

评论

Commentary

辐射增量本非常

Rapid rising in radiative forcing

吴臣武

Chenwu Wu

中国科学院力学研究所, 北京市 100190, 中国; c.w.wu@outlook.com, c.w.wu@qq.com

Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; c.w.wu@outlook.com, c.w.wu@qq.com

引用格式

吴臣武. 辐射增量本非常. 清洁能源科学与技术. 2024; 2(1): 110.

<https://doi.org/10.18686/cncest.v2i1.100>

Wu C. Rapid rising in radiative forcing (Chinese). Journal of Clean Energy Science and Technology. 2024; 2(1): 100.

<https://doi.org/10.18686/cncest.v2i1.100>

文章信息

收稿日期: 2023-12-17

录用日期: 2023-12-28

发表日期: 2024-01-09

版权信息



版权 © 2024 作者。

《清洁能源科学与技术》由 Universe Scientific Publishing 出版。本作品采用知识共享署名 (CC BY) 许可协议进行许可。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

English edition of this article is available online at <https://cae.usp-pl.com/index.php/cest/article/view/110>

地球（及其大气层）吸收太阳辐射与自身向太空辐射的能量平衡决定了地表平衡温度，而地球与其大气层作为一个整体，其向太空辐射长波电磁波的过程，实际上包含了大气层对地表辐射的透射、吸收、反射、逆辐射以及大气层对太空辐射等。当大气层中CO₂等温室气体浓度发生变化时，大气层对地表辐射的吸收也立即发生变化，从而改变大气层及地表平衡温度。平衡温度与大气层CO₂含量的关联，或者说地球气候敏感性正是气候动力学研究的一个焦点。

近期，《科学》上的一篇研究论文 [1] 显示，迈阿密大学等研究机构合作证实，广泛应用的地球气候敏感性度量模型 $\Delta T_{2 \times \text{CO}_2} = -\text{RF}_{2 \times \text{CO}_2} / \lambda$ 中的辐射增量 $\text{RF}_{2 \times \text{CO}_2}$ 并非常数，因为 $\text{RF}_{2 \times \text{CO}_2}$ 中的即时辐射增量分部 $\text{IRF}_{2 \times \text{CO}_2}$ 已远非常数，其中下角标 $2 \times \text{CO}_2$ 用以指大气 CO₂ 浓度倍增。而此前，人们在地球气候变化研究探讨中更多地将其视为常数，虽然科学界也曾提出其典型浓度路径关联值 [2]。

该论断与耦合模型内联项目 (CMIP) 多期历史数据相符，如图 1 所示近 160 余年的 $\text{IRF}_{4 \times \text{CO}_2}$ （它对应于 CO₂ 浓度二次倍增的情况，且大致有数学关系 $\text{IRF}_{4 \times \text{CO}_2} \approx 2 \times \text{IRF}_{2 \times \text{CO}_2}$ ），呈现了明显变大的趋势。这意味着，CO₂ 浓度翻倍引起的地表温升一直在逐年递增 [1]。

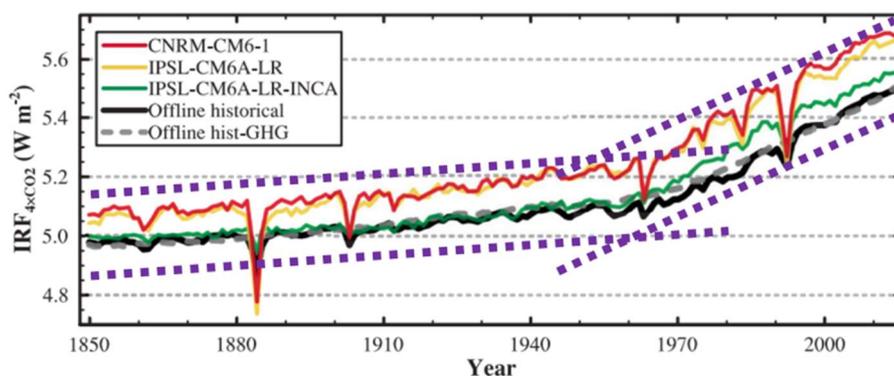


图 1. 近 160 余年 $\text{IRF}_{4 \times \text{CO}_2}$ 的变化 [1]。

Figure 1. Changes in $\text{IRF}_{4 \times \text{CO}_2}$ in the past 160 years [1].

值得注意的是，当本评论笔者在图中曲线添加简单的趋势线（紫色点线、下同）后发现，辐射增量随年份的时变历程，存在一个较为清晰二阶导数为正的凹拐点，该拐点位置与全球平均温度变化速率 [2]（如图 2 所示 [3]）及大气 CO₂ 浓度和排放量 [4,5]（如图 3 所示）的拐点位置基本一致。拐点以后，曲线更陡峭、时间导数更大，辐射增量与地球平均温升正以更快的速度递增。

