要真正实现这一目标, 必须进一步提升全球摆脱化石和可再生能源的追求 - 或许, 通过国际合作, 更多的国家将会站出来承诺实现净零排放, 并进一步努力, 按期实现气候目标。

此部分所依据的出版物如下,

此部分的研究由Isabela Schmidt Tagomori, Michel den Elzen, Detlef van Vuuren (所有PBL 荷兰环境评估机构), Fabio Amendola Diuana和Roberto Schaefer (COPPE)领导。该工作成果发表于2023年6月欧盟委员会的一份内部报告中。

即将出版的文件预印版将发布于 www.engage-climate.org

8. 探索实现巴黎协定目标的努力共担选项

简介

实现巴黎协定的气候变化目标需要为开展大量缓解行动付出努力。为了找出这些行动可能的形式和地点，需要设计相应场景，以尽可能降低全球经济成本。然而，这些方法可能对发展中国家的要求更高，而这些国家在碳减排方面可用的资源往往最少，并且对过去产生的碳排放最不需要负责。

反之，全世界需要考虑支付能力等伦理性的原则，找出各国间共担所需付出努力的办法。否则，实现全球合作的希望渺茫。

ENGAGE项目基于一定范围的伦理原则，探索出了多种努力共担方案。

伦理范围

针对努力共担方案的讨论已开展了数十年。是否有公平、可负担且可行的方式来分担缓解措施的责任呢？在ENGAGE项目中，国家和全球团队通过综合评估模型进行全球和各国的排放及成本评估。

研究中的每一种共享方法都反映出了一项或多项伦理原则，如平等、对历史排放的责任、及缓解措施的实施容量。模型化的指标包括：

- **支付能力 (AP)** - 其缓解程度取决于人均GDP
- **人均直接排放量 (IEPC)** - 人均排放量相同
- **人均趋同 (PCC)** - 到2050年人均排放量趋同化至同一水平
- **溯往原则 (GF)** - 未来国家排放量与历史国家排放量比例¹
- **温室发展权 (GDR)** - 一个包括历史排放量、人均GDP和收入分配的公式，反映了责任和实现承诺的能力

这些指标首先在假定每个国家都必须实施与自身符合的缓解措施这一前提下的国家场景中进行模型化。随后，指标在全球场景中进行检验，富裕的国家可以为发展中国家的缓解行动支付费用(在较为便宜的情况下)。

还有两组场景可以预见全球各国选择混合性的方式：一组中的国家选择需付出努力交低的方案，其他国家则组成一个气候俱乐部，采取雄心勃勃的行动。

为了进行比较，这些模型还生成了反映现行政策、当前国家自主贡献(NDC)和成本最低缓解方案的场景。为了实现巴黎协定的目标，所有场景都将严格遵循全球排放路径²，以期将升温峰值限制在1.7°C左右。

