《全球气候损失报告 2026：气候变化经济损失评估》

执行摘要

气候变化正在造成广泛损失，并沿产业链和贸易网络影响未直接受灾的地区。但现有损失核算依然零散，难以充分支持减排和适应决策。本报告评估了极端事件中可归因于人为气候变化的直接与间接损失，并评估了历史排放对全球及各国造成的长期损失，从减损出发，为减缓、适应以及气候变化国际合作提供依据。

与人为气候变化有关的极端气候事件已造成显著的直接经济损失。2010—2025 年，全球六类极端事件的年均可归因直接经济损失约 908 亿美元，占灾害直接经济损失的约 41%。各国在损失规模与相对经济负担上呈现不同分布，一些小型经济体承受的相对负担尤为突出。中国 2012—2022 年四类极端事件的年均可归因直接经济损失约 818 亿元（约 114.5 亿美元）。

直接损失经产业链传导进一步产生间接损失，扩大了气候损失的影响范围和损失规模。按经济流量口径核算，2010—2025 年全球干旱、洪涝和风暴造成的年均可归因直接与间接损失合计约 1597 亿美元，其中间接损失占 52%。中国 2012—2022 年本土极端事件的年均间接气候损失约 896 亿元（约 125.4 亿美元）；2010—2025 年因境外极端事件承受的年均间接气候损失约 49.9 亿美元。

截至 2022 年，由历史排放导致的气候变化给全球造成的累计损失约为 67.27 万亿美元（2022 年现值），约 85%由发展中国家经济体承受。美国及欧盟等发达国家经济体的历史排放给他国造成的损失，远高于其因他国历史排放而承受的损失，合计给其他国家造成了 38.5 万亿美元的净损失。而中国及印度等发展中国家则相反，其承受他国历史排放造成的损失，远高于自身历史排放给他国造成的损失，其中中国净承受的气候损失约 10.83 万亿美元，印度净承受的气候损失约 10.46 万亿美元。

面向 COP31 及未来，报告建议以减少气候损失为导向，推动损失核算成果转化为气候行动：推动发达国家切实落实减排承诺，明确到 2035 年每年至少 3000 亿美元气候资金目标的实施路径；用好适应和损失与损害资金，优先支持特别脆弱的发展中国家；加强各国灾损统计、归因研究及损失评估，支撑发展中国家国内适应规划和产业链韧性合作；深化适应和损失损害领域的国际合作，以减少气候损失、保护发展成果。

作者：王博文，王天鹏，王纪云，滕飞

机构：清华大学能源环境经济研究所

联系方式：tengfei@tsinghua.edu.cn

目录

第一章 气候变化正在造成怎样的损失 **3**

1.1 什么是气候损失 3

1.2 气候损失的构成 4

1.3 本报告评估了哪些气候损失 6

第二章 灾害损失中有多少是人为气候变化造成的 **7**

2.1 全球极端事件的直接气候损失 7

2.2 中国极端事件的直接气候损失 11

2.3 极端事件直接气候损失的国际比较 13

2.4 主要发现与启示 15

第三章 极端事件的间接气候损失与产业链传导 **15**

3.1 全球直接与间接气候损失的规模与分布 16

3.2 中国本土极端气候事件的直接与间接气候损失 18

3.3 境外极端事件给中国造成的间接气候损失 20

3.4 主要发现与启示 22

第四章 谁来为气候损失负责 **23**

4.1 历史排放造成的长期气候损失 23

4.2 哪些国家是气候损失的净施加国与净承受国 24

4.3 中国气候损失的跨国来源 27

4.4 主要发现与启示 27

第五章 主要发现与行动建议 **28**

作者简介 **31**

致谢和责任说明 **31**

术语表（中英对照） **32**

参考文献 **38**

第一章 气候变化正在造成怎样的损失

气候变化正在对全球经济社会发展造成广泛损失。这些损失既表现为极端天气气候事件造成的资产损毁和生产中断，也体现为持续升温、海平面上升等过程对生计、健康和生态系统的长期影响，并可通过产业链和贸易联系传导至未直接受灾的地区与行业[1–3]。认识和评估这些损失，是制定和落实气候行动的重要基础。明确气候损失的规模、分布及其形成机制，有助于评估减缓行动能够在多大程度上避免未来损失、支持经济持续增长，也有助于判断适应措施能够在多大程度上减轻当前和未来的气候冲击、保护发展成果。因此，对气候损失的认识应当贯穿减缓与适应的决策和实施，为确定行动重点、配置资源和评估成效提供依据。

为理解和评估上述损失，本章首先明确"气候损失"的含义，说明其与通常统计的灾害损失的区别，以及损失为何在不同国家和地区间存在差异；随后从风险来源、受损对象和传导方式三个维度，梳理气候损失的主要构成。在此基础上，明确本报告的核算范围：第 2 章及第 3 章评估极端事件损失中可归因于人为气候变化的部分及其沿产业链传导的间接影响，第 4 章评估各国排放导致的气候变化对农业、健康、能源和海平面上升造成的长期损失，并通过国家间双边核算分析损失分布与来源。第 5 章总结本报告的主要发现，并面向 COP31 及后续气候行动，就减缓、适应、气候资金和损失核算提出建议。

1.1 什么是气候损失

气候损失是气候变化对人类社会和自然系统造成的不利后果，既包括资产损毁、生产下降和收入减少，也包括生命健康、生态系统和文化遗产等方面的损失[4]。这一概念涵盖已经发生的损失和未来可能发生的损失，即使采取减缓和适应措施，仍可能存在无法完全避免的损失，其中部分后果具有不可逆性。

已有研究和灾害统计从不同角度反映了气候相关的损失规模。在全球层面，有研究估算，2000-2019 年极端天气事件造成的健康和经济损失中，可归因于人为气候变化的部分累计约为 2.8 万亿美元[5]。在中国，2024 年全国气象灾害造成直接经济损失 3971 亿元、农作物受灾面积 1005.8 万公顷[6]。健康研究估计，同年中国与热浪暴露相关的死亡人数超过 2.01 万例，呈现上升趋势[7]。

未来气候损失的规模则取决于升温幅度、社会经济发展和应对措施等条件。经济合作与发展组织（OECD）报告显示，在不采取进一步气候行动的情景下，到 2060 年，全球年均 GDP 可能比不考虑气候损失的基准情景低 1.0%-3.3%；到本世纪末，这一差距可能进一步扩大至 2%-10%[8]。另有研究估计，当全球平均气温升高 3° C 时，全球平均损失将达到

国内生产总值的 10%，部分较贫穷的低纬度国家损失高达 17%[9]。针对中国的研究也表明，到本世纪末，在部分情景下中国承受的气候损失占 GDP 的比重将超过 3%，其中工业和服务业部门的总产出下降率可能会超过 4%[10]。

理解气候损失，需要明确风险与损失的关系。气候风险描述气候事件或变化趋势可能造成的不利后果及其发生的可能性，气候损失则体现为这些影响实际造成的资产损毁、生产下降、健康受损等后果。气候风险由致灾因子、暴露度和脆弱性共同作用形成 [11]。致灾因子指可能造成危害的气候事件或变化趋势；暴露度指处于影响范围内的人口、资产和生态系统等；脆弱性指这些对象易受损害的程度，以及应对和适应能力的不足。因此，即使洪水或热浪的强度相同，不同地区也可能因暴露度和脆弱性不同而遭受不同程度的损失。

灾害损失与气候损失需要加以区分。在极端事件层面，气象气候灾害造成的全部损失并不等于人为气候变化造成的损失。因为即使没有人为气候变化，自然气候变率仍可能引发极端事件并造成损失；人为气候变化则可能通过改变事件发生的概率或强度，进一步增加或减少相关损失。同时，实际损失规模还受到人口与资产的暴露程度、社会经济脆弱性及防灾减灾能力等因素的共同影响。因此，核算人为气候变化造成的损失，需要从灾害损失统计中进一步识别可归因于人为气候变化的部分。

归因分析是实现区分灾害损失与气候损失的关键方法之一。通过归因分析，将实际情况与“没有人为气候变化”的反事实情景进行比较，可以识别人为气候变化对事件发生概率和强度的影响，并结合灾损数据和相关影响模型，进一步估算其中可归因于人为气候变化的损失 [12,13]。目前，对气候损失的影响渠道和核算范围尚未形成统一认识，不同影响渠道的覆盖程度及模型选择等也使损失评估存在较大不确定性 [4]。

1.2 气候损失的构成

气候损失具有不同的表现形式，可以从风险来源、受损对象及其价值表达方式、影响的发生与传导方式三个维度加以理解。这些维度分别说明损失由何种气候事件或变化引发、哪些价值受到损害，以及影响如何在经济社会系统中扩散。

从风险来源看，气候损失既可能由洪涝、风暴、热浪等极端事件引发，也可能随着长期升温、海平面上升、海洋酸化等缓发过程逐步累积。此外，还需要关注跨越气候临界点所带来的影响，气候系统或其组成部分可能发生显著状态转变，造成大范围、长期且难以逆转的后果（表 1）[10,11]。这些过程并非相互独立，例如海平面上升会加剧沿海风暴潮的危害，而冰盖系统跨越临界点又可能进一步推动长期海平面上升。

表 1 气候损失的三类风险来源及特征

	极端事件	缓发事件	气候临界点
一般概念	在特定地区和时段较为罕见的天气或气候事件，表现为异常的强度、持续时间或发生条件	在较长时期内逐步发展、累积的气候变化过程及相关影响。	气候系统或其组成部分发生显著状态转变的关键阈值，跨越后可能出现非线性变化[14]。
典型灾害	热浪、洪水、风暴（包括热带气旋）、干旱、野火	长期升温、海洋酸化、海平面上升、盐碱化、冰川退缩，以及与气候变化相关的生物多样性丧失、土地和森林退化	格陵兰或西南极冰盖失稳、大西洋经向翻转环流崩溃、亚马孙雨林大范围衰退
损失特征	损失常在事件发生期集中显现，后续生产中断和恢复过程可使影响持续	损失随时间累积，逐渐削弱生产能力、生计和生态系统功能	可能引发大范围、长期且在相关时间尺度上难以逆转的损失

按照受损对象及其价值表达方式，气候损失可区分为经济损失与非经济损失。经济损失指成本可货币化的负面影响，例如房屋和设备损毁、农作物减产、企业停产及收入减少。非经济损失主要涉及不能通过市场价格充分反映的价值，例如生命与健康受损、生物多样性丧失、文化遗产破坏以及社会关系和地方认同的削弱，这些损失往往更难以弥补和逆转[15]。部分非经济损失可以采用非市场估值方法折算为货币，但货币指标仍难以完整表达其价值。经济损失与非经济损失往往相互交织，同一受损对象可能同时承载经济和非经济价值，两类损失也可能相互引发并形成连锁影响[16]。

按照影响的发生及传导方式，气候损失可区分直接损失与间接损失。在联合国减少灾害风险办公室（UNDRR）的灾损统计口径中，直接经济损失主要指物质资产全部或部分毁损的货币价值，间接经济损失则指资产损毁及人员、环境影响进一步引致的经济增加值减少[17]。间接损失往往具有时间滞后性，既可发生在灾区，也可通过产业链、贸易和基础设施网络传导至未直接受灾的地区与行业。此外，福利损失关注气候变化通过影响消费、健康和生活环境等，导致人们的福祉水平相对于未发生相应气候变化的情景的下降程度，可用与这种福祉下降相当的货币价值加以衡量和比较。

上述分类从不同角度描述气候损失，但相互之间存在交叉。例如，一场洪涝灾害既可能造成资产损毁和生产中断，也可能损害居民健康和文化遗产。识别这些不同形式的损失，有助于更完整地评估气候影响，并为确定减缓、适应和损失应对的行动重点提供依据。

1.3 本报告评估了哪些气候损失

受数据和方法限制，本报告无法量化前述所有类型的气候损失，主要从两个角度展开评估：一是识别历史极端事件损失中可归因于人为气候变化的部分，并追踪其沿产业链和贸易联系产生的间接影响；二是评估各国历史排放在农业、健康、能源和海平面上升四个方面造成的长期影响，并分析各国造成和承受的气候损失及其跨国分布。

第 2—3 章聚焦极端事件相关气候损失。全球直接气候损失分析覆盖 2010—2025 年的洪涝、风暴、干旱、热浪、野火和寒潮六类事件，全球间接气候损失分析限于干旱、洪涝和风暴三类事件；中国的气候分析覆盖 2012—2022 年的干旱、洪涝、风暴和寒潮四类事件。这两章所称的“气候损失”，均指相关灾害损失中可归因于人为气候变化的部分。由于数据来源、时间范围和灾种覆盖不同，全球分析中的中国结果与基于国内数据得到的中国结果，不宜直接比较。

第 4 章将核算范围扩展至农业、健康、能源和海平面上升四个方面，评估 1850—2022 年历史温室气体排放在 1850—2022 年间造成的累计影响，各年度损失采用基于拉姆齐公式的方法折算至 2022 年现值，基准情景对应的近似年贴现率为 4.5%。技术附件另采用对应近似年贴现率为 2%和 7%的设定进行敏感性分析。这里的综合损失采用货币化的福利衡量视角，除生产和消费等经济影响外，还纳入温升相关死亡的估值，并综合考虑模型所覆盖的不利和有利影响。国家排放归因不计入未来承诺排放及土地利用、土地利用变化和林业排放，计入上述排放的敏感性分析结果见技术附录。敏感性分析表明其对本报告核心结果的影响有限。

