

空气质量考核指标为何由二氧化硫变成VOCs?



◆本报记者李莹

今年全国两会政府工作报告提出,“十四五”时期的主要目标任务包括持续改善环境治理,基本消除重污染天气。这为大气污染治理工作明确了方向。不久前,生态环境部2月例行新闻发布会提出,“十四五”期间,空气质量考核指标将做出调整。空气质量指标方面,在坚持PM_{2.5}和优良天数两个指标基础上,加上一项基本消除重度污染天数;污染物排放指标方面,将原来的二氧化硫和NO_x换成了VOCs和NO_x,一共相当于5个指标。

空气质量考核指标为何调整?将如何指导下接来的大气污染防治工作?本报记者采访了南开大学环境科学与工程学院教授冯银厂。

冯银厂,理学博士。南开大学环境科学与工程学院教授,环境科学与工程学院副院长,国家环境保护城市环境空气颗粒物污染防治重点实验室主任。中国环境科学学会大气分会副秘书长。

“二氧化硫浓度全国全面达标,二氧化硫已经不再是大气污染的主要问题。臭氧的主要前体物NO_x和VOCs排放量居高不下,是形成臭氧污染的主要原因。

中国环境报:空气质量不再考核二氧化硫,变成考核VOCs。考核指标为何做出这样的调整?

冯银厂:“十四五”期间对大气污染防治工作考核指标的调整,非常重要,也十分必要。这种调整与我国大气污染防治的特征密切相关。指标的变化既体现了大气污染防治工作的延续性,又与时俱进,突出了时代特征。

一方面,从二氧化硫指标来看。二氧化硫是燃煤排放的最具代表性的污染物之一。上世纪80年代到90年代,我国二氧化硫污染问题突出,酸雨问题严重。二氧化硫成为最早纳入我国总量控制的指标之一。多年来,国家采取强有力的措施,“治煤”成效显著。重点地区2500万户进行了散煤治理,燃煤电厂超低排放、钢铁超低排放改造持续推进,锅炉下降不到10万吨,二氧化硫排放量已经从最高值2588万吨下降至不到700万吨,酸雨问题基本解决,二氧化硫浓度全国全面达标,二氧化硫已经不再是大气污染的主要问题。

另一方面,我国臭氧浓度近年来总体呈缓慢上升趋势,臭氧已成为仅次于PM_{2.5},影响空气质量的重要因素。臭氧的主要前体物NO_x和VOCs都在千万吨级,排放量居高不下,是形成臭氧污染的主要原因。

对NO_x的减排相对于二氧化硫起步较晚,经过“十二五”和“十三五”的减排,NO_x排放量虽有下降,但整体还处在较高水平。同时,近年来机动车数量不断增多,

其排放的NO_x贡献率不断提升。因此,NO_x减排仍是未来相当一段时期的重点,所以仍然保留这项减排指标。

之前国家层面对VOCs没有明确的强制性考核要求。近年来,各地对VOCs减排做了不少有益探索,也取得了一定成效,但其排放量仍然很大。同时,与其他几类污染物相比,其排放量下降趋势远远落后。因此,将VOCs减排纳入考核指标势在必行。这也是PM_{2.5}与臭氧协同控制的必然要求。

中国环境报:PM_{2.5}仍然是当前需要关注的考核重点吗?

冯银厂:自2012年国家发布新的环境空气质量标准以来,PM_{2.5}一直是我国大气污染防治工作的重点。2013年以来,通过出台《大气污染防治行动计划》、实施“蓝天保卫战”三年行动计划等一系列重要举措,治理工作取得了显著成效。2020年全国PM_{2.5}平均浓度为33微克/立方米,PM_{2.5}未达标城市平均浓度比2015年下降28.8%。PM_{2.5}下降幅度非常显著。但是,目前个别地区、个别时段以PM_{2.5}为首要污染物的重污染天气仍有发生。冬春交替时段,在京津冀及周边地区、汾渭平原、东北地区、西北地区等地区,重污染天气时有发生。PM_{2.5}年均浓度达不到国家二级标准的城市还很多,其仍是未来大气污染防治工作的重点。“十四五”期间PM_{2.5}继续作为空气质量考核指标也充分体现大气污染防治工作的延续性。

中国环境报:考核指标的调整是出于对哪些因素的考虑?