¹ 虽然这一原则在普适意义上不符合伦理准则，但在此处采用的原因是它已应用于多个排放交易计划。

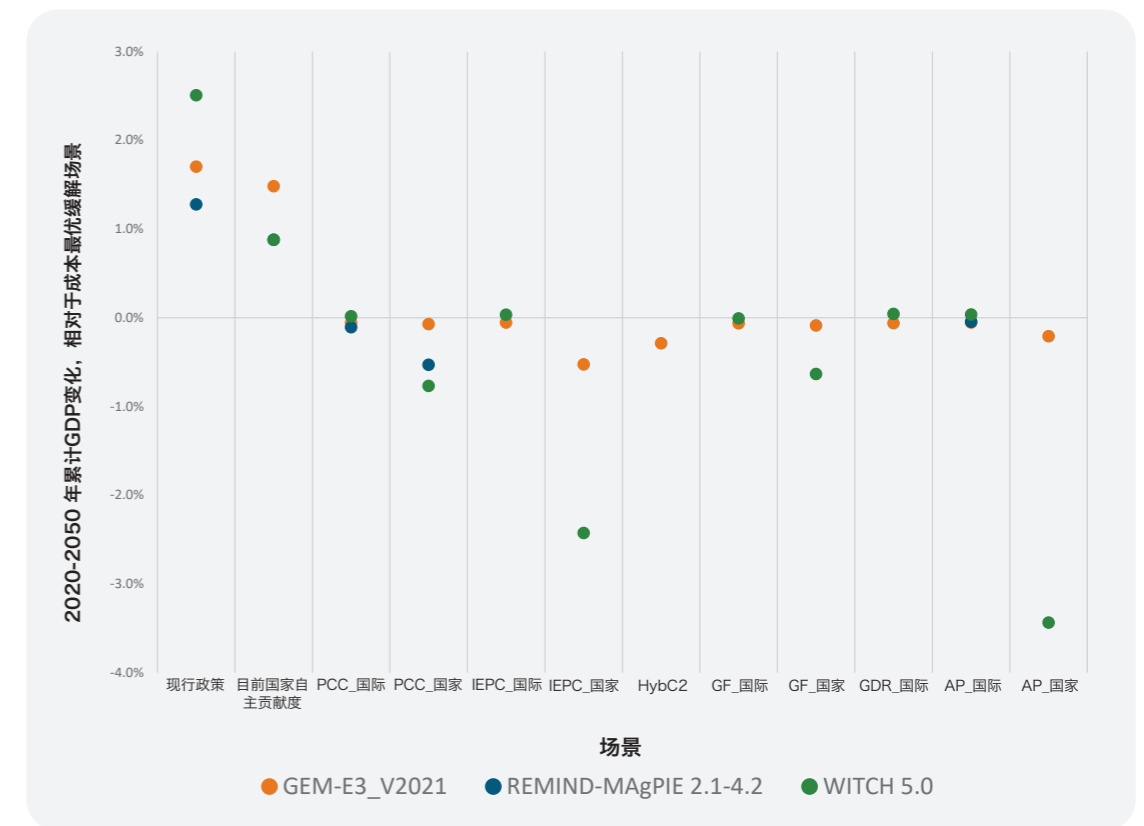
² ENGAGE 项目中制定的具体路径是通过早期的快速缓解措施而非依赖本世纪后期的负排放来满足 800 Gt CO₂e (8000 亿吨二氧化碳当量)的总排放目标。Riahi, K. Bertram, C. Huppmann, D. 等人 (2021)。在没有超调的情况下满足严格的气候变化目标的成本和可及度。自然气候变化 11, 1063–1069. doi.org/10.1038/s41558-021-01215-2

低成本

衡量经济成本是基于其在 2020 至 2050 年间全球累计 GDP 的影响水平(图 15)。在国家场景中，所有模型均可承担PCC。与以成本最低为原则的缓解方案相比，GDP 减少不到 1%。IEPC 和 AP 的成本尚不明确。一种模型中显示出与PCC类似的低成本；另一项目的预计可观成本则只占GDP的百分之几。GF 与 PCC 的成本水平相似，但在伦理上存在争议，因为其有利于历史排放量大的国家。这些模型根本无法使 GDR 发挥作用，因为它要求发达国家快速减少碳排放(在 2030 年初达到负排放)。

当国际碳排放交易开放时，其对GDP的影响接近于零，因为缓解措施将主要发生在成本最低的地区。问题在于，这需要每年数千亿美元的巨额国际开销。发达国家未必愿意转移这么多资产，也未必愿意依赖其他国家来履行本国对气候变化的承诺。

图 15: 努力共担方式和治理方案的全球缓解措施成本，通过最多三种不同的模型计算得出。所有数据均通过 2020-2050 年累计 GDP 相对于成本最低缓解措施的百分比变化计算得出。



加入俱乐部

如果全球碳排放交易被证明不可行，那么混合性方式可能成为下一个选项：许多国家选择走自己的路，而其他有意愿的国家则通过组成气候俱乐部来弥补差额。

ENGAGE项目为两种混合方式进行建模。假设气候俱乐部之外的国家做出最小力度的贡献(即，从基于dom治理框架建立的五种模型中选择贡献度最低的一种)，气候俱乐部则承诺缩小全球 NPI2020_800 排放路径中的排放差距。那么，为了在俱乐部内实现成本最低的碳减排，排放量需以共同的碳价格进行交易。这种情况下的金融转移远低于全球碳排放交易场景中的金融转移。

这种模式在俱乐部规模足够大时才能够起到效果。一种场景下，俱乐部吸纳了那些(截至 2021 年 12 月)承诺于2050 年实现净零排放的国家，相当于当前全球温室气体排放总量的 40%。而模型无法实现上述场景，因为所要求的俱乐部成员国减排幅度过大，在技术上不具可行性。

