 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i7.6502

# Discussion on the relationship between carbon dioxide and climate

**Guoquan Lu**

Chenzhou Zhongzhou Ecological Environment Technology Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410205, China

**Abstract**

In the context of growing global attention to climate issues, there is increased focus on the relationship between carbon dioxide and climate. With the acceleration of industrialization, humans have engaged in extensive extraction and combustion of fossil fuels, releasing massive amounts of carbon dioxide into the atmosphere. This paper delves into the relationship between carbon dioxide and climate, analyzing data related to energy combustion. Using China's total energy consumption in 2019 as an example, which is approximately 4 billion tons converted to standard coal (with a thermal efficiency of 50% at average temperature), most of this energy is released to the Earth's surface in the form of heat. By analyzing the data from burning one kilogram of coal, we examine how the heat generated by combustion impacts the climate. The study reveals that carbon dioxide is closely linked to climate warming, and the full recovery and cascaded utilization of waste heat are of great significance for the recovery of carbon dioxide and the mitigation of climate change.

**Keywords**

carbon dioxide; climate; energy combustion; heat emission

# 关于二氧化碳与气候的关系探讨

卢国全

郴州中洲生态环境科技有限公司，中国 · 湖南 长沙 410205

**摘　要**

在全球性的气候问题日益受到重视的背景下，人们对于二氧化碳与气候的关系提出了更加关注。随着工业化进程的加快，人类对于化石能源等的大量开采与燃烧，向大气中排放了巨量的二氧化碳。本文主要针对二氧化碳与气候之间的关系进行深入的研究，通过能源燃烧所产生的相关数据进行分析，以我国2019年的各种能源消耗为40亿吨左右折合成标煤（该数据取成热效率为50%，平均温度下的热效率），其绝大部分能量以热的形式释放到地球表面，并利用一公斤煤燃烧所释放出的相关数据，对燃烧所产生的热量对气候产生的影响进行分析。根据研究可以发现，二氧化碳与气候变暖息息相关，余热全热回收梯级利用对于二氧化碳的回收以及气候的缓解具有重大的意义。

**关键词**

二氧化碳；气候；能源燃烧；热量排放

## 1 引言

气候是地球上所有生物存在和发展的环境条件，气候稳定是生态平衡、人类社会得以存在的重要前提。然而，近百年来，全球气候发生了明显的变化，气温出现明显的上升趋势，极端气候变化现象不断出现。在影响气候的因素中，二氧化碳的作用极其重要。工业革命以来，人类的活动使二氧化碳的大气排放量猛增，特别是化石能源的大规模开采和使用，更是加速了二氧化碳在大气中的浓度上升。因此，研究二氧化碳与气候的关系，对开展气候变化研究，应对气候变化具有重要的意义。

【作者简介】卢国全（1971–），男，中国湖南长沙人，博士，外籍双科学院院士，从事应对气候变化研究。

## 2 二氧化碳的排放源及现状

### 2.1 主要排放源

二氧化碳主要来自于化石能源的燃烧。煤炭、石油、天然气等化石能源，一直以来都是世界上最主要的能源消费种类。以煤炭为例，每燃烧一公斤煤会产生大约 0.5 立方米的二氧化碳。我国的煤炭被广泛用于发电、工业生产等领域。2019 年我国耗煤、油、气总量折合标煤约 40 亿吨，其中煤炭占据了很大的能源比例。煤发电的热效率为 39%，即煤在转化为电的过程中，大量能量以热能的形式从烟囱、冷却塔、汽轮机方面被损失，同时产生大量的二氧化碳；汽车使用的石油，只有 42% 的能量转化成动能，剩余的能量则会被消耗并产生二氧化碳，而垃圾发电的热效率为 21%，生物质发电的热效率为 29%[1]。假设平均热效率为 50%，那么

相当于有 20 亿吨煤的热量毫无限制地排放到地球上，导致温室效应加剧。

除了化石能源燃烧这个“大头”外，工业生产过程也会释放大量的二氧化碳。比如水泥生产过程中，水泥主要生产工艺之一——石灰石煅烧过程中，碳酸钙会分解产生氧化钙和二氧化碳。根据统计，生产一吨水泥，会产生 0.9 吨二氧化碳。钢铁冶炼生产也会释放二氧化碳，铁矿石冶炼过程中，作为还原剂的焦炭燃烧，以及与铁矿石反应等都会产生大量的二氧化碳。而且这些工业生产过程，由于其巨型性，因此持续的排放年排放量非常巨大。化工产品生产，诸如合成氨生产、玻璃制造等，都会产生大量的二氧化碳。这些工业生产过程，由于其生产具有连续性，因此整个过程的排放量也非常巨大。

