

各地应为VOCs监测提供组织和资源保障

◆本报记者程维嘉

当前,臭氧已经成为仅次于PM_{2.5}的影响优良天数的因素,在京津冀及周边、长三角地区的一些城市,臭氧甚至成为影响空气质量的首要污染物。进入夏季以来,臭氧对空气质量的影响尤为明显,加强VOCs监测监控作为控制VOCs排放、遏制臭氧污染的一项重要工作受到公众关注。针对VOCs监测开展的现状和近期重点工作,本报记者采访了中国环境监测总站副总工程师、大气环境监测首席科学家李健军。



李健军,历任中国环境监测总站大气监测室高级工程师、研究员、副主任,环境质量预测预报中心研究员、副主任、主任,现任中国环境监测总站副总工程师,从事大气环境监测和预报相关业务及能力建设项目工作。

“在线监测在技术、装备上还处在研究发展阶段,这也是目前环境大气VOCs监测存在的难点之一。”

何?监测工作中存在哪些难点?

李健军:目前国内常用的监测手段主要是实验室手工监测(离线监测)和现场自动监测(在线监测)两种。离线监测是将废气或环境空气中的VOCs采样后,将样品送回实验室,用气相色谱法或气相色谱质谱联用法进行分析。离线采样分析可能存在采样时间长、采样过程中受人为干扰、样品在采样容器中较难保证稳定性等问题。因此,许多研究机构和企业开发了大气中VOCs的连续自动在线监测技术和仪器,可以提高VOCs监测的时间分辨率,更好地帮助追踪大气中VOCs物质的化学过程。但总体而言,在线监测在技术、装备上还处在研究发展阶段,这也是目前环境大气VOCs监测存在的难点之一。

在实际操作层面,大气VOCs监测质量控制技术研究亟待加强。单一的分析方法难以适用于所有种类的VOCs监测,需要根据目标需求选择合适的监测方法。VOCs离线监测的主要难点在于解决采样的吸附、降解等损失难题,提高监测的准确性、可靠性。VOCs在线监测需要加强主要活性物质监测的技术、装备研究攻关,提高设备的便捷性和性能稳定性,以保证监测的时效性和数据质量。不同技术原理VOCs监测分析方法之间的对比监测,也有待进一步开展。

在法律法规和政策层面,为加强VOCs监测管控,我国已制订大气污染防治法、环境保护税法等法律法规,发布了排污许可证申请与核发技术规范、排污单位自行监测技术指南等政策文件。但是,现有的VOCs在线监测系统方法标准体系还有待完善。在《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中未对VOCs规定限值提出相关要求,环境空气VOCs监测数据结果缺少评价依据。需要针对不同性质的VOCs增加分析目标物种类,以覆盖更多的VOCs排放行业。

目前,国家尚未发布便携式仪器现场测定VOCs的方法标准,现场监测以及执法等工作缺少监测方法依据。

“建议每个城市至少布设1个点位,并逐步进行区域优化,在上风向、臭氧高值区、VOCs高浓度点、下风向布设形成4类点位。”

VOCs监测的运行维护、质控核查和数据审核评估等方面初步形成了技术指导文件。

日前,生态环境部印发《2020年挥发性有机物治理攻坚方案》,提出十条措施目标促进实现VOCs排放量明显下降,有效遏制夏季臭氧污染。

根据生态环境部部署,2020年夏季臭氧污染防治监督帮扶工作中,总站将开展废气排污单位自行监测抽测与专项检查,对地方技术人员进行VOCs监测技术培训;结合臭氧国控站、区县站监测数据和VOCs监测数据,编制臭氧分析周报,提供精细化的预报产品;比较各城市臭氧和VOCs的浓度水平,并在重点城市分析臭氧敏感性及VOCs来源,结合全国第二次污染源普查数据积极探索分析VOCs特征及来源等,研究其对臭氧生成敏感性的影响,为监督帮扶工作的成效评估提供技术支持。

“各地管理部门应加以重视,加强监督指导,为VOCs监测工作提供组织和资源保障,将任务分解落实至责任部门和单位。”

的,需要以相应的专业能力选择不同的监测技术和方法。

目前,省级及大部分地市级环境监测站已具备一定的VOCs实验室监测能力,监测的VOCs种类从20余种到100余种不等。其中,对非甲烷总烃、苯系物、卤代烃的测试能力最为普遍,对醇醚硫醚、醛酮等种类的VOCs同时测定有所开展。但是对臭氧前体物中低沸点的VOCs(如乙烯、乙炔等)监测能力不足。