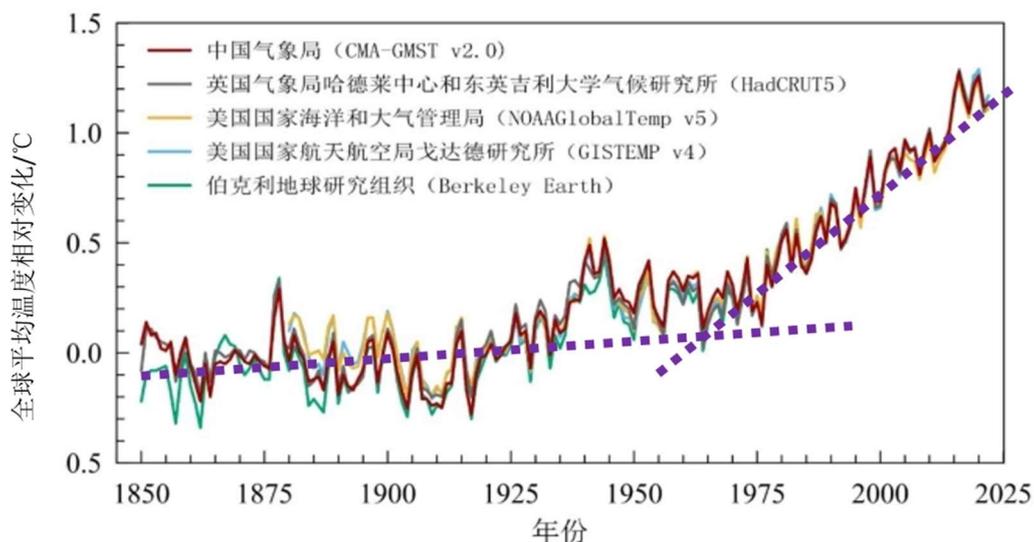


图 2. 近 170 余年全球平均温度变化 [3]。

Figure 2. Global average temperature changes in the past 170 years [3].

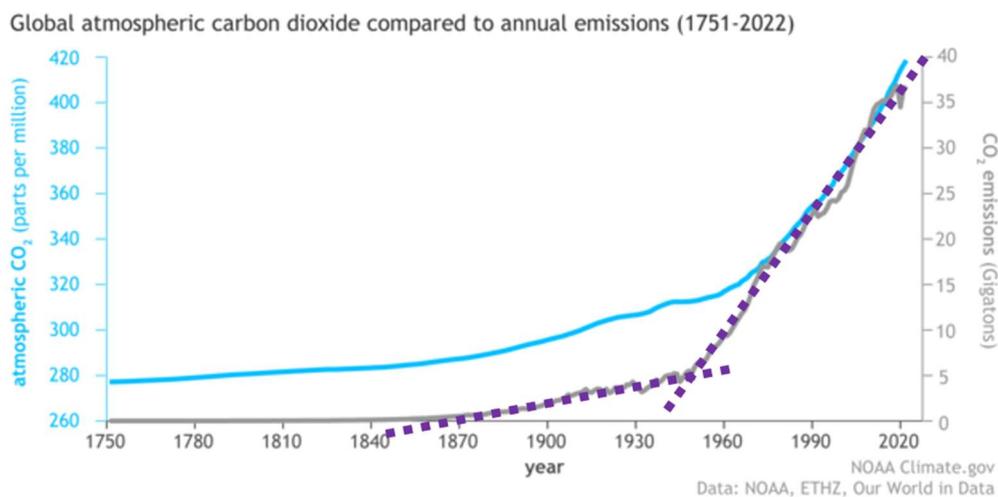


图 3. 近 170 余年大气 CO₂ 浓度和排放量变化 [5]。

Figure 3. Changes in atmospheric CO₂ concentration and emissions over the past 170 years [5].

简言之，辐射增量已处于快速递增阶段，地球人类现代生产生活排放的 CO₂ 等温室气体使地球变暖的速度还在加速，研究、发展、使用清洁能源的需求日益迫切；当然，学术界敦促北美广大精英主动放弃大车大房大排放的生活方式虽然注定阻力重重，但却也是功德无量的举动，因为我们知道，“节能即减排”。

对后继研究者而言，若能阐明辐射增量时间曲线拐点出现的内在科学机制，则无疑将有利于更好更有效的规避下一个凹拐点，甚或通过集思广益的科技攻关制造出一个凸拐点，从而让地球气候变得更稳定、更宜居。

注：**Radiative forcing**（RF）的中文翻译多见的是“辐射强迫”，过于直译，未能直观反应其作为辐射通量增量的物理本质，可能不甚利于大众理解该科学事实。

利益冲突：作者声明没有潜在的利益冲突。

参考文献

1. He H, Kramer RJ, Soden BJ, et al. State dependence of CO₂ forcing and its implications for climate sensitivity. *Science*. 2023; 382(6674): 1051–1056. doi: 10.1126/science.abq6872
2. IPCC. Summary for policymakers. In: Stocker TF, Qin D, Plattner GK, et al. (editors). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press; 2013.
3. China Meteorological Administration Climate Change Center. *Blue Book on Climate Change in China 2023*. China Science Publishing & Media Ltd. (CSPM); 2023.
4. Global Monitoring Laboratory. Trends in atmospheric carbon dioxide. Available online: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/data.html> (accessed on 29 December 2023).
5. Lindsey R. Climate change: Atmospheric carbon dioxide. Available online: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide> (accessed on 29 December 2023).