冯银厂:近年来,随着我们对生态环境问题、环境管理的认识不断深入,顺应污染特征及主要矛盾的变化,国家相关考核指标也在不断调整。但总体上考核指标主要分为两类,一类是污染物排放指标,如NO_x排放量、二氧化硫排放量等的下降比例。另一类是空气质量指标,如PM_{2.5}浓度值或其下降比例、优良天数、重污染天数等。两大类指标相互配合,在我国大气污染防治工作中发挥了非常重要的“指挥棒”作用。

从我国大气污染防治工作的历程来看,我们经历了从污染源管理,到总量管理,再到环境质量管理几个阶段。考核指标的不断调整正是适应管理模式和污染特征变化的需要。我国现阶段以环境质量管理为主,这也体现以人为本的理念,但环境质量的改善是以污染物减排为基础的,所以在设置环境质量指标的同时,对主要污染物设置总量减排目标,可以更好地为环境质量目标的实现保驾护航。

中国环境报:VOCs是第一次纳入空气质量考核指标。当前,治理VOCs的难点在哪里?

冯银厂:目前,各地尚未全面准确掌握VOCs污染状况和排放情况。例如,空气中的VOCs有多大的量?主要是哪几类物质?时空分布有什么特点?是从哪里排放的?有什么排放规律?这些问题还没有很好的解答,给VOCs治理工作带来了一定的困难。

各地已经在开展VOCs治理工作,相继出台了VOCs行业排放标准和综合排放标准,大多数VOCs排放源也安装了治理设施,但目前看来效果并不是特别好。

一方面,已有的治理设施或技术路线与实际排放特点匹配度不够高,VOCs治理有五条技术路线,效率不同,适应性也有很大差别。同时,VOCs排放情况复杂,物种、产生和排放方式等都有很大差异,即使这些都相同,排放的风量或速度不同可能也需要采取不同的技术路线。比如,活性炭吸附技术,

“

在空气质量考核指标的设定上,一方面,是PM_{2.5}与臭氧污染治理的协同;另一方面,是大气污染治理与应对温室气体排放的协同。

中国环境报:5项空气质量考核指标的设置,是否也是协同治理理念的体现?

冯银厂:的确如此。在空气质量考核指标的设定上,协同治理主要体现在两个方面。

一方面,是PM_{2.5}与臭氧污染治理的协同。PM_{2.5}与臭氧污染同源,NO_x和VOCs既是臭氧的前体物,也是PM_{2.5}中二次颗粒物的前体物,本身是一个问题的两个方面。可以说NO_x和VOCs是PM_{2.5}和臭氧协同控制的桥梁,强化NO_x和VOCs减排充分体现了协同治理的理念。

另一方面,是大气污染治理与应对温室气体排放的协同。我国大气污染主要是以化石能源为主的能源结构造成的,既排放大气污染物,也排放二氧化碳,因此大气污染防治与碳减排协同也是必由之路。随着大气污染治理的不断深入,降低污染物排放的难度也越来越

“

要加强VOCs监测能力建设,对现有VOCs治理设施进行全面的评估,对VOCs有效减排进行多方面的科技支撑,加强对企业的技术指导。

即使同一种污染物,在不同风量下,治理效果也可能差异很大。如果风量过大,污染物在治理设施中停留时间过短,活性炭吸附效果将大打折扣。

另一方面,治理设施的效率大多不够高,正常运行和维护不够,致使达不到应有的设计除污要求。另外,很多VOCs属于无组织排放,只有有效收集起来才能集中治理,因此有没有收集、收集效率如何,也是当前VOCs治理中的问题。

中国环境报:针对VOCs治理难点,地方需要做出哪些新部署和新安排?需要加强哪方面能力建设?

冯银厂:一是要加强VOCs监测能力建设,包括对排放源的监测和环境空气中VOCs的

监测。切实了解VOCs排放情况,摸清底数,这是有针对性地进行VOCs减排的基础。

二是对现有VOCs治理设施进行全面的评估,找出治理效果不理想的主要原因,坚持“一企一策”,分类制定提升改造或更换技术路线的方案。

三是加强科技支撑。VOCs有效减排需要多方面的科技支撑。对臭氧和PM_{2.5}影响较大的VOCs是哪些,主要是从哪里在排放,选择什么技术路线治理等问题,都需要有力的科技支撑才能有效减排。

四是加强对企业的技术指导,保持政策要求的连续性。绝大多数企业有治污的主动性,但很多企业不清楚该上什么样的治理设施,同时,还存在每年的要求都可能发生变化的情况,导致企业难以选择。

