
科学家提出黑碳气溶胶成核新机制

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33214.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！

科学家提出黑碳气溶胶成核新机制。

近日，中国科学技术大学教授王占东团队通过实验和理论相结合，发现燃烧中产生的共价团簇中间体在气相小分子-黑碳颗粒转换过程中扮演着桥梁作用，提出了共振稳定自由基团簇化（RSRC）的黑碳气溶胶成核新机制。相关研究成果在线发表于美国《国家科学院院刊》。

化石燃料和生物质的不完全燃烧产生的黑碳气溶胶是大气细颗粒物的关键组分，在多维度环境系统中具有重要影响：其不仅降低区域空气质量、加剧呼吸道疾病风险，还通过吸收太阳辐射改变大气能量平衡，成为继二氧化碳之后的第二大气候变暖贡献因子。在能源动力领域表现为发动机积碳现象——由未充分燃烧产生的碳微粒沉积会显著降低燃烧效率，并加速发动机部件磨损。

尽管学界已建立对黑碳气溶胶环境危害的系统认知，但关于其成核机制的核心科学问题仍未突破：从气态前驱体向颗粒相转变的动态演化路径，特别是临界成核阶段的分子界面反应机制。这一基础研究瓶颈制约着污染控制技术创新、环境治理策略优化，以及大气化学-云物理-气候模型等多学科交叉领域关键界面过程的精准解析。

该研究团队在近期的研究中已发现燃烧中持久性自由基反应可以产生共价团簇中间体，以及黑碳气溶胶颗粒。此次工作中，通过反应调控以1-茚基、1-甲基萘基、典型运输燃料组分等为反应物，热解制备黑碳气溶胶新粒子。通过激光解吸/电离质谱测量发现，黑碳气溶胶新粒子中存在一系列的共价团簇。通过同步辐射光电离质谱测量、热重测量、团簇分子动力学直径计算，发现气相小分子团簇在质量增长到一定阶段会出现明显的颗粒相增长特征，而且相变临界尺寸与实验测量的黑碳气溶胶新粒子尺寸一致。

该工作所提出的RSRC黑碳气溶胶成核新机制通过自由基链反应实现分子团簇的共价键合生长，强调共价团簇在黑碳气溶胶形成过程中的重要性，与传统黑碳气溶胶颗粒形成理论形成鲜明对比。传统理论认为，黑碳气溶胶颗粒成核主要依赖多环芳烃的物理堆叠或弱化学缔合。RSRC机制

的建立，为黑碳气溶胶颗粒的初始成核过程提供了新的分子层面的机理阐释，也为燃烧黑碳气溶胶颗粒物的多尺度模拟提供了关键理论基础。（来源：中国科学报 王敏）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1073/pnas.2503292122>

作者：王占东等 来源：《国家科学学院院长刊》

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