

## 现状堪忧: 温室气体排放量再创新高!

Glen P. Peters<sup>1\*</sup> 和 Malte Meinshausen<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>CICERO 国际气候研究中心 (挪威, 奥斯陆)

<sup>2</sup>墨尔本大学, 地理、地球与大气科学学院 (澳大利亚, 维多利亚州, 墨尔本)

<sup>3</sup>Climate Resource (澳大利亚, 维多利亚州, 墨尔本)

### 少年审稿人



JUDE

年龄: 15



THE

AMAZING SIX

年龄: 14–16

### 温室气体 (Greenhouse Gases)

能够捕获地表的太阳热量、使地球升温的气体。

尽管人类意识到气候变化已超过三十年, 但二氧化碳等温室气体的排放量仍有增无减。科学研究证实, 遏制二氧化碳排放是阻止全球变暖加剧的关键。最大的温室气体单一排放源是发电与交通领域的化石燃料燃烧。太阳能、风能、电动汽车和先进电池等技术可替代化石燃料, 有助于减少排放, 同时改善空气污染等环境问题。多国已承诺停止碳排放, 但唯有通过立法保障落实, 才能有效限制全球变暖。遗憾的是, 现行政策仍不完善。我们必须确保各国兑现承诺, 帮助社会规避全球变暖的恶果。

### 历史上的能源消耗与排放

自古至今, 大气中始终存在由腐烂植物、湿地和土壤等自然物产生的温室气体 (二氧化碳、甲烷和氧化亚氮)。数千年前, 当人类祖先开始砍伐森林开垦农田时, 更多温室气体开始进入大气, 不过当时人口稀少, 气候变化微乎其微。

## 排放 (Emissions)

燃烧煤炭、石油或天然气时释放到大气中的化学物质（如二氧化碳）。

## 化石燃料 (Fossil Fuels)

由数百万年前的动植物遗骸在地下形成的煤炭、石油和天然气。

图 1

(A) 1950 年以来全球主要能源结构演变图, 显示煤炭、石油和天然气始终占据主导地位, 同时水电、核能、太阳能、风能、地热等非化石能源开始在现代能源体系中崭露头角。(B) 1950 年至今的二氧化碳排放来源分析, 包括煤、石油与天然气燃烧、水泥生产以及毁林造田 (土地利用变化), 表明仅化石能源来源会排放二氧化碳。