本报告的气候损失估算结果分别反映了历史极端事件的可归因损失及其传导，以及历史排放在更长时期内造成的综合影响。但由于时间范围、衡量指标和影响覆盖存在差异，两者并不能直接相加为全球气候损失总额。直接气候损失与间接气候损失的核算还涉及资产和经济流量的区别。灾害统计中的直接经济损失主要反映资产损毁等存量损失；在第 3 章的投入产出分析中，需要将资本存量受损转换为直接承灾部门的初始经济流量损失，再测算其沿产业关联引致的间接损失。因此，理解和比较各章结果时，需要结合其具体核算口径，避免将资产损毁价值与经济流量损失直接比较。

受数据和方法的限制。本报告的量化结果仍未覆盖全部气候损失。例如，极端事件分析受到灾害损失记录和归因研究覆盖不足的限制，尚未充分纳入人员伤亡、劳动生产率下降等影响；第 4 章虽纳入部分健康影响，但对气候临界点、生物多样性、文化遗产和社会关系等方面的损失仍缺乏全面评估。损失规模及其国家分布也受到排放归因时期、未来发

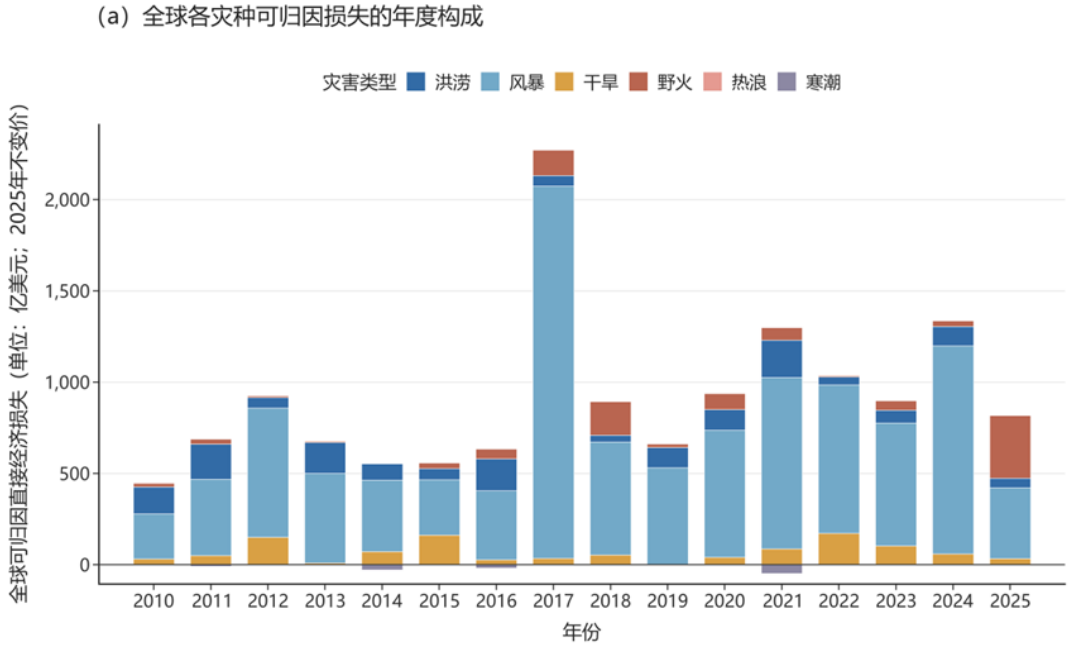
展路径、贴现率和模型设定等因素影响，相关不确定性和敏感性分析见技术附件。对尚未充分覆盖的影响渠道和损失类型，未来仍需加强研究以弥补现有估计的不足，以更全面的评估气候损失。全面的气候损失评估旨在服务于全球气候减损行动，可以为识别重点受损地区和行业、理解减缓所能避免的损失、确定适应行动重点，以及讨论国际气候责任和资金安排提供依据。

第二章 灾害损失中有多少是人为气候变化造成的

本章聚焦已经发生的极端天气气候事件，将灾害损失记录与已有极端事件归因研究相结合，估算灾害的直接经济损失中可归因于人为气候变化的部分（后文简称“可归因损失”）。全球分析覆盖 2010—2025 年的洪涝、风暴、干旱、热浪、野火和寒潮六类事件，中国分析覆盖 2012—2022 年的干旱、洪涝、风暴和寒潮四类事件。

在总体损失规模的基础上，本章进一步比较不同灾种和年份的损失差异，以及不同国家和地区承受的损失负担。这些结果有助于识别气候损失的主要来源和重点受损地区，为理解减缓行动的必要性、确定适应行动重点提供依据。需要说明的是，本章评估以灾害记录中的直接经济损失为基础，不能代表极端事件造成的全部经济社会损失；沿产业链传导的间接影响将在第三章进一步讨论。

2.1 全球极端事件的直接气候损失



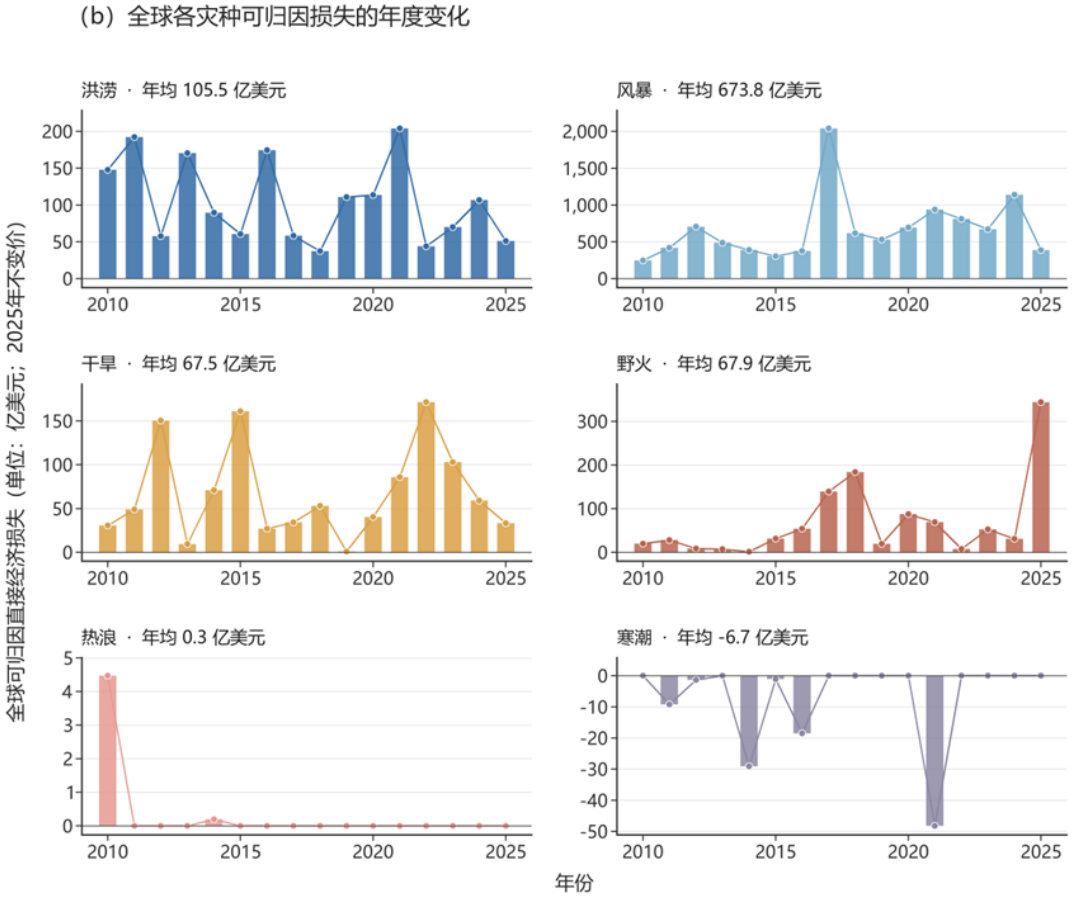


图 1 2010-2025 年全球极端事件可归因直接经济损失的年度变化及分灾种结果

注：（a）堆叠柱表示 2010—2025 年六类极端事件的年度可归因直接损失，按颜色区分灾种，其中寒潮可归因损失为负值。（b）分别展示各灾种可归因直接损失的年度变化。全球六种灾害年均直接经济损失约 2218 亿美元，其中约 908 亿美元（即 41%）可归因于人为气候变化；可归因直接损失 2010 年最低（约 450 亿美元）、2017 年最高（约 2270 亿美元）。

2010—2025 年，纳入本报告统计的洪涝、风暴、干旱、热浪、野火和寒潮六类极端事件造成的年均直接经济损失约为 2217.9 亿美元。其中，估计约 908.2 亿美元可归因于人为气候变化，占比为 40.95%。这一结果表明，人为气候变化已经成为已发生的极端事件经济损失的重要来源

不同灾种的可归因损失规模及归因比例存在明显差异。风暴是可归因直接经济损失的主要来源，年均损失约 673.8 亿美元，约占上述损失总额的四分之三；其直接经济损失中，约 62%可归因于人为气候变化。洪涝的年均可归因损失约 105.5 亿美元，归因比例约为 19%。野火和干旱的年均可归因损失分别约为 67.9 亿和 67.5 亿美元。热浪的年均可归因损失约为 0.3 亿美元。寒潮的归因结果则为负值，年均约为−6.7 亿美元，表示相对于不存在人为气候变化的情景，寒潮直接经济损失有所减少。

可归因损失的年度损失规模可能受到少数高损失事件的显著影响，存在较大的年际波动。本报告估算的年际可归因损失中，2010 年的损失最低，约为 450 亿美元；2017 年最高，约为 2270 亿美元，风暴损失是 2017 年高值的主要来源。其中，“哈维”、“艾尔玛”和“玛丽亚”三场飓风合计造成约 1589 亿美元的可归因损失，是当年风暴损失的重要组成部分。2024 年，飓风“海伦”也造成约 452 亿美元的可归因损失。

由于不同灾种在不同年度交替出现，各灾种的高损失年份也不一致。2010—2025 年间，干旱损失的高值出现在 2012 年、2015 年和 2022 年；洪涝损失同样存在明显波动，多个高损失年份的可归因损失约为 150 亿—200 亿美元。2025 年，美国南加州山火损失尤为突出，带动当年野火可归因损失明显上升。这些年际差异表明，分析总体损失的年际变化还需考虑各灾种对总损失的贡献及其变化，并关注个别重大极端事件对损失规模的显著影响。

此外，本节的损失核算主要反映灾害记录所覆盖的直接经济损失，未涵盖极端事件造成的全部经济社会影响。例如对热浪而言，在本报告纳入的损失记录中，七成以上可归因于人为气候变化，美洲和亚洲的比例更超过 80%；但其年均可归因直接经济损失仅约 0.3 亿美元。这一差异与核算范围密切相关：热浪的重要影响包括死亡、健康损害和劳动生产率下降，而这些影响尚未纳入本节的损失核算。

专栏 1 从极端事件归因到影响归因

- 极端事件归因旨在识别人为气候变化对极端事件发生概率或强度的影响。研究通常比较两种气候条件：现实中的气候，以及假设没有人为气候变化时的气候（即反事实情景），以估计人类活动对极端事件的影响。例如，针对一次强降水过程，可以分析人为气候变化使其发生概率增加了多少，或使降水强度提高了多少。世界天气归因项目（World Weather Attribution，WWA）持续开展极端事件快速归因研究，读者可通过其网站查询具体事件、分析方法和研究结果。
- 极端事件影响归因进一步研究极端事件造成的社会经济影响，估计其中有多少经济损失、受灾人口或死亡人数可归因为气候变化。由于损失还受到人口与资产分布、防灾设施和应对能力等因素影响，事件风险的变化不能不加条件地转换为实际损失的变化。伦敦帝国理工学院的气候损害追踪器（Climate Damage Tracker）结合气候事件归因与社会经济影响数据，对热带气旋经济损失和热浪相关死亡开展快速评估。
- 本报告采用已有归因研究得到的可归因风险分数，结合灾害损失记录，在相应方法假设下估算可归因直接经济损失。对于缺少独立归因研究的事件，采用同类灾种的区域平均归因结果等进行近似估计。因此，本报告结果依赖归因资料的代表性、灾损记录的完整性，以及风险与损失之间的转换假设；具体方法和局限性见技术附件。

参考文献：Newman, R. & Noy, I. The global costs of extreme weather that are attributable to climate change. Nat Commun 14, 6103 (2023).

