

# 空气污染的实用监测

## Practical monitoring of air pollution

■ 文/董阳 壮歌德[澳]

空气肉眼不可见,但很久之前人们便知道它是动态的,也了解若失去空气,我们几分钟内就会死亡。随着1771年人们发现氧气以及1802年发现原子,我们现在至少能够尝试构建出空气图像,并研究为何空气污染是有害的,甚至是致命的杀手。想象你站在一座水下世界公园的玻璃墙前,怀着敬畏的心情盯着游弋的鱼。此时我们来想象玻璃之外的空间充满了空气。虽然看起来空间里什么都没有,但在视频装置的帮助下,我们能看到空间定格中的细小沙粒状物质,这些点状物质之间的距离约等于其直径的8倍。

在图1模型中,氧气分子是红色的,蓝色的是氮气分子(数量上是前者的4倍)。此时若前述空间定格被调入慢动作模式,我们将看到这些分子以每秒钟几百米的速度加速,彼此碰撞。这种情形下显示的是“静止的”空气。我们吸入气体中的氧气分子同体内的碳水化合物相撞,此时两个氧原子间的氧键断裂,释放能量。这一能量驱动所有的人体机能,在我们睡眠期间也是如此。当呼吸急促而沉重时,我们的身体可以进行更剧烈的活动,包括体力劳动和体育运动。

建立在化石燃料燃烧基础上的工业革命,给这一

神奇的生命系统带来了空气污染的难题。这一问题的开端是数百年前伦敦对燃煤的应用,发展到如今各种各样新技术,包括数以亿计的大小不一的内燃机和熔炉。如果上述的水族馆纯净空气模型使用一粒沙的尺寸来代表氧气分子和氢气分子,那么在水族馆的后部将存在一个直径20米的 $PM_{2.5}$ 圈层。换句话说,2.5微米大概是一个氧气分子大小(氧键长121皮米)的2万倍。不过50个 $PM_{2.5}$ 微粒首尾相连才同一根人类毛发的直径长度类似。这些尺寸都过于微小,造成理解上的障碍。

$PM_{2.5}$ 引发人们担忧的原因是,尽管同氧气分子相比其尺寸相当大,但也足以穿过人类体细胞的细胞壁,进入血液,造成生物系统失衡,影响人体机能,引发问题。权威期刊《柳叶刀》于2013年发表一篇涉及欧洲九国321944人口的研究。该研究显示,并没有所谓的大气粉尘安全水平, $PM_{2.5}$ 的浓度每增加 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,肺癌患病率增加36%。中国大气污染的 $PM_{2.5}$ 浓度有时超过 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。因而,其对健康的影响已促使领导层采取有效措施,缓解这一难题。

空气监测数据可以帮助人们研究空气污染在某

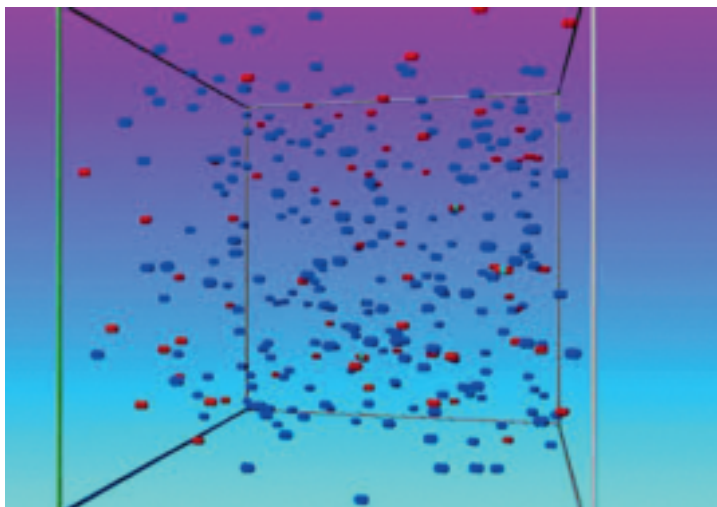
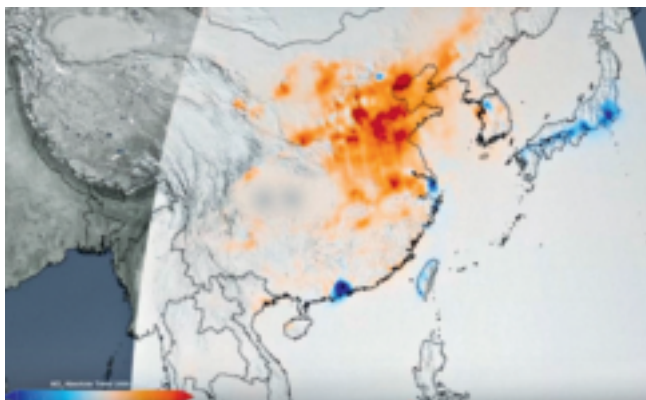


图1 水族馆纯净空气模型

时刻的状况以及时间上的综合发展趋势。中国2007 - 2013年的大气状况显示北京空气（图2中蓝色）出现改善，而华北其他地区的空气状况在恶化（图中红色）。这一时间段为奥运会筹备期间，且未到2015年（该年北京空气污染严重）。这一数据由NASA采集。此外，最新的监测报告将显示出中国空气污染治理政策的效果。

图2 NASA采集的中国2007 - 2013年大气状况



空气质量的改善赢得市民的感激和国际观察者的尊敬。通过科学分析，人们控制住最危险的污染源，调整技术，以降低某些经济活动中必须排放的废气。现在个人需要利用科技，控制废气排放，同时减少接触污染源。显而易见的是，控制车辆和家用电器的使用是一个好的开端。如何在持续存在的空气污染之下生活，需要人们做出智慧的解答。

一个简短和尖锐的问题是：室内比户外更安全吗？答案：是的。2015年Thomas Talhelm教授在上海开展一项实验，实验结果给人很大启发。该实验独立进行，无需繁复的审批流程，实验结果公正准确。使用Dylos1700微粒计数器，

Talhelm检测包括公寓、餐馆、卫生间在内的数个地点的实时室内空气质量。结果证实，当空气污染严重时，待在室内的确更为可取（见图3）。

美国大使馆空气质量指数显示，上海户外空气质量读数为158，其中每立方米PM<sub>2.5</sub>含量为70微克。室内监测点的平均值仅为上述数字的69%。当然，卫生间的读数相对较高，而餐馆在厨房油烟的影响下，读数也较高。此处信息之所以有用，在于人们发现，当窗户关闭时，室内污染仅为室外的一半。简单的解释是，粉尘即便很小，在安静的空气中也趋于沉降。

Talhelm教授非常善于创新。尽管在中国居住时间不长，他成立了一家社会企业，以低廉的价格销售空气净化装置，帮助人们将室内空气污染降低一半。该装置由一个风扇、风扇上安装的高质量过滤器以及微粒计数器组成。此过滤网能捕获大部分空气粉尘，使得微粒计数器的数字保持在低水平。不论是这种便宜的过滤器，还是用在昂贵仪器里的类似装置，都需要定期更换。该过滤器售价为200元/个，且送货上门。很多时髦的空气净化器的价格是上述价格的数倍。如今Talhelm教授在芝加哥大学授课，他在同笔者的邮件中提到，2018年市场对公司过滤器的需求低于2015年。那一年他刚刚引入这一装置。此言不虚。北京空气质量在改善，市民享受到更干净的空气，同时也在学习如何更好应对空气污染。

图3 室内外空气质量状况