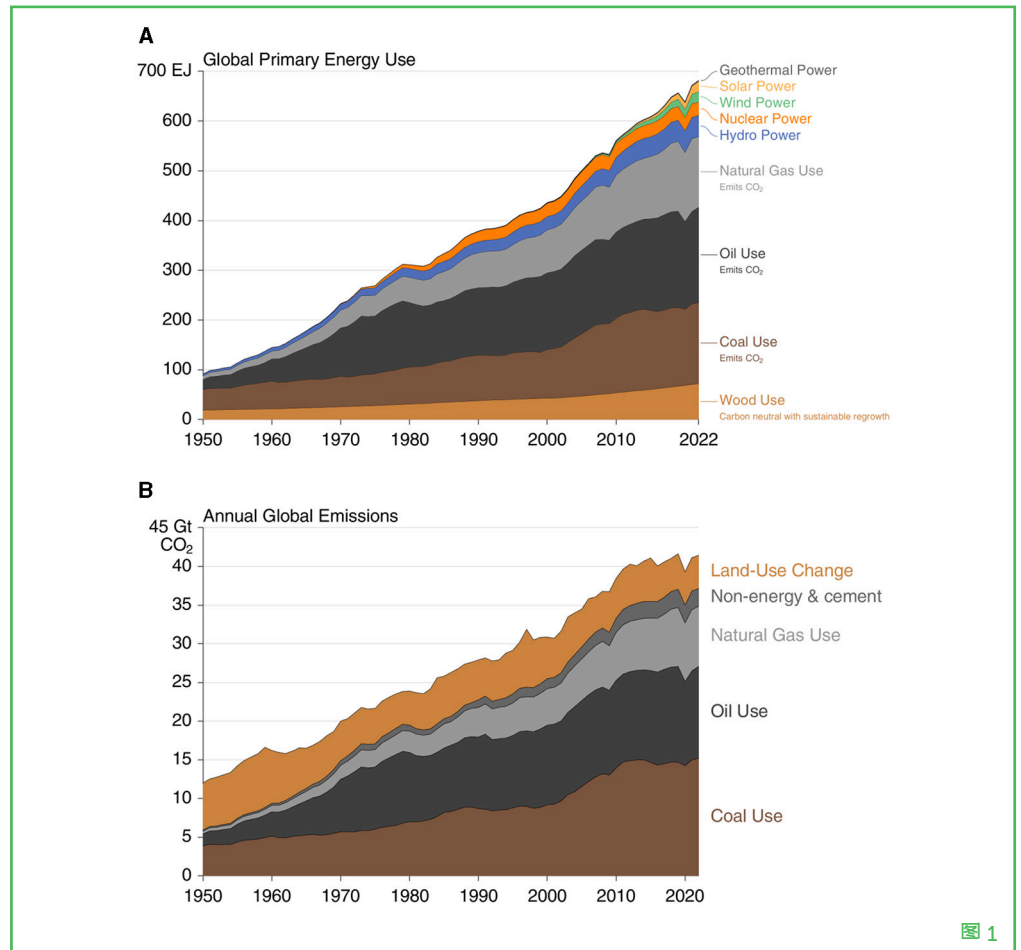


图 1

自 19 世纪以来, 科学家便提出燃烧化石燃料可能改变地球气候的观点, 如今这一点已被确凿证实 [2]。化石燃料是埋藏地下数百万年的动植物残骸, 当它们被开采燃烧时, 其中封存已久的碳元素就以二氧化碳的形式释放到大气中 (图 1B)。这些不断累积的二氧化碳, 正是导致全球变暖的主因。

## 气候正在改变

气候科学家指出, 累计二氧化碳排放量 (而非单年排放量) 才是影响气候的关键 [3]。当我们停止燃烧化石燃料时, 二氧化碳并不会从大气中自动消失, 其中一部分将永久存留。工业革命时期的祖辈排放的二氧化碳

### 气候影响 (Climate Impacts)

因温室气体排放和气候变化导致的天气模式改变, 例如频发的极端气温、热浪和强降雨。

至今仍滞留在大气中, 今日的排放将继续影响子孙后代的生存环境。我们虽能通过减排阻止全球变暖进一步加剧, 却无法逆转已发生的变暖进程。自工业革命以来, 人类活动排放的温室气体已导致全球平均气温上升约 1.3°C (更多气候变化成因请参阅[这篇 Frontiers for Young Minds 文章](#))。

## 全球行动已展开, 但进展太过缓慢

全球变暖已加剧对世界多地的[气候影响](#)。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 作为评估气候变化科学依据的机构, 早在 1988 年就已成立。1992 年签署的《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC) 旨在防止人类活动对地球气候的影响。2007 年《京都议定书》和 2015 年《巴黎协定》相继签订, 这些基于 UNFCCC 的国际条约共同致力于实现气候治理目标。由此可见, 国际社会已明确认识到气候挑战的严峻性, 并建立了科学机构与国际协议来应对气候变化, 但全球排放尚未得到有效控制。

为应对全球变暖, 人类社会已开发出风电、光伏等在许多场景下成本低于化石燃料的清洁技术。这些环境友好型技术确实有助于减少二氧化碳排放。在美国和欧洲, 化石燃料消耗量已呈现下降趋势 [4], 这意味着太阳能与风能正在逐步取代传统化石能源。电动汽车也开始取代燃油车。

在印度、中国等国家, 太阳能和风能同样以创纪录的速度发展。印度作为发展中国家, 至今仍有大量贫困人口, 但全社会正努力追赶欧美生活水平。在这些快速增长的经济体中, 即使环保技术发展迅猛, 仍不足以遏制二氧化碳排放量的增加 [4]。从整个世界来看, 尽管过去十年来增速放缓, 但能源消耗与二氧化碳排放总量仍在持续攀升 ([图 1](#))。

## 不容忽视的毁林与农业活动

引发气候变化的因素远不止化石燃料及其碳排放。如今, 我们的木材消耗量已远超数百年前的祖辈, 若采伐方式不可持续或利用效率低下, 便会推高二氧化碳排放。我们仍在以惊人速度砍伐森林 (即[毁林](#)), 将其转变为放牧牛羊或种植作物的农田, 这又不断释放出更多二氧化碳。

当森林被开垦为农业生产用地时, 除了砍伐和焚烧树木会直接排放大量二氧化碳, 后续活动还会产生其他温室气体: 牛羊打嗝和稻田和湿地的植物分解都会产生甲烷, 施用化肥则会生成氧化亚氮 (又称为“笑气”)。化石燃料在泄漏或不完全燃烧时也会排放甲烷等其他温室气体。所有这些排放会共同加剧温室效应, 但二氧化碳始终是影响气候的最关键因素。