2.2 中国极端事件的直接气候损失

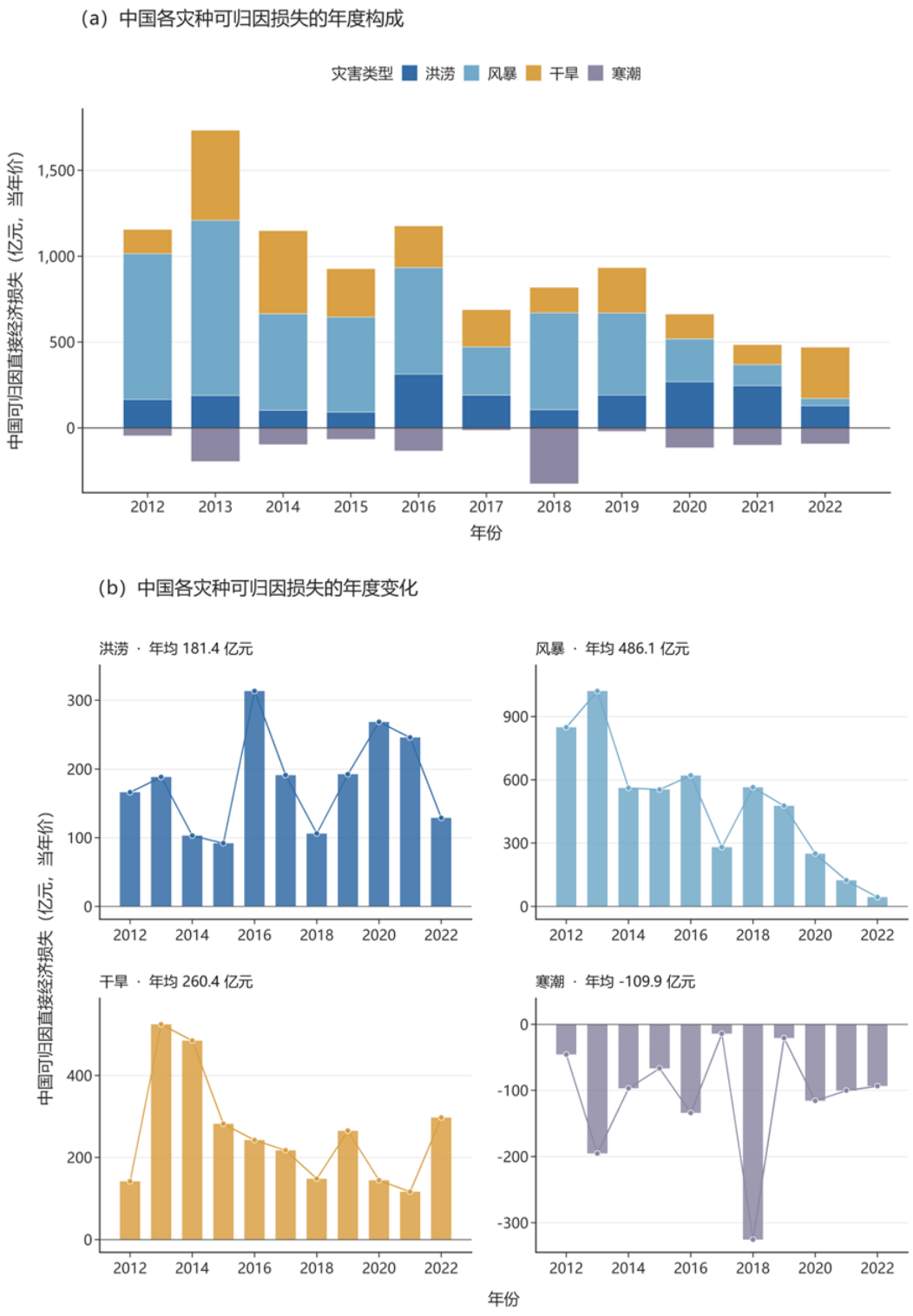


图 2 2012-2022 年我国极端事件可归因直接损失的年度变化与分灾种结果

注：(a)堆叠柱为四类灾种可归因直接损失之和，洪涝、风暴、干旱为正向损失，寒潮为负向贡献；(b)各灾种年度损失序列及 2012-2022 年均值。依据中国灾害统计数据，四类灾害造成年均直接经济损失约 3010 亿元，其中约 818 亿元（27%）可归因于人为气候变化。

依据《中国气象灾害年鉴》中的省级灾害损失记录，并结合国内极端事件归因研究，2012—2022 年间，中国干旱、洪涝、风暴和寒潮四类极端事件造成的年均直接经济损失约为 3009.9 亿元。其中，估计约 818 亿元可归因于人为气候变化，占比约为 27.2%。

分灾种看，风暴是可归因直接经济损失的主要来源，年均损失约 486 亿元；干旱和洪涝分别约为 260 亿元和 181 亿元。以四类灾害合计的可归因净损失为分母，三者的份额分别约为 59%、32%和 22%。寒潮的归因结果则为负值，表示相对于不存在人为气候变化的情景，其直接经济损失年均减少约 110 亿元。前三类灾害的正向损失与寒潮损失减少相抵后，形成上述约 818 亿元的年均净损失。

可归因损失存在明显的年际差异，2013 年是核算期内损失最重的一年。当年，台风“天兔”“尤特”和“菲特”等事件带来较大损失，浙江和广东的相关可归因损失分别约为 493 亿元和 342 亿元；同年，湖南、湖北的干旱损失较为严重，四川、黑龙江则受到较大的洪涝影响。

不同灾种的损失呈现不同的地域分布特征。干旱相关损失主要集中在东北三省、内蒙古以及云南、贵州、四川等地区；风暴相关损失在浙江、广东、山东等沿海地区较为突出。这些地区的人口、资产及制造业活动较为集中，灾害冲击可能造成较大的直接资产损失。地区间的损失差异同时受到灾害特征、资产暴露和防灾能力等因素影响。

从部门分布看，农业和制造业是直接气候损失较为集中的部门，年均损失分别约 389 亿和 270 亿元，占全部直接气候损失的 48%和 33%，其次为水利设施（13%）和交通运输业（3.5%）。这些部门既直接暴露于极端事件，也为生产和居民生活提供重要支撑。因此，适应行动需要结合当地主要灾种和承灾对象确定重点，并进一步关注直接损失通过产业关联产生的后续影响。

2.3 极端事件直接气候损失的国际比较

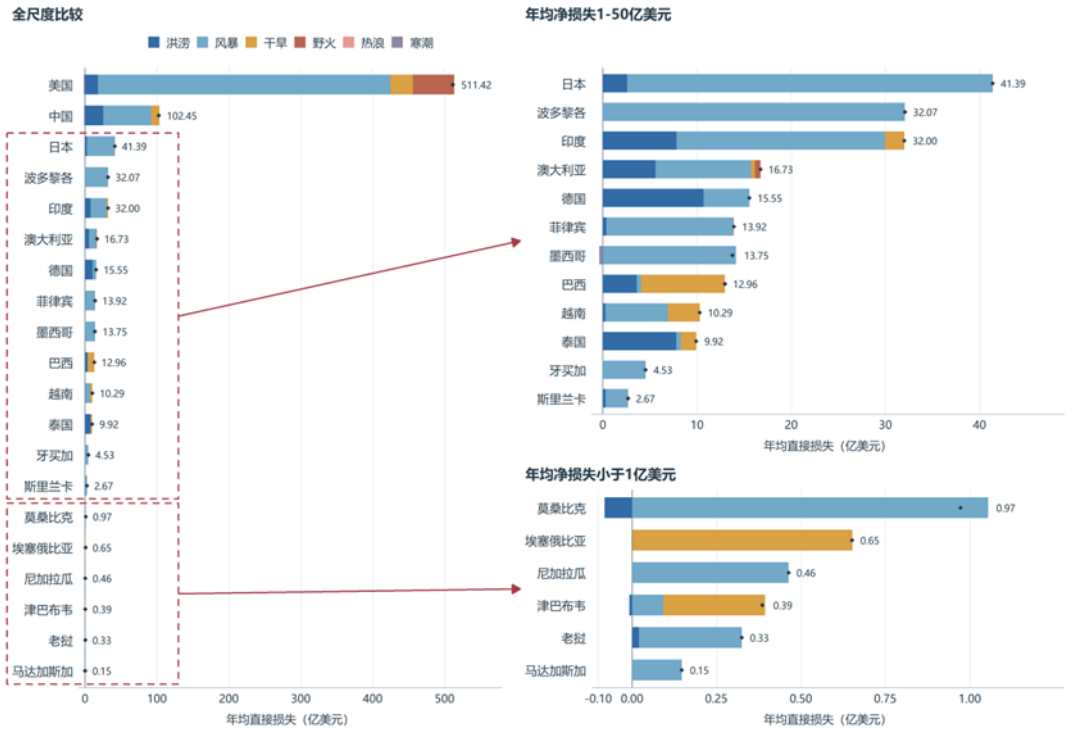


图 3 重点国家与地区极端事件可归因直接损失及灾种构成

注：2010—2025 年年均可归因直接损失最高的 20 个国家。金额单位为亿美元，按 2025 年不变价计量。美国的可归因损失远超其他国家，风暴是其 79%的损失来源，其次为野火。右侧两图分别为其中年均净损失为 1—50 亿美元及不足 1 亿美元的经济体。巴西、埃塞俄比亚、津巴布韦以干旱损失为主，泰国、德国等以洪涝损失为主。

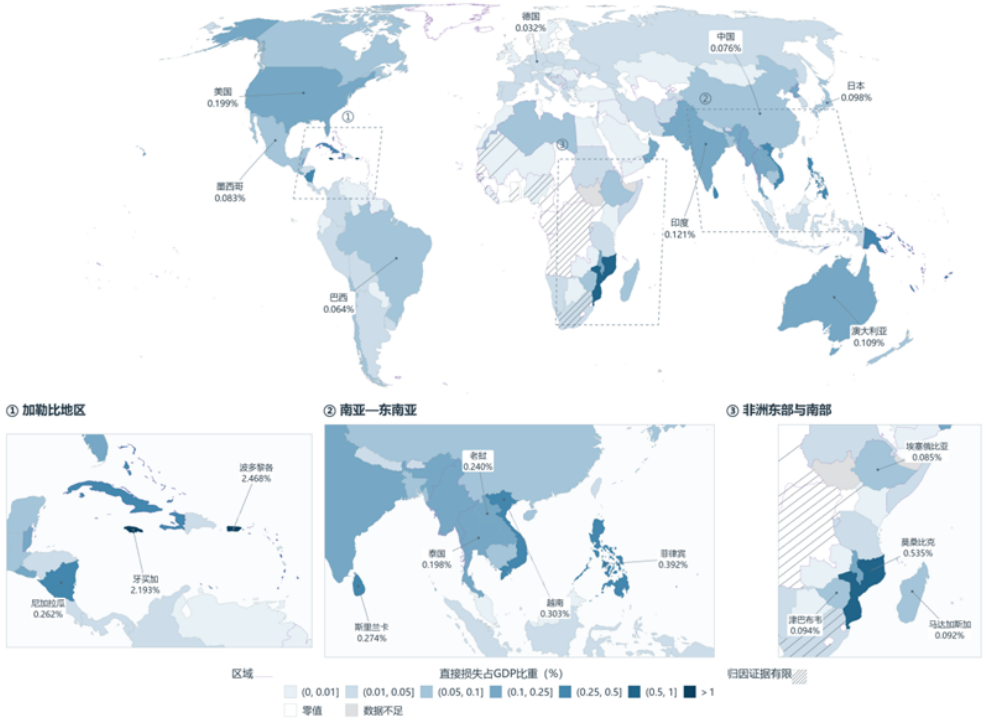


图 4 极端事件可归因直接损失占 GDP 比重

注：相对损失负担指标为 2010—2025 年年均可归因直接损失与同期年均 GDP 之比，颜色越深表示区域损失负担越高。非洲部分区域归因证据有限，在图中以斜线表示，这些区域仅保留部分灾种及相应的可归因损失，排除了洪涝等归因证据不明确的核算结果。图中白色区域表示记录损失为零值，灰色区域表示数据不足，均不能直接解读为没有灾害损失发生。三个局部图分别放大了加勒比地区、南亚—东南亚和非洲东部与南部。

不同国家和地区承受的直接气候损失，在绝对规模和相对经济负担上呈现不同特征。本节采用与 2.1 节相同的核算口径进行跨国比较，2010—2025 年，在各经济体中，美国和中国的年均可归因直接经济损失分别约为 511.42 亿美元和 102.45 亿美元，规模较为突出；日本约为 41.39 亿美元，波多黎各和印度分别约为 32.07 亿美元和 32.00 亿美元。各国的损失规模受资产暴露规模与价值、灾损记录完整性及保险资料覆盖差异等因素影响，不能据此判断损失规模越大的国家气候脆弱性更高。

进一步比较损失占 GDP 的比重可见，部分绝对损失较小的经济体，反而承受着更重的相对经济负担。按图 4 所示指标，美国的损失占 GDP 比重约为 0.2%；牙买加的年均可归因直接经济损失约为 4.53 亿美元，金额远低于美国，但损失占 GDP 比重达到约 2.2%。莫桑比克、菲律宾和越南的损失占 GDP 比重也较高，分别约为 0.5%、0.4%和 0.3%。相比之下，德国和巴西分别约为 0.03%和 0.06%。因此，绝对损失较小的经济体，仍可能承受较重的相对负担，尤其需要结合其经济规模和应对能力理解气候影响。

