

欧盟挥发性有机物 污染防治经验与启示

Experience of preventing and controlling VOCs pollution
in the European Union and its enlightenment

■文 / 林臻 李宣瑾 李想

自2013年我国发布《大气污染防治行动计划》以来,经过多年的艰苦努力和科学治理,我国大气污染防治形势有了较大转变,大气环境质量改善较显著。根据生态环境部公布数据,2022年上半年,全国地级及以上城市优良天数比例达84.6%,同比上升0.3%;PM_{2.5}浓度为32微克/立方米,同比下降5.9%。但同时,全国地级及以上城市臭氧(O₃)浓度同比上升4.3%,达144微克/立方米。近地面臭氧形成机理机制较为复杂,且潜在危害较大,臭氧污染防治已成为我国目前大气污染防治工作的一大重点。而作为臭氧重要源头和前体物,挥发性有机物(VOCs)污染防治已凸显出其重要性和紧迫性。

欧盟的VOCs污染防治工作起步较早,积累了丰富经验,并建立了一套较为完善和行之有效的VOCs污染防治法规政策及标准体系,其中的经验和做法值得借鉴。

一、欧盟VOCs污染防治法规政策概述

欧盟的大气污染防治法规政策体系主要由国际公约和欧盟指令构成。20世纪60年代,由于大气污染跨界远程传输的问题日渐突出,欧洲各国意识到必须通力协作,采取联防联控的措施才能有效防治包括VOCs污染在内的各类大气污染。因此,自20世纪

70年代起,欧洲大部分国家相继签署了《远程跨境空气污染公约》《哥德堡议定书》等国际公约,联合防治大气污染。

在VOCs污染防治方面,欧盟颁布了多个指令,主要包括:环境空气质量和欧洲更清洁空气指令(Directive 2008/50/EC)、国家排放限值指令(Directive 2001/81/EC)、工业排放指令(Directive 2010/75/EU)、VOCs溶剂排放指令(Directive 1999/13/EC)、涂料指令(Directive 2004/42/EC)、汽油贮存和配送指令(Directive 94/63/EC)、油气回收指令(2009/126/EC)等。

其中,环境空气质量和欧洲更清洁空气指令是欧盟有关环境空气质量的基础性法规,工业排放指令是工业排放管理的综合性指令,重申了排放审批和许可制度,强化了最佳可行技术(BAT)在环境管理和许可证管理中的作用和地位,是欧盟实施排污许可制度的基础文件。而国家排放限值指令、VOCs溶剂排放指令、装饰涂料指令等是通用指令,规定了VOCs的具体排放标准。

1. 瑞典

近三十年来,瑞典的VOCs排放控制取得了显著成效,工业和交通领域的VOCs排放均减少了70%以上,各项法规和政策措
施,特别是排污许可证制度功不可没。

在法律方面,2013年5月瑞典颁布了《有

机溶剂使用法令》，该法规基于瑞典《环境法典》相关规定以及欧盟相关指令要求制定，对各种有机溶剂的使用和排放控制进行了详尽的规定。

在实施排污许可证制度方面，一是在能源领域，对发电、供热设施和炼油厂的大气排放限值实行严格的排污许可证制度。二是在工业领域，对于大量排放VOCs的企业，遵循欧盟综合污染预防与控制政策（IPPC）设置排放限值，并实行严格的排污许可证制度。三是对表面处理溶剂、卤化溶剂、制药溶剂、黏合剂等使用量超过一定限值的VOCs排放相关活动，要求申请排污许可证。

在交通和溶剂使用领域，一是推广使用汽油三元催化剂，降低汽车燃料中挥发性有机溶剂含量，并推动提升发动机燃烧效率和推广使用清洁汽油。二是规定使用水性溶剂产品替代有机溶剂和涂料产品。

2. 德国

对于VOCs排放管控，德国基本遵循欧盟相关指令，将相关要求融入德国法令中。例如，德国将欧盟关于控制储存汽油VOCs排放的第94/63/EC号指令、欧盟关于限制有机溶剂产生的挥发性有机物排放的第99/13/EC号指令、第2004/42/EC号指令等，融入德国《联邦豁免保护法》《联邦排放控制法》等相关法令，并专门出台了《关于限制在某些植物中使用的有机溶剂中挥发性有机物排放的法令》和修订了《关于限制挥发性卤化有机化合物排放条例》。此外，德国还参与签署了欧洲两个重要的空气净化方面的协议，分别是1979年的《关于远程跨境大气污染的日内瓦条约》和1999年的《哥德堡协议》，联合周边国家协同治理空气污染。

3. 英国

在英国，甲烷作为一种温室气体，已受到英国温室气体排放相关法规的管控，因此只对非甲烷挥发性有机物（NMVOC）排放进行管控。2019年英国NMVOC排放量主要来源于工业生产及其产品使用（占英国总量的55%），其次是化石燃料的提取和分配（15%）、农业（14%）、固定式燃烧厂（8%）以及交通运输和其他移动源（7%）。鉴于此，英国VOCs管控的领域主要集中在工业生产、产品使用等领域。

