

学校主页

请输入关键字

Q

【科学头条】精确测定氧浓度 他们给城市量呼吸

来源：党委宣传部（融媒体中心） 2023-03-14 浏览：1502



入选ES&T封面论文

“如果把城市比作人，城市也会呼吸，吸入氧气并呼出二氧化碳。以往我们更多关注污染物和二氧化碳的排放，理所当然地认为氧气含量足够，但现在越来越多的证据表明，氧气已被过量消耗，这会给人类的生命健康带来巨大威胁。”兰州大学大气科学学院黄建平院士说。

2月14日，黄建平团队在Environmental Science & Technology（《环境科学与技术》）杂志发表题为“Urban Respiration” Revealed by Atmospheric O₂ Measurements in an Industrial Metropolis（《工业重镇氧气观测揭示“城市呼吸”》）的封面文章，在国际上率先开展“城市呼吸”研究，从观测的角度提供了城市氧气浓度下降的有力证据，开拓了氧循环城市健康效应研究的新领域。

直面氧气变化观测难题，建立国内首个高精度观测平台

作为地球上几乎所有生物生存的必需品，氧气是大气中最关键的气体成分之一。

人口众多且密集的城市地区仅占全球土地的2%，却居住着全球56%以上的人口，并消耗了全球70%的化石燃料燃烧。近几十年来，随着越来越多的人口涌入城市，城市地区在适应和减缓气候变化方面面临严峻挑战。现有观测资料表明，过去30年中，大气中二氧化碳快速上升，氧气下降的速度是二氧化碳上升速度的两倍左右。

实地测量选在中国西北部半干旱地区甘肃省省会兰州市。兰州总人口超过 440 万，由于两山夹一河的独特地形，以及少风少雨的气候特点，大气扩散受到抑制，导致流域内污染物的稳定积累。

“我们看到兰州市中心的地形十分独特，南北最窄处仅1公里左右。考虑到大量人口在如此狭窄的区域聚集，我们人类的呼吸过程所消耗的氧气势必会影响大气中的氧浓度，因此想对这个问题进行深入的探索。”文章第一作者、大气科学学院2020 级气候学专业博士研究生刘晓岳说。

基于上述考虑，黄建平团队提出“城市呼吸”的新概念，用来衡量城市空气的健康状态。

目前，针对“城市呼吸”中二氧化碳、污染物、能源等要素的研究在国际上已经比较全面，但是针对氧气的研究几乎是空白状态。

“这主要有两个原因，一是没有意识到氧气减少的危害，现在越来越多的研究表明，氧气浓度减少与人体健康特别是心血管疾病密切相关；二是因为氧气浓度实时观测所需仪器的精度很高，一般仪器测量不到。”黄建平介绍。

国内外，已有一些研究团队在全球设立了大气氧气定期观测站点，探究全球大气氧气的长期趋势。这些观测通常是使用密封瓶进行大气采样分析，密封瓶采样受实验条件的限制，数据的时空分辨率有限，因此还需大气氧气的连续观测来进一步提高对大气传输和混合过程的认识。虽然近年已有一些站点开始连续观测，但是大多数氧气观测站点都设在人烟稀少、远离人类活动的背景区域。

在大的自然背景下探测微小的氧气变化是相当具有挑战性的。“大气中细微的氧气变化信号以百万分之一计，这种探测犹如向茫茫大海中滴一滴水，去讨论这一滴水对于整个海平面的影响，因此，氧气监测对分析仪器的精度和漂移有严格的要求，特别是对于连续监测。”团队负责技术的工程师王莉说。



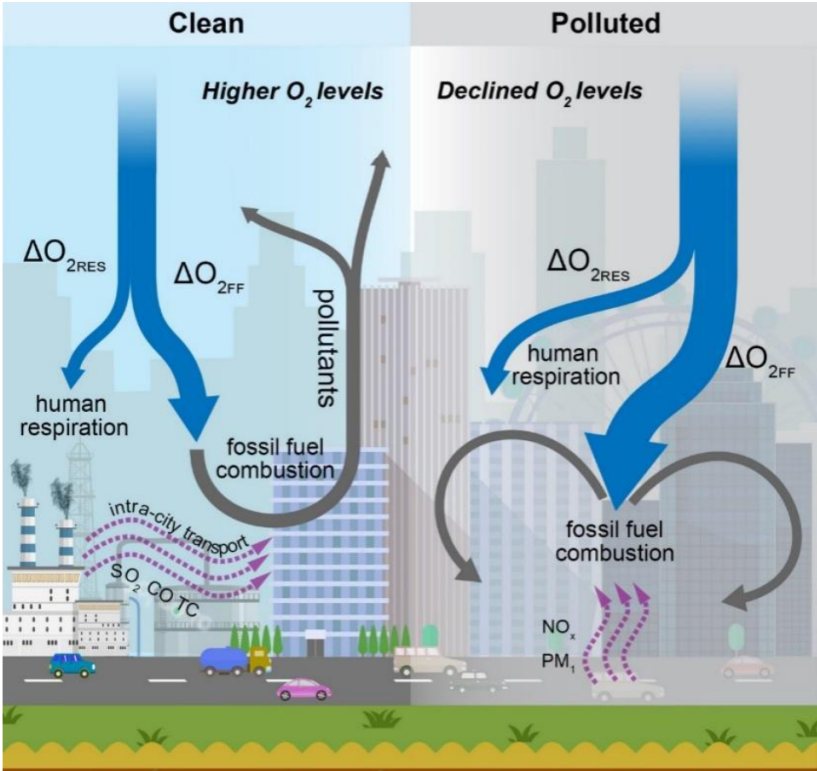
高精度大气氧气观测平台

2017年，黄建平团队投入140多万元，在兰州大学城关校区一栋22层建筑的顶楼建立了国内首个高精度大气氧气观测平台。空气采样的采气口正对着兰州市最繁忙的街道——天水路，它有双向10车道，毗邻火车站，路段交通发达，受人为活动影响比较显著。