分灾种看，风暴损失在加勒比地区及部分沿海经济体中较为突出，包括波多黎各、莫桑比克、菲律宾和越南等。在本报告核算范围内，北美的美国、加拿大和墨西哥合计占全球风暴可归因直接经济损失的约 63%。这一结果表明，风暴损失既集中于资产暴露规模较大的经济体，也可能对部分小岛屿和沿海经济体形成较重的相对负担。

干旱和洪涝的损失分布则有所不同。干旱相关损失在越南、津巴布韦和埃塞俄比亚等经济体中较为突出，其影响需要结合农业生产的暴露程度及其对当地经济和生计的重要性加以理解。洪涝相关损失集中在泰国、巴基斯坦、柬埔寨、尼泊尔等亚洲经济体，以及秘鲁、萨尔瓦多等美洲经济体。不同灾种的损失分布说明，国家间比较需要进一步区分主要致灾事件和承灾对象，才能识别具体的适应需求。

这些比较还受到灾害记录和归因研究覆盖程度的影响。资产暴露规模较大、损失记录较完整的经济体，更容易在统计中呈现较高的绝对损失。部分非洲国家估算的可归因损失较低，可能与灾损记录不完整、归因研究覆盖有限有关。图 4 仅展示这些地区部分极端事

件的可归因损失，并将相关地区标注为“归因证据有限”。原始估计及其研究依据见技术附件。

综合绝对规模、相对负担和灾种构成，可以更有针对性地确定适应行动重点。绝对损失较大的经济体需要重视关键资产和基础设施的防护；相对负担较重、应对资源有限的经济体则需要获得相应的国际资金与技术支持。具体行动应结合当地主要灾种、经济结构和数据缺口加以安排。

2.4 主要发现与启示

本章评估表明，人为气候变化已经成为极端事件经济损失的重要影响因素。2010—2025 年，纳入全球核算的六类极端事件中，年均约 908 亿美元的直接经济损失可归因于人为气候变化，约占灾害直接经济损失的 41%，其中风暴贡献最为突出。中国分析也显示，约 27%的极端事件损失可以归因为人为气候变化，风暴、干旱和洪涝是直接气候损失的主要来源。不同灾种的损失在年份、地区和部门之间呈现明显差异。

国家和地区间的损失差异，需要同时从绝对规模和相对负担两方面理解。部分大型经济体承受较高的绝对损失，而一些小岛屿和发展中经济体的损失占自身经济规模的比重更高。这些结果为认识减缓行动避免未来损失的重要性、识别适应行动的重点地区和承灾对象提供了依据。适应资源的配置应结合主要灾种、损失负担和应对能力，重视相对负担较重且资源有限的经济体。

上述结果仍受到灾损记录、归因研究覆盖和方法假设的限制。部分地区的估计依赖有限研究及其外推。本章核算也尚未涵盖健康、劳动生产率等方面的影响。此外，极端事件的经济冲击还会通过产业链和贸易联系扩散至未直接受灾的地区与行业，第三章将进一步分析这些间接损失。

第三章 极端事件的间接气候损失与产业链传导

极端事件造成的经济影响并不止于受灾地区的资产损毁和生产损失。受灾部门生产和采购活动的变化，还会通过产业关联和区域间贸易影响其他部门和地区，使未直接受灾的企业和地区承受间接损失。识别这些联系，有助于将适应行动从单一承灾对象的防护，扩展到对关键产业联系和跨区域风险的管理。

在第二章损失归因的基础上，本章将可归因灾害损失转换为经济系统的初始冲击，利用投入产出关系估算其进一步引致的间接损失。全球分析覆盖 2010—2025 年的干旱、洪涝和风暴三类事件，中国分析覆盖 2012—2022 年的干旱、洪涝、风暴和寒潮四类事件。分析

首先比较全球直接与间接气候损失的规模和部门分布，随后考察中国本土灾害损失在部门和省份之间的传导，最后分析境外灾害通过产业关联给中国带来的间接损失。

专栏 2：从资产损毁到产业链间接损失

极端事件既会破坏资产，也会影响一段时期内的生产活动。为分析这些影响如何沿产业链传导，本报告参考有关研究框架，区分以下三类影响。

资产损毁（damages）：厂房、设备和基础设施等受损，属于资本存量损失，是灾损统计的常用口径，第二章的“可归因损失”采用这一口径。

直接经济流量损失（losses）：直接承灾部门在一定时期内的产出减少，如设备受损造成停产、干旱导致农业减产。本章投入产出分析中的“直接损失”采用这一口径。

间接经济流量损失（higher-order effects）：初始冲击通过产业关联和区域贸易进一步引致的产出减少，可发生在受灾地区及其他地区。

同一核算时期内的直接与间接流量损失可以相加，资产损毁则另行核算。例如，假设设备损毁 1 亿元，导致一年内直接产出减少 2000 万元，并引致 1000 万元间接产出损失，则该年度合计产出损失为 3000 万元。

参考文献：Okuyama, Y. & Santos, J. R. (2014). Disaster Impact and Input–Output Analysis. Economic Systems Research, 26(1), 1–12.

3.1 全球直接与间接气候损失的规模与分布

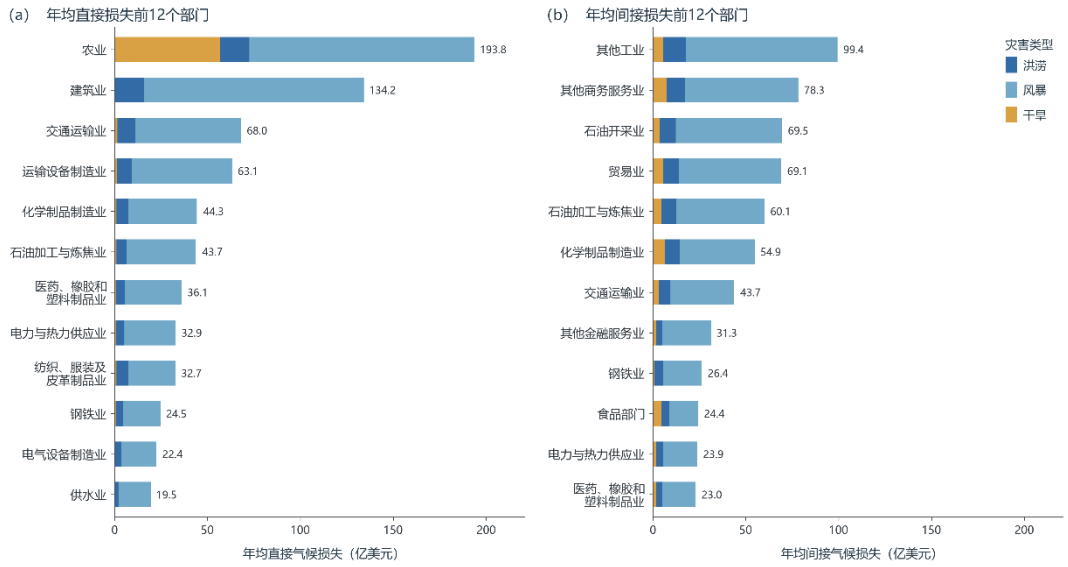


图 5 全球极端事件直接与间接气候损失的部门分布

注：（a）与（b）分别展示 2010—2025 年干旱、洪涝和风暴三类极端事件造成的年均可归因直接损失、年均可归因间接损失最高的 12 个部门，分别覆盖全部直接损失的 93.2%和间接损失的 72.8%；数字表示该部门三灾种的年均合计损失。全球三类极端事件年均直接与间接损失合计约 1597 亿美元；间接损失占比约 52%。直接损失主要集中于农业、建筑和交通运输等部门，间接损失则更多涉及其他工业、商务服务、石油开采和贸易等部门。

产业关联使极端事件的经济影响超出直接承灾部门。基于 141 个地区、33 个部门的投入产出分析，2010—2025 年，干旱、洪涝和风暴三类事件造成的可归因直接与间接损失合计年均约 1597 亿美元，其中间接损失占 52%，已超过本章经济流量核算口径下的直接损失。这表明，仅考察直接承灾部门，会遗漏规模可观的产业关联损失。

按汇总行业分类，损失集中于少数部门。制造业占直接与间接损失合计的 34%，农业占 13%，建筑业和交通运输及仓储业各占 9%，四类行业合计约占 65%。直接损失的部门分布有所不同：制造业占 39%，农业占 25%；农业、建筑业与交通运输及仓储业合计占直接损失的五成以上。农业在直接损失中的份额高于其在合计损失中的份额，反映出纳入产业关联影响后，损失的部门结构发生了变化。

间接损失进一步扩展了受影响的部门范围。制造业占全部间接损失的 30%，既承受直接冲击，也受到产业关联影响。在本报告的部门分配设定下，金融与房地产等未被列为直接承灾部门的行业，仍承受约 41.5 亿美元的年均间接损失，占全部间接损失的约 5%。这些结果说明，直接受灾情况并不能完整反映一个行业所面临的气候损失。

按本报告采用的收入分组，损失结构也存在差异。低收入和中低收入组的直接损失与间接损失之比分别约为 1.5 和 1.3，直接损失相对较多；中高收入组的比值约为 0.68，间接损失相对较多；高收入组约为 0.96，直接与间接损失规模接近。制造业在中等收入和高收入组总损失中的占比约为 35%—41%；低收入组采矿业在间接损失中的相对份额较为突出，高收入组金融、房地产及商务服务业的间接损失占比则较高。

进一步考察印度、东盟和小岛屿发展中国家（SIDS），可以看到不同的部门损失特征。印度与东盟的干旱损失构成中，农业分别占 51%和 59%。印度本地灾害涉及的主要承灾部门还包括建筑业、石油加工与炼焦、电力、交通运输及贸易；东盟则涉及建筑、纺织、化工、运输与石化等部门。SIDS 的本地损失主要集中于交通运输、建筑、石油石化和电力等部门。

总体而言，纳入间接影响后，气候损失不仅在规模上增加约一倍，也会在部门和地区之间重新分布。适应行动因此需要同时关注直接承灾部门，以及通过产业联系承受损失的其他部门。

3.2 中国本土极端气候事件的直接与间接气候损失

在本章经济流量的核算口径下，2012—2022 年，洪涝、风暴、干旱和寒潮四类极端事件在中国造成的年均可归因直接与间接气候损失合计约 1714 亿元，其中直接损失约 818 亿元、间接损失约 896 亿元。间接损失约占合计损失的 52%，表明产业关联影响显著放大了中国极端事件的经济损失。

分灾种看，洪涝的年均直接和间接损失分别为 181 亿和 235 亿元，风暴分别为 486 亿和 566 亿元。按合计损失与直接损失之比计算，两类灾害的损失乘数效应分别约为 2.3 和 2.2。两类灾害乘数效应突出的原因在于直接承灾部门多、波及面广，尤其是资本密集且与上下游关联紧密的制造业首当其冲。相比之下，干旱的直接损失约 260 亿元，间接损失约 210 亿元，乘数效应约为 1.8。这与干旱损失主要落在农业部门、而农业同其他产业的后向联系相对稳定有关。因此，不同灾种的初始冲击经过产业联系传导后，形成了不同规模的间接影响。

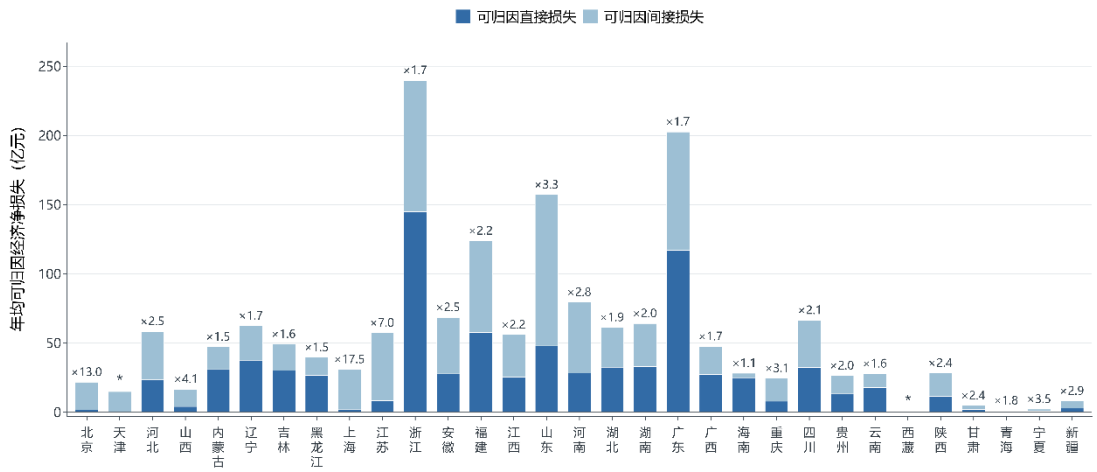


图 6 中国各省极端事件年均直接和间接气候损失

注：2012—2022 年中国 31 个省级行政区的年均可归因直接和间接损失，受数据可得性限制，不包括香港、澳门特别行政区和台湾省数据。柱顶倍数为乘数效应，计算方式为当年“直接与间接损失之和 / 直接损失”。星号（*）表示未标注倍数的特殊情况：天津几乎全部可归因损失都为产业链传导导致的间接影响；西藏直接损失由寒潮驱动，合计间接损失后损失不明显。整体而言，全国可归因损失合计约 1714 亿元/年，其中间接损失 896 亿元/年，占比 52%，乘数效应最突出的是以第三产业为主经济发达地区，除了天津外，上海、北京、江苏的乘数效应分别为 17.5 倍、13.0 倍和 7.0 倍，海南的放大效应最低，以直接损失为主。