### 2.2 全球及我国二氧化碳排放现状

二氧化碳排放量在全球范围内呈逐年上升的趋势，对全球气候产生了前所未有的压力。随着工业化、城市化的不断发展，世界对于能源的需求量不断增加，大量化石能源的使用使二氧化碳的排放量逐年上升，冰川融化、海平面上升、极端天气频发等这些都是二氧化碳排放过多所导致的后果。作为世界上的能源大国，我国二氧化碳的排放量占全球的比重较大，且在过去的十几年中，随着我国经济的高速发展，能源的需求量急剧上升，大量基础设施的建设、制造业的发展等都需要大量的能源，而能源结构以化石能源为主，二氧化碳的排放量也就随之增加。

不过，应该看到的是，近年来我国积极主动推进能源结构调整和节能减排政策。一方面大力开发利用可再生能源，比如风力发电、太阳能发电、水力发电等。我国风力发电不论从装机量还是从发电技术都位居世界领先地位。太阳能方面，从光伏电池到光伏发电站的建设，都卓有成效。另一方面通过建立严格的节能减排标准，促使工业企业加强生产工艺改造，提高能效。我国钢铁企业通过实施先进的余热回收利用技术，不但减少了能源的浪费，同时也减少了二氧化碳排放。在这些措施的共同作用下，我国二氧化碳排放增速已经得到缓解，这是我国应对气候变化取得阶段性的成果，同时也彰显了我国为应对全球气候变化而做出的不懈努力。

## 3 二氧化碳对气候的直接影响机制

### 3.1 温室效应原理

二氧化碳是主要温室气体之一，在地球大气中主要通过对红外线辐射的吸收和辐射起作用。太阳源源不断地以短波辐射到达地球表面，地球表面吸收太阳辐射，温度升高，进而以长波的红外线形式向外辐射。而二氧化碳等温室气体的分子就像一把把“小伞”，同时二氧化碳比空气重约 52.8% 的情况下，几乎 90% 以上的二氧化碳落地时，在地表热量反射时，地表的水分子活跃起来而被二氧化碳分子锁定形成地表热浪，它们会吸收红外线辐射，当红外线辐射外传播时就会被二氧化碳分子所捕获，造成地表空气升温。

这些被红外线辐射能量的二氧化碳分子，不会永远“储藏”这些能量，而是将它们重新辐射出去，让活跃的水分子吸收了，形成了水分子包裹二氧化碳分子产生了升力，在四面八方进行重新分布，在这个过程中也有一部分能量重新向地球表面进行辐射，像地球表面盖上了一层“棉被”，形成地面热浪层，这样就能够使本来容易散失到宇宙空间中的热量不致流失，使地球表面能够形成相对热量的环境，这就是温室效应 [2]。可以说，大气中的二氧化碳浓度和温室效应的强弱有着密切的关系，就像温室的棉被越厚，保温效果越好，二氧化碳浓度越高，温室效应越强，地球表面温度也就越高。

