

我国挥发性有机物减排阶段特征及政策应对

Characteristics During Different Stages of Emission Reduction of Volatile Organic Compounds and Responses Policy in China

摘要 从2010年正式开展挥发性有机物(VOCs)的减排工作以来,我国制定了一系列管理、技术、经济等方面的减排政策,初步形成了适用于我国严重空气污染现状的减排政策体系,为“十三五”期间VOCs总量减排目标的完成奠定了一定的基础。本文梳理并分析我国VOCs减排政策的减排效果和存在问题,预测了“十三五”VOCs总量减排目标的完成情况,并对今后国家VOCs减排工作提出了进一步的减排政策建议。

关键词 挥发性有机物(VOCs);政策体系;总量减排;精准减排;大气污染;臭氧污染

■文/叶代启 陈小方

DOI:10.14026/j.cnki.0253-9705.2017.13.003

近年来,我国高浓度近地面臭氧和颗粒物污染事件频发,环境空气质量问题突出,国家及地方开展了一系列大气污染控制工作并取得一定的成绩。2016年全国PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂和NO₂年均浓度相对于2013年分别以28.2%、15.4%、45.0%和31.8%的比例下降,但是臭氧最大8小时浓度均值从2013年的139微克/米³到2016年的138微克/米³,污染情况未得到有效缓解。在重点区域如长三角、珠三角等地区,臭氧作为首要污染物的天数占比不断上升,污染态势严重加重。挥发性有机物(VOCs)是臭氧及PM_{2.5}的重要前体物,臭氧污染形势严峻归根结底是因为VOCs污染仍未得到有效控制。VOCs来源广泛,包含天然源和人为源,其中人为源包含工业源、交通源、农业源和生活源,目前国家的减排政策主要针对人为源VOCs的排放。

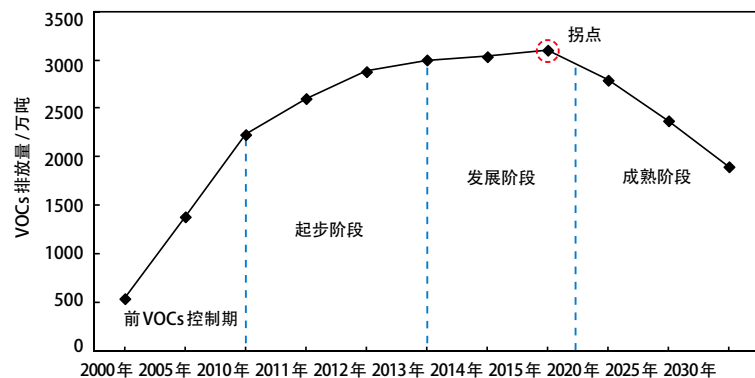


图1 我国人为源VOCs排放总量变化历史趋势及未来预测图

我国VOCs减排工作起步较晚,但是发展迅速,通过对我国人为源VOCs排放总量的历史和未来变化趋势研究,结合国家关于VOCs的相关减排政策发布情况,将我国VOCs污染防治大致分为四个阶段:前VOCs控制期、起步阶段、发展阶段和成熟阶段,如图1。

前VOCs控制期

2010年以前,尤其是在2001年加入世界贸易组织后,大量外资企业在国内兴起了投资建厂的热潮,带动了我国涂料、油墨、胶黏剂等相关行业的生产发展。同时,社会经济持续发展和人民生活水平提高也促进了涂料、油墨、纺织助剂等含VOCs原料的消耗,因此VOCs排放量增长非常迅速,这一时期内,VOCs排放总量年均增长率达11%~12%。但是由于当时我国各地对VOCs污染控制普遍存在认识不足、重视程度不够的情况,国家对VOCs的排放控制政策手段严重不足,仅在少量行业如石油炼制和炼焦业,油品储运、合成革制造、室内装饰等行业实施了一些VOCs相关的排放标准和规定。

VOCs减排起步阶段

2010—2012年是国家开展VOCs减排工作的起步阶段。这段时间国家VOCs减排相关政策及其意义见表1。通过2010—2012年的初步摸索,虽然图

1中我国VOCs排放总量仍然呈现较为明显的增长趋势，但是增长势头较2010年之前明显减缓，说明从国家层面颁布的VOCs减排政策有效减缓了VOCs的排放量增长。但是本阶段仍然存在许多问题：首先是由于长期以来，我国污染控制对象相对单一，通常仅包含二氧化硫、氮氧化物和工业烟粉尘等，VOCs存在底数不清、特征不明、控制技术及管理基础薄弱的状况，无论是减排对象的筛选、减排技术的选择还是基层减排工作的开展都缺乏经验，仍需要不断摸索，汲取经验。其次是VOCs排放来源广泛，上述减排政策主要集中在工业源，对移动源、农业源、生活源的污染控制力度显然是不够的。此外这一阶段VOCs排放标准严重缺失，这也加重了基层环保部门管理的难度。