第二种混合性方式将俱乐部扩大到那些承诺于 2060 年实现净零排放的国家，相当于占当前排放总量 75% 的国家规模。这会更有效并且能够满足 1.7° C 的路径目标，同时对 GDP 的影响极为微小。然而，目前只有一个模型考虑了这种场景会导致的结果，因此，需要开展更多工作来验证这一结论。

合理需求

该研究还包括对个别国家的影响，证实努力共担方案降低了对发展中国家的不公平负担。在纳入考量的所有选项中，巴西、印度、印度尼西亚和南非需要实现的碳减排目标相较于全球成本最低场景中需要实现的目标较为轻松。

即便如此，发展中国家和发达国家都需要增强其缓解气候变化的雄心。在所有国家，每一项努力共担计划都要求所有国家在这个十年内比现有的国家NDC减少更多碳排放。

只要能够实现这一点，研究表明基于公平的缓解方案能够减少发展中国家需要付出的努力，且无需付出高昂的经济成本。这会有助于鼓舞所有国家加入，使向零碳世界的转型更具可行性且更为公平。

此部分所依据的出版物如下，

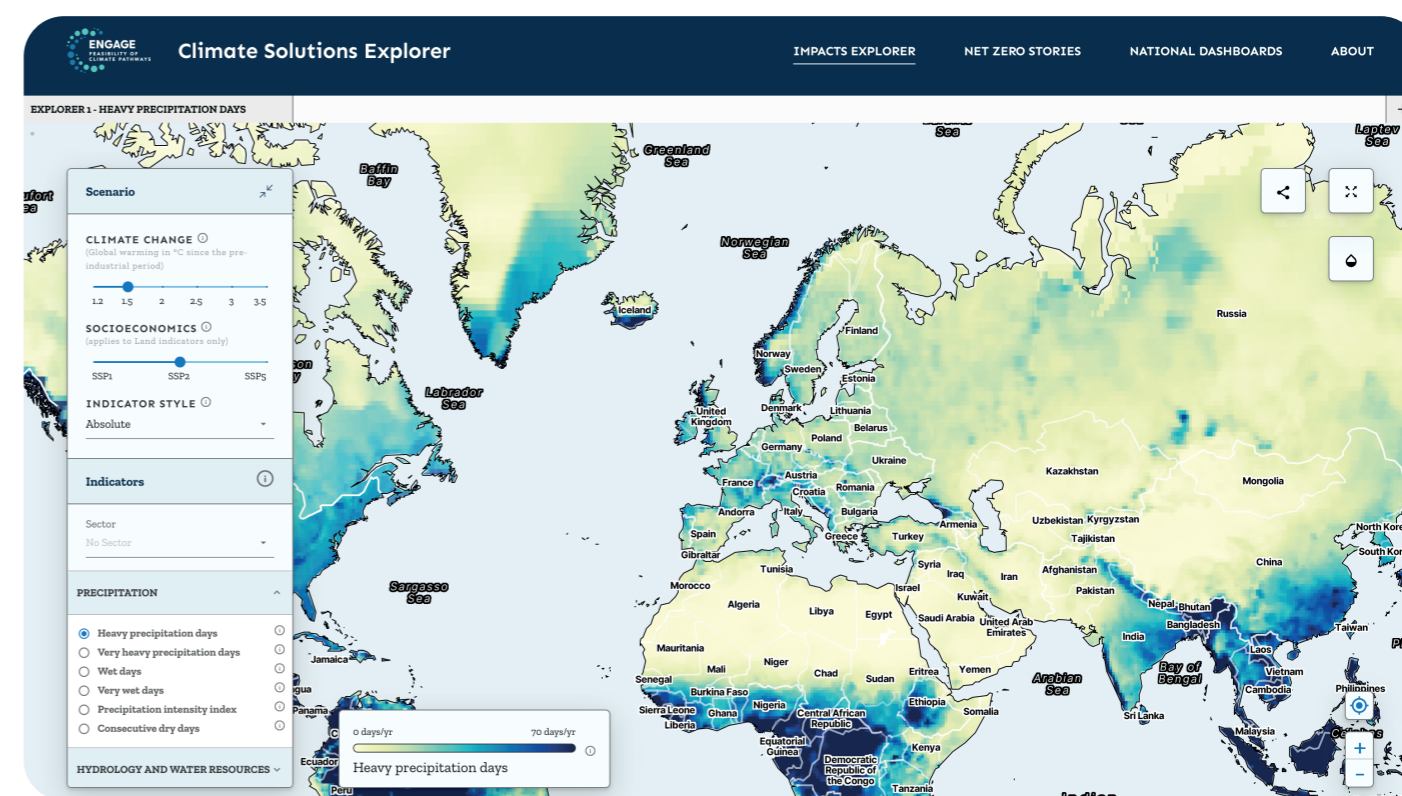
此部分的研究由E3M公司的Zoi Vrontisi和Dimitris Fragkiadakis领导。该工作成果发表于2022年9月欧盟委员会的一份内部报告中。

