

跨市区域内VOCs点源排查和源谱图采集

Wen Tan, Abigail Koss, Liang Zhu

TOFWERK, 中国南京, 美国博尔德

城区和工业密集区域中的环境大气中富含众多种类的，浓度不一的挥发性有机物（VOCs）。某些VOCs（例如单环芳香烃之类的污染物），因其有害性和异味会对周边居民的日常生活造成诸多负面影响。同时，近年来有关部门对能引发臭氧和颗粒物污染的前驱VOCs的重视程度日益提高，进而下达了一系列的减排和控制政策和措施。这些大气污染物的排放源既可能是位于工业区和城区的大小点源，也可能是扎根于人口密集区域的人为‘面源’。作为管路泄漏或工业制程低效率的指标物，定位并治理工业园区内的VOCs热点有助于管理者提升生产效益并减少不必要浪费，从而符合地方或者国家的排放标准。这对于工业园区密度和人口密度均居于国内前列的东部沿海地区尤其重要。例如，上海地区的空气质量经常会受到郊区工业排放和源自邻近省市的长途传输影响。

质子转移反应飞行时间质谱仪（PTR-TOF MS）在移动和定点实时表征大气污染物等案例中都有较多的应用和

经验。其中，基于精密结实的工业设计和专利保护的技术创新，Vocus PTR-TOF系列产品提供了值得信赖的亚秒级VOCs在线监测平台。搭配高质量分辨率飞行时间分析器，Vocus PTR-TOF可以同时分析成百上千，不同种类的VOCs污染物。

本次走航实验中，一台 H_3O^+ 离子模式的Vocus S PTR-TOF被安装在车身高度为3米8的面包车内。一根总长约3米，1/8寸外径的进样管以约2升每分钟的流量，从离车顶部半米高的进样口将大气样品采集到车内仪器前端。每天走航前后都进行了零气和标气的固定测量，确保仪器保持在最佳状态。Vocus S PTR-TOF仪器的数据采集频率设置为1秒，原始谱图的质量数区间设置在1到500Th。

在上海周边的一次联合外场监测中，Vocus S PTR-TOF的走航轨迹遍及城区，郊区和具有代表性的工业园区。图1种展示了所测得的部分VOCs的在57000平方公里范围内的浓度分布图。

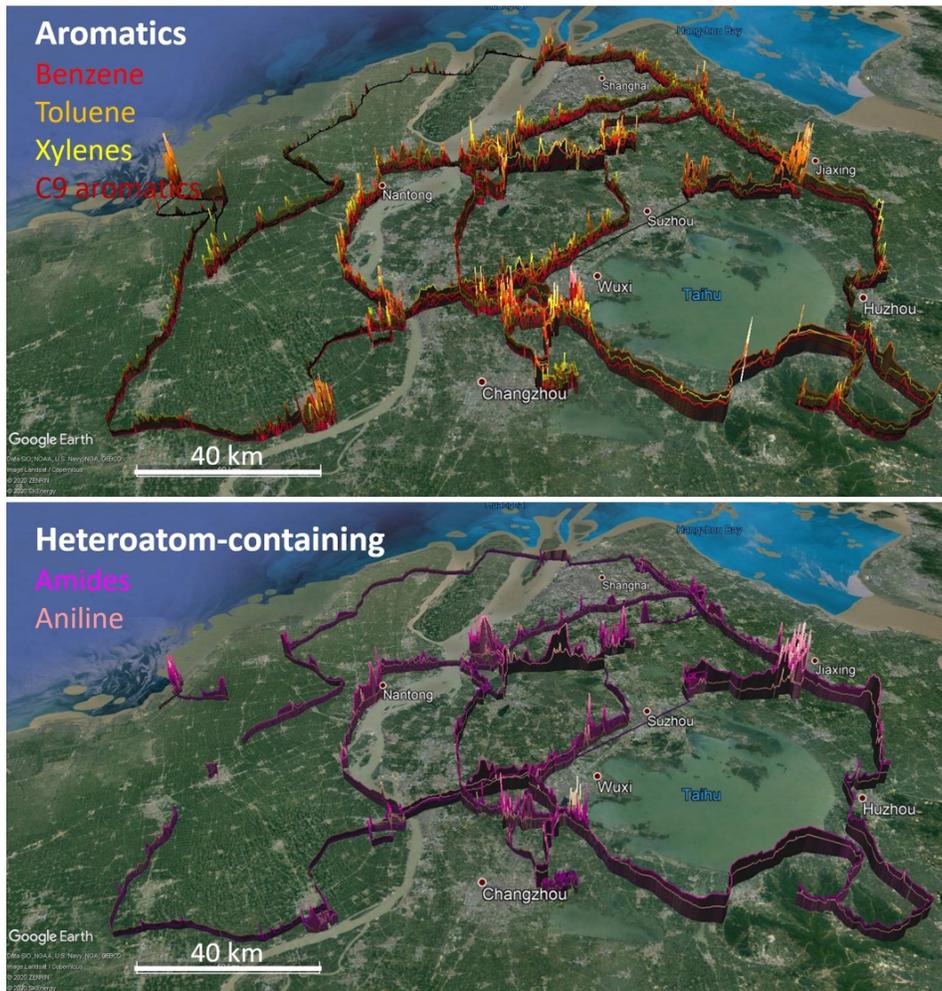


图1: 上海周边地区部分VOCs物种的浓度分布图。VOCs物种以图标颜色区别。图标的高度和色度用来指示浓度高低。图中物种浓度区间在100ppt到1.6ppm之间, 以指数形式画出。