VOCs减排发展阶段

2013年我国《大气污染防治行动计划》发布以来，各种VOCs减排相关的政策以及配套的标准、技术指南等密集出台（见表2），VOCs减排进入发展阶段。

由图1可以看到，2013年后，我国VOCs总量变化不明显，说明通过几年的努力，我国VOCs增长趋势已基本得到遏制，这得益于我国近几年VOCs减排政策的不断完善，经过几年的发展，通过制定专门的防治计划，探索全过程全方位的减排策略，我国初步基本建立了以环境空气质量改善为目标，以《中华人民共和国大气污染防治法》为法律依据，以各个行业的排放标准及排污许可制度为管理手段，以排污收费为经济杠杆，以防控技术政策、技术指南等为直接减排工具的VOCs减排政策体系。这一体系的形成为“十三五”期间深入推进VOCs减排奠定了可靠的基础。

VOCs减排成熟阶段

当今我国VOCs减排正处于从发展到成熟阶段过渡的关键时期，尽管相关政策体系已经初步建立，但是仍存在VOCs减排难度巨大、减排对象不精准、法律法规标准仍不完善、缺乏监测与大数据平台支撑监管、第三方参与投入机制尚未建立等系列问题，要实现“十三五”VOCs减排目标，

表1 2010—2012年我国VOCs减排重要政策及其意义

发布时间	发布机关	文件名称	文号	相关内容及意义
2010年6月	国务院办公厅	《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见》	国办发[2010]33号	首次在国家层面将VOCs和SO ₂ 、NO _x 、颗粒物共同列为大气污染联防联控的重点污染物，将开展VOCs污染防治作为大气污染联防联控工作的重要组成部分。该意见的发布拉开了我国VOCs减排的序幕。
2011年6月	环保部	《国家环境保护“十二五”科技发展规划》	环发[2011]63号	提出研发具有自主知识产权的VOCs典型污染源控制技术及相应工艺设备，研发污染控制技术综合评价指标体系和定量评估方法，筛选最佳可行大气污染控制技术，为VOCs减排提供强有力的技术支撑。
2011年10月	国务院	《关于加强环境保护重点工作的意见》	国发[2011]35号	强调深化重点领域污染综合防治，健全重点区域大气污染联防联控机制，实施多种污染物协同控制，严格控制VOCs排放。首次提出VOCs要同其他污染物协同控制的概念。
2011年12月	国务院	《国家环境保护“十二五”规划》	国发[2011]42号	强调实施多种大气污染物综合控制，加强VOCs控制。开展VOCs和有毒废气监测，完善重点行业污染物排放标准。提出重点行业、储运业以及餐饮业的具体的减排举措，使得VOCs控制更加明朗。首次从国家层面提出开展VOCs监测，为后续VOCs减排工作的开展提供数据支撑，为未来VOCs监测与大数据平台的建设提供依据。
2012年4月	环保部	《环境空气质量标准》	GB 3095—2012	增加了臭氧和细颗粒物的浓度限值，VOCs作为这两种污染物的重要前体物，受到了更高的重视。
2012年6月	国务院	《“十二五”节能环保产业发展规划》	国发[2012]19号	提出开展VOCs控制技术研发，用于各工业行业VOCs排放源污染控制及回收利用。推动VOCs治理核心技术产业化。
2012年8月	国务院	《节能减排“十二五”规划》	国发[2012]40号	强调大力削减石油石化、化工等行业VOCs的排放。
2012年10月	环保部	《重点区域大气污染防治“十二五”规划》	环发[2012]130号	我国第一部综合性大气污染防治规划，再次强调开展重点行业治理，并提出完善VOCs污染防治体系，采取的具体措施包含开展VOCs摸底调查、完善重点行业VOCs排放控制要求和政策体系，加强VOCs排放控制，并提出到2015年VOCs污染防治工作全面展开。规划建设1311个重点行业VOCs污染治理项目和281个油气回收工程，新增VOCs减排量101万吨/年，投资需求规模总计约615亿元。