管理、总量减排核算以及环境税征收。每种渠道获取的数据,比如全国污染源普查数据、生态环境统计调查和总量减排数据、排污许可数据、环境税数据、污染物排放数据等,都有归口的业务管理部门负责。通过对比研究发现,全国污染源普查与生态环境统计调查数据覆盖的范围更广泛,对数据需求较大的温室气体清单编制工作在一定程度上可以提供有效的技术支持。

随着今年1月生态环境部《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》的颁布,加紧厘清全国污染源普查、生态环境统计、排污许可管理与温室气体核算等相关制度的关系,强化有效衔接,加快构建相对稳定、适度超前、简洁高效的生态环境统计制度体系,正成为各方关注重点。根据生态环境部职责和管理需要,在生态环境统计体系中,探索增加温室气体、消耗臭氧层物质、持久性有机污染物、生物多样性、海洋污染物等统计指标,将有助于温室气体排放核算的基础数据收集和交叉验证。

值得注意的是,探索将温室气体纳入生态环境统计调查,应秉承“求同存异、分类处理”的原则,其中对于统计调查对象相同

的内容,综合考虑排污许可管理、生态环境统计整合现有调查指标,以满足温室气体和常规污染物协同核算需求。对于统计调查对象不同的部分,可增设相关统计指标进行调查,但应纳入生态环境统计体系。考虑到目前国家统计有《应对气候变化部门统计报表制度(试行)》,对调查对象重合度高的,应纳入生态环境统计调查;对调查对象差异大或专业性强的参数指标,可探讨纳入专项调查制度。以管理状况为主的应对气候变化工作,可研究制定纳入生态环境统计调查制度的具体管理办法。同时,建议生态环境统计调查制度的相关改革也要遵循“相向而行、兼顾履约”的原则,结合国际通行的温室气体清单核算透明度要求、MRV(可测量、可报告、可核实)规范,与时俱进做出适当优化调整,确保建成高质量的生态环境大数据平台,促进有助于降低减排协同增效的生态环境治理体系建设,以便有效支撑深入打好污染防治攻坚战和二氧化碳排放达峰行动。

作者单位:冯相昭、王鹏,生态环境部环境与经济政策研究中心;张震、王军霞,中国环境监测总站

◆陈伟强 王婉君 卢浩洁 代敏 石磊

2020年9月,习近平主席在第75届联合国大会一般性辩论上提出我国力争于2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的目标。铝工业是发展国民经济与提高人民生活水平的基础工业,也是高能耗高碳排放工业。其全生命周期各环节,包括铝土矿开采、氧化铝冶炼、原生铝电解、铝材、最终产品生产和再生铝回收利用,以及上游能源的生产过程,均会排放二氧化碳。探索铝工业减排路径对实现我国碳达峰与碳中和目标至关重要。

铝工业有望实现2030年碳达峰目标,但实现碳排放强度降低65%目标仍有难度

在长期跟踪和研究我国铝工业全生命周期物质流、能耗和温室气体排放的基础上,中国科学院清华大学及复旦大学最近进行了一项联合研究,在现有的技术水平和能源结构下,预测了我国铝工业未来80年的碳排放量,得到以下预判:

第一,如果没有新的重要应用方式出现,氧化铝和原生铝产量可在2030年前达峰,而再生铝产量将持续上升,并预计可在2040年左右超过原生铝,成为铝材的主要原料。氧化铝冶炼和原生铝电解是铝工业碳排放最大的两个生产环节,其排放约占总排放量的9%和88%,决定了铝工业碳排放总量的峰值。如果没有技术突破带来重要的新用途出现,预计我国氧化铝和电解铝产量的峰值可在2028年左右达到,分别约为8400万吨和4100万吨。达峰的主要原因在于铝需求增长将趋缓,且再生铝产量将快速增加。随着越来越多的在用铝产量进入报废期,铝废料的产生量将持续增加,并使得再生铝产量可在2040年前后超过原生铝产量。但考虑到铝具有轻质、高强、耐腐蚀、可多次循环利用等优势,以及技术的不断进步,铝在建筑、交通等领域的应用范围可能会扩大,并导致氧化铝和原生铝产量峰值的提高和达峰年限的推迟。