从部门分布看，间接损失高度集中于制造业，年均约 543 亿元，占全部间接损失的 60.6%。纳入间接损失后，农业在干旱总损失中的比重降至 45.6%，在全部灾害合计经济损失中的占比也降至 22.7%。与直接损失的部门构成相比，产业关联使得更多损失分布到受直接冲击外的其他部门。除制造业外，电力燃气、交通运输、批发零售、金融房地产和采矿业分别占间接损失的 6.8%、6.8%、6.0%、5.7%和 4.9%。其中，金融、房地产、批发零售和商务服务四类部门合计承受约 139 亿元的年均间接损失，占全部间接损失的约 15.4%。这些部门的结果说明，产业关联可以使初始承灾部门之外的经济活动受到影响。

从省际分布看，浙江、广东和山东的直接与间接气候损失合计最高，年均分别约为 240 亿元、202 亿元和 157 亿元。浙江、广东的水利设施和交通运输部门损失较为突出，山东的农业损失相对突出。北京、上海、天津和江苏则以间接损失为主，直接损失占各自合计损失的比重约为 0.3%—14.3%。其中，北京的间接影响主要涉及制造业和电力部门，上海则涉及制造业、金融、交通运输和商务服务等部门。相比之下，海南、黑龙江、吉林和云南的损失以直接损失为主，占比普遍超过六成，海南接近九成。

不同灾种的损失还呈现出各自的空间特征。干旱相关损失主要涉及内蒙古、东北三省，以及山西、山东、河南、湖北等地区，农业是主要直接承灾部门。洪涝直接损失集中于长江经济带 11 省市，占全国洪涝直接损失的 53.5%；其中 9 个省市承担了该区域洪涝直接损失的 88.0%。四川水利设施部门的年均洪涝直接气候损失约为 5.6 亿元，中游部分省份则以制造业损失较为突出。风暴损失主要分布在沿海地区。浙江、广东和福建合计承担全国风暴直接损失的 63.7%，年均分别约为 141 亿元、117 亿元和 53 亿元；山东、海南和广西也是主要受影响地区。结合省际和部门分布，可以识别不同地区的重点承灾对象及其产业关联影响。

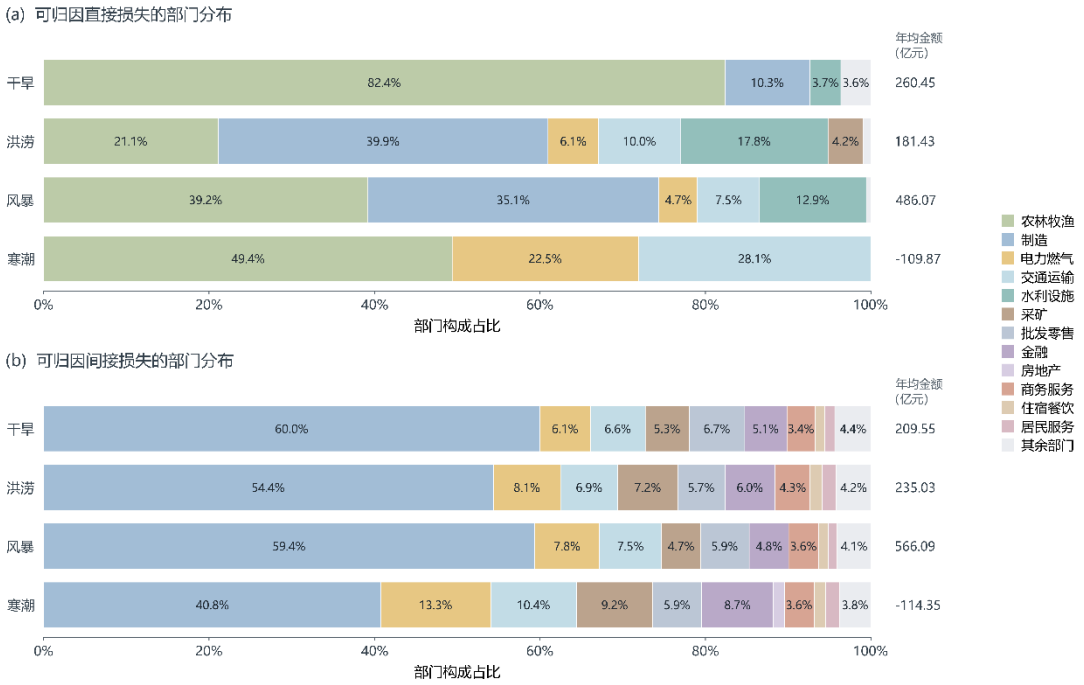


图 7 我国极端事件直接和间接气候损失的部门构成

注：2012—2022 年四类灾害的可归因直接损失（a）与间接损失（b）的部门构成，右侧列出相应年均金额，其中，相对于不存在人为气候变化的情景，寒潮经济损失有所减少，表现为可归因损失为负值。农林牧渔的直接损失较高，制造业也受到了洪涝和风暴的较大直接影响。间接损失主要集中在制造业部门。

上述结果表明，中国本土适应行动需要同时关注直接承灾对象和产业传导环节：在农业、制造业及基础设施防护的基础上，将关键投入、运输和服务联系纳入风险管理，并加强省际协调，减少局部灾害对更大范围经济活动的影响。

3.3 境外极端事件给中国造成的间接气候损失

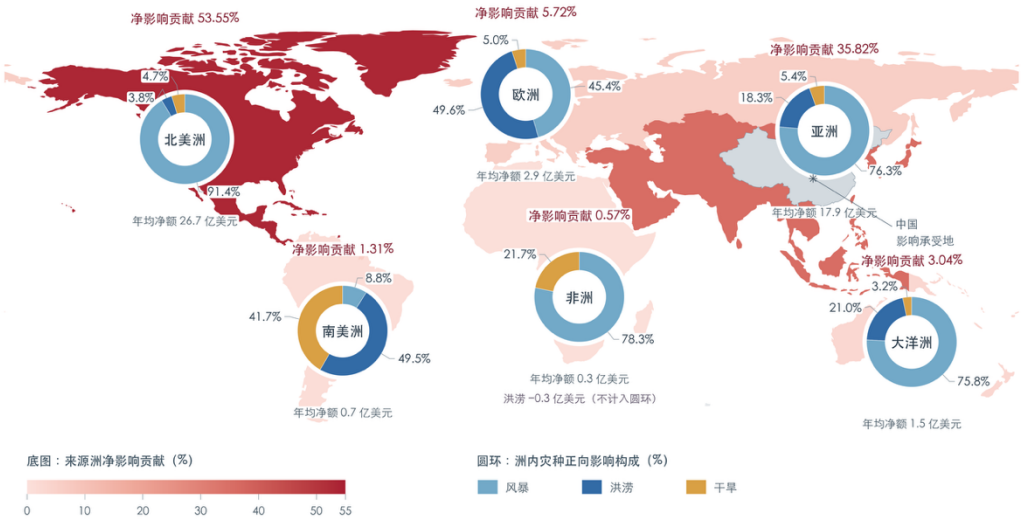


图 8 境外极端事件对我国造成的间接气候损失

注：来自六个大洲的极端事件对中国造成的间接气候损失。底图红色深浅表示各大洲占全球净影响的比例，颜色越深净影响贡献越大。圆环表示各洲风暴、洪涝、干旱三灾种正向影响的比例。风暴是各洲共同的主导灾种，北美 91.4%、亚洲 76.3%、大洋洲 75.8%的正向影响来自风暴；南美洲例外，以洪涝（49.5%）和干旱（41.7%）为主，欧洲洪涝（49.6%）略高于风暴（45.4%）。基于有限归因证据，非洲整体可归因洪涝损失为负值，单独列出。

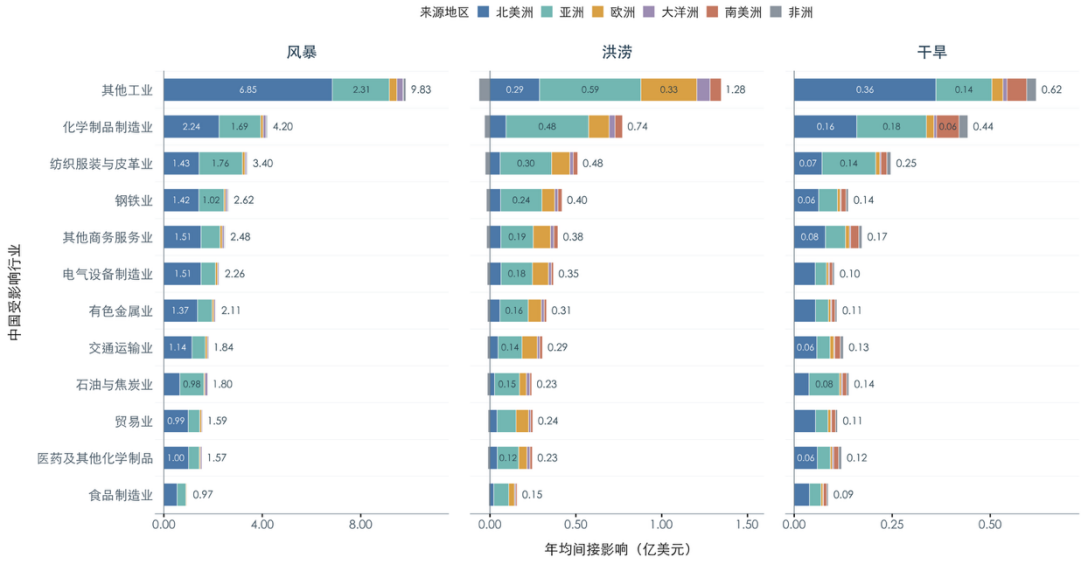


图 9 不同来源地区和灾种对中国造成的间接气候损失及部门分布

注：主图按 2010—2025 年三灾种、六来源洲的年均净影响合计选取受影响最大的 12 个中国行业，覆盖全部 33 个行业净影响的 84.5%。三栏分别表示风暴、洪涝和干旱，色段区分来源洲。北美洲和亚洲的风暴是主要影响来源。

中国承受的间接气候损失还来自境外极端事件的冲击。在全球投入产出核算框架下，2010—2025 年，中国因境外干旱、洪涝和风暴事件承受的年均间接气候损失约为 49.9 亿美元，约占所核算中国直接与间接气候损失合计的 20%。其中，风暴贡献最为突出，占 82.2%；洪涝和干旱分别占 12.1%和 5.7%。

从灾害来源地区看，北美和亚洲合计贡献了中国境外间接气候损失的近九成，分别占 53.5%和 35.8%。其中，北美风暴造成的年均间接损失约为 24.4 亿美元，亚洲风暴约为 13.6 亿美元，是最主要的两组来源。欧洲占境外间接损失的 5.7%，大洋洲约占 3.0%，非洲与南美洲合计不足 2%。境外灾害对中国的影响在来源地区和灾种上均较为集中。

从中国受影响行业看，损失主要集中于制造业及其关联部门。“其他工业”的年均间接损失约为 11.7 亿美元，化工、纺织、钢铁和电气设备制造业分别约为 5.4 亿、4.1 亿、3.2 亿和 2.7 亿美元。其中，化工、纺织和钢铁三类行业合计占境外间接损失的 25.4%。服务业也受到产业关联影响，例如商务服务业的年均间接损失约为 3.03 亿美元。

不同来源地区的灾害对中国产业的影响有所区别。北美和亚洲风暴分别给中国化工行业带来约 2.24 亿和 1.69 亿美元的年均间接损失，两者合计占该行业境外间接损失的 73.1%。亚洲风暴对中国石油加工与炼焦业的影响也较为突出。在亚洲洪涝和风暴给中国造成的间接损失中，纺织业分别占 9.2%和 12.9%，钢铁业同样受到影响。相比之下，农业、建筑业及部分服务业在本报告核算的境外间接损失中占比较低。

2019 年登陆日本的台风“海贝思”（Hagibis）提供了一个具体案例。Li 和 Otto（2022）基于约 100 亿美元的承保损失，估计其中约 40 亿美元、即约 40%可归因于人为气候变化。本报告结合这一归因结果，将该事件的可归因损失分配至日本各部门，并通过投入产出关系模拟其对中国的间接影响。模型结果显示，日本交通运输业受到的初始冲击，可以通过不同产业联系传导至中国。一条路径经由日本石油加工与炼焦业，进一步影响中国交通运输及石油加工与炼焦部门；另一条路径经由日本商务服务业，传导至中国其他制造、电气设备和纺织等部门。日本仓储邮政、交通运输和贸易等部门的后续变化，还会通过多轮产业关联产生进一步影响。境外灾害由此沿特定产业联系传导，使不同行业承受差异化的间接损失。