因此,各地管理部门应加以重视,加强监督指导,为VOCs监测工作提供组织和资源保障,将任务分解落实至责任部门和单

普查结果系列谈①

工业污染治理成效显著,但仍任重道远

——第二次全国污染源普查工业源普查结果解读

◆敬红 王军霞

与第一次全国污染源普查(以下简称“一污普”)相比,第二次全国污染源普查(以下简称“二污普”)结果表明,工业源污染治理能力大幅提升,排放强度和排放量明显下降,污染治理成效显著。但多项污染物排放量贡献率仍处于较高水平,部分行业、部分污染物治理水平仍较低,潜在环境风险较大。工业源污染治理仍需多措并举,持续发力。

治理能力显著提升,排放量大幅下降

十年来我国工业废水、废气污染治理水平大幅提升。近十年来,我国工业废水、废气污染治理快速发展,治理水平大幅提升,工业废水治理设施数量由“一污普”的14.07万套增加到“二污普”的33.12万套,处理能力由2.35亿立方米/日提高到2.98亿立方米/日,治理设施数量和治理能力分别提高了135.47%、26.88%。“二污普”脱硫设施数由“一污普”的2.35万套提高到7.67万套,除尘设施数由“一污普”的17.90万套提高至89.79万套,分别比“一污普”提高了226.88%、401.72%。

十年来,主要污染物排放量大幅下降,总量控制重点关注的行业排放量下降明显。化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物分别较“一污普”下降83.89%、77.56%、75.05%、45.65%。其中重点行业主要污染物排放量大幅下降,和“一污普”相比,造纸

行业化学需氧量减少84.44%,钢铁行业二氧化硫减少54.19%,水泥行业氮氧化物减少23.12%。

产业优化升级、淘汰落后产能、严格环境准入等结构调整政策取得积极成效。造纸制浆、皮革鞣制、铜铝锌冶炼、炼铁炼钢、水泥制造、炼焦等行业的普查对象数量分别减少24%、36%、51%、50%、37%和62%,但这些行业主要产品产量分别增加61%、7%、89%、50%、71%和30%,单位企业产品产量分别提高了113%、67%、288%、202%、170%、242%,重污染行业产业集中度提高。

部分污染物排放量贡献高,治理水平差

颗粒物等大气污染物排放量贡献率仍较高,工业污染源仍是重金属等有毒有害污染物最主要来源。二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物排放量分别占全国排放总量的75.98%、36.18%、75.44%、47.34%。根据本次普查结果,除氮氧化物为仅次于移动源的第二大排放源外,其他污染物工业源均为第一大排放源。工业源废水重金属排放量占全国排放总量的96.64%。工业危险废物产生量6581.45万吨,综合利用和处置量5972.78万吨,2017年年末累积贮存量8881.16万吨,处置利用压力依然很大。

工业炉窑等排放源,挥发性有机物等污染物治理水平仍较低。全国工业源挥发性有机物

平均去除效率仅22.31%。重点行业以外工业炉窑二氧化硫、氮氧化物、颗粒物平均去除率分别为59.79%、28.70%和93.58%,与工业源相应污染物去除率相比,分别低28.48、27.81和4.98个百分点。钢铁行业烧结机头脱硝设施安装覆盖率仅为3.80%。

多措并举,着力解决工业源污染突出问题

加强非电领域二氧化硫和氮氧化物、堆场及其他无组织颗粒物治理。随着电力行业脱硫、脱硝及超低排放改造的推进,电力行业二氧化硫、氮氧化物排放量占比大幅下降,非电领域二氧化硫、氮氧化物排放量占比提高,尤其是非电领域钢铁、钢铁行业二氧化硫、氮氧化物排放量占比提升。其中,非电领域钢铁行业企业数量多、品种多、分布广、企业规模相对较小,应不断推动产业集中度进一步提升,对大型企业进行集中治理,从而降低排放强度。对于钢铁行业,在当前推行的钢铁超低排放改造中,应重视氮氧化物的治理,从而扭转氮氧化物排放量增长趋势。

固体废物堆存、非电领域颗粒物物料搅拌和输送等环节颗粒物无组织排放量较大,应加大这些源的颗粒物治理力度,应加大这些环节的颗粒物治理力度,重点要求工业企业安装防尘、抑尘治理设施,以有效手段确保工业企业按要求采取洒水、遮盖等措施,从而保证持续、高效对无

组织颗粒物进行排放控制。夯实挥发性有机物监测基础,多措并举推进挥发性有机物治理。挥发性有机物普查难度大,与挥发性有机物监测、统计核算基础薄弱有关,建议加快建立与排放标准配套的挥发性有机物监测分析方法和监测技术规范,统一挥发性有机物监测布点、采样、分析方法。针对溶剂使用源占比高、分布广的特点,应以含挥发性有机物产品质量标准为抓手,以推行上游企业生产低挥发性有机物含量有机溶剂为主要措施,从产品端控制实现减排。针对涉挥发性有机物排放企业分布广、小微企业多的现状,建议提高行业的规模化和集中度,对小而散的企业兼并重组整合产能,对达到一定规模的企业进行废气集中收集、集中治理,重点推动高效治理设施的安