第二,在现有的技术水平和能源结构下,铝工业到2030年可实现碳达峰目标。达峰的关键在于氧化铝和电解铝产量的达峰。由于再生铝生产的能耗仅为原生铝的4.9%,碳排放仅为原生铝的4.2%,随着原生铝逐步被再生铝替代,原生铝产量在2030年前的达峰将推动碳排放达峰的实现。同时,铝工业有望实现2030年碳排放强度下降65%的目标。假设我国人均铝存量饱和水平为欧洲、美国和日本人均存量饱和水平均值的75%,要实现这一减排目标,到2030年我国再生铝的回收率需达到85%以上,铝工业的清洁能源比例需达到45%以上。虽然现有水平与这些指标尚存在较大差距,面临巨大的减排压力,但这些指标仍世界先进水平。因此,我国铝工业仍有望完成减排目标任务。

然而,值得注意的是,要实现2030年碳排放强度下降65%的目标,2030年铝工业的碳排放量应控制在11亿吨。而按照现有的技术水平和能源结构,预计2030年碳排放量约为20亿吨,铝工业单位国内生产总值二氧化碳排放强度比2005年下降43%,与65%的目标还有较大差距(>20%)。原因主要在于,一是铝废料的回收再生率较低,导致再生铝产量对原生铝的替代水平受限。二是如无颠覆性技术出现,通过提高生产技术水平来节能减排的空间已不大。根据国际铝协的数据,我国电解铝能耗强度已是世界领先水平;氧化铝冶炼能耗强度略高于世界先进水平,但差距不大。三是清洁能源比例低。我国能源以煤为主,铝工业清洁能源比例仅为13%。四是铝的需求量高,因此碳排放也居高不下。五是铝的隐含出口量大。我国每年出口产品中隐含的铝占消费量的20%以上,相当于为世界各国特别是发达国家承担了能耗与碳排放代价。

铝工业实现减排目标的建议

尽管我国铝工业已经采取了控制电解铝产量、淘汰落后产能等措施,但仅依靠产能调控和技术进步无法实现铝工业低碳化发展。为实现减排目标,建议从以下方面应对:

一是打造废铝闭环回收利用体系,推动再生铝替代原生铝。我国尚未建立完善的废铝回收利用体系,废铝回收行业小散乱现象严重,存在拆解技术水平落后、废铝预处理能力不足、降级使用等问题。建议建设更为集中化、专业化的废旧金属拆解、回收和清理园区。鼓励大型企业进入废铝回收与预处理领域,逐步限制、减少家庭作坊式的废铝回收厂家。推广废铝分类、破碎、除杂技术,提高再生铝的质量,避免降级使用。鼓励铝加工企业再生铝企业合作,形成产业规模和供需合作关系。通过明确铝工业准入条件,对铝废料预

处理环节的规模、能耗、碳排放等方面做出详细的规定。

二是从全生命周期角度提高铝工业的技术水平,降低铝损失率和碳排放强度。除再生铝回收利用环节外,在铝土矿开采环节,应减少民采小型矿山富余贫废的现象,提高开采技术,减少采矿损失量。在氧化铝冶炼环节,通过技术进步不断提高拜耳法的氧化铝回收率。在原生铝电解环节,加快淘汰落后的电解槽,不断提高电解铝厂的管理和电解操作水平。在铝材和最终产品生产环节,实现电解铝厂、铸件厂和铝材加工企业的优化组合,通过提高铝液直接铸轧的比例,省略铝的铸锭和重熔环节,从而减少烧损量和能源消耗量。

三是优化能源结构,提高铝工业清洁能源比例。鼓励企业主动调整用能结构,充分利用国内水电、风电、光伏和核电资源,尤其是推广水电铝项目。完善市场机制在减排方面的作用,如建立完善的碳交易市场,对高能耗高排放铝企业征收环境税等。

四是进一步控制氧化铝和原生铝总量。我国已对氧化铝和原生铝实行总量控制政策。目前,氧化铝和原生铝产能均高于预测产量的峰值。这说明现有的总量控制目标稍显宽松。考虑到我国铝工业仍存在一定的落后产能,建议继续实行氧化铝和原生铝总量控制政策,并设置更为合理的目标值。

五是推进铝工业产业升级,限制高资源、能源、排放强度产品的出口。建议调整关税政策,并辅以财政、金融和外交手段,限制出口高质量铝废料、未轧铝锭、再生铝和铝部分中间产品。暂时不对高附加值的铝中间产品如高端铝板带、铝箔和铝最终产品的进出口实行管制政策。支持我国企业到国外投资铝土矿山,建立全球性的铝废料回收与运输网络,开办氧化铝、电解铝和再生铝厂并进口相应的铝产品。