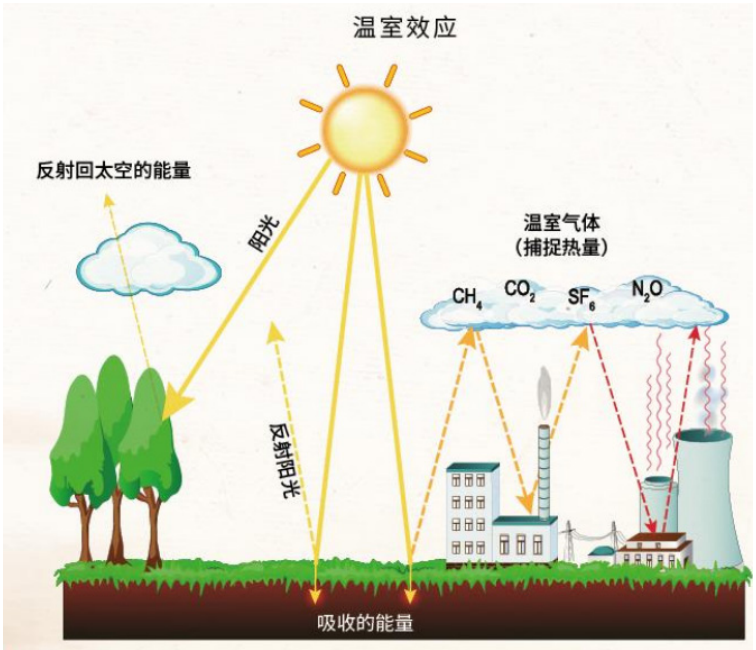


图 1 温室效应示意图

### 3.2 二氧化碳浓度增加与全球气温上升的关联

自工业革命以来，人类社会进入高速发展时期，但是，大量的活动使得人类二氧化碳排放呈爆炸式增长。煤炭、石油、天然气等化石能源被大量开采出来并进行燃烧。以煤炭的利用为例，在发电、工业生产、生活取暖等活动中，煤炭被广泛使用。但是，这些化石能源的利用存在着热效率低下的问题，大多数都在 50% 以下，这意味着一半以上的能量在转化过程中没有被利用，而是作为热量排放到了大气中。

随着时间的推移，空气中二氧化碳的浓度也在不断地增加。科学研究数据显示，在工业革命之前，二氧化碳在大气中的含量大约在 280ppm 左右，但是，通过精密的监测和统计，当前的二氧化碳含量已经突破了 400ppm。更重要的是，通过科学家的研究分析，二氧化碳含量的急剧增加和全球平均温度的升高存在着非常明显的正相关关系。

全球升温是一个极其严重的问题，它带来的连锁反应有：极地地区的冰川加速融化，使得大量的冰川融水流入海洋，导致海平面上升，给沿海低地国家和城市带来直接威胁；使气候变得更加不稳定，更加多变，极端气候变化如暴雨、干旱、龙卷风等愈加频繁和剧烈，一些地区适宜农业的土地可能会因干旱而颗粒无收，而另一些地区则因暴雨洪水冲毁家园。这一切似乎都与二氧化碳浓度增加带来的全球升温有关，并严重影响人类的生计及地球生态系统的平衡。

## 4 气候受二氧化碳影响产生的连锁反应

### 4.1 气温上升与暴雨率增加的关系

在地球上，二氧化碳的含量增加导致气温升高，暴雨率明显增大，二者之间存在着非常复杂的物理规律。科学研究表明，温度每上升 1 度，暴雨率就会上升 7%，这其中包含着非常复杂的物理原理。二氧化碳含量增高，会导致温室效应加强，使得地球表面所接受的热量增多，气温明显升高。温度的升高会导致水汽的蒸发量显著增加。例如，在大海中，海水在更高的温度下蒸发，使得大量水汽进入天空中，让大气中水汽含量显著上升。这些含有大量水汽的暖湿空气有向上的运动趋势，在运动过程中，海拔升高，气压下降，空气遇冷，水汽迅速凝结，逐渐集聚成降水的基本原料 [3]。空气中水汽含量充足，只要具备降水的条件，降水就会加大，导致暴雨不断。

不仅如此，地表的温暖还会导致洋流、暖气流温度上升，例如，大西洋暖流温度的上升会使暖流所携带的暖湿空气向高纬度运输，暖湿空气在与周围大气碰撞的过程中，促使了大气中水汽循环和集聚，从全球来看，就会导致暴雨等极端降水天气的频率和强度的不断增加，在一些领域中，原本的弱降水模式逐渐被打破，取而代之的是，短时间内的暴雨天气频频出现，给当地的基础设施建设、农业生产及居民生活带来比较严重的影响。

### 4.2 气候异常引发的各种灾害天气

二氧化碳异常导致气候异常，不仅仅是暴雨增多，而是出现了很多其他灾害天气。其中，气温升高导致冰川融化，是海平面上升的重要因素。在极地地区，比如格陵兰和南极大陆，气温升高导致很多冰川融化，冰川融水以巨流的形式流入海洋，导致海平面上升。据测量，近一百年来海平面已经上升了约 15~25cm。这样的变化直接对海岸的生态和人类生活产生了影响。很多沿海低地国家，比如马尔代夫，其大部分国土海拔仅高于海平面，如果继续上升，部分岛屿将会淹没，岛上居民生存空间缩小。