即将出版的文件预印版将发布于 www.engage-climate.org

9. 政策权衡、协同效益和可避免影响的沟通结果

气候变化解决方案探索者 (CSE Climate Solutions Explorer) (www.climate-solutions-explorer.eu) 展示了关于缓解路径、气候影响、可避免的气候暴露以及净零缓解路径的权衡和协同作用的相关信息。

图 16:
气候变化影响页面截图



增进对气候变化影响和风险的了解及沟通，是为缓解和适应气候变化的政策以及为决策提供信息的关键机制。推而广之，关键的创新点之一在于“可避免的影响”和可避免的暴露框架 - 换言之，如果全世界成功地将全球变暖升温控制在1.5°C以内，那么相较于更高水平的变暖(如2°C或3°C)相比，可以避免哪些影响？依据这样的思路，特别是在国家层面，国家数据库更清晰地展示了缓解温度变化的好处。数据库包含了近200个国家和10个全球宏观区域的单独页面，其内容结合了升温缓解和影响的数据和分析。

这些信息建立在通过最新的CMIP6气候和影响模型进行的最新气候风险分析数据基础上，全球平均升温范围涵盖了1.2°C (当前)至3.5°C之间。全屏互动地图的呈现形式能够对指标、区域和场景进行比较。图 16 展示了来自CSE的页面示例。

即使目标是实现相同水平的碳减排，缓解政策也可以通过多种方式落实。通过选择不同领域制定的缓解政策可以实现政策权衡和产生共同利益，这通常体现在不同的可持续性维度上。对于ENGAGE项目合作伙伴能提供模型结果和案例研究的关键国家，深入的分析内容以“故事”的形式呈现，并以政策简报的形式进行编写，同时也包括交互式图表和地图。它们涵盖了与相关国家或部门关联最紧密的净零转型政策权衡和协同效益的不同角度。



此部分所依据的出版物如下，
此部分的研究和网络工具由Ed Byers (IIASA)领导开发。该工作成果发表于2023年5月欧盟委员会的一份内部报告中。

网站上使用的所有数据都可以下载并附带文档。

10. 吸纳各相关方参与共同合作

气候变化是一项极其复杂的挑战，需要社会为此进行变革。经验表明，实现过程中需要研究界与来自政府部门、非政府组织、企业、金融机构、相关行业、国际组织和民间社会等广泛的利益相关方开展反复和建设性的对话。这样的过程能够强化本地和专业应用在研究中的应用，并且人们在过程中参与也利于他们接受相关结果和观点。利益相关方的参与已经成为欧盟政策制定的一个关键因素，这样相关方能够在政策的整个生命周期内表达他们的观点。此外，这也是负责任的研究和创新工作的关键组成部分。

在利益相关方参与的良好实践方面，一项重要因素是通过成熟的引导为参与者开放地讨论复杂或情绪化议题提供安全空间。这有利于参与者间建立更深层次的联系，以及促进新兴且富有创造性想法的出现。一种被称为“主持艺术(Art of Hosting)”的方法对此有所帮助，它使用诸如非正式互动等方式帮助参与者们放松舒适，这一方法被应用于ENGAGE项目的利益相关方参与中。