这些结果说明，中国的气候适应需要同时关注本土灾害和境外关联风险。在识别关键产业、供应商和物流节点的气候风险时，应将主要贸易伙伴和相关产业联系纳入分析，并通过企业风险管理、跨区域协调和国际适应合作，减少境外灾害对国内生产活动的影响。

3.4 主要发现与启示

本章评估表明，产业关联使极端事件的经济影响超出直接承灾部门，并改变损失的部门和地区分布。2010—2025 年，全球干旱、洪涝和风暴三类事件造成的年均直接与间接气候损失合计约 1597 亿美元，其中间接损失占 52%。制造业既承受直接冲击，也承担较大的间接损失；金融、房地产和商务服务等部门同样通过产业联系受到影响。

中国分析进一步揭示了本土灾害传导与境外关联风险。2012—2022 年，中国本土四类极端事件造成的年均间接气候损失约 896 亿元，其中制造业占 60.6%；不同省份的直接与间接损失构成存在明显差异。2010—2025 年，中国因境外极端事件承受的年均间接气候损失约 49.9 亿美元，其中 82.2%来自风暴，来源主要集中于北美和亚洲。因此，中国的气候风险管理需要同时关注本土承灾对象、省际产业联系和境外经济关联。

识别间接损失，有助于更充分地认识减缓行动避免未来经济影响的价值，也为适应行动拓展重点提供了依据。适应气候变化，除加强农业、制造业和基础设施防护外，还应将

关键投入、物流节点及相关服务纳入风险管理，通过企业韧性建设、跨区域协调和国际适应合作，减少局部灾害对更大范围经济活动的影响。

第四章 谁来为气候损失负责

本报告第二及第三章分析了人为气候变化造成的极端事件损失，以及相关经济冲击通过产业链向其他部门和地区传导产生的间接损失。极端事件的直接和间接损失仅是气候损失的一部分，还需纳入更广泛的影响渠道，并在此基础上考察气候损失在历史时期的累计影响及其跨国分布。本章将分析范围扩展至农业、能源、健康和海平面上升四类影响，基于全球 175 个经济体 1850—2022 年历史排放，评估这些排放截止 2022 年造成的累计气候损失，并通过国家间双边核算分析损失分布与来源。核算同时计入气候变化带来的不利影响和部分经济体可能获得的收益，所报告的累计气候损失为扣除这些收益后的净值。上述评估这有助于揭示历史排放与气候损失的跨国联系，为减缓行动、适应投入和国际气候合作提供量化依据。

4.1 历史排放造成的长期气候损失

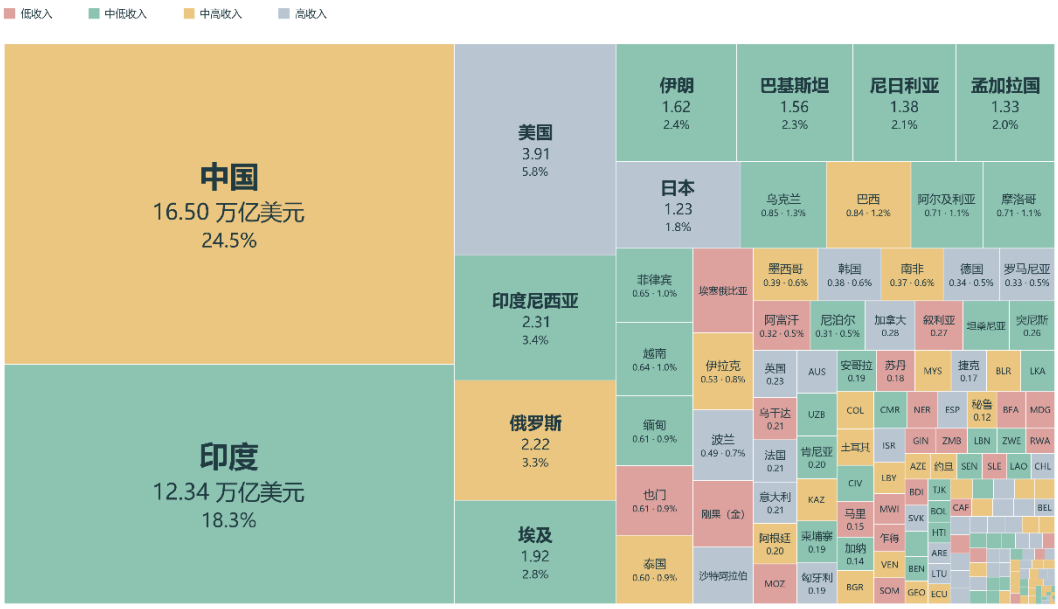


图 10 各国承受的累计气候损失比较

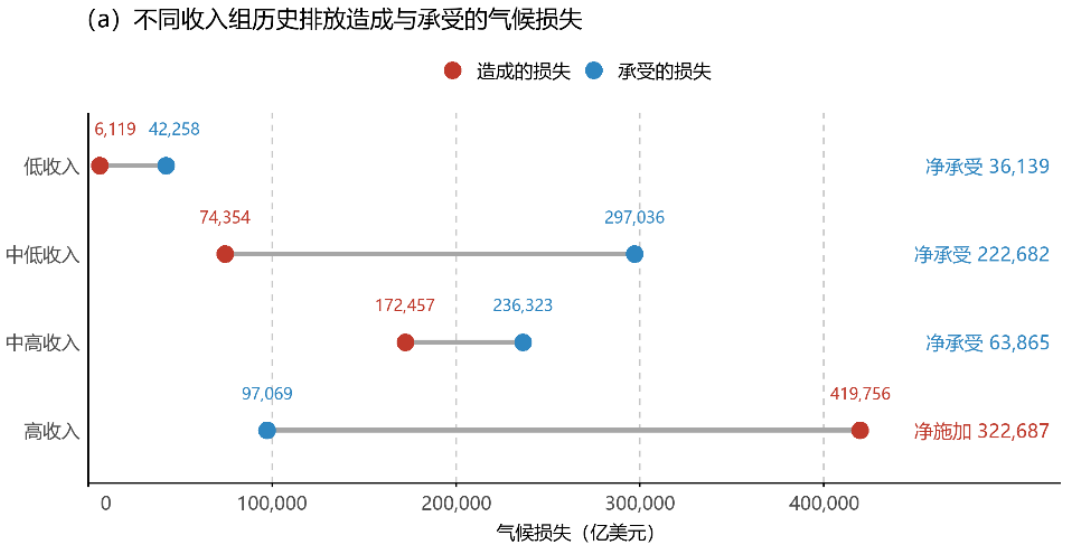
注：矩形面积表示各经济体承受的累计气候损失，颜色表示收入组别。核算涵盖 1850—2022 年历史排放在 1850—2022 年间对农业、能源、健康和海平面上升四个领域造成的累计影响，金额按 2022 年价格计量，并折算至 2022 年现值。百分比数字为占全球损失总额的比例。收入分类及贴现方法见技术附件。

历史排放造成的气候影响会持续多年，其损失也会随时间累计。按照本报告的核算，1850—2022 年各国历史排放在农业、能源、健康和海平面上升四个领域造成的气候损失，1850—2022 年累计约为 67.27 万亿美元。这一估计反映截至 2022 年已经发生的累计影响，尚不包括历史排放在 2022 年后继续产生的损失。各年度损失均按 2022 年价格计量，并折算至 2022 年现值。

中国和印度承受的累计损失最高，分别约为 16.50 万亿和 12.34 万亿美元，占全球损失的 24.5%和 18.3%，两国合计超过四成。美国承受的损失约为 3.91 万亿美元，占 5.8%。其后依次为印度尼西亚（2.31 万亿美元，3.4%）、俄罗斯（2.22 万亿美元，3.3%）、埃及（1.92 万亿美元，2.8%）、伊朗（1.62 万亿美元，2.4%）、巴基斯坦（1.56 万亿美元，2.3%）、尼日利亚（1.38 万亿美元，2.1%），以及孟加拉国（1.33 万亿美元，2.0%）。这十个经济体合计承受了约 67%的全球损失，表明累计损失在国别分布上高度集中（图 10）。

从收入组看，中低收入经济体承受了 44.2%的全球损失，中高收入经济体占 35.1%，两者合计接近八成；高收入经济体占 14.4%，低收入经济体占 6.3%。按照本报告采用的收入分组，非高收入经济体合计承受约 85.6%的损失。

4.2 哪些国家是气候损失的净施加国与净承受国



(b) 气候损失主要净施加国与主要净承受国

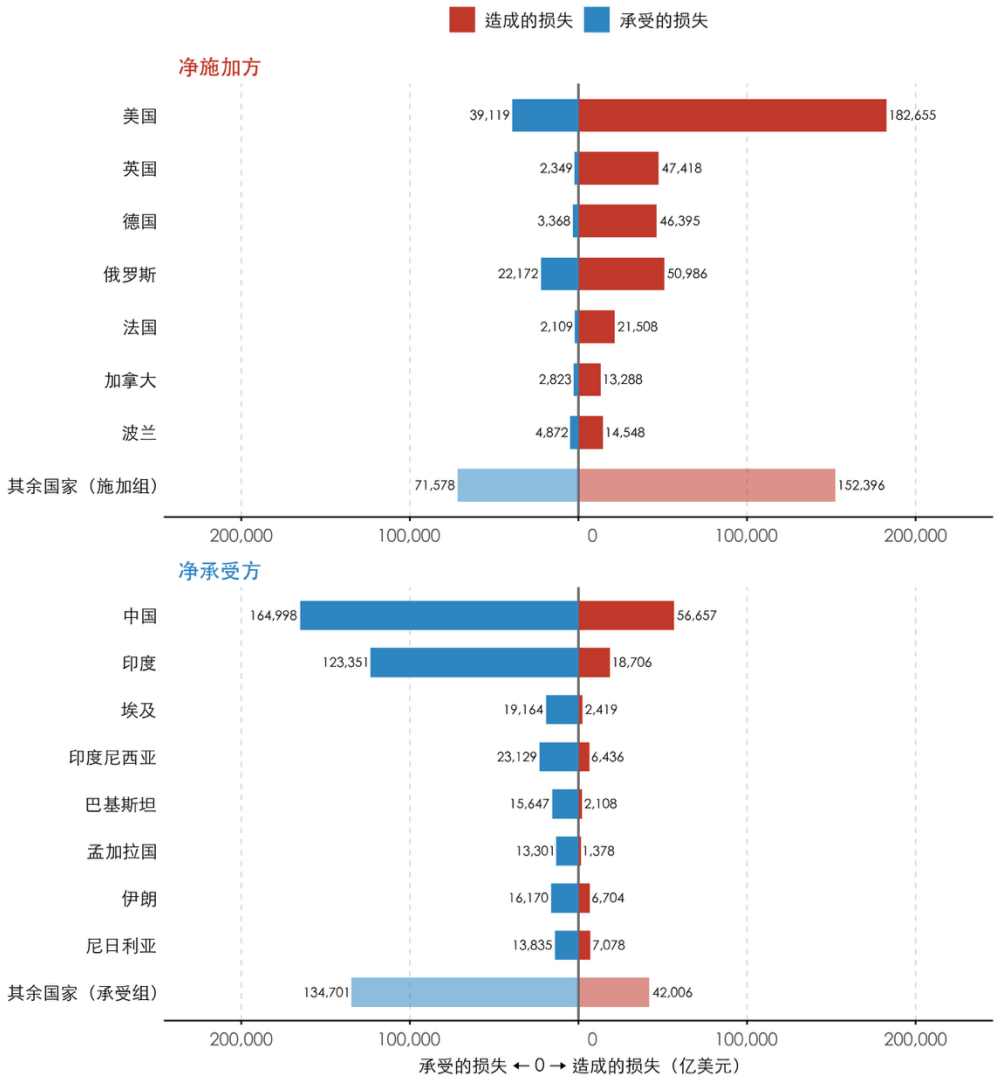


图 11 各国造成和承受的气候损失以及承担的净气候损失

注：（a）将各经济体划分为低收入、中低收入、中高收入和高收入四个收入组，分别比较各组历史排放造成的累计气候损失及承受的累计气候损失。（b）主要的净施加方和净承受方，净施加方指对外造成损失高于其承受损失的国家/地区，净承受方指承受气候损失高于其排放造成的损失的国家/地区，图示金额含本国排放对本国的影响。

气候变化使排放发生地与损失发生地相互分离。一个国家的排放既影响本国，也会给其他国家带来损失；与此同时，该国还会承受其他国家排放造成的影响以及来自其他国家的间接影响。本报告中，“净施加国”指本国排放对其他国家造成的损失大于其承受的境外排放损失的国家；“净承受国”指其承受的境外排放损失大于本国排放对其他国家造成的损失的国家。该指标仅表示跨境损失的双边净差额，不构成法律责任的判定，这一比较揭示了各国历史排放与跨境损失负担之间的关系（图 11）。

净施加国主要集中于工业化较早的高排放经济体。美国造成的跨境损失超过其承受的跨境损失约 14.4 万亿美元，是最大的净施加国；欧盟 27 国合计约为 10.8 万亿美元。英国、俄罗斯和加拿大的净施加损失分别约为 4.5 万亿、2.9 万亿和 1.0 万亿美元。沙特阿拉伯、阿联酋和卡塔尔等产油国也属于净施加国。全球净施加损失最高的十个国家中，有八个是 OECD 成员国。