在工业领域，英国遵循欧盟《工业排放指令》，并采用最佳可行技术。同时，英国工业排放VOCs受《环

境许可（英格兰和威尔士）条例》（EPR）管控。EPR中全面地列出了可能造成污染的工业生产过程清单，并要求政府为相关经营单位颁发环境许可证。环境许可证设置了VOCs排放限值，同时规定生产者须采用最佳可行技术防止或减少污染。

在溶剂产品使用方面，英国亦遵循了欧盟相关指令，强化溶剂使用的管理，对于装潢油漆、汽车喷涂材料等产品进行标准化管理。同时，油漆产品的VOCs含量也受英国《油漆法规》的管控。此外英国还采取一些替代方法减少VOCs的排放，比如推广使用低VOCs的固体或活性黏合剂、水性黏合剂等。

在交通运输领域，英国大力发展可持续交通，设置严格的排放标准管控道路车辆污染排放，同时遵循欧盟油气回收指令（2009/126/EC），规定了汽油蒸气回收标准，并自20世纪90年代，要求在所有新燃油车上使用催化剂，以有效减少一氧化碳（CO）、氮氧化物（NO_x）和VOCs的排放。英国的NMVOC排放量在1990年至2017年减少了72%。

二、欧盟VOCs排放标准体系概述

经过多年努力，欧盟建立了“综合+生产过程控制+行业”的VOCs排放标准体系。1994-2004年，欧盟相继颁布了汽油贮存和配送指令（Directive 94/63/EC）、VOCs溶剂排放指令（Directive 1999/13/EC）、国家排放限值指令（Directive 2001/81/EC）、涂料指令（Directive 2004/42/EC）等，对VOCs排放标准进行了详细规定。其中，国家排放限值指令是综合性大气污染物排放标准，VOCs溶剂排放指令、装饰涂料指令和汽油贮存和配送指令则从行业、工艺、溶剂种类等方面对VOCs排放标准进行了具体的规定。

目前，欧盟大部分成员国均基本遵循上述各项指令制定本国的VOCs排放标准。同时，一些成员国为加强对特定VOCs物质的管制，还实施了分级控制标准。

1. 部分重要标准概述

（1）国家排放限值指令（Directive 2001/81/EC）

2001年，欧盟颁布了《国家排放限值指令》，以控制二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、非甲烷挥发性有机物（NMVOC）和氨气（NH₃）的排放。指令规定了具体的排放标准，对中期环境目标、成员国的



国家规划、排放名录和方案做了规定,并制定了相应的核查制度。2016年12月,欧洲议会和理事会通过《国家大气污染物削减指令》,取代《国家排放限值指令》。

(2) VOCs 溶剂排放指令 (Directive 1999/13/EC)

1999年,欧盟颁布了《VOCs 溶剂排放指令》(Directive 1999/13/EC),对使用有机溶剂的特定行业、设施详细规定了VOCs 排放标准,涉及14个行业的20种有机溶剂使用装置和活动。标准中按照不同行业、不同的溶剂消耗规模进行分类并制定标准,标准体系中包括有组织排放限值(废气中VOCs 的浓度)、无组织排放限值(溶剂使用量的百分比)和总排放量的限值。

(3) 涂料指令 (Directive 2004/42/CE)

欧盟涂料指令(2004/42/CE)由欧洲议会和欧盟理事会于2004年颁布。该指令制定了针对涂料清漆的技术规范,明确了每一种现场使用的罐装产品的VOCs 限值。同时,该指令要求各成员国在产品投放市场时附上标志,标明产品类别、产品相关的VOCs

限值,以及产品正常状态下VOCs 含量的最大值。此外,还要求成员国指定专门的主管部门履行职责,建立督查方案和机制。

(4) 汽油贮存和配送指令 (Directive 94/63/EC)

该指令要求,尽可能采用油气回收技术控制油品装卸过程的VOCs 排放,并只允许在油气回收不安全或技术不可行情况下使用焚烧等破坏性处理技术。同时规定,安装在炼油厂的汽车罐车、铁路罐车和油船的油气平衡和回收装置(VRU)的非甲烷烃(NMHC)排放限值为 $35\text{g}/\text{m}^3$ 。

2. VOCs 分级控制标准

VOCs 种类繁多,排放情况复杂,难以针对每个种类和行业都制订专项排放标准。因此,欧盟很多成员国实施分级控制标准。根据国际癌症研究机构(IARC)关于致癌性的分类、职业卫生的MAC值(最高允许浓度)或TWA值(8小时加权平均允许浓度)等指标,将VOCs物质根据健康毒性分为高毒性、中等毒性和低毒性三类,分别规定了浓度限值。如德国、荷兰等,按污染物的健康毒性(如致癌性、感官刺激性)

