
中国科学家提出基于气溶胶人群暴露健康风险的污染防控机制

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/17055.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！

中国科学家提出基于气溶胶人群暴露健康风险的污染防控机制。燃料燃烧是现代社会和经济发展的主要能源来源，但其大量燃烧副产物会随烟气释放到环境中，导致空气污染和全球气候变化等负面环境效应。空气污染导致的疾病负担已成为世界排名第4的健康风险因素。然而，大气气溶胶的化学成分极其复杂，导致不同区域/城市大气PM2.5的健康风险出现不平等现象。制定有效控制空气污染的政策，一直是非常具有挑战性的研究课题之一。

针对这一难题，复旦大学环境科学与工程系大气化学团队与清华大学环境学院教授王书肖团队和香港理工大学土木与环境工程系教授李向东团队合作，对固体燃料产生的气溶胶开展多学科交叉研究，基于大量燃烧源现场测量、化学成分甄别、生物毒性解析和空气质量模拟及暴露风险评估，阐明了气溶胶关键化学组分的源头形成机制、人群暴露健康风险和生物毒性机制，发现我国民用固体燃料燃烧所产生的气溶胶人群暴露风险比燃煤电厂排放的气溶胶高出2个数量级，进而提出面向人民生命健康为导向的空气质量改善建议，为基于健康风险的大气污染控制策略提供了新的基础理论支撑。

研究成果于2022年1月6日以《基于毒性效应调控的大气污染控制：固体燃料燃烧》（Toxic potency-adjusted control of air pollution for solid fuel combustion）为题发表于能源领域顶级期刊《自然-能源》（Nature Energy）。

复旦大学环境系博士后吴韵、清华大学环境学院博士后郑昊天为共同第一作者；复旦大学环境系青年研究员李庆、香港理工大学土木与环境工程系讲座教授李向东、清华大学环境学院教授王书肖为共同通讯作者；复旦大学教授陈建民、清华大学教授蒋靖坤和赵斌、香港理工大学助理教授金灵、复旦大学博士后丁祥及博士生吕睿和霍耀强等为论文合作作者。

多学科交叉融合创新：揭示形成气溶胶毒性差异的主要化学成分及其形成机制

通过燃烧学、环境化学、毒理学、大气科学等多学科方法交叉融合，阐明了气溶胶中关键毒性组分（PAHs和重金属）在煤和生物质燃烧过程中燃烧效率的影响机制，量化出关键毒性化学组分对细胞毒性效应（致癌和遗传毒性）的贡献及内在关联机制。基于从燃烧过程到生物毒性评价的贯穿式研究，表明固体燃料在民用炉具和发电厂锅炉中的燃烧效率差异显著，导致气溶胶中多环芳烃等关键毒性组分的不同，最终引起气溶胶毒性效应的巨大差异。民用炉具的固体燃料燃烧具有较高的不完全燃烧效率（MICE），不完全燃烧产生的多环芳烃组分是其排放气溶胶毒性的主要来源（贡献占比为64–97%）；而电厂排放的气溶胶毒性主要来自于毒性金属元素（贡献占比

为76－86%)。

图1：（a）民用煤（HC）、民用生物质（HB）和燃煤电厂（CFPP）燃烧排放气溶胶氧化应激效应（ROS）的关键化学组分贡献比例解析（PAHs和金属分别是民用源和工业源气溶胶的主导毒性成分）；（b）多环芳烃的等效苯并a芘（BaP_{eq}）与燃料不完全燃烧效率（MICE）的相关性分析（燃烧效率越低产生更高浓度的致癌性PAHs）。

大气源头治理的突破：提出基于气溶胶健康风险的大气污染治理思路

基于气溶胶毒性参数，结合我国燃料消费水平、大气排放清单、空气质量模式与污染暴露模型，发现我国民用固体燃料消费水平仅为电厂的11%（2017年为基准），其PM_{2.5}排放量约为电厂的5倍，而基于毒性调控的人口加权PM_{2.5}暴露健康风险约为电厂的218倍。这一结果表明，民用固体燃料燃烧带来的健康风险远超过燃煤电厂。因此，亟待突破当前基于PM_{2.5}浓度水平的大气污染控制政策，充分考虑气溶胶的毒性差异，推进基于气溶胶人群健康风险的大气污染治理思路。这一研究成果为建立面向人民生命健康的精准环境治理策略提供了理论依据和数据支撑。

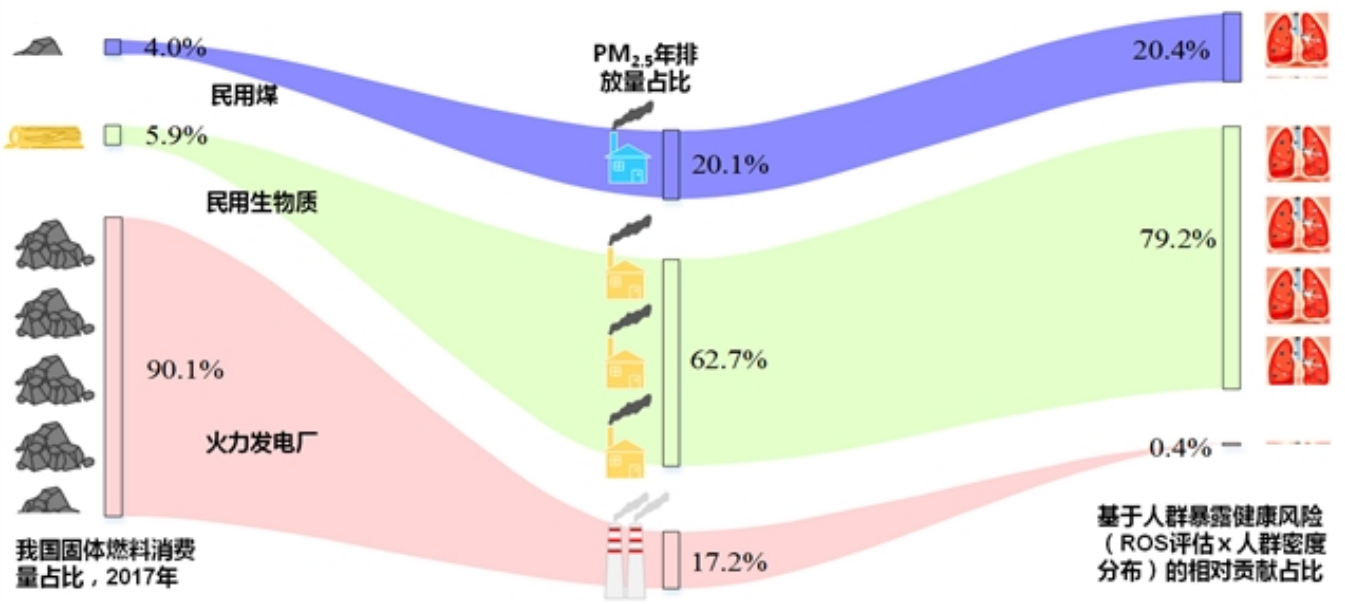


图2：我国固体燃料在2017年消费量与PM2.5排放量及基于ROS效应调控的人群暴露健康风险相对贡献占比的概念图。

该研究得到国家自然科学基金委员会（91743202, 21625701, T2122006, 21876028, 92043302, 42007393）的支持。（来源：科学网）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41560-021-00951-1>

作者：李庆等 来源：《自然-能源》

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