### 毁林 (Deforestation)

将森林砍伐并转变为农田或牧场等其他用地的行为。



### 气候政策 (Climate Policy)

政府为促进减排制定的激励措施, 包括对煤炭、石油或天然气征收附加费用, 或降低太阳能、风能及电动汽车的使用成本。

### 气候承诺 (Climate Pledge)

国家或企业对其尚未采取的行动所作出的承诺。

### 净零排放 (Net Zero Emissions)

同一年内排入大气中的温室气体量与从大气中清除的量相互抵消。

## 避免最严重的后果

当前, 全球许多国家和企业已制定**气候政策**, 以抑制温室气体排放增长 [5]。这些政策包括对破坏气候的行为征收环境税, 或立法禁售高能耗汽车。现有气候政策预计能使本世纪内的温室气体排放量维持在当前水平。在此条件下, 到本世纪末, 全球平均气温将较工业革命前上升 2.2-3.0°C, 约是当前 1.3°C 升温幅度的两倍。当然, 精确预测未来 80 年的排放趋势并非易事——尽管科学家已深入了解气候系统, 仍存在许多不确定因素: 实际升温幅度可能控制在 2°C, 也可能高达 3.5°C。各国政府已达成共识, 由 2°C 升温导致的极端高温、热浪和强降雨等气候影响将给人类社会带来难以承受的风险。

尽管许多政府和企业已作出更多减少排放的**气候承诺**, 却尚未制定落实这些承诺的具体政策。这就好比嘴上说要打扫房间, 却仍坐在沙发上迟迟不动。例如, 多国虽承诺实现**净零排放**, 却没有出台可帮助达成目标的政策。净零排放意味着所有排入大气的温室气体都必须被等量清除。考虑到碳清除的技术难度, 人类必须首先全力阻止排放。这就好比在房间里打翻热巧克力: 事先谨慎防范远比事后清理更容易。

所有长期任务都始于承诺。作出净零排放的承诺固然重要, 但现在需要的是实际行动。若能通过制定气候政策来确保承诺落地, 全球排放量将很快开始下降, 本世纪末或许能将升温幅度控制在 2°C 以内 [5]。

各国政府仍有时间制定气候政策来避免气温攀升至危险水平: 这需要到 2030 年将温室气体排放量减半, 2050 年左右实现二氧化碳净零排放, 2080 年左右实现所有温室气体净零排放。这比各国当前承诺的目标总和更为紧迫。现在我们需要真正开始“打扫房间”, 不仅要说服同班同学, 更要动员全校共同行动起来。既然大多数国家已作出承诺, 当下的要务就是立即付诸实践。

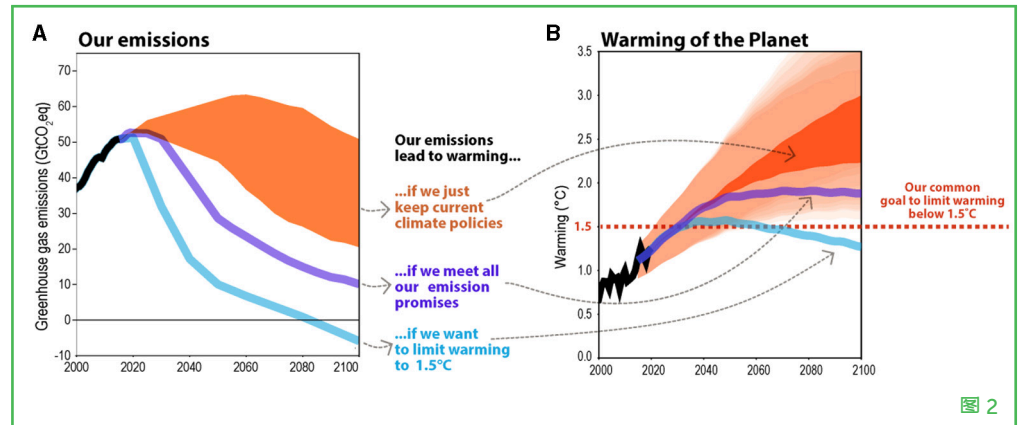
## 隧道尽头的曙光

好消息是, 研究表明, 我们完全有能力实现**净零排放** 并将全球变暖幅度控制在 1.5°C 左右。虽然可能会暂时突破 1.5°C, 但仍有望回落到该水平以下 [5] (图 2B)。全球已在太阳能、风能、电动汽车和电池技术方面取得长足进步, 但在遏制煤炭、石油和天然气消耗上却进展迟缓。当前世界仍在持续勘探更多化石燃料, 使这一问题不断加剧。能源消费与排放量仍在持续上升, 尽管其增速比在没有任何气候政策的情况下要略微缓慢一些。

如今的减排行动越迟缓, 未来气候影响将越严重, 减排难度也越大。最明智的路径是大力发展可再生能源, 而非继续滥用化石燃料并寄望于事后补救。正如我们祖辈的选择导致今日气候变暖一样, 当今社会的决策也将深刻影响子孙后代的命运。未来气候影响将在现有基础上持续叠加。

