
“起底”有毒有害痕量元素大气排放

作者：writer 来源：科学网

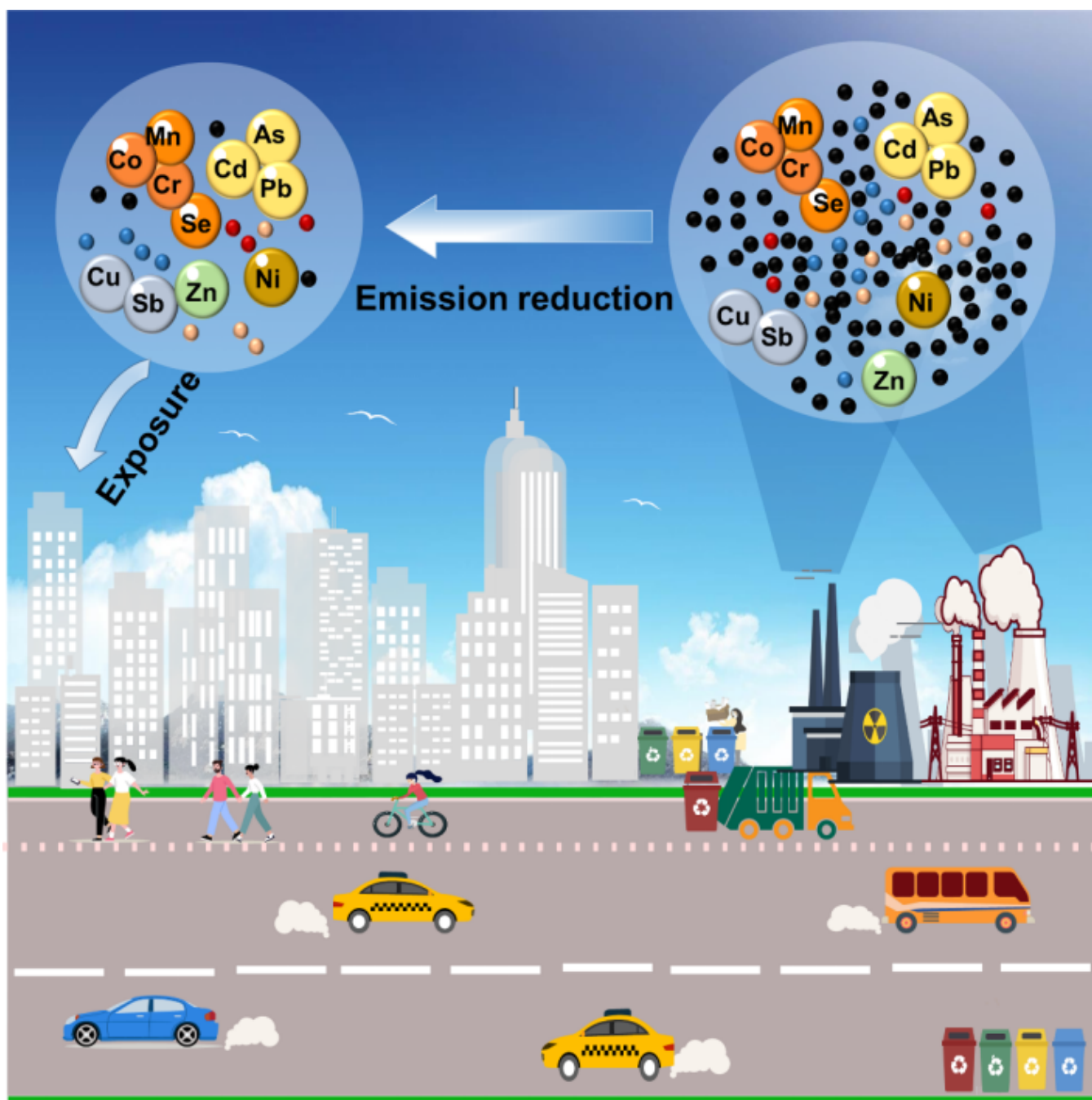
本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23001.html>

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！

“起底”有毒有害痕量元素大气排放。

不管是资源利用还是污染控制，摸清家底都是基础且必须的工作。

近日，北京师范大学教授田贺忠团队基于多源数据融合，评估了大气十条(《大气污染防治行动计划》)实施期间，不同排放控制措施对各部门有毒有害痕量元素大气排放变化的驱动。并利用大气传输模型及暴露风险评价模型，量化分析了典型行业(燃煤、冶金等)排放变化对有毒有害痕量元素大气暴露浓度及健康风险的影响。5月1日，相关论文在《一个地球》在线发表。



痕量元素大气传输及暴露风险示意。受访者供图

痕量元素关乎健康

国际癌症研究机构(IARC)曾将砷、镍、镉、六价铬、铅、钴、铈及其化合物认定为致癌物质。这些重金属元素在大气中含量极少，但具有毒性、累积性和致癌性的特点，长期暴露在较高浓度有害痕量元素大气环境中，会对人体呼吸系统、心血管系统等构成严重威胁。

2013年9月，国务院印发《大气污染防治行动计划》，多措并举展开大气污染防治。从重点行业整改关停，到全面整治小锅炉、控制机动车保有量、治理餐饮污染，再到大力发展清洁能源。一系列举措很快显现成效，我国重点区域空气质量明显好转，重污染天气大幅度减少。2017年，

