

大气中高风险新污染物的非靶向筛查研究 空气污染与心血管疾病、呼吸道疾病、肿瘤发病及相关疾病恶化有密切关系。但是,大气颗粒物组分和来源极其复杂,其诱发疾病的毒性组分及健康危害机制仍不清楚,这给有针对性地控制大气污染引起的健康风险带来了极大困难。因此,大气细颗粒物中毒性组分的识别尤为重要。近日,中国科学院生态环境研究中心郑明辉研究员团队利用非靶向分析技术筛选和识别了大气中的一些高风险新污染物,研究成果相继发表在《*Environ. Sci. Technol.*》(2021, 55, 109), (2022, 56, 7288), (2022, 56, 7153) 和《*Environ. Int.*》(10.1016/j.envint.2022.107421) 上。全文链接: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.0c02290>. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c06890>. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c08829>. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022003488? via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022003488?via%3Dihub).

这些研究从复杂大气有机组分中揭示了一些需重点关注的新污染物(图 1)。通过对北京大气细颗粒物中多环芳烃类化合物(PAHs)进行筛查,识别出 386 种芳烃化合物,利用标准物质定量了除常规监测 16 种 PAHs 之外的 10 余种芳烃,并结合毒性当量因子识别出高风险的芳烃,为更准确评估此类化合物健康风险提供了依据。不局限于芳烃类物质,通过 EPA ToxCast 数据库识别出大气中 76 种毒性效应化合物,其中 5 个在大气中为首次报道。通过计算各污染物在人体 6 组织 50 靶点的毒性贡献,筛选出 29 个需优先关注的污染物,并通过系统生物学方法构建二分网络对复杂的化合物-生物效应关系进行可视化,揭示了大气中高风险污染物的 12 个主要有害结局路径。因气固分配和粒径分布会影响大气污染物的环境行为和人体暴露风险,结合化学计量学手段,筛查出了 88 个在气相和 PM₁ 中具有显著性差异的有机组分,50 个 PM₁ 和 1—2.5 μm 颗粒物中显著差异性组分。通过 ICRP 模型和皮肤渗透模型估算了这些污染物的人体日暴露量,并利用计算毒理学方法对其进行毒性评估,发现大气中 10 种比常规监测的 PAH 具有更高毒性的新污染物。不同的人类活动可能对排放到大气中的污染物产生影响,通过分析 2020 年新冠疫情前,疫情隔离期以及 2019 年同期大气样品,发现隔离期间芳香类化合物以低不饱和度和长烷基侧链取代的芳烃为主,可能主要来源于消费品使用,煤燃烧以及石油化工等相关产业的排放;CHO 类化合物具有更高的氧化度,可能源于氧化的芳烃类气溶胶;稠环 PAHs 的硝基衍生物是主要的 CHNO 类化合物,可能因此期间 NO_x 和 PAHs 排放减少导致其同系物数量降低。

总结而言,这些研究从非靶向筛查角度突破了对大气中传统有机组分的认识,前瞻性地识别出了一些先前未知的高风险污染物,研究成果可为国家新污染物治理以及提出面向人民生命健康为导向的空气质量方案提供一定的数据支持。

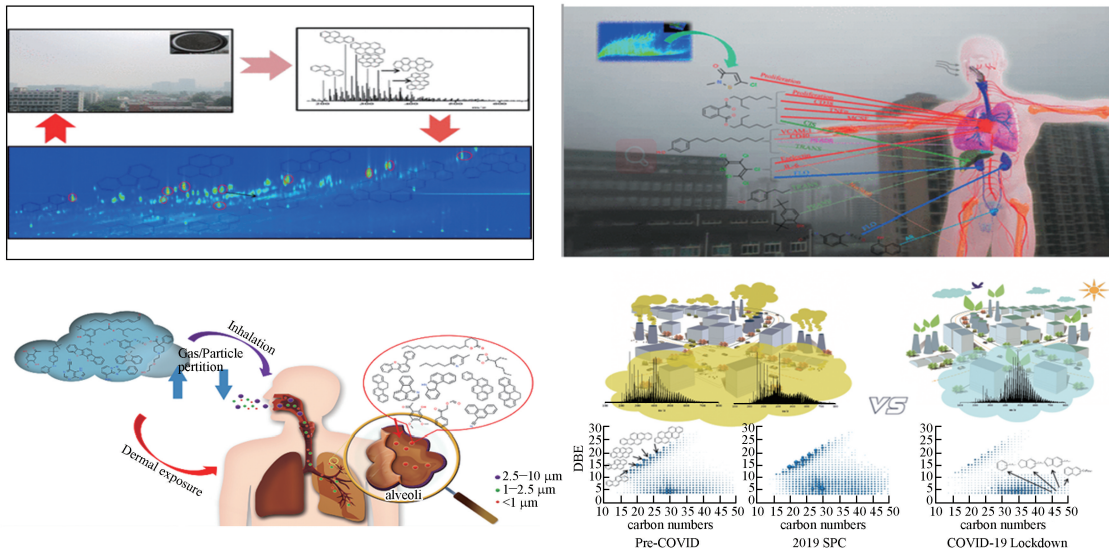


图 1 大气中识别出的高风险新污染物