ENGAGE项目中，利益相关方参与的两种主要途径为：

- 相关方共同设计和评价**全球**碳减排路径；
- 相关方开展关于**国家/区域**政策和路径的内容对话。

我们开展了9场研讨会：3场全球级别及6场国家/区域级别 (图 17)。前五场研讨会因COVID-19疫情采用线上会议的形式。后四场研讨会为线下会议。

图 17:
项目相关方参与研讨会。
灰色代表全球级会议，蓝色代表国家/区域级会议。

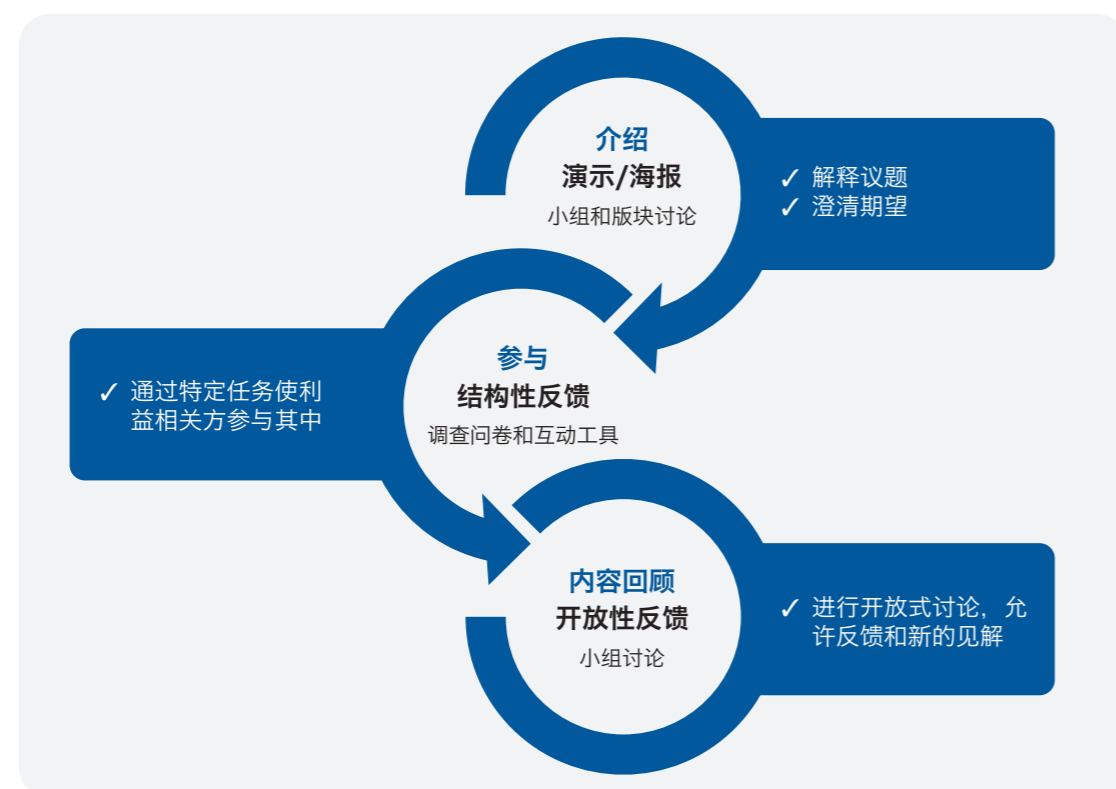


每场研讨会的议程分为介绍、参与和内容回顾，会议中使用各种工具和方法(图18)向利益相关方与会人员介绍议题，尤其是模型结果演示、小组讨论和故事讲述。在两场研讨会中使用了海报。研讨会邀请了知名演讲者进行介绍演讲。

随后，为了让利益相关方参与到我们的工作中，我们使用与关键概念或模型结果相关的调查问卷和互动型工具来收集所有利益相关方的结构化反馈。

最后，以分组讨论的形式提供开放空间来开展内容回顾，收集更为通用的反馈并提供新的见解。

图 18:
研讨会中采用的多种参与形式。



例如，一场研讨会可能以简要介绍模型结果作为开端，展示一系列将升温限制在2°C以内的可能场景。接着，我们可以使用在线工具并结合参与者反馈的调查问卷评估方案可行性。参会的相关方可能会反馈认为部分场景可行，然而其他场景由于技术限制或缺乏治理机制等是不可行的。这样的过程有助于共同设计碳排放场景，因为利益相关方提供的见解会被研究人员采纳。

在每次研讨会后，项目团队的评价对于改进工具和方法发挥了重要作用。尽管我们在多数情况下成功地激发了与参会相关方的双向对话，但是我们也了解到有必要对互动式工具进行调整。例如，我们发现可行性工具的初始版本太过复杂，以致于无法在有限时间内掌握使用方法，因此在后续的线上研讨会对其进行了简化。