第一次全国污染源普查对减排效果有了整体了解，但这些减排措施如何影响我国大气中有害痕量元素排放、其暴露浓度水平及相关健康风险仍不清楚。

‘大气十条’中的治理措施和围绕该措施进行的普查主要针对颗粒物、二氧化硫和氮氧化物等常规大气污染物，实际上我们还应该关注其中对人体健康危害较大的有毒有害微量元素，比如砷、铅、镉等。田贺忠告诉《中国科学报》，这项研究基于多源数据融合，建立了中国有毒有害痕量元素网格化大气排放清单模型，评估了不同排放控制措施对各部门、各省区有毒有害痕量元素排放变化的驱动，并利用大气传输模型及暴露风险评价模型，量化分析研究了典型行业排放变化对有害痕量元素暴露浓度及健康风险的影响。

协同减排效益明显

总体来讲，‘大气十条’实施期间有毒有害痕量元素的排放减少成效明显，但其风险依然值得关注。田贺忠说。

通过调查研究全国燃煤电厂、黑色金属冶炼、有色金属冶炼、水泥生产、垃圾焚烧电厂等典型工业排放源的点源排放量及各省煤炭消耗量和装机容量空间分布，研究人员发现，中国五大城市群（华北平原、长三角、珠三角、川—渝和汾渭平原）有害痕量元素排放量占全国总排放量的42%；五大城市群以外，湖南、内蒙古、云南、辽宁及河南省也是有害痕量元素排放量较高省份；大气十条期间，全国11种有害痕量元素年均暴露浓度约减少28.1%。其中，燃煤部门的排放削减对钴、砷、硒、铬和锌浓度减少的驱动最显著，贡献在50%以上；而黑色金属冶炼部门的排放变化则主导了镉和铅浓度的降低。

尽管如此，2017年中国有毒有害痕量元素污染依然严重。较高的痕量元素浓度主要集中在中国东部、华北和西南部分地区。该论文第一作者、海南大学南海海洋资源利用国家重点实验室副研究员刘姝涵（北师大环境学院博士）说，此外，六价铬的全国年均浓度比国家空气质量标准高出15倍，其中最大值出现在山东省。砷、镍元素浓度在山东省和上海市略高于标准限值。

研究发现，大气十条期间，7种致癌元素的全国年均致癌风险下降了约39.5%。其中钴、六价铬和砷元素下降幅度最大。然而，2017年，有害痕量元素年均致癌风险值仍超过阈值，较高致癌风险主要出现在中国东部。山东和上海砷和镍元素致癌风险分别达风险阈值的9倍和1.6倍。

情景分析表明，2012年至2017年，燃煤部门排放变化主导了致癌风险降低，带来了 1.5×10^{-6} 致癌风险的下降。黑色金属冶炼和有色金属冶炼部门排放变化分别带来了 0.8×10^{-6} 和 0.3×10^{-6} 致癌风险的下降。

‘大气十条’主要针对PM_{2.5}等常规污染物展开，但对有害痕量元素起到了很好的‘协同减排效益’。田贺忠解释说，燃煤电厂超低排放改造等重点工业行业的除尘、脱硫、脱硝工艺升级改造同时减少了有害痕量元素排放。

多源数据融合显威力

‘大气十条’的施行，不但减排效果显著，还推动了各行业部门相关信息的公开，这为我们进行定量研究提供了很多基础数据。此外，地理信息技术、数字化和人工智能技术的发展，也让我们使用‘多源数据融合’，进行更精细的‘点源化’研究成为可能。田贺忠说。

进行污染物调查研究，过去的数据来源单一，通常统计年鉴等宏观数据不显示排放源的具体位置。近年来，随着各行业信息公开化程度不断提高，各省、区，各行业、企业，甚至一些协会、组织也会从不同的角度披露一些重点排放源的信息和数据。这些数据虽然源自不同部门，服务于不同对象，甚至数据侧重点、统计方法、呈现方式各不相同，但经过数据清洗和技术处理，这些不同来源的数据却可以相互补充验证。

比如，各省的统计年鉴和月度统计公报中有每年和每月水泥产量数据，我们会结合当地的经济数据，结合水、煤、电量等相关数据信息，排污许可证允许排量等，通过多渠道分析研究，弄清它的排放量。田贺忠补充说，了解一家企业使用什么生产工艺装备，掌握它的除尘、脱硫、脱硝技术路径，知道它消耗了多少煤和原材料等信息，就可以建立一套技术方法去核算它排放多少砷、铅、镉等元素，这就是‘多源数据融合’。

利用这些数据，研究人员将我国主要燃煤电厂、黑色冶炼、有色冶炼、水泥生产、垃圾焚烧等重点工业源进行精确经纬度定位，利用各种直接和间接的数据，结合当地GDP、人口、土地利用、交通流等数据，再通过实地调研和现场实测等抽样验证，利用数理统计分析方法精确核算出趋近实际的排放量，并将其精准定位在网格上。

重金属成分的健康风险是精细控制空气污染的先决条件。该论文匿名审稿人评价说，本文的创新贡献在于提供了最新的排放清单和健康风险估计。该研究基于对具体措施的效益评估，为减缓有毒有害痕量元素污染和相关健康风险提供了关键见解。为中国实施清洁空气和低碳政策下精准控制有毒痕量元素提供了科学依据，也为其他国家和地区量化痕量元素排放提供了参考。(来源：中国科学报 张双虎)

相关论文信息：[https:// doi.org/10.1016/j.oneear.2023.04.006](https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.04.006)

作者：田贺忠等 来源：《一个地球》

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