

绿色背景下空气污染的挑战与防控对策

文/高鑫

本刊记者/张燕平



人物简介

侯立安, 1957年生, 中国工程院院士, 环境工程专家, 长期致力于环境工程领域的科学研究、工程设计和技術管理工作, 在饮用水安全保障、分散点源生活污水处理和人居环境空气净化等方面, 率先提出并成功研发了具有自主知识产权的水处理及空气净化技术和系列装备, 取得多项突破性成果和富有创造性的成就。获国家科技进步奖5项, 军队、省部级科技进步奖和教学成果奖26项, 国家专利23项; 出版专著3部, 编写国家军用标准5项, 发表学术论文200余篇。

近年来, 我国多次发生大范围持续性雾霾天气, 颗粒物特别是PM_{2.5}屡见报端, 迅速成为社会各界关注和讨论的焦点、热点, 凸显我国环境保护压力巨大。室内是与工作、生活息息相关的外环境。室内空气质量直接关系到人的健康和工作生活质量。保证室内环境空气质量是维护民众健康的基础。因此, 在目前室外环境空气PM_{2.5}短期内难以达标的情况下, 如何有效控制室内空气PM_{2.5}污染是值得深入研究的课题。本刊记者就中国室内空气PM_{2.5}污染现状与防控对策采访了侯立安。侯立安院士就有关问题进行了认真的解答。

记者: 请您谈谈我国室内空气PM_{2.5}污染现状。

侯立安: 室内空气PM_{2.5}的来源主要有

室外进入、室内燃料燃烧产生、室内吸烟产生等多种途径, 此外, 还与室内人员密度相关。与室外环境空气中PM_{2.5}相比, 室内空气中PM_{2.5}的健康效应更大。这是因为人每天约70%~90%的时间都在室内度过, 室内暴露时间更长; 室内普遍存在PM_{2.5}产生源并受大气环境质量的影响, 导致室内PM_{2.5}浓度较高。因此, 室内空气PM_{2.5}污染问题是当前室内环境与健康领域研究的前沿。研究数据表明, 我国室内PM_{2.5}浓度水平明显高于欧美等发达国家。我们还对污染较为严重地区室内外PM_{2.5}的污染特征进行了对比分析, 发现大气污染较严重时, 室内PM_{2.5}浓度水平较高, 而大气环境质量相对较好时, 室内污染源产生的PM_{2.5}浓度水平也可能高于室外。

综合国内外研究成果, 总体来说, 我

国室内空气PM_{2.5}浓度水平较高, 污染较为严重。

记者: 知道了现状, 接下来就会遇到防控存在的问题。这些问题都表现在哪些方面?

侯立安: 首先, 室内环境空气PM_{2.5}污染源控制亟待加强。

20世纪90年代以来, 我国城市化进程加快, 每年涌现大量新建建筑, 随之形成较为庞大的建筑装饰装修材料和家具市场, 但难免存在一些低端伪劣产品散发挥发性有机物, 由此引发的室内空气污染问题也有报道。室外大气质量下降, 直接影响室内空气质量; 吸烟、烹饪等日常活动也是室内环境空气PM_{2.5}污染的重要原因, 尤其在部分农村更为严重; 化妆品、劣质服装乃至各种用器具也有可能成为室内空气PM_{2.5}污染的来源。

其次, 室内环境空气质量标准有待适时调整和修订。

环境空气质量标准是进行空气污染治理、空气质量评价的基本依据。目前我国已经初步形成了室内空气质量标准体系, 涉及建筑物施工验收、运行管理等层面, 以及建材、构件、设备等相关产品标准, 内容包括化学性污染、生物性污染、放射性污染、新风量、颗粒物污染等指标, 但各标准在统一性、协调性等方面还有待加强。

针对PM_{2.5}, 发达国家不断更新环境空气质量标准。与发达国家相比, 我国尚存有一定差距。《室内空气质量标准》自2002年颁布以来, 10余年没有修订, 也没有PM_{2.5}监测指标, 在指标选择和限值确定方面也存有差异, 亟需研究和完善。

再次, 室内环境空气PM_{2.5}污染控制科技支撑不足。

PM_{2.5}监测是近年来环境监测的新项目。PM_{2.5}监测不同于PM₁₀监测, 挥发性成分影响显著, 干扰因素多, 难以实现

准确、快速测量。目前,美国、欧盟、日本等国家和地区已经开展监测仪器的认证,我国在PM2.5监测设备认证方面还存有不足。关于PM2.5监测设备和监测方法选择也存有异议。因此,避免人为因素影响,科学反映室内环境空气质量水平,加强监测技术与设备的基础理论、工程化、标准化研究是当务之急。

在室内空气质量改善方面,室内空气污染治理基础薄弱,治理对象较单一,净化技术水平参差不齐,净化效果有限,急需研发空气多技术深度耦合净化技术。在目前室外环境空气PM2.5尚难有效控制到较低水平的情况下,提出室内空气质量控制新理念、新途径,发展室内空气污染控制新理论、新技术,实现室内空气PM2.5污染的有效控制,是值得深入研究的新课题。

记者:关于室内空气PM2.5污染这个问题,经过研究,您认为该采取哪些防控对策?