我们发现方法和工具结合使用能够带来附加价值。特别是在链接调查、可视化工具、演示和公开讨论中应用情况良好，为利益相关方和项目团队提供了有价值的观点。

其中一个观点是，与会人员认为社会运动、财务和政治领导可以对碳减排产生显著影响。因此，ENGAGE项目在开展之初更加关注碳减排途径工作的社会维度。利益相关方还强调，有必要考虑机构在确定碳减排可行性方面的作用，ENGAGE项目的后续工作也将涉及到这一点。

线下会议的必要性

经验表明，在线活动无法取代实体线下会议在有效开展共同创造碳减排路径方面的作用，或者更通俗地说，无法为复杂的不可持续性问题找到解决方案。

在线对话有一个主要缺点：需要保持简洁。我们发现，在线会议时长须控制在两小时以内，否则多数参会者会提前离开。结果，很少甚至根本没有时间介绍与会人员，也没有机会通过非正式的小组活动来了解其他与会人员。分组讨论也没有足够的时间开展对一个或两个以上的关键问题的讨论或是进行深入的讨论。会议结束时也没有时间进行效果反馈和会议评价。

为了找到并实施能够实现巴黎协定目标的路径，利益相关方需要足够的时间和空间来认识理解不同的观点，必要时进行深入研究，并开启多轮迭代对话。线上会议能够为寻找不可持续性问题解决方案的开放知识系统提供支持，但是也需要更长时间的实体会议作为长期社会学习过程的一部分。

能力建设

共同创造的过程取决于项目管理团队和合作伙伴在项目全过程中投入时间和资源的意愿。因此，项目协调方需要充分理解双向对话的重要性和价值，需要采取的步骤和其在这一过程中发挥的作用，以及通过能力建设和树立榜样来培养所有项目合作伙伴对此的理解。

这需要对合作伙伴开展持续的能力建设，例如，教会他们引导的艺术 - 如怎样提出问题、怎样顾及每个分组的周全、以及怎样简洁地汇报。ENGAGE项目早期与NEW HORIZON项目 (<https://newhorizon.eu/>) 合作举办了关于能力建设的研讨会。会议主要对象是学生而非项目合作伙伴，但它提供了一个有效的能力建设倡议模板，遵循了“主持的艺术”方法。

该项目还体现了对其他利益相关方进行能力建设的必要性。部分研讨会的参会人员表示希望更多地了解综合评估模型是如何使用的，以及模型结果应如何转化。

平台缺失

ENGAGE项目从其他欧盟资助的项目中，汲取了关于设计和实施使利益相关方参与活动的丰富经验。然而，似乎仍缺少一个用于记录利益相关方在活动参与中吸取的经验教训的中央平台，以便为未来项目中设计和实践有效的共同创造过程提供坚实基础。

准备，文化和资金

项目中获得的其他经验反馈包括：

对于线上和线下研讨会，项目团队在相关方活动之前进行详尽准备和会议通报都是必不可少的，尤其是在引入新工具和新方法时。

树立对政策产生积极影响的清晰目标以及项目协调方和合作伙伴的支持对于利益相关方的成功参与也至关重要。

认识到对话意愿所涉及的文化差异十分重要。例如，在回答直接问题时，无论线上会议或是线下会议，所有参与者在过程中建立信任都需要时间，这就需要谨慎的引导。由于认真准备这一过程的必要性以及需要大量合作伙伴充分参与与其他利益相关方反复对话的过程中，因此，充足的资金是十分必要的。

PUBLICAÇÃO NA QUAL ESTE RESUMO SE BASEIA

Jäger, J., Brutschin, E., Pianta, S., Omann, I., Kammerlander, M., Sudharmma Vishwanathan, S., Vrontisi, Z., MacDonald, J., & van Ruijven, B. (2023). Stakeholder engagement and decarbonization pathways: Meeting the challenges of the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Sustainability*, 3. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsus.2022.1063719>

研讨会进一步信息详见 www.engage-climate.org/stakeholders

11. ENGAGE 项目能力建设

除进行科学研究外，提升科研能力是ENGAGE项目的另一个重要目标。ENGAGE项目内部的三种社交和能力建设主要开展方式分别为能力建设研讨会，研究交流项目和ENGAGE暑期学校。

