

30分钟内就能对大气颗粒物生物毒性进行在线实时智能播报

## 复旦科研团队研发人工智能检测联用仪

2020年09月12日

作者：吴苡婷 殷梦昊

关心空气质量的你，是否经常查看天气预报中的PM2.5指数，从而决定当天戴不戴口罩？鲜为人知的是，这个指数的参考价值还很有限。

“即便两座城市的PM2.5值相同，空气对人体的毒性也可能是天壤之别。”复旦大学环境科学与工程系教授陈建民在接受采访的时候强调说。

为了快速、精准判断空气的生物毒性，陈建民团队在国家基金委重大科研仪器（自由申请）项目资助下，耗时5年，研发成功人工智能化多功能气溶胶浓度富集系统与大气颗粒物毒性检测联用仪。这台国产自主研发设备，由PM2.5采集与溶出液制备模块、化学成分分析、毒性检测模块三大模块构成，实现了30分钟内对大气颗粒物生物毒性的在线实时智能播报，对于今后的大气环境监测和健康效应评价具有重要的指导作用。

下周，陈建民团队将带着这台联用仪来到中国国际博览会现场，让观众近距离了解和感受这台仪器的强大功能。

真正对人体有害的是少数有机物和重金属

PM2.5，指大气中空气动力学直径小于或等于2.5微米的细微颗粒物。随着公众健康意识的普遍提升，这个专业名词家喻户晓。然而，作为深耕大气污染研究20余年、国内最早一批研究PM2.5的学者，陈建民对现行的空气质量评判标准并不完全认可。

“首先，国际上现有的空气质量参考依据为空气质量指数（Air Quality Index，简称AQI），也就是每日天气预报中主要以PM2.5及污染气体综合的数值，但它其实并不能直接反映空气的生物毒性，因为颗粒物的组成成分不一样，毒性也可能完全不一样，真正对人体有毒害的，其实只是少量具有致畸致癌作用的多环芳烃等有机物和重金属等物质。其次，如果用现有的实验室方法采样检测污染成分，需要数天时间，无法短时间出结果。”他说。

尽管近年来有许多人呼吁使用新的标准替代AQI指数，但到底采用什么作为指标，却没有人能说清楚。在此背景下，陈建民团队提出，研发一台人工智能化多功能大气颗粒物毒性检测联用仪，能监测空气质量、鉴别空气是否具有毒性，并且能把大气颗粒物里的毒性成分马上读出来，从而为政府部门提供有价值的优控污染物决策提供科学支撑。

## 多学科集成打造出一流的检测仪器

研发过程中遇到的困难很多。“以前空气污染严重，颗粒物浓度高，测起来容易，现在我国采取大量行之有效的技术和决策，大气污染明显减少了，检测难度也变大了。”陈建民解释，这意味着新的仪器需要先富集、并将毒性成分提取，再快速分析各种有机、无机毒性组分，整个系统涉及化学、生物、机械工程、3D打印、人工智能等多个学科，十分复杂。陈建民说，仅仅是为了让不同粒径的颗粒物整体采集效率达到90%，团队就做了上千次实验。

经过精心设计与反复实验，这台联用仪的富集系统通过采样、饱和、冷凝、采集、浓缩等环节，将颗粒物融入液体，使颗粒物浓度可以浓缩提高一个数量级，不仅浓缩效果比同类产品更好，还有效避免了传统滤膜采集监测法存在的样品污染、样品和试剂的高损耗等问题。

在大气毒性检测的方法上，团队也创新性地借鉴了水体毒性检测中的“发光菌检测法”。团队成员隋国栋教授介绍，仪器将颗粒物富集后加到发光菌中，根据发光菌添加污染物后的异光性数值来计算毒性，原理是因为发光菌大部分是海水细菌，正常情况之下发光，但一旦碰到污染物就不发光了。发光菌的保存条件严苛，设备还必须控制内部温度保持在20摄氏度左右，并在需要使用的时候才将发光菌从冻干状态在生理盐水环境中活化。

为了高效完成毒性检测这一套复杂流程，团队还专门和企业合作，设计了一只机械手臂来抓取移液枪，灵活完成各种试剂添加环节。与原先离线检测的数日至数十日相比，这套设备检测全程只需30分钟，大大缩短了检测时间。

突破国外垄断 核心部件皆为自主研发

值得一提的是，本联用仪的全部仪器系统仅有离子色谱部分外包定型，核心部件和采用自行设计的联用端口均为自主设计研发。


陈建明说，以往，市场上绝大部分空气检测设备都来自于国外进口，且有些设备价格高达五、六百万元。此次他们的研发成果突破了国外垄断，目前在国际和国内都未有同类型设备，具有突破性意义。

目前，该联用仪已申请中国发明专利12项、美国发明专利1项。原型样机虽然略显粗笨，经过进一步集成优化，仪器的空间利用率会大大提高，变得更加轻便、小巧和直观。已有不少业内专家对该联用仪寄予颇高的市场预期。

“实际上，我们研发的这套设备最终还是为老百姓服务，为公众健康和国家战略服务。”陈建民说，这是所有从事大气研究和环境研究科学工作者的初心。按照他的设想，人们今后在空气预报中不仅可以参考AQI，还可以参考由该联用仪每小时、甚至半小时播报的空气健康指数。设备主要面向空气质量监测部门、空气监测站、疾控中心等单位，对环境评价、健康指导、政府决策、疾病控制等都会具有科学指导意义，期望相关数据最终能够形成一个全国性的空气健康指数监测网络。

下一步，陈建民团队还设想在实际大气环境中连续使用该联用仪进行检测调试，并开展小鼠暴露实验，对相关指数进行健康分级，用于提示公众“是否适合外出锻炼”、“哪些敏感人群需要注意不要在户外活动”等。

证件信息: 沪ICP备10219502号 (<https://beian.miit.gov.cn>)

 沪公网安备 31010102006630号 (<http://www.beian.gov.cn/portal/registerSystemInfo?recordcode=31010102006630>)

中国互联网举报中心 (<https://www.12377.cn/>)

Copyright © 2009-2021

上海科技报社版权所有

上海科荧多媒体发展有限公司技术支持



([//bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=5480BDAB3ADF3E3BE053012819ACCD59](http://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=5480BDAB3ADF3E3BE053012819ACCD59))