表2 2013年以来我国VOCs减排重要政策及其意义

发布时间	发布机关	文件名称	文号	相关内容及意义
2013年9月	国务院	《大气污染防治行动计划》	国发[2013]37号	明确提出推进VOCs污染治理，在石化、有机化工、表面涂装、包装印刷等行业实施VOCs综合整治。开展餐饮油烟污染治理，强化移动源污染防治，首次提及非道路移动源污染控制，推进非有机溶剂型涂料和农药等产品创新。加强VOCs控制技术研发，将VOCs纳入排污费征收范围。“气十条”对VOCs的污染防治包括工业源、移动源、生活源以及农业源，覆盖全面，VOCs减排正式进入发展阶段。
2013年5月	环保部	《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》	公告2013年第31号	提出到2015年基本建立起重点区域VOCs污染防治体系，到2020年基本实现VOCs从原料到产品、从生产到消费的全过程减排要求。体现了全面减排的策略。
2015年6月	财政部发改委 环保部	《关于印发（挥发性有机物排污收费试点办法）的通知》	财税[2015]71号	将工业VOCs污染控制纳入排污收费，规定了石化和包装印刷行业实行收费政策。完善了VOCs防控体系，填补了多年来未能从国家层面利用经济手段控制VOCs的空白。目前全国已有18个省市制订了各自的收费政策。
2015年9月	发改委财政部 环保部	《关于制定石油化工及包装印刷等试点行业挥发性有机物排污费征收标准等有关问题的通知》	发改价格 [2015]2185号	
2015年8月	中华人民共和国	《中华人民共和国大气污染防治法》	主席令第三十一号	首次将VOCs防治纳入法律监管范围，使VOCs污染防治有了直接的法律依据，该法规从源头、过程到末端，明确了工业VOCs污染防治措施及相应的法律责任。
2016年3月	第十二届全国人民代表大会 第四次会议	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	/	明确在重点区域、重点行业推进VOCs排放总量控制，全国排放总量下降10%以上，第一次将VOCs减排写入国家发展规划，VOCs污染防治上升到前所未有的新高度。
2016年7月	工信部财政部	《重点行业挥发性有机物削减行动计划》	工信部联节 [2016]217号	到2018年，工业行业VOCs排放量比2015年削减330万吨以上，对工业行业VOCs减排量做出具体说明。
2016年12月	国务院	《“十三五”生态环境保护规划》	国发[2016]65号	多次强调在重点区域、重点行业推进VOCs排放总量控制，到2020年全国排放总量比2015年下降10%以上。
2016年12月	国务院	《“十三五”节能减排综合工作方案》	国发[2016]74号	

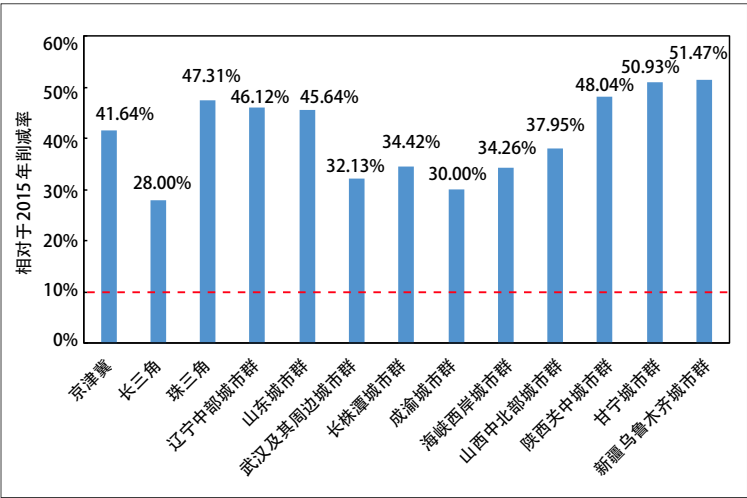


图2 重点区域重点行业需要削减的VOCs比例

进入VOCs减排成熟阶段，改善环境空气质量还应考虑以下几点建议。

第一，继续加强重点行业VOCs减排力度。针

对“十三五”期间全国VOCs排放量下降10%以上的目标，结合目前国家推行的重点区域重点行业的减排政策，考虑“十三五”期间全国VOCs新增量，同时忽略“十三五”期间各重点区域产业结构的变化，利用信息熵法对总量减排目标进行分配，从而分析总量减排目标能否顺利实现，结果如图2所示，所有重点区域的VOCs削减率都大大高于10%，说明如果把“十三五”10%的削减任务仅分配到重点区域重点行业上时，重点区域的VOCs削减率在30%~50%之间，减排任务十分艰巨，完成目标困难较大，减排力度需进一步加强。

第二，建立基于反应活性的VOCs减排政策。研究表明，在我国，基于反应性的VOCs控制对策比基于总量控制更为有效。如图3，要控制我国82%的臭氧生成潜势（OFP），从基于总量控制的思路来看，通过控制排放总量前40的物种，即需要控制人为源VOCs总量的80%才可有效实现82%OFP