装使用,从而降低挥发性有机物排放强度。

持续加强重点行业重金属污染防治。重点加强有色冶炼、有色采选、金属制品、黑色金属冶炼、电气机械和器材制造业等行业重金属污染治理,同时做好重金属治理过程中产生的危险废物处置,既降低废水重金属排放强度,又要防止重金属污染转移,切实保证重金属得到有效控

制。对于皮革、化工行业,应继续大力推进工艺升级改造,最大限度减少重金属的使用。作者敬红为中国环境监测总站污染源监测室(环境统计室)副主任,王军霞为中国环境监测总站污染源监测室(环境统计室)业务主管

美国治理臭氧污染重在做好两个协同

◆万薇

近年来,臭氧问题凸显,已经成为影响全国夏季环境空气质量的重要因素。美国在上世纪50年代曾经历过严重的臭氧污染,1955年洛杉矶光化学烟雾暴发期间,臭氧浓度峰值高达0.65ppm左右。为了解决化学污染问题,1959年加州制定了全美第一个环境空气质量标准,把臭氧浓度控制放在首位。

在过去几十年中,治理在臭氧治理方面取得了积极进展,2019年臭氧日最大8小时平均浓度为0.064ppm(相当于125.6微克/立方米),与1980年水平相比下降了35%。在美国治理臭氧的经验中,最重要的就是两个协同:区域协同治理和前体污染物协同减排。

高架源输送影响大,缺乏协同使得臭氧难达标

氮氧化物(NO_x)和挥发性有机污染物(VOCs)是生成臭氧的前体污染物,美国加州就把控制重点放在两个方面:一是减少机动车排放;二是将固定源管控重点放在VOCs减排上。这一策略在洛杉矶取得了很好的阶段性效果,也影响了美国初期的臭氧治理方向。问题也随之出现,1990年之前,美国环保局要求各州尽最大可能减少VOCs排放,但对NO_x重视不足。同时,各州也处于各自单打独斗的属地管理模式。

初期策略对协同治理的忽视使得臭氧控制很快遇到了瓶颈。因为受到高架源排放NO_x的输送影响,东部各州有众多臭氧超标的城市无法实现达标。评估结果显示,宾夕法尼亚州的臭氧超标65%是由区域传输造成的,而对于一些面积较小的州,受周边区域影响可高达

85%—88%。所以,以大城市为核心进行属地管理,减少VOCs排放为主的管控思路在这些地区没有产生很好的效果。

建立区域协同机制,灵活选择达标措施

1990年,《清洁空气法案》的修订标志着美国在臭氧污染管控方面实现了从属地管理到区域协同控制的方向性转变。新修正案提出划定臭氧传输区域,并授权在臭氧污染严重的东北部11个州和华盛顿特区建立区域管理机构——臭氧传输委员会,协调制定区域减排策略并督促实施。

区域管理机构发挥了两方面的作用。第一,促成区域传输影响的共识,建立科学决策基础。区域机构牵头和资助开展研究,成立了专门的臭氧传输评估小组,利用空气质量模型结果来解决传输影响问题的认知争端,增强共识;识别有效的减排措施,优化区域策略组合。第二,在区域内制定和同步实施减排计划,包括提升燃油品质和加重车辆排放标准等,还针对可产生区域影响的固定源(电厂和重工业排放源)进行总量控制。

在促成科学决策方面,评估小组指出,臭氧区域传输影响不仅存在于东部各州之间,东部处于中部各州的夏季下风向,需要位于上风向的高架源减少NO_x排放才能有助于东部各州臭氧达标。这使得联邦政府制定了新政策NO_x SIP Call计划(State Implementation Plan, SIP),让上风向各州修改实施计划。这一新政扩大了区域管控的范围,覆盖了美国东部臭氧超标或者对其他州的臭氧超标问题有显著影响的区域。

在制定和实施区域同步减排计划方面,NO_x SIP Call计划要求受控各州自2003年,在每

年的臭氧高污染时段(5月—9月)削减NO_x排放,并为每个州设定夏季排放总量上限。为了促成各州减排工作的开展,美国采取行政命令和市场机制相结合的方式。一方面,国家层面面对州执行计划的制定、实施和达标提出明确要求,对不能达到要求的州,美国环保局可以介入甚至强制执行联邦计划,冻结大排放项目的建设,中断高速公路建设款项,设计更加严格的准入机制等。另一方面,允许各州灵活开展达标措施组合,可以通过排污交易市场来选择成本最低、效果最好的减排方式,从而降低企业减排成本和州达标成本。