净承受国则主要集中于发展中国家。印度和中国的净承受损失规模最大，埃及、印度尼西亚、巴基斯坦等国承受的气候负担也超过了其自身排放对外造成的损失。绝大多数非洲国家与小岛屿国家同样属于净承受国。这意味着，不少国家在承担自身发展和适应任务的同时，还承受着主要来自境外排放的气候损失。

从两组国家之间的关系看，净施加国对净承受国造成的累计损失约为 42.0 万亿美元，反向损失约为 3.5 万亿美元，两者相差约 38.5 万亿美元。这一差额刻画了两组国家之间的跨境净损失负担。其中，美国约占净施加总额的 37.7%，欧盟占 28.4%，其他 OECD 成员国合计占 18.9%；俄罗斯占 8.5%。在净承受国中，印度和中国分别占净承受总额的 27.5% 和 28.5%，其余国家合计约占 44.1%。

与这一损失规模相联系，国际气候资金支持仍十分有限。2024 年达成的气候资金新集体量化目标提出，由发达国家带头，到 2035 年每年向发展中国家提供和动员至少 3000 亿美元，用于支持减缓、适应等气候行动。损失与损害应对基金旨在协助特别易受气候变化不利影响的发展中国家应对相关的经济和非经济损失与损害。目前，基金可分配的资金与项目申请所反映的资金需求之间仍存在明显差距。截至 2026 年 7 月底，该基金累计获得出资承诺约 8.23 亿美元，其中实际到账约 4.86 亿美元。首轮纳入项目储备的申请所需资金已达 28 亿美元，远超同期 3.42 亿美元的可分配额度。

这些结果表明，各国历史排放对外造成的损失与自身承受的损失存在明显不对称。将排放来源与损失承担联系起来，可以为国际气候合作提供更具体的依据。发达国家因其历史排放造成较大跨境损失，应在加强减排、减少未来损失的同时，通过资金、技术和能力建设支持，帮助发展中国家推进适应行动、完善预警体系和加强风险管理。发展中国家作为气候损失的净承受国，尤其是损失负担较重、适应能力有限的经济体，应获得持续和加强的国际支持，以增强应对气候冲击和减少未来损失的能力。

4.3 中国气候损失的跨国来源

中国是跨境气候损失的净承受国。按照本章对 1850—2022 年历史排放及其在 1850—2022 年间累计影响的核算，中国承受的来自其他国家排放的气候损失约为 15.14 万亿美元。在综合考虑中国排放对其他国家造成的影响后，中国净承受的跨境气候损失约为10.83万亿美元。主要发达国家的历史排放是中国气候损失的重要来源。其中，美国排放对中国造成的累计损失约为4.54万亿美元，占中国承受的全部跨境气候损失的30.0%。欧盟27国和其他 OECD 成员国排放对中国造成的损失分别约为 3.34 万亿和 2.60 万亿美元，占比分别为22.1%和 17.2%。上述国家合计对中国造成约 10.48 万亿美元的损失，占中国承受的全部跨境损失的约 69%。这些结果表明，主要发达国家的历史排放给中国的经济发展和民生带来了显著的累计损失。

中国是气候损失的净承受国，在承受气候变化不利影响的同时，中国坚持从自身可持续发展的需要出发，持续推进碳达峰碳中和、能源结构优化和产业绿色低碳转型，并加强适应气候变化与风险管理。中国既持续推进温室气体减排，也积极投入资源应对气候影响、保障发展与民生，统筹推进减缓与适应。中国及其他发展中国家的气候损失净负担及其排放来源，为理解发展中国家在国际气候治理中的诉求和立场提供了具体依据。国际气候合作应更加充分地考虑发展中国家的损失负担和适应需求，在加强全球减排的同时，通过资金、技术和能力建设合作，支持气候韧性发展、减少未来损失。主要发达国家需要加快落实减排承诺，减少持续排放带来的新增损失，并加强对发展中国家适应和应对损失与损害的资金、技术及能力建设支持。

4.4 主要发现与启示

历史排放造成的气候损失具有长期性，损失分布在国家之间高度不均。按照本报告对农业、能源、健康和海平面上升四类影响的核算，1850—2022年历史排放截止2022年造成的累计损失约为67.27万亿美元，其中约85%由发展中国家经济体承受。上述金额均按2022年价格计量，并折算至2022年现值。

各国造成的损失与实际承受的损失存在显著差异。净施加国与净承受国之间的累计净损失差额约为 38.5 万亿美元，美国和欧盟合计占净施加总额的六成以上。中国则是跨境气候损失的净承受国，净承受损失约为10.83万亿美元，主要发达国家的历史排放是中国承受损失的重要来源。这些结果为理解历史排放责任与发展中国家的损失负担提供了量化依据。

历史排放的影响已经发生，并将持续影响各国的发展，这使得资金支持与损失负担之间的规模差异尤为突出。截至 2026 年 7 月底，损失与损害应对基金获得的累计出资承诺仅约 8.23 亿美元。这一对照凸显了扩大损失与损害专项资金、推动资金承诺兑现的紧迫性。

面向 COP31，国际合作应在共同但有区别的责任原则下，推动减排和资金支持承诺转化为实际行动。发达国家应加大减排力度，明确落实到 2035 年每年至少 3000 亿美元气候资金目标的时间安排和实施路径，并增加对发展中国家适应和应对损失与损害的支持。中国也需要持续推进减缓与适应，增强国内气候韧性，并通过国际合作减少未来损失。将历史责任、现实损失与行动支持联系起来，才能使全球气候治理更有效地服务于各国的可持续发展。

第五章 主要发现与行动建议

气候损失评估是确定行动重点、配置资源和衡量政策成效的重要基础。本报告从已经发生的极端事件损失出发，追踪其沿产业链产生的间接影响，并进一步评估历史排放造成的长期损失及其跨国分布。这些分析既揭示了当前损失负担，也为减少未来损失、增强气候韧性和推动国际合作落实提供了依据。

本报告的主要发现如下：

第一，人为气候变化已经造成规模可观的极端事件经济损失。2010—2025 年，纳入全球核算的六类极端事件中，年均约 908 亿美元的直接经济损失可归因于人为气候变化，占灾害直接经济损失的约 41%，其中风暴贡献最为突出。中国 2012—2022 年四类极端事件的核算表明，年均约 818 亿元的直接经济损失可归因于人为气候变化，占比约 27.2%。气候变化的经济影响已经成为需要持续应对的现实负担。

第二，产业链传导使气候损失放大并超出直接承灾地区与行业。按经济流量口径核算，2010—2025 年全球干旱、洪涝和风暴三类事件造成的年均直接与间接气候损失合计约 1597 亿美元，其中间接损失占 52%。中国 2012—2022 年本土极端事件造成的年均间接气候损失约 896 亿元；在全球投入产出核算中，2010—2025 年中国因境外极端事件承受的年均间接气候损失约 49.9 亿美元。气候风险管理因此需要同时关注本地承灾对象、区域产业联系和跨境供应链。

第三，各国历史排放对外造成的损失与自身承受的损失存在明显不对称。按照农业、能源、健康和海平面上升四类影响的核算，1850—2022 年历史排放在 1850—2022 年间造成

的全球累计气候损失约为 67.27 万亿美元，其中约 85%由发展中国家经济体承受。美国和欧盟等发达经济体的历史排放给其他国家造成的损失，远高于其因他国历史排放而承受的损失，合计对外造成约 38.5 万亿美元的净损失。中国和印度等发展中国家则相反，其承受的来自他国历史排放的损失，远高于自身历史排放给他国造成的损失，其中中国和印度净承受的跨境气候损失分别约为 10.83 万亿和 10.46 万亿美元。这些结果表明，国际气候合作需要充分考虑发展中国家承受的损失负担，在加强全球减排的同时，扩大面向适应与减损需求的资金、技术和能力建设支持。

需要注意的是，本报告的量化评估仍受到数据、方法和覆盖范围的限制。灾损记录在不同国家、灾种和年份之间存在缺漏，部分受灾地区和损失类型尚未得到充分记录；极端事件归因及其损失推算存在不确定性，历史排放的长期影响估计也受到发展情景、贴现率和模型设定的影响。第 4 章的长期损失核算覆盖农业、能源、健康和海平面上升四类影响，尚未全面纳入其他经济与非经济损失，也未系统评估跨越气候临界点及其连锁效应可能造成的灾难性损失。因此，报告结果反映现有数据和既定核算范围内的损失估计，尚不能完整呈现气候变化的全部损失与风险。

面向 COP31 及未来气候行动，本报告提出如下建议：

第一，推动减排承诺落实，避免气候损失侵蚀长期发展成果。历史排放的持续影响表明，延迟减排会增加未来损失负担 [19]。COP31 应推动各方按照国家自主贡献的制度安排，将减排目标落实到能源、产业和基础设施等领域的具体行动；发达国家应结合其历史排放责任，加大减排力度。未来的政策评估还应进一步比较不同减排路径能够避免的经济、健康和民生损失，避免积累的气候损失侵蚀各国长期发展成果 [20,21]。

第二，明确发达国家气候资金目标的实施路径，确保发展中国家得到持续和加强的国际支持。COP31 应推动发达国家明确落实到 2035 年每年至少 3000 亿美元气候资金目标的时间安排、资金来源和进展评估安排，并推动适应资金增长目标落实。对损失与损害应对基金，应加快既有承诺到账，推动后续资源补充，并提升资金从申请、审批到拨付的效率。资金支持应增强公共资金和赠款性资金的作用，提高可预期性，避免使受损国家在恢复发展过程中进一步积累气候损失负担。

第三，各国应推动完善气候损失评估，以支撑国内适应规划和投资决策。各国应根据主要灾种、受损部门及区域差异，明确适应行动的重点和顺序。UNEP《适应差距报告 2025》估计，到 2035 年发展中国家的年度适应资金需求约为 3100 亿—3650 亿美元，而 2023 年流向发展中国家的国际公共适应资金仅约为 260 亿美元，扩大适应投入仍是一项长

期任务[22]。对中国而言，应持续落实减缓与适应并重，将气候损失和未来风险评估纳入发展规划、重大项目和财政金融决策，重点加强农业、水利、交通、制造业及关键基础设施的气候韧性[23]。项目选择应兼顾减少损失的效果、实施成本和民生保障，并持续评估适应措施的实际成效。

第四，深化区域和跨境适应合作，提升产业链的气候韧性。地方和行业的适应规划应识别关键生产、能源和物流节点受到的直接冲击及其上下游影响，加强跨地区预警信息共享、应急协调和恢复安排。企业应将供应商所在地的气候风险纳入经营决策，完善关键投入保障和业务连续性安排。中国可结合贸易伙伴及其他发展中国家的实际需求，通过南南合作和区域合作支持预警、基础设施韧性和灾后恢复能力建设，在帮助伙伴减少损失的同时，增强共同供应链的稳定性。

第五，持续完善损失核算，支撑国内气候行动和国际减损合作讨论。各国及国际组织应加强灾损记录、极端事件归因和产业关联数据建设，逐步完善对健康、生计、生态及其他非经济损失的评估，明确核算范围、方法和关键假设，形成持续更新的证据基础[24]。相关成果可用于阐明自身损失负担、支持围绕减损的国际合作和资金议题讨论，并将相关评估用于国内适应和国际合作项目选择。

作者简介

滕飞是清华大学能源环境经济研究所教授、副所长、博士生导师，清华大学工学学士，管理科学与工程硕士、博士。联合国气候变化专家委员会（IPCC）第五次及第六次《气候变化评估报告》主要作者。2007~2017 年作为中国气候变化谈判代表团成员参加气候变化多边谈判工作，曾担任联合国气候变化框架公约非附件一国家咨询专家组主席。主要研究方向为综合评估模型、能源系统分析、全球及国内气候政策与治理等，在 Science、Nature Climate Change 等国内外学术期刊发表论文近百篇。

王天鹏是清华大学能源环境经济研究所助理研究员，清华大学理学学士，管理学博士，曾作为访问学者在加州大学伯克利分校开展合作研究。主要研究方向为综合评估模型、气候变化经济学、能源与气候政策分析等。

王博文是清华大学能源环境经济研究所博士研究生，曾参与国际应用系统分析研究学会 2026 年暑期青年科学家项目。主要研究方向为极端事件影响归因、气候变化损失与适应等。

王纪云是中国人民大学生态环境学院本科生，曾参与 2026 年国家高端智库重点研究课题。主要研究气候变化经济学、全球气候治理等。

致谢和责任说明

感谢国家气候中心张永香研究员、中国人民大学陈敏鹏教授、国家气候战略中心高翔研究员、清华大学新闻与传播学院曾繁旭教授、北京师范大学张九天研究员及 Chatham House 郭江汶女士参与本报告评审并提出意见与建议，为报告的完善提供了重要帮助。本报告的分析、判断与结论仅代表作者个人观点，不代表作者所在机构、评审专家及其所在机构的立场。报告中可能存在的错误与疏漏由作者负责。

术语表（中英对照）[1]