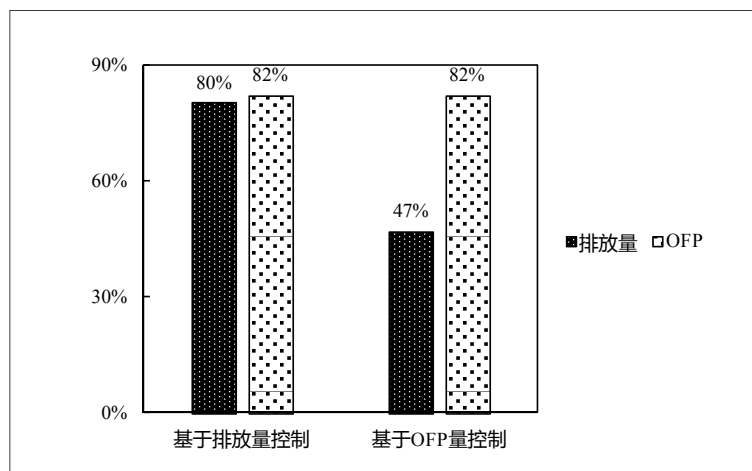


图3 2015年我国人为源基于总量与反应性控制特征

的削减。而从基于VOCs反应活性的思路来看，若要实现82%的OFP削减，则可按照物种OFP贡献大小，依次控制OFP贡献前25种物种，即仅控制人为源VOCs总量的47%即可。说明基于反应性的臭氧控制对策在一定程度上比基于总量的控制措施更为有效，因此，我国臭氧的控制应优先通过控制高反应性的物种及其对应的污染源来实现。

第三，开展精准减排行动，建立VOCs排放重点源名单。对VOCs排放进行地毯式摸查，自下而上建立本地化VOCs排放清单，切实掌握本地VOCs排放总量、分行业排放量、排放重点源等信息，特别是排放重点源，以重点行业重点源为减排对象，落实减排方案的具体目标，列出国家级的VOCs排放重点源名单，从国家层面对这些行业重点源进行直接管控，实现精准减排。

第四，制定更加全面严格的VOCs标准体系。针对不同行业不同的VOCs污染特征提出有针对性的VOCs污染防治技术政策；建立健全VOCs排放标准体系，按照“十三五”的减排需求制定严格的排放标准，对不同行业的VOCs排放特征进行研究，制定具有行业特征的VOCs排放标准，对已有的行业标准进行更新和修订，并鼓励地方政府根据国家标准修订更加严格的地方标准；制定相关的技术指南，提高对基层环保部门以及排污企业的指导性。

第五，建设VOCs监测与大数据平台。VOCs总量监测指标涵盖的物种对象不明确或不统一，致使监测结果可比性差，也限制了VOCs总量核算的

科学准确性，不利于VOCs污染水平的评估。通过统一布设基于污染源及重点区域的网格化监测点位，采集多维度数据，建立模型算法，挖掘分析有效信息，展现可视化数据，推进VOCs环境监测常态化，构建我国VOCs污染监测技术与大数据平台，实现VOCs监测数据规范化、精确化、稳定化与可靠化。为国家和地方VOCs污染控制提供基础数据和科学决策支撑。

第六，鼓励第三方参与VOCs减排，并对市场进行规范管理。随着VOCs排污收费（税）政策的颁布和实施，不仅是政府和排污企业参与VOCs的控制，应逐步放开市场，鼓励能够提供VOCs监测设备和治理服务的公司参与。考虑到未来排放标准提高、监管行业与区域的扩大，VOCs治理市场容量将会进一步增大，这意味着VOCs治理市场具有很大的投资想像空间，因此要规范管理VOCs治理市场，设置监测和治理企业的市场准入机制，逐步建立完整实用的技术评估系统，使VOCs污染治理更为经济有效。

按照现在趋势发展，通过减排政策的加强，VOCs减排将进入成熟阶段，各项政策发挥出持续稳定的减排效果，2015年有望成为一个拐点，到2020年基本实现“十三五”VOCs总量减排10%的目标。^[1B]

主要参考文献

- [1] 杨利娟. 我国工业源VOCs排放时空分布特征与控制策略研究[D]. 华南理工大学, 2012.
- [2] 周学双, 童莉, 郭森, 等. 我国工业源挥发性有机物综合整治建议[J]. 环境保护, 2014, 42(13): 36-37.
- [3] 马超, 薛志钢, 李树文, 等. VOCs排放、污染以及控制对策[J]. 环境工程技术学报, 2012, 2(2): 103-109.
- [4] 胡保林. 探索环境保护新道路的纲领性文件[J]. 环境保护, 2011(21): 16-19.
- [5] 国务院. 国务院关于加强环境保护重点工作的意见[C]. 中国环境保护产业发展报告. 2012: 13-15.

(叶代后系华南理工大学环境与能源学院院长、教授，挥发性有机物污染治理技术与装备国家工程实验室负责人；陈小方，华南理工大学环境与能源学院)