氧气观测平台采用气相色谱热导检测器（GC-TCD）技术测定大气氧含量，这个技术已经使用了20多年，可以较准确的量化大气氧气的变率。团队利用气相色谱仪直接测量的是氧氮比。由于大气中氮气的变化比氧气的变化小得多，可忽略不计，因此氧氮比的变化可以被认为是氧气造成的。

“在氧气观测平台建设初期，我们克服了一系列技术难题，包括仪器调试、定标以及后期数据处理，构建了适用于平台的大气氧气观测数据的订正方法等。经过团队的不懈努力，我们的观测资料最终得到了国际同行的认可。”黄建平介绍。

定量估算“城市呼吸”，首次揭示居民呼吸影响



“城市呼吸”机制图

城市中居民呼吸和化石燃料燃烧是两个独立的过程，因此很难直接将上述两个过程分别从大气氧气观测资料中分离出来。但值得注意的是，居民呼吸是不排放污染物的，而化石燃料在燃烧过程中不仅排放了二氧化碳，同时也排放了包括氮氧化物、一氧化碳、二氧化硫在内的各类污染物。因此，我们的氧气浓度观测信号里，有一部分是和污染物相关的化石燃料燃烧消耗的氧气，另一部分和污染物无关的就是居民呼吸过程消耗的氧气。将现有的氧气浓度和污染物浓度的观测资料进行对比，就可以从氧气浓度变化的信号中分离出化石燃料燃烧信号和呼吸信号。

黄建平团队将城市氧气浓度观测数据分为两组：在空气质量较好的情景中，大气扩散条件较好，工业、交通活动消耗的氧气（化石燃料燃烧）能够较快补充，兰州市氧气浓度整体较高。这种情景下人类呼吸占到氧气亏损的33.08%，化石燃料燃烧占比66.92%。此外，大气传输模型也显示，扩散条件较好时，有利于工业区污染气团远距离传输至兰州市中心城区，因此二氧化硫、一氧化氮等污染物对氧气的消耗占比有所上升。这种情景下，大气充分混合，各类耗氧过程对兰州氧气浓度的影响较为均衡，对人体健康影响较小。

在氧气浓度较低、污染严重的情境下，化石燃料燃烧对氧气的消耗占比升高到72.5%，居民呼吸对大气氧损耗的占比降低。高精度的大气传输模型显示该情景下耗氧过程主要发生在中心城区，氮氧化物和PM₁排放过程的耗氧量明显增加，对应机动车尾气排放造成的氧气消耗显著增强。

总之，化石燃料燃烧是引起兰州市氧气浓度下降的主要原因（贡献达66.92%~72.50%），此外，居民呼吸过程可造成27.50%~33.08%的氧气亏损，成为准确估算城市排碳耗氧的主要误差来源之一。植物光合作用是氧气的主要来源。兰州市耗氧量是产氧量的500倍以上，其缺口来自周边植被的支援。这种情况不仅发生在兰州，全球人口超过100万的大城市中，有75%的大城市耗氧量和产氧量的比值超过100。

黄建平团队曾做过测算：如果化石燃料燃烧稳定在一定水平不下降，则会发生持续的氧气浓度下降，26世纪将降至20.0%以下，并在29世纪初将降至19.5%，可能会对地球上部分生物的生存造成威胁。

下一步，团队希望对全世界大城市的“呼吸指数”进行估算，通过城市耗氧和产氧的具体数据，来呼吁国际社会关注氧气浓度问题，进一步评估不同情景下城市氧气浓度变化带来的健康风险，为制订因地制宜的、与产业结构相协调的“双碳”现实路径提供科学依据。

“这是一个前瞻性的研究，更长远来说，我们希望推动一个关于‘城市呼吸’的大科学计划，呼吁全世界更多的城市关注这个问题，因为它不仅是一个科学问题，对每个城市、国家、地区的可持续发展都至关重要。”黄建平说。

文章链接：<https://doi.org/10.1021/acs.est.2c07583>

文法伊莎·刘宇萱 视频魏萨龙 编辑郭敬杰

分享    

上一篇：兰州大学第一医院与生态学院举办学术交叉论坛

下一篇：兰州大学包国宪教授受聘担任中国行政管理学会学术顾问委员会委员

推荐关注

《甘肃省馆藏祁连山与黄河历史生...
2024-12-31

核科学与技术学院召开2025年度国...
2024-12-31

农业农村部收草与草坪草种子质量...
2024-12-30

兰州大学举办“同位素药物化学” ...
2024-12-30

《兰州大学学报（社会科学版）》...
2024-12-28

文学院2024年获15项国家级、省部...
2024-12-27