

DOI: 10.12006/j.issn.1673-1719.2019.161

王晓妍, 赵德峰, 欧阳慧灵, 等. 空气质量监测、分析、预报国际研究计划及前沿问题 [J]. 气候变化研究进展, 2020, 16 (1): 130-132

Wang X Y, Zhao D F, Ouyang H L, et al. International project of monitoring, analysis, and prediction of air quality and some essential questions [J]. Climate Change Research, 2020, 16 (1): 130-132

## 空气质量监测、分析、预报国际研究计划及前沿问题

### International project of monitoring, analysis, and prediction of air quality and some essential questions

王晓妍, 赵德峰, 欧阳慧灵, 张人禾

复旦大学大气与海洋科学系 / 大气科学研究院, 上海 200438

为了研究空气污染影响人类健康和经济社会可持续发展这一重要环境问题, 世界气象组织全球大气观测计划 (WMO-GAW) 和国际全球大气化学计划 (IGAC) 共同发起了空气质量监测、分析、预报国际研究计划 (Monitoring, Analysis, and Prediction of Air Quality; 即 MAP-AQ), 并于 2019 年 5 月 27—29 日在 WMO 总部日内瓦组织召开了 MAP-AQ 专家指导委员会会议。为了加强 MAP-AQ 协调全球研究以及在东亚地区的实施, 该研究计划拟在上海成立首个项目办公室, 复旦大学大气与海洋科学系 / 大气科学研究院专家团队应邀参会, 并就在复旦大学成立 WMO MAP-AQ 项目上海办公室的职能进行了磋商。WMO-GAW、IGAC 以及 MAP-AQ 研究计划主席和相关负责人出席了本次会议。会议主要介绍了 MAP-AQ 计划成立的背景, 提出了空气污染研究领域的若干前沿问题。

#### 1 MAP-AQ 研究计划成立背景

据世界卫生组织 (WHO) 统计, 全球每年因空气污染导致的死亡人数可达 700 万人, 其中 90% 来自发展中国家<sup>[1]</sup>, 空气污染对农作物的毁坏和减产等引发的粮食安全问题每年造成约 5 万

亿美元的经济损失<sup>[2]</sup>。虽然空气污染已成为影响人类健康和经济社会可持续发展的重要环境问题, 但目前很多国家和地区尚未建立起空气污染预报预警系统, 缺乏正确应对空气污染危机的经验和方法。因而, WMO-GAW 和 IGAC 共同发起 MAP-AQ 国际研究计划, 旨在发展并实施一套具有区域降尺度功能的全球空气污染预报系统, 加强空气污染领域科研人员和业务人员之间的合作, 实现科学研究与业务应用以及社会服务之间的有机结合, 以期降低重污染发展中国家和地区 (如亚洲、拉丁美洲和非洲) 空气污染带来的健康风险。MAP-AQ 计划是中—欧空间资料伙伴计划 (PANDA) 和欧洲—拉丁美洲空气污染预报 (PAPILA) 研究计划的拓展和延续。MAP-AQ 拟发展并推广的全球空气质量预报系统基于以下五方面的支撑<sup>[3]</sup>。

高覆盖的监测网络: 全球范围日尺度乃至小时尺度的 O<sub>3</sub>、CO、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、气溶胶以及其他污染物的地面、卫星、飞机和气球观测网络。

高质量的数值模式: 模式需精确解析建筑物或道路等城市主要污染源; 准确模拟污染源日变化和年代际变化特征; 综合考虑森林大火、火山喷发等自然排放源的影响; 提高排放源清单、尤其是发展中国家地区的时效性; 增强对大气物理

和化学过程的理解, 优化模式参数化方案; 避免对空气污染事件的错报和漏报。

统一的评估体系和工具: 开发普适性工具以协助决策者和管理者准确评估减排政策、制度和城市化等对空气质量的影响。

有效的信息传播: 国家气象和环保部门应根据预报的污染物浓度计算出表征空气质量和健康的指数, 如空气质量指数 (AQI), 以便于公众直观理解空气污染程度, 并通过网络和移动媒体向医院和公众实时发布空气污染信息。

规范的指导和培训: 在空气质量和气候变化监测及数据分析等方面对发展中国家的环境工程师、年轻科研人员以及学生进行培训, 提高其应对空气污染的能力; 鼓励发展中国家和发达国家科研人员相互交流。

## 2 空气污染领域若干前沿问题

### 2.1 大气化学与气象 / 气候耦合模拟 (CCMM)

目前, 数值天气预报业务系统中很少采用天气-大气化学双向耦合模式, 对于中长期业务预报 (如次季节到季节尺度以及气候预测), 双向耦合模式的使用率更低。而地球系统中多个要素存在着密切联系, 双向耦合模式中物理过程和化学成分反馈以及各理化过程处理的一致性, 可同时保障空气质量预报和数值天气预报精度的提高。