前体污染物协同减排,标准迭代更新

臭氧污染生成机制较为复杂,不同地区的特征各异,即使同一地区的不同时间点也不一样,会随着气象条件、污染排放和反应特征的变化而变化。由于这种复杂性,必须制定VOCs与NO_x的协同减排策略,否则可能出现“按下葫芦浮起瓢”的情况,导致臭氧浓度不降反升。

北美对臭氧研究的评估报告认为,VOCs控制(或辅以NO_x控制)对缓解城市区域的局地臭氧污染很有帮助,但区域臭氧污染控制必须减少高架源的NO_x排放。

美国实施的臭氧控制措施众多,覆盖了移动源、工业点源与电厂等主要排放贡献源。其中,移动源控制包括油品和排放标准提升、针对重卡和非法道路移动机械的清洁柴油机计划等,大幅减少了NO_x与VOCs排放;针对工业行业的主要控制策略均为区域性政策,也就是前文所述的臭氧传输委员会建立后实施的区域NO_x减排项目和NO_x SIP Call计划。此外,美国还在工业行业推广合理可用的控制技术,在酸雨计划项目中推行电厂减排,这些全国范围内实施的政策也可以减少NO_x

排放。美国对前体污染物双管齐下的措施组合取得了很好的效果,特别是在上世纪90年代中期后,排放下降趋势显著。1997年—2004年,氮氧化物排放减少了25%,VOCs排放减少了21%,基本实现了协同控制与同步减排。相应地,在NO_x SIP Call计划覆盖区域,电力行业排放量下降显著,臭氧浓度降低的幅度显著高于其他区域。

此后,这些区域协同减排的措施仍然延续,并为了顺应不断加强的臭氧浓度限值标准迭代更新。2005年,美国环保局发布了《清洁空气国际法规》,旨在对东部地区地区的电力行业NO_x排放进行大幅度总量削减,要求对比基准年2003年,减少50%的NO_x排放;2015年,又发布了《跨州空气污染防治法》,进一步扩大管控范围至27个州,仍然主要针对电厂排放进行管控。

美国经验对我国臭氧治理的启示

基于美国臭氧治理的经验发现,其成功的关键要素在于两个协同——建立区域协同治理的机制和实施前体物协同减排的措施组合。

目前,我国也已经具备了相应的基础,重点区域协调机制和京津冀及周边地区大气环境管理局的设立为区域协同治理提供了基础,大气污染防治总理基金项目也为“2+26”城市积累了丰富的研究成果。

笔者建议,我国应进一步扩大和深化重点区域协调机制,基于区域臭氧污染生成和传输的科学评估来制定区域减排策略,并从区域整体的角度统筹政策实施,确保前体污染物NO_x和VOCs长期同步下降。此外,发挥不同层级和不同手段的管控优势,将多种污染物根据其所属的源类别和特点分属地方和区域进行分级管控,在推行区域总量减排的同时也允许地方制定灵活的达标策略,利用市场机制降低治理成本。

作者单位:亚洲清洁空气中心

“中国环境报:目前重点地区正在启动VOCs环境监测,对于监测点位的布设您有哪些建议?”

李健军:从2018年起,中国环境监测总站就根据生态环境部统一部署,开始在京津冀及周边、长三角、珠三角等7个地区78个县级以上城市开展环境空气VOCs监测,掌握重点区域环境空气VOCs及其对臭氧污染的影响状况。今年夏季以来,总站按照生态环境部领导关于问题精准、时间精准、区位精准、对象精准、措施精准“五个精准”的要求,针对VOCs污染开展精细化监测,以此加强臭氧预测工作。在全国重点区域,覆盖整个臭氧污染季VOCs手工和自动监测工作持续开展。截至今年4月,全国共有120多个城市开展了VOCs监测,其中60多个城市开展了自动监测且大部分与总站联网。

目前,相关监测数据已应用于环境质量分析与管理工作,帮助我们初步掌握了全国重点城市VOCs浓度水平、化学组成、污染特征等信息,为我国VOCs污染防治提供了基础数据。同时,总站联合科研院所、地方监测站,在

“中国环境报:目前地方在开展VOCs监测时存在哪些不足?您对此有哪些建议?”

李健军:VOCs监测较常规污染物来说更加复杂,对实验室的仪器配置有较高要求。比如,在监测环境空气中的VOCs物质时,实验室需具备预冷冷冻浓缩处理设备;要实现乙烯、乙炔、丙烷等低沸点VOCs的测定,实验室的常规GC/MS需增配FID检测器、中心切割装置或冷柱温箱等辅助设备。但是,目前很多地市级监测站不具备这些硬件条件。

同时,监测人员能力还有待提升。VOCs浓度范围变化大、活性差异显著、成分复杂、种类多,难以采用一种方法对所有化学物质进行准确监测。针对VOCs不同物种的大气化学作用、人体健康效应等不同监测目