ENGAGE项目的**能力建设研讨会**能够使学术联盟中经验不足的团队从经验丰富的团队那里了解新的方法和实践。能力建设研讨会的主题依据联盟普遍达成共识的议题确定。研讨会的主题包括有将空气污染纳入综合评估模型(IAMs)、改进IAM文档记录、模型验证、建模中的良好实践以及水、能源、土地关系建模。

研究交流项目中，来自全球不同机构的11名年轻学者共同参与项目合作。研究课题包括农业领域向全球综合评估模型的可持续转型、中国航运业中氨的使用以及学习使用开源建模工具等。

与NAVIGATE项目联合举办的**ENGAGE暑期学校**于2023年7月在科莫湖开班，来自包括巴西、中国、黎巴嫩、韩国在内共13个国家的25名学生参加。学校课程由参与ENGAGE项目核心的科学家讲授，课程内容包括IAM的历史及其在气候谈判中的作用、使用IAM模型开展气候政策事前社会经济评估以及向净零排放平稳过渡等。学生们使用IAM输出分析工具开展实操，并为IAM模型开发新的组件。

2023年7月
ENGAGE/NAVIGATE
暑期学校学员及教员



ENGAGE项目能力建设活动材料及录音详见 www.engage-climate.org/capacity-building/

12. 总结

ENGAGE项目的多学科学术团队和应用于整个项目的跨学科方法清楚地表明：

- **现行政策和现有国家自主贡献(NDCs)都不足以使二氧化碳排放量达到接近实现巴黎协定目标的水准。**尽管近期提出的净零目标已是向前迈进的一大步，但对实现长期的气候目标而言仍有不足。为了缩小剩余差距，必须大幅削减对化石燃料的使用，并进一步扩大可再生能源的使用范围。
- **克服对短期可行性问题的担忧能够带来明显的长期效益。**总体而言，快速的行动能够减少可行性问题。制度是缓解方案可行性的主要关注点。集中的国际援助可以发挥显著作用，例如进行教育投资。
- **依赖净负场景可能导致危险的温度过冲水平。**低碳电力投资到2030年时应实现至少翻一倍，以避免超调(预算控制在1000Gt内)。前期投资能够带来长期经济收益。有必要通过碳去除技术来加速碳减排速率并抵消难以减排领域的排放量。
- **全球变暖升温可能将超过1.5°C，这在很大程度上归结于制度能力的不足，因此，全球需为温度过冲做好准备。**减少能源需求有利于增加将升温控制在1.5°C以内的可能性，且对于帮助降低峰值后的温度更为重要。制度能力较强的国家应在短期缓解温度变化方面承担更多的责任。
- **多数努力共担方案仅会导致2050年全球GDP的轻微下降(较成本最低方案相比远低于1%)。**公平的排放交易可以进一步降低成本，但全球成果转化的规模可能会使其不具可行性。成立气候俱乐部能够做到两全其美。发展中国家能够从任何一种努力共担的实现方式中受益。
- **开展利益相关方对话是必要的。**探寻和实施人类活动造成的气候变化解决方案需要研究界与其他各利益相关方之间开展反复和建设性的对话。为了探寻和实践达到巴黎协定目标的路径，利益相关方需要充足的时间和空间来认识理解不同的观点，且必要时应开展深入研究。



ENGAGE 项目出版物：
www.engage-climate.org/publications/

关于ENGAGE项目的更多信息请访问
www.engage-climate.org

作者

Bas van Ruijven, Jill Jaeger, Keywan Riahi, Stephen Battersby, Christoph Bertram, Valentina Bosetti, Elina Brutschin, Ed Byers, Aleh Cherp, Laurent Drouet, Shinichiro Fujimori, Volker Krey, Roberto Schaeffer, Isabela Schmidt Tagomori, Detlef van Vuuren, Zoi Vrontisi, ENGAGE Consortium