车载Vocus PTR-TOF也可以在小范围精细作业。在东部沿海的一个工业园区的走航任务中, 多达上百种的VOCs被检测到, 浓度在几个ppt到ppm不等(图2)。图2A中只展示了部分的VOCs, 同时也表明了走航案例中宽线性范围和瞬时全谱测量的不言而喻的重要性。值得注意的是, 这当中有一部分的VOCs是同一个标称质量数。这些物种必须依靠

超高质量分辨率的质谱仪器才能进行精确有效鉴别。

一步一‘谱’, ‘谱’随步转: VOCs组分在园区的不同点位差别显著。后续的PMF正交矩阵分析得出了园区范围的十个排放因子, 进而用来进一步量化不同排放源对于VOCs总量的相对贡献值(图2)。图2A中列出的VOCs被用来做此次的排放溯源分析。值得注意的是, 哪怕是绝对浓度相对比较低的物种, 也可能两个因子间差异的重要来源。

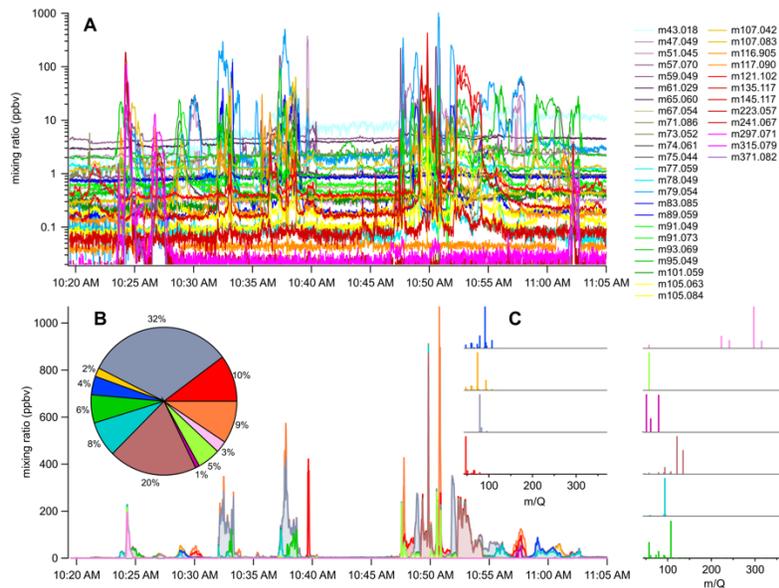


图2. A. 在某化工园区走航中检测到的部分VOCs的时间序列，浓度分布在10ppt到1000ppb间不等。B. 相关性分析揭示了10个因子，每个因子都有独特的VOCs组成。这10个因子对总VOCs的贡献百分比在饼图里面展现。C. 10个因子的VOCs组分

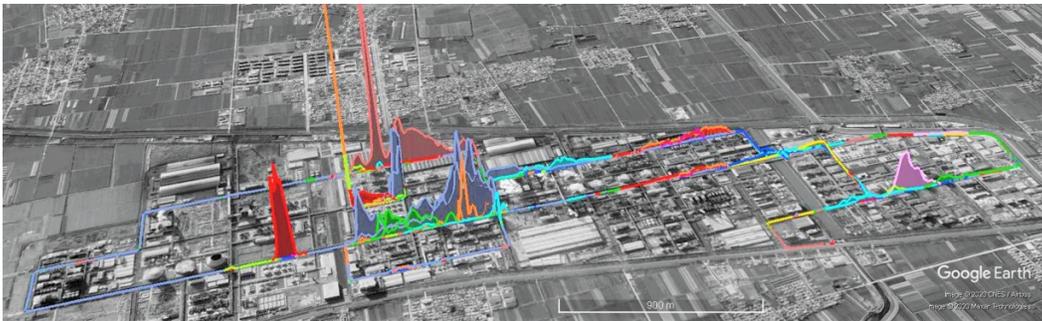


图3. 不同组分的排放因子在某化工园区内部的分布图。

上述这10种排放因子累加后的数值占到了该园区VOCs排放总量的92%；剩下的8%基本上全是苯的贡献。当中的有些排放因子跟园区中的石油炼化和仓储库房密切相关。整合GPS数据之后，每个因子在园区内的相对强弱分布都可以在地图上直观的表现出来。Vocus PTR移动实验室对该化工园区的扫描花费一小时不到。

Contact

china@tofwerk.com
©2020 TOFWERK