对气象研究领域而言, 数值模式中除了注重污染物质量浓度模拟外, 还需综合考虑各组分的化学、物理和微物理特性; 提高卫星遥感技术对气溶胶理化特性的探测能力; 优化海-气系统耦合方案; 加强科研与业务部门合作, 优化业务模式参数化方案。对大气成分和空气质量研究领域而言, 鼓励开展多尺度、针对性、综合性大气化学和云微物理的观测试验, 为耦合模式结果验证提供数据支撑; 优化模式数值计算能力, 降低化学过程引入带来的模式复杂性; 开展全球和区域尺度空气质量预报、数值天气预报和气候预测精度的横向和纵向对比。对气候研究领域而言, 优化对流参数化方案中对气溶胶的描述, 以提高模

式对气溶胶间接效应的模拟能力; 权衡高分辨率模式对气溶胶模拟能力和海气耦合精度之间的权重, 确保参数化方案和分辨率之间的一致性; 通过相关的物理、化学和辐射过程全面评估模式模拟能力, 并非仅依赖于模式对平均场的模拟结果。

### 2.2 综合的全球温室气体信息系统 (IG3IS)

为及时、有效、客观地评估各国温室气体减排效果, WMO 于 2018 年批准实施 IG3IS 研究计划, 该系统的建立将为《联合国气候变化框架公约》的履行提供科技保障; 有利于降低各国自下而上的温室气体排放清单的不确定性; 强化地方政府和企业对 CH<sub>4</sub> 等温室气体排放源的认识, 检测并量化以前未知的减排机会 (例如工业生产中逃逸的 CH<sub>4</sub> 排放); 及时进行城市排放诊断, 评估各地区减排策略和履约进展。

WMO 成员国通过与联合国环境规划署、国际计量局和地球观测组织等合作伙伴开展国际协作, 与编制排放源清单和需要检测温室气体排放的相关人员紧密合作, 共同开发自上而下、高时空覆盖的温室气体测量方法, 逐步建立起全球统一的温室气体测量标准和方法, 以实现数据的一致性和可比性。IG3IS 框架也将逐步引入卫星观测和新型传感器等先进观测技术, 不断提高数据的覆盖范围和质量, 增加用户满意度。

### 2.3 大气总沉降的观测和模式融合 (MMF)

对流层臭氧沉降可以导致农作物减产, 氮沉降能够对生物多样性产生威胁, 硫化物沉降会带来人体健康风险, 为满足人类健康、食品安全和生态系统研究的需要, 建立业务化或半业务化大气污染物沉降数据产品的必要性日益凸显。

通过观测和模式相结合的途径, 使用数据同化、目标分析、最优化插值、偏差校正等方法, 利用已有的观测数据对全球硫、氮和臭氧的大气沉降进行系统定量, 依次实现基于现有全球多模式集合的大气沉降数据集, 结合加拿大、美国、英国、亚洲、挪威等地区观测结果和多模式集合的全球大气沉降信息, 最终完成全球尺度业务化

大气总沉降再分析数据库。

#### 2.4 空气污染潜在危害

为更好地推进服务科学 (science for service) 这一新概念, WMO 与 WHO 展开合作, 致力于更深入地了解空气污染带来的潜在危害。针对沙尘和生物质燃烧产生颗粒物的健康风险已展开了前期合作, 研究发现沙尘会增加心血管和呼吸系统疾病的发病概率, 但健康风险的显著性存在明显的区域差异; 生物质燃烧产生的颗粒物可增加短期呼吸系统疾病的死亡率, 但烟雾是否是唯一的致死原因尚不明确。

沙尘气溶胶的健康风险研究应尽量使用日尺度的发病率、住院率和死亡率等人体健康数据, 并采用统一的沙尘或 PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> 监测数据以及统一的沙尘事件定义; 在多城市采用统一的方法开展颗粒物暴露和流行病学的研究, 并进一步考虑颗粒物类型、天气气候条件以及城镇化水平等多因素对人体健康的影响。

### 3 对我国空气质量研究的一些启示

考虑到空气质量领域的国际前沿, 我国应积极开展以下几个方面的工作:

(1) 强化气溶胶、污染气体和温室气体等理化特性观测系统的一体化建设和数据共享机制建设,

建立多元大气环境要素数据同化系统;

(2) 通过组织参与空气质量预报模式比较, 加强大气物理与大气化学过程在天气和气候模式中的耦合, 优化我国自主研发的大气化学与天气气候双向耦合模式;

(3) 深入开展大气科学、环境科学、流行病学和毒理学等多学科交叉研究, 提高污染暴露风险评估精度;

(4) 加强科研单位与气象、环保等业务单位的合作交流力度, 实现业务与科研间的有效反馈和相互促进;

(5) 深度参与 MAP-AQ 国际研究计划, WMO MAP-AQ 项目上海办公室应协调东亚及周边地区相关科研和业务部门更好地参与 MAP-AQ 各项活动, 协助政府部门制定因地制宜的减排政策, 向公众传递空气污染相关知识。■

#### 参考文献

- [1] World Health Organization. Air pollution [EB/OL]. 2019 [2019-07-10]. <https://www.who.int/air-pollution/news-and-events/how-air-pollution-is-destroying-our-health>
- [2] World Bank, Institute for Health Metrics and Evaluation. The cost of air pollution: strengthening the economic case for action [EB/OL]. 2019[2019-07-10]. <https://go.nature.com/2mluupw>
- [3] Kumar R, Peuch V, Crawford J, *et al.* Five steps to improve air-quality forecasts [J]. *Nature*, 2018