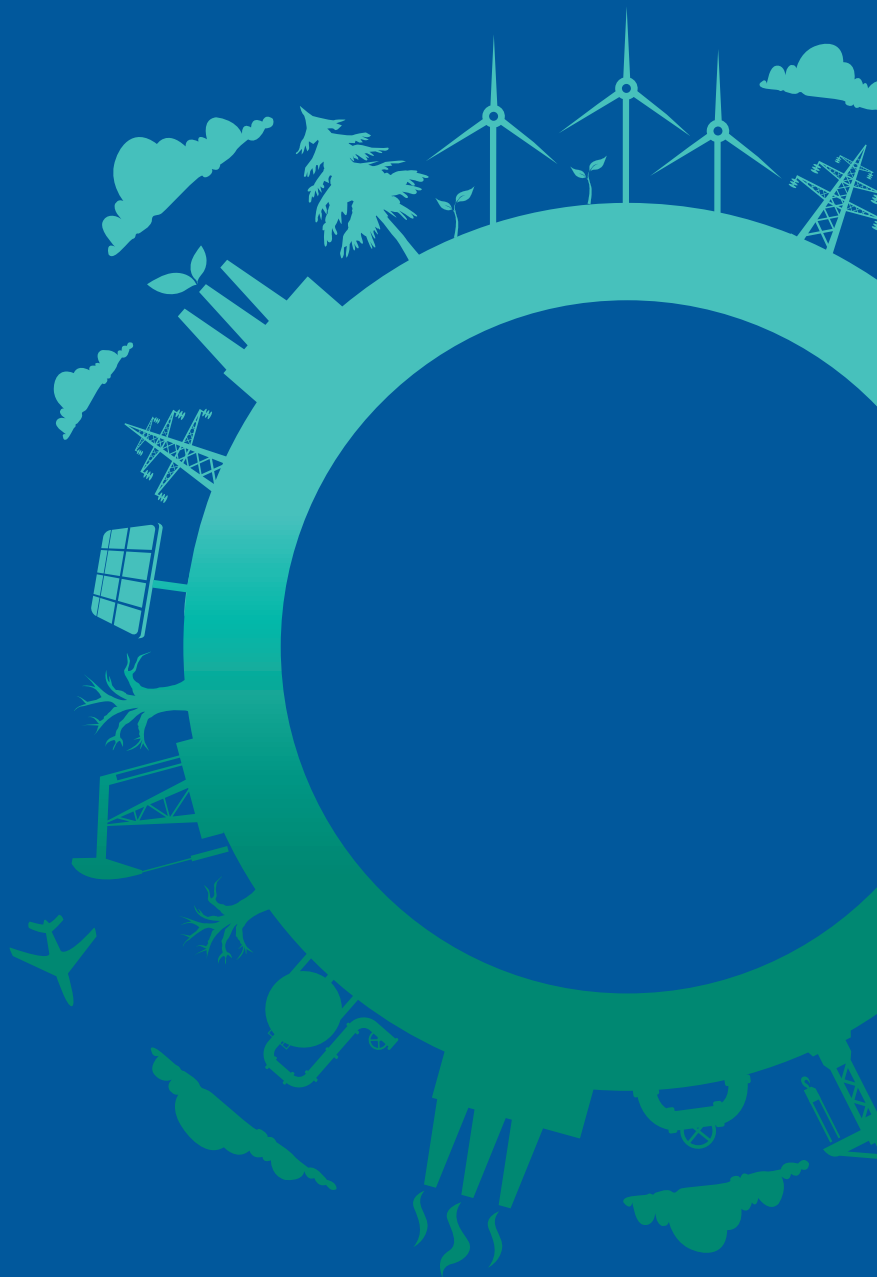
鸣谢

在此感谢来自政界、商界、社会和学术界的所有相关方，感谢他们在一系列相关研讨会中为ENGAGE项目提供的宝贵意见及为此做出的贡献。特别感谢我们的顾问委员会成员 – Prodipto Ghosh, John Weyant, Fu Sha, Joanna Post, Florin Vladu, Alexandra Dumitru, Tom van Ierland, Miles Perry, Katre Kets, Vicky Pollard – 他们为ENGAGE项目研究提供了极具价值的反馈意见，并密切关注项目进程。

免责声明

此ENGAGE项目中，部分为决策者列出的信息和观点仅代表本文作者的信息和观点，不代表欧盟官方意见。欧盟机构、团体或任何代表他们的人或行为都不对使用文中信息负责。





关于ENGAGE项目

该项目已获得欧盟HORIZON 2020研究和创新项目的资助，协议编号821471 (ENGAGE项目)。

© 2023 国际应用系统分析研究所
城堡广场 1号, A-2361 拉克森堡, 奥地利
www.iiasa.ac.at



该项目已取得知识共享署名-非商业4.0国际许可证。
如需用于商业用途，请联系: permissions@iiasa.ac.at

ZVR 524808900