或其他环境危害(臭氧生成潜力、温室效应)大小,实施分类分级管控。

三、对我国VOCs 污染防治工作的启示

1.我国VOCs 污染防治工作不足之处

随着VOCs 污染防治重要性日益凸显,近几年我国陆续颁布了相关政策和标准,特别是2019年7月发布的《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822—2019),标志着我国VOCs排放标准体系建设取得了重大进展,为较大幅度降低VOCs排放量,完善VOCs 管控体系奠定了坚实基础。通过出台一系列的法规和政策措施,近几年我国VOCs 污染防治取得了一定的成效,但对比欧盟相关政策措施,还有不少待完善提高之处。

(1) 标准体系还不完善,精细化程度不足。我国虽发布了挥发性有机物无组织排放控制等标准,但还未建立从生产原料、工艺和过程到行业的系统的VOCs 排放标准体系,仍处于较为松散的状况。而欧盟则从行业、生产工艺、溶剂和原辅料种类等方面对VOCs 排放标准进行了系统、具体的规定。

(2) VOCs 管控手段和措施还较为单一。目前我国主要以设置浓度排放限值的手段来控制VOCs 排放总量,且仅对排放口或厂界制定排放浓度标准,未全面结合排污许可制,手段较为单一。而欧盟除规定排放限值外,还全面结合排污许可制来管控VOCs 排放,制定了低VOCs 含量物质替代方案和措施,并根据污染物危害属性和等级设置不同的排放限值,实行分级管控,并推动企业通过实施BAT和推荐的减排方案达到排放标准。

(3) 对人体健康危害研究基础较薄弱。在VOCs 对人体危害属性研究和应对方面,我国基础较薄弱,研究还不够系统深入。在这方面欧盟起步较早,积累了较深厚的研究基础,其重点关注致癌、致突变、有生殖毒性以及对人体有其他健康损害的物质,针对性地进行分级管控,并鼓励采用低危害物质替代。

(4) 基础数据不完善。我国工业生产VOCs 无组织排放占比较大,但相关基础数据缺乏,排放清单不完善,不仅加大了防治难度,也导致相关管控措施、技术以及科研活动难以有针对性地完善和开展。

2.对我国VOCs污染防治工作的启示

(1) 完善VOCs 排放标准体系。建立“综合+生产

过程控制+行业”的VOCs 排放标准体系,一是完善排放标准顶层设计,建立完善VOCs 固定源和无组织综合排放标准体系;二是建立覆盖从原辅料、生产工艺和过程到行业的具体化、精细化的VOCs 排放标准体系。

(2) 创新VOCs 排放标准控制思路,推动实现精细化管理。一是根据VOCs 种类和健康、环境危害程度,实施分类分级管控;二是在控制指标上,除设置排放浓度指标外,还应深入研究总量控制指标、削减效率指标、厂界监控浓度指标等,分析各种控制指标的优缺点,并根据各行业排放特点,有针对性地选择可有效控制排放,同时利于监管的指标。此外,还应针对生产原材料、工艺设备等加强管控,如要求使用低VOCs 含量的溶剂或水性溶剂、加强开展设施泄漏检测与维护、制定专门的储罐密封方式和标准等。

(3) 将VOCs 排放管控纳入“一证管理”。应基于排污许可证制度,将VOCs 管理纳入多污染物“一证管理”平台,用好环境质量达标改善规划、环评、许可证制度、总量控制、国家排放清单等多种监管手段,形成环境治理合力。提升重点省市生态环境主管部门VOCs 监管水平,将VOCs 污染防治纳入日常监管,与落实《大气污染防治行动计划》和蓝天保卫战相结合,加强跟踪调度、督查指导。同时,强化VOCs 企业的证后监管工作,以企业的执行报告和日常监测为基础,对企业的排污许可证执行情况加强监控。

(4) 加强VOCs 毒性研究,建立以人体健康和环境风险为导向的风险管理体系。研究和建立人体健康和环境风险评估机制,发展相关评估技术,构建以人体健康和环境风险为导向的排放标准体系。同时,利用风险评估技术对减排效果进行核查,不断改进和完善排放标准,形成动态更新的体系。

(5) 建立完善基础数据库和排放清单。加强排放监测和完善监测体系,收集、梳理和完善VOCs 排放和危害信息,建立完善基础数据库,并动态更新。同时,结合目前我国各行业VOCs 管控工作的开展情况,大力推动各行业VOCs 排放清单的编制工作。对于臭氧和PM_{2.5}超标严重的地区,还应进一步完善特定类别的VOCs 排放清单。利用精准的排放清单,可指导各地有针对性、科学合理地实现VOCs 减排。■

作者单位:生态环境部对外合作与交流中心