图 2

(A) 未来温室气体排放预测与 (B) 其可能引发的升温幅度示意图。要将升温幅度控制在  $1.5^{\circ}\text{C}$  左右, 必须在本世纪下半叶实现净零排放 (蓝线); 若全面履行现有气候承诺, 科学家预估升温幅度约为  $2^{\circ}\text{C}$  (紫线), 但各缔约国需制定更强力的减排政策; 若仅依据现行政策推算, 全球减排速度将无法达标 (橙色区域), 导致升温幅度远超  $2^{\circ}\text{C}$ , 进而引发更严重的气候影响。



由于二氧化碳会在大气中不断累积, 我们必须迅速行动起来——而这正是当前全球人类并没有做到的事。我们应当携手努力, 日积月累推动改变: 从自身减排开始, 并呼吁他人加紧行动。

## 致谢

本研究由欧盟“地平线欧洲”科研与创新计划资助 (赠款协议号: 101056306, 项目名称: IAM COMPACT)。

## AI 人工智能工具使用声明

本文中所有图表附带的替代文本 (alt text) 均由 Frontiers 出版社在人工智能支持下生成。我们已采取合理措施确保其准确性, 包括在可行情况下经由作者审核。如发现任何问题, 请随时联系我们。

## 参考文献

1. Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Bakker, D. C. E., Hauck, J. et al. 2023. Global carbon budget 2023. *Earth Syst. Sci. Data* 15:5301–69. doi: 10.5194/essd-15-5301-2023
2. IPCC 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Core Writing Team, H. Lee, and J. Romero, eds.). Geneva: IPCC, 184. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
3. Allen, M. R., Friedlingstein, P., Girardin, C. A. J., Jenkins, S., Malhi, Y., Mitchell-Larson, E., et al. 2022. Net zero: science, origins, and implications. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 47:19.1–39. doi: 10.1146/annurev-environ-112320-105050
4. Le Quéré, C., Korsbakken, J. I., Wilson, C., Tosun, J., Andrew, R., Andres, R. J., et al. 2019. Drivers of declining CO<sub>2</sub> emissions in 18 developed economies. *Nat. Clim. Change* 9:213–7. doi: 10.1038/s41558-019-0419-7
5. Meinshausen, M., Lewis, J., McGlade, C., Gütschow, J., Nicholls, Z., Burdon, R., et al. 2022. Realization of Paris agreement pledges may limit warming just below  $2^{\circ}\text{C}$ . *Nature* 604:304–9. doi: 10.1038/s41586-022-04553-z

线上发布: 2025 年 12 月 19 日

编辑: Chris Jones

科学导师: Matteo Lorenzini 和 Catherine A. Walsh

引用: Peters GP 和 Meinshausen M (2025) 现状堪忧: 温室气体排放量再创新高! Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2024.1343809-zh

英文原文: Peters GP and Meinshausen M (2024) We Are Not on Track: Greenhouse Gas Emissions Are Higher Than Ever! Front. Young Minds 12:1343809. doi: 10.3389/frym.2024.1343809

利益冲突声明: 作者声明本研究不涉及任何潜在商业或财务关系。

版权 © 2024 © 2025 Peters 和 Meinshausen. 这是一篇依据 [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#) 条款发布的开放获取文章。根据公认的学术惯例, 在注明原作者和版权所有者, 及在标明本刊为原始出处的前提下, 允许使用、传播、复制至其他平台。如违反以上条款, 则不得使用、传播或复制文章内容。

## 少年审稿人

JUDE, 年龄: 15

闲暇时, 我喜欢弹吉他和遛猫。我经常和两个亲爱的兄弟一起玩。夏季, 我爱在湖区玩水上运动, 还喜欢徒步和桨板冲浪。作为土生土长的英国人, 每年能让我享受的好天气大概只有两周, 所以我非常期待能去更多地方旅行。



THE AMAZING SIX, 年龄: 14–16

我们的研究小组汇聚了六位热爱科学与分析研究的青少年。这个小组成立于 2023 年 12 月, 当时数学老师邀请我们参与这个有趣的项目。我们决定将团队命名为"神奇六人组"。我们的成员年龄都在 14 至 16 岁, 来自(意大利)罗马周边的多个小镇, 性格都很开朗, 善于合作。



## 作者

GLEN P. PETERS

Glen Peters 博士专注于二氧化碳排放趋势研究, 现任全球碳预算项目执行团队成员, 曾担任 IPCC 第六次评估报告中排放情景章节的主要作者。

\*[glen.peters@cicero.oslo.no](mailto:glen.peters@cicero.oslo.no)





### MALTE MEINSHAUSEN

Malte Meinshausen 现任墨尔本大学教授, 主要研究领域为评估不同排放情景的气候效应, 曾担任 IPCC 第六次评估报告主要作者及 IPCC 第六次综合报告核心撰写团队成员。

中文翻译由下列单位提供  
Chinese version provided by