作者单位:陈伟强、王婉君、卢浩洁,中国科学院城市环境研究所;代敏,复旦大学;石磊,清华大学

铝工业实现碳达峰与碳中和的挑战与路径

探索与思考

国家温室气体清单编制亟须生态环境统计调查提供有力支撑

◆冯相昭 张震 王鹏 王军霞

国家温室气体清单编制作为应对气候变化的一项基础性工作,是气候变化国际履约的义务。我国目前已完成5个年份的国家温室气体清单。具体而言,分别于2004年、2012年和2019年向联合国气候变化框架公约(UNFCCC)秘书处提交了我国气候变化国家信息通报,除全面阐述中国应对气候变化的各项政策与行动之外,详细报告了中国1994年、2005年和2010年国家温室气体排放数据。2017年和2019年两次报送我国气候变化两年更新报告,分别披露了2012年和2014年国家温室气体排放信息。

当前国际气候治理出现新要求,国内积极开展碳达峰碳中和行动的新形势,现行的国家温室气体清单编制的工作机制难以有效适应。目前,国内温室气体清单主要依据1996年IPCC国家温室气体清单指南》和《土地利

用、土地利用变化和林业优良做法指南》有关规定要求,通过独立的统计与核算工作编制形成,数据需求量大,耗时长,且多以研究项目形式开展,尚未形成完善的清单数据资源供应体系。

2016年11月生效的《巴黎协定》明确要求各缔约方在2020年后提高减缓、适应、资金、技术、能力和透明度行动力度。其中,在新的透明度框架下,各缔约方都要每两年提交一次国家温室气体清单报告并接受国际技术专家审评。尽管现阶段发达国家和发展中国家在履行清单编制义务的频率和内容方面有明确区分,接受审评的形式和要求存在差异,但是可以预见的变化趋势是,对发展中国家透明度要求将逐渐加强,国家温室气体清单报告内容和频次都将增加,同时接受严格的国际审评。这些新要求势必对我国温室气体清单编制基础能力提出严峻挑战。

比较而言,生态环境管理部

门通过多年的生态统计调查制度实践,已形成较为齐全的生态环境基础数据,有力地支撑了生态环境保护工作的开展,特别是近年来如火如荼开展的污染防治攻坚战。这些数据涉及水、大气、土壤、生态、核与辐射等不同环境要素,覆盖工业源、农业源、生活源、移动源和集中式污染治理设施等不同排放源。

在这些数据资源中,最具代表性的是环境监测类和统计调查类数据。其中,环境监测数据包括水环境、大气环境、土壤环境、噪声环境、核辐射环境等方面的数据,数据获取主要依赖于日臻完善的国家环境监测系统网络,涵盖1436个国家空气质量监测站点、82个沙尘暴监测站点、1011个酸雨监测站点、956个地表水水质监测断面、20401个地下水监测站点、301个近海水水质监测站点以及35000多个土壤污染监测站点。生态环境统计调查类数据主要指依据生态环境统计调查制度,通过全国污染源普查、专项调查、季报和年报等4种形式从不同类型的排放源收集的基础数据信息。

其中,各类排放源数据由5个主要渠道产生:全国污染源普查、生态环境统计调查、排污许可

管理、总量减排核算以及环境税征收。每种渠道获取的数据,比如全国污染源普查数据、生态环境统计调查和总量减排数据、排污许可数据、环境税数据、污染物排放数据等,都有归口的业务管理部门负责。通过对比研究发现,全国污染源普查与生态环境统计调查数据覆盖的范围更广泛,对数据需求较大的温室气体清单编制工作在一定程度上可以提供有效的技术支持。

随着今年1月生态环境部《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》的颁布,加紧厘清全国污染源普查、生态环境统计、排污许可管理与温室气体核算等相关制度的关系,强化有效衔接,加快构建相对稳定、适度超前、简洁高效的生态环境统计制度体系,正成为各方关注重点。根据生态环境部职责和管理需要,在生态环境统计体系中,探索增加温室气体、消耗臭氧层物质、持久性有机污染物、生物多样性、海洋污染物等统计指标,将有助于温室气体排放核算的基础数据收集和交叉验证。

值得注意的是,探索将温室气体纳入生态环境统计调查,应秉承“求同存异、分类处理”的原则,其中对于统计调查对象相同