
大气颗粒物形成速率可能被低估了一万倍

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25548.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

大气颗粒物形成速率可能被低估了一万倍。在描述全球气候的变幻莫测时，人们常引用一个比喻——亚马逊雨林的一只蝴蝶扇动翅膀，会在几周后引发北美洲的一场龙卷风。

然而，如果不是一只蝴蝶煽动翅膀，而是亚马逊雨林的空气中多了一些大气颗粒物，又会给全球气候带来何种影响？

近日，大连理工大学环境学院教授谢宏彬团队与国际合作者在大气颗粒物形成机制方面取得突破性进展，根据其研究成果，大气中颗粒物形成速率最高可达到原有机制下颗粒物形成速率的一万倍。

该成果日前在国际顶尖期刊《科学》上发表。接受《中国科学报》采访时，谢宏彬表示，大气颗粒物对于全球气候变化有着显著的影响，该成果可以为人类对这种影响的研究提供基础性支持。

难以搞清的变化

提到大气颗粒物，很多人首先想到的便是大气污染，特别是雾霾对于人类健康的影响。但事实上，那些悬浮在空中的微小颗粒所带来的影响远不止如此。

谢宏彬告诉《中国科学报》，从某个局部区域看，特别是如果将视角放在某个城市范围内，大气颗粒物的浓度通常会比较高，但对当地气候不会产生太大影响，更多的是造成空气污染，影响人类健康。对此，人们的研究重点也局限于如何降低大气颗粒物浓度，维护人们正常生活。

然而，如果站在全球气候变化的角度，某个地区的大气颗粒物浓度变化所可能产生的影响就要复杂得多。

因为大气颗粒物的组成成分不同，对阳光会产生或吸收、或反射的不同效果，导致局部地区大气温度的升高或降低。谢宏彬说，这种变化显然不是一只蝴蝶扇动几下翅膀所能比拟的，对全球大气系统的影响也会显著得多。

然而，由于全球大气系统的极端复杂性，人们对于这种影响的具体效果和程度均缺乏研究。也就是说，当某地的大气颗粒物浓度增加后，究竟会导致当地变得更冷还是变得更热，以及变冷或变热的程度，目前人们都难以搞清楚。谢宏彬说。

要搞清楚这些影响的一个前提，是对于大气颗粒物的成因有清晰的认识，这也成为了目前防控大

气污染和研究气候变化的一个基础和关键性内容。然而，人们以往对大气颗粒物形成机制的认识并不清晰，这就导致大气颗粒物的形成速率被严重低估。

因此，正确揭示大气颗粒物形成的前体物及相关机制，一直是大气环境科学研究的前沿科学问题 and 研究难点。

具有碱性的酸

大气颗粒物的来源主要有两个主要渠道，一是通过燃烧垃圾、车辆尾气排放等人为因素，直接向大气中释放颗粒物；二是借助某种自然机制，将空气中的气态分子转化为固态分子，并最终形成颗粒物。相对而言，前者的产生机制和原理比较明确，后者则比较模糊。

自然界中大气颗粒物的形成过程有些类似于搭积木。谢宏彬说，首先需要有一个前体物形成核心，一些分子会贴附到前体物上，同时也有一些分子会从前体物上脱落。当贴附的分子数量多于脱落的分子数量时，大气颗粒物便会逐渐形成。

也就是说，只有前体物具有足够粘性，才会更加容易黏住更多分子，最终形成大气颗粒物。

通常人们认为，大气中硫酸与碱的反应是形成前体物的主要方式。这是由于硫酸是大气中广泛存在的强酸性气体，酸碱反应也是一种最简单且常见的化学反应形式。更重要的是，这类反应所形成的物质拥有一个正负离子对，其具有很强的粘性。

不管是硫酸与氨气的反应，还是在城市中更常见的硫酸与二甲胺的反应，都属于这一类型。谢宏彬说。

然而，通过研究，谢宏彬课题组却发现了一种效率更高的反应机制。

我们发现，相比于传统的硫酸-氨气二元机制，碘酸、亚碘酸、硫酸3类物质相互反应形成颗粒物的速率要高10-10000倍。此类机制也是海洋大气颗粒物形成的主导性机制。他解释说，表面上看，这是三种酸类物质在相互反应并形成新离子，但深挖其深层机制后，研究团队发现该反应的本质仍是酸碱反应，只是其中的亚碘酸具有了碱性，并与硫酸发生了酸碱反应，碘酸则起到了促进硫酸负离子形成的作用。

碘酸、亚碘酸和硫酸都可以形成很强的卤键，从而使新生成物具有了更强的‘粘性’，这使得以其为前体物的颗粒形成效率被大大提升。在大气浓度不变的条件下，效率的提升就意味着颗粒物数量的大大增加。谢宏彬说。

远未结束的故事

该新机制的发现，显然会加深人们对于大气颗粒物形成机制的研究深度。但在大气污染物的防治层面，该研究也有着很强的指导意义。

具体而言，在传统认知中，人们普遍将硫作为导致大气污染以及大气颗粒物增多的重要因素。因此，多年来全球都在努力降低硫排放，甚至在2020年，国际海事组织海上环境保护委员会还发布了被称为全球限硫令的《2020年全球船用燃油限硫令实施方案》。

然而问题是——虽然硫的排放已经成下降态势，但全球的碘排放正在增加。根据我们的研究，碘酸、亚碘酸等含碘物质在大气颗粒物的形成过程中所发挥的作用被大大低估。谢宏彬表示，这意味着要想减少大气颗粒物的产生，单纯减硫是远远不够的。

值得一提的是，相比于硫排放大多源于人类行为，大气中相当一部分碘来自于自然。比如海洋中便含有大量的碘，而随着全球温度变化，海冰逐渐变薄也会使海洋碘排放量增加。这相当于给我们提出了更多有待解决的问题。

此外，由于大气中所含成分的种类数以万计乃至十万计，其中能够形成颗粒物的反应机制远不止二元或三元。在研究中，谢宏彬课题组就曾在城市大气中发现过由六元机制作用形成的颗粒物。

虽然我们取得了一定的成绩，但距离完全揭示真实大气情况下的颗粒物形成过程还存在一定的距离。谢宏彬说，虽然这段距离正在被慢慢缩小，但我们的故事还远远没有结束。（来源：中国科学报 陈彬）

相关论文信息：<https://www.science.org/doi/epdf/10.1126/science.adh2526>

作者：谢宏彬等 来源：《科学》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发