同时，暖气流温度的上升也导致大气环流模式的异常。大气环流是地球气候的“传送带”，它源源不断地向大地输送热量和水汽。但是，由于二氧化碳的增加，导致大气温度异常升高，从而使“传送带”的运行发生异常。在某些湿润的地区，由于大气环流的作用，暖湿气流无法到达，这些地区就变成了干旱少雨的区域。如：在过去几十年，非洲的一些地区，由于大气环流的变化，降水量在减少，土地的沙漠化面积正在扩大，农业生产受到严重影响，许多地方居民粮食短缺。而在其他地区，则会因为大气环流异常，导致洪涝灾害更为严重。如：在东南亚的一些国家，近些年暴雨洪涝灾害频发，城市内涝严重，许多城市居民住房被冲毁，交通和基础设施破坏严重，经济、社会、生态都造成巨大损失。干旱、洪涝、飓风等自然灾害十分频繁，严重影响了地球生态系统的平衡和人类社会的发展。

## 5 应对二氧化碳排放与气候变化的策略探讨

### 5.1 余热全热回收梯级利用

能源燃烧后的余热全热回收梯级利用，是降低热量排放、缓解气候变化的重要举措。在一些工业生产流程和能源转换环节中，有大量余热被直接排放。通过采用先进的热交换器、热泵等技术设备，可有效地把余热回收利用。例如，火力发电产生的汽轮机废热，就可以通过余热锅炉转换为热水或蒸汽外送给周边地区，用于冬季供热，在为居民送去温暖的同时实现了能源的二次利用。此外，化工、钢铁等行业产生的余热则可用来加热原料，减少后续加工能耗。这种梯级利用，根据不同生产环节对温度的要求，合理分配余热，极大地提高了能源的利用效率。据测算，余热回收梯级利用企业，能源消耗可以降低 15%~30%，同时由于能源燃烧产生的二氧化碳排放也大幅减少，为应对气候变化做出了巨大贡献。

### 5.2 能源结构调整与可持续能源发展

加快能源结构调整，减少对化石能源的依赖，多利用可再生能源，有利于从源头上减少二氧化碳的排放。太阳能的优点无穷，取之不尽，用之不竭，被广泛利用在世界各处。居家在屋顶铺设太阳能光伏板，将阳光转化为电能，以满足

家用需求。风电是一个个风力发电场相继建立，遍布沿海各地、大江大河以及高原地区，通过巨大的风机叶片旋转，将风能转化为电能并输送电网。水能是大型水电站运转，提供电力保障。生物质能是利用生物质发电、生物燃气等形式。我国近几年来，一直加大对可再生资源的投入和政策支持，可再生能源在能源消费结构中的占比逐年上升，从过去的不到 10%，逐年上升到了现在的 20% 左右，这在一定程度上减少了二氧化碳的排放，从而减少了对气候的危害，为绿色低碳的未来发展奠定了基础。

## 6 结语

二氧化碳和气候的关系很复杂、很微妙。人类的活动使二氧化碳排放量不断增加，通过温室效应导致气温升高，从而造成了一系列的气候异常和灾害天气的发生。我们国家能源消费和二氧化碳排放巨大，排放热量给地球带来气候异常的变化。余热全热回收梯级利用及能源结构调整和可持续能源发展是应对气候变化挑战的重要策略，未来要进一步加强研发技术水平和政策力度，全社会共同努力减少二氧化碳排放量，保护地球气候环境，使人类社会与自然环境和谐共生。

## 参考文献

[1] 王亚男,唐佳璐,罗心恬,等.清洁能源使用率对气候变化的影响——以二氧化碳为媒介[J].广东化工,2022,49(13):148-151.

[2] 张含.大气二氧化碳、全球变暖、海洋酸化与海洋碳循环相互作用的模拟研究[D].浙江大学,2018.

[3] 杨新兴.二氧化碳不是气候变化的罪魁祸首[J].前沿科学,2016,10(01):29-39.