气候变化

本报告采用 UNFCCC 定义，除在可比时期内观测到的自然气候变率外，由改变全球大气组成的人类活动直接或间接引起的气候变化。

Climate change

A change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and which is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods. [25]

极端事件（极端天气或气候事件）

某一天气或气候指标超出其通常变化范围、达到异常高值或低值的事件。判定极端事件的阈值因地而异。当异常天气持续较长时间（如一个季节），且这一时期的平均值或累计值也达到极端水平时，可称为极端气候事件，例如持续高温、干旱或季节性降雨异常偏多。本报告将极端天气事件和极端气候事件统称为极端事件。

Climate extreme (extreme weather or climate event)

The occurrence of a value of a weather or climate variable above (or below) a threshold value near the upper (or lower) ends of the range of observed values of the variable. By definition, the characteristics of what is called extreme weather may vary from place to place in an absolute sense. When a pattern of extreme weather persists for some time, such as a season, it may be classified as an extreme climate event, especially if it yields an average or total that is itself extreme (e.g., high temperature, drought or heavy rainfall over a season). For simplicity, both extreme weather events and extreme climate events are referred to collectively as climate extremes. [4]

灾害

超出当地应对能力、需要向国家或国际层面请求外部援助的状况或事件；通常难以预见且突然发生，造成严重损害、破坏和人员苦难。

Disaster

A situation or event which overwhelms local capacity, necessitating a request to the national or international level for external assistance; an unforeseen and often sudden event that causes great damage, destruction, and human suffering. [26]

洪水

[1] 定义主要参考：IPCC AR6 WG2 glossary, EM-DAT document, UNFCCC

洪水是以下现象的统称：河水溢出河道，淹没洪泛区内通常干燥的土地（河流洪水）；沿海、湖泊或水库水位异常升高（沿海洪水）；以及降雨地点或附近区域出现积水（暴发性洪水）。

Flood

A general term for the overflow of water from a stream channel onto normally dry land in the floodplain (riverine flooding), higher-than-normal levels along the coast (coastal flooding) and in lakes or reservoirs as well as ponding of water at or near the point where the rain fell (flash floods).

风暴

风暴是与强烈大气扰动相关的一类危险天气事件，包括热带气旋、温带风暴、雷暴、龙卷风、冰雹、沙尘暴、冬季风暴及风暴潮等。这类事件可通过强风、降水、雷电或沿海淹没造成损害。本报告中，全球分析采用 EM-DAT 数据库中归类为 Storm 的灾害事件；中国分析采用台风灾害数据，属于 Storm 类别中的热带气旋子类型。

Storm

A broad category of hazardous weather events associated with intense atmospheric disturbances, including tropical cyclones, extra-tropical storms, thunderstorms, tornadoes, hail, sand or dust storms, winter storms, and storm surges. These events can cause damage through strong winds, precipitation, lightning, or coastal inundation.

干旱

降水异常偏少持续较长时间，导致人类、动物和植物缺水的现象。干旱并非仅是一种自然物理现象，人类活动和供水需求也可能加剧其影响。判定干旱所需的降水减少程度，因地区、气候条件及所涉及的环境领域而异。

Drought

An extended period of unusually low precipitation that produces a shortage of water for people, animals, and plants. Drought is not solely a physical phenomenon because its impacts can be exacerbated by human activities and water supply demands. Operational definitions of drought, i.e., the degree of precipitation reduction that constitutes a drought, vary by locality, climate, and environmental sector.

热浪

一段异常炎热和（或）异常潮湿的天气过程，通常持续两天或更长时间。判定热浪的具体温度标准因地而异。

Heatwave

A period of abnormally hot and/or unusually humid weather. Typically, a heat wave lasts for two or more days. The exact temperature criteria for what constitutes a heat wave may vary by location.

寒潮

一段异常寒冷的天气过程，通常持续两天或更长时间，强风可能加剧其影响。判定寒潮的具体温度标准因地而异。

Cold wave

A period of abnormally cold weather. Typically, a cold wave lasts for two or more days and may be aggravated by high winds. The exact temperature criteria for what constitutes a cold wave may vary by location.

野火

发生在森林、草地、灌丛或苔原等自然环境中，未受控制且并非按计划实施的植被燃烧。野火以自然环境中的可燃物为燃料，并随风、地形等环境条件蔓延，可由雷击或人类活动引发。

Wildfire

Any uncontrolled and non-prescribed combustion or burning of plants in a natural setting such as a forest, grassland, brushland or tundra, which consumes natural fuels and spreads based on environmental conditions (e.g., wind, or topography). Wildfires can be triggered by lightning or human actions.

危险性

可能发生的自然或人为引起的物理事件或趋势，可能造成生命损失、伤害或其他健康影响，以及对财产、基础设施、生计、服务供给、生态系统和环境资源的损害与损失。

Hazard

The potential occurrence of a natural or human-induced physical event or trend that may cause loss of life, injury or other health impacts, as well as damage and loss to property, infrastructure, livelihoods, service provision, ecosystems and environmental resources.

暴露度

人员、生计、物种或生态系统、环境功能、服务与资源、基础设施，或经济、社会与文化资产，存在于可能受到不利影响的地点和环境中。

Exposure

The presence of people; livelihoods; species or ecosystems; environmental functions, services, and resources; infrastructure; or economic, social, or cultural assets in places and settings that could be adversely affected.

脆弱性

受到不利影响的倾向或易感性。脆弱性涵盖多种概念和要素，包括对损害的敏感性或易感性，以及应对和适应能力的不足。

Vulnerability

The propensity or predisposition to be adversely affected. Vulnerability encompasses a variety of concepts and elements, including sensitivity or susceptibility to harm and lack of capacity to cope and adapt.

影响

风险实际发生后对自然系统和人类系统造成的后果；其中，风险源于气候相关危险性、暴露度与脆弱性之间的相互作用。影响通常指对生命、生计、健康与福祉、生态系统和物种、经济、社会与文化资产、服务（包括生态系统服务）以及基础设施的作用。影响既可能是不利的，也可能是有利的。

Impact

The consequences of realised risks on natural and human systems, where risks result from the interactions of climate-related hazards (including extreme weather/climate events), exposure, and vulnerability. Impacts generally refer to effects on lives, livelihoods, health and well-being, ecosystems and species, economic, social and cultural assets, services (including ecosystem services) and infrastructure. Impacts can be adverse or beneficial.

风险

气候变化对人类社会或生态系统造成不利后果的可能性。风险由事件本身的危险性、人员或资产等的暴露度，以及受影响系统的脆弱性共同决定，并随气候、社会经济条件和应对措施的变化而变化。

Risk

The potential for climate change to cause adverse consequences for human or ecological systems. Risk arises from interactions among climate-related hazards, exposure, and vulnerability, and evolves with changes in climate, socioeconomic conditions, and response measures.

适应

人类活动为减轻损害或利用有利机会而对实际或预期的气候及其影响进行调整的过程。

Adaptation

In human systems, the process of adjustment to actual or expected climate and its effects, in order to moderate harm or exploit beneficial opportunities.

归因

评估多个因果因素对某一变化或事件的相对贡献，并对这一评估的信度作出判断的过程。

Attribution

Attribution is defined as the process of evaluating the relative contributions of multiple causal factors to a change or event with an assessment of confidence.

极端事件归因

识别并量化人为气候变化对单个极端天气事件的发生频率、强度、持续时间及其影响所起作用的科学研究。

Extreme event attribution

The science of identifying and quantifying the role that human-caused climate change plays in the frequency, intensity, duration, and impacts of individual extreme weather events.

影响归因

识别并评估气候变化对自然系统和人类系统中已观测影响的贡献。

Impact attribution

The process of identifying and assessing the contribution of climate change to observed impacts on natural and human systems.

损失与损害

研究中，首字母大写的 Loss and Damage 用于指代 2013 年华沙损失与损害机制建立后，UNFCCC 下开展的政治讨论。该机制旨在“处理特别易受气候变化不利影响的发展中国家中，与气候变化影响（包括极端事件和缓发事件）相关的损失与损害”。小写形式 losses and damages 则被用于广泛指代由已观测到的影响和预计的风险带来的经济或非经济性的气候损失。

Loss and Damage, and losses and damages

Research has taken Loss and Damage (capitalised letters) to refer to political debate under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) following the establishment of the Warsaw Mechanism on Loss and Damage in 2013, which is to ‘address loss and damage associated with impacts of climate change, including extreme events and slow onset events, in developing countries that are particularly vulnerable to the adverse effects of climate change.’

Lowercase letters (losses and damages) have been taken to refer broadly to harm from (observed) impacts and (projected) risks and can be economic or non-economic.

直接损害

灾害造成的资本存量物理破坏，如厂房、设备和基础设施损毁，是灾损统计的常用口径。

Direct damages

Physical destruction of capital assets—such as buildings, infrastructure, and machinery.

直接损失

资本受损导致直接受灾部门的生产和消费等经济流量减少，本报告称为“直接损失”。

Direct losses

Impairment of the capacity of affected sectors to produce and consume, caused by stock damage.

间接损失

直接损失通过投入产出关系沿产业链上下游传导，进一步引致其他部门的经济流量损失，本报告称为“间接损失”。

Indirect losses

Direct losses propagate through input–output linkages, causing cascading effects along upstream and downstream supply chains.

参考文献

1. Wang, T. Distinguishing short-term and long-term climate impacts in damage functions. *Environ. Res.: Climate* **3**, 041007 (2024).
2. Wang, T.-P., Teng, F. & Li, W.-T. Economic impacts of sea level rise on China's coastal provinces under different adaptation strategies. *Advances in Climate Change Research* **16**, 688–697 (2025).
3. Peng, H. *et al.* An integrated assessment of provincial economic damages from climate change in China. *Journal of Environmental Management* **415**, 130689 (2026).
4. IPCC. *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (Cambridge University Press, 2023). doi:10.1017/9781009325844.
5. Newman, R. & Noy, I. The global costs of extreme weather that are attributable to climate change. *Nat Commun* **14**, 6103 (2023).
6. 中国气象局. *2025 年中国气候公报*. https://www.ncc-cma.net/channel/research/researchid/100932 (2026).
7. 清华大学. 柳叶刀人群健康与气候变化倒计时中国报告. https://lancetcountdown.org/cn/asia/2025-report-asia/ (2025).
8. OECD. *The Economic Consequences of Climate Change*. (OECD Publishing, 2015). doi:10.1787/9789264235410-en.
9. Waidelich, P., Batibeniz, F., Rising, J., Kikstra, J. S. & Seneviratne, S. I. Climate damage projections beyond annual temperature. *Nat. Clim. Chang.* **14**, 592–599 (2024).
10. 王天鹏. 基于气候模式与能源经济模型双向耦合的气候损失评估. (清华大学, 2020).
11. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (Cambridge University Press, New York, NY, 2014).
12. Wang, B.-W., He, Y., Wu, W.-H. & Teng, F. Quantifying indirect economic losses from extreme events to inform global and local adaptation strategies. *Advances in Climate Change Research* **16**, 674–687 (2025).
13. 王博文, 贺一, & 滕飞. 我国极端天气气候事件直接和间接经济损失的评估及归因. 气候变化研究进展 **21**, 502 (2025).
14. Armstrong McKay, D. I. *et al.* Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science* **377**, eabn7950 (2022).
15. UNFCCC. *Non-Economic Losses: Featuring Loss of Territory and Habitability, Ecosystem Services and Biodiversity, and Cultural Heritage*. (2024).
16. Schie D., Jackson G., Serdeczny O. & Geest K. Economic and non-economic loss and damage: a harmful dichotomy? *Global Sustainability* **7**, e42 (2024).
17. UNDRR. Economic loss. *Sendai Framework terminology on disaster risk reduction.* (2017).
18. Teng, F., Wang, T., Pan, X., Du Pont, Y. R. & Zhang, X. Quantifying national responsibilities for climate change impacts. Preprint at https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3945496/v1 (2025).
19. Wang, T. *et al.* Coupling natural-social models can better quantify the interactions in achieving carbon neutrality in China. *Environ. Res. Lett.* **20**, 024026 (2025).

20. Wang, T.-P. & Teng, F. A multi-model assessment of climate change damage in China and the world. *Advances in Climate Change Research* **13**, 385–396 (2022).
21. Wang, T. & Teng, F. Damage function uncertainty increases the social cost of methane and nitrous oxide. *Nat. Clim. Chang.* **13**, 1258–1265 (2023).
22. UNEP. *Adaptation Gap Report 2025: Running on Empty - The World Is Gearing up for Climate Resilience — without the Money to Get There*. (2025). doi:10.59117/20.500.11822/48798.
23. Wang, T., Teng, F. & Zhang, X. ASSESSING GLOBAL AND NATIONAL ECONOMIC LOSSES FROM CLIMATE CHANGE: A STUDY BASED ON CGEM-IAM IN CHINA. *Clim. Change Econ.* **11**, 2041003 (2020).
24. 王天鹏 & 滕飞. 可计算一般均衡框架下的气候变化经济影响综合评估. 气候变化研究进展 **16**, 480–490 (2020).
25. UNITED NATIONS. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. (1992).
26. CRED. *EM-DAT Documentation*. https://doc.emdat.be/docs/data-structure-and-content/general-definitions-and-concepts/ (2026).