侯立安:鉴于室内环境空气PM2.5污染现状及污染控制水平,我国急需加强室内空气PM2.5污染防控工作,主要开展下列研究:

第一,修订完善室内环境空气质量标准体系。

通常室内包括各种建筑。目前,我国室内空气质量主要标准包括PM10控制指标,缺乏PM2.5控制指标,并且不同标准PM10指标限值差异较大,如《室内空气质量标准》缺乏PM2.5控制指标,《室内空气质量标准》和《医院候诊室卫生标准》等标准中PM10指标限值为150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,《文化娱乐场所卫生标准》中PM10指标限值为200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,《体育馆卫生标准》和《商场(店)、书店卫生标准》等标准中PM10指标限值为250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。建筑功能不同是否会影响室内空气质量污染物指标及污染物指标限值,尚需进一步研究讨论。考虑室内暴露时间更长,急需加强室内环境空气质

量标准的基础性、系统性和前瞻性研究,重点开展标准控制指标、指标限值及指标约束力等方面的研究,适时修订完善室内空气质量标准体系,为室内环境空气PM2.5污染防控奠定技术基础。

第二,研发先进的PM2.5监测技术与设备。

室内空气污染物浓度一般较低,采用简便、低廉的测试方法和仪器,往往难以实现准确测定。因此,对于室内空气PM2.5的监测,应基于物理、化学、生物、电子、光学等多学科多技术,开展 β 射线精确测量、空气动力学粒谱测量等监测关键技术研究,发展高灵敏度、高分辨率和高选择性的监测方法;针对突发性污染事件,研发相对低成本的移动、便携、快捷、智能的PM2.5监测共性技术和系列设备,形成特殊环境以及区域尺度下的应急监测与综合预警能力,保证室内环境空气PM2.5监测数据准确可靠,为环境空气质量评价提供支持。

第三,研发先进的PM2.5控制技术与设备。

室内空气污染常为物理、化学、生物、放射性污染并存甚至相互耦合作用的结果,单一技术或分别控制有时难以奏效。就PM2.5而言,其来源广泛,众多空气污染物都会在其中有所体现。因此,需基于综合控制理论和技术,创新组合控制技术,探索室内空气联合净化方法,开展建筑通风、集中空调新风系统、室内空气净化器优化设计和空气净化材料研究,控制室内环境PM2.5前驱物,为改善室内环境空气质量提供技术支持和设备支撑。

第四,加强生态环境建材及功能性植物研究。

生态环境建材具有建筑装饰装修和改善居室生态环境的功能。加大建筑装饰装修生态功能材料的研究力度,促进建

筑节能、环境相容、提高生活质量的生态环境建材、绿色环保建材的研究开发,严格建筑装饰装修材料市场准入制度,把好室内环境空气污染防治的第一关。筛选具有吸收富集PM2.5及其前驱物的功能性植物,支撑室内环境空气质量与美学和谐。

第五,加强应急处置能力建设

“非典”事件、日本核事故等事件给社会稳定、民众身心健康带来严重危害,因此,针对自然灾害、核生化物质泄漏以及恐怖袭击等非传统安全事件可能造成的环境空气污染,为应急保障室内环境空气质量,应加强可吸入颗粒物尤其是PM2.5、有毒有害气体、放射性气溶胶、微生物等空气污染物监测预警应急处置关键技术、产品设备等方面的研究与储备,完善相关的应急机制及应急预案,提高应急处置能力。

第六,加强PM2.5源解析及其健康效应研究

在PM2.5研究手段、研究广度和深度及研究系统性等方面加强的同时,研究室内PM2.5浓度、粒径分布、颗粒形貌和质量、化学组成和混合态,分析其时空分布特征,探讨各类环境、不同时空室内外源的相对贡献,建立科学合理的源解析模拟方法、典型地区室内空气颗粒物本底数据库。应重点关注室内环境空气PM2.5的环境化学行为、生物学行为、暴露途径和毒性效应等涉及环境毒理以及室内环境污染与人体健康等如流行病学方面的研究,特别要关注PM2.5对人类健康危害的研究。

欧美等一些发达国家大气环境质量相对较好,但仍然重视室内空气质量的改善和提高,我国更应引起高度重视,缩短与发达国家的差距。此外,净化室内空气也是对治理大气污染的一个重要贡献,期待在国家的高度重视下,经过科技工作者的努力,早日创造出健康、清新的室内环境。■