

· 解析评价 ·

doi: 10.3969/j.issn.1674-6732.2012.05.012

江苏省工业 VOCs 排放现状与管理对策研究

赵秋月¹, 夏思佳¹, 李冰¹, 穆肃², 李荔¹

(1. 江苏省环境科学研究院, 江苏 南京 210013; 2. 江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

摘要: 运用排放因子法估算了江苏省主要工业行业 VOCs 排放量, 结果显示石油炼制、有机化工、医药制造、装备涂装是排放量大的重点行业。基于江苏省 VOCs 排放与控制现状的分析, 阐述了石油化工行业是工业 VOCs 管理控制的重点和难点, 在研究总结国内外先进管理经验的基础上, 提出了江苏省应在加快制定排放标准、制定企业监管措施、加强监控能力建设等建议, 对地方大气环境管理具有参考价值。

关键词: 挥发性有机物; 工业源; 排放现状; 管理

中图分类号: X321

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2012)-05-0041-04

Study on Emission Situation and Management for Industrial VOCs in Jiangsu

ZHAO Qiu-yue, XIA Si-jia, LI Bing, MU Su, LI Li

(1. Jiangsu Province Academy of Environmental Science, Nanjing, Jiangsu 210029, China; 2. Jiangsu Province Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

ABSTRACT: The emission factor method was used to estimate the industrial VOCs emission in Jiangsu. The results showed that oil refining industry, organic chemical industry, pharmaceutical manufacturing and coating equipment industry were the main pollution sources. Based on the analysis of current emission and control situation, it was found that oil refining industry and organic chemistry industry were the difficult points of emission controlling management. By investigating advanced management experiences both at home and abroad, the suggestions on VOCs emission management for Jiangsu province were presented, including making emission standards, strengthening supervision of enterprise and shaping the environment monitoring ability, which had reference value for air pollution control in Jiangsu.

KEY WORDS: volatile organic compounds (VOCs); industrial source; emission situation; management

挥发性有机物(VOCs)对环境和人体健康具有重要的影响。VOCs是二次有机气溶胶和臭氧的重要前驱物,引起灰霾和光化学烟雾等大气污染问题。部分VOCs具有毒性和致癌性,对人的呼吸、血液、肝脏等系统和器官造成暂时性和永久性病变,严重影响人体健康。

美国、欧洲等发达国家20世纪90年代起就制定了一系列VOCs污染防治措施,中国台湾、香港、北京、上海、广州等地初步开展了VOCs污染控制,大陆地区VOCs污染控制滞后。国内研究大多针对有机废气治理技术开展^[1-3],在VOCs污染控制管理策略方面的研究比较薄弱。江苏省是典型的工业VOCs排放大省,笔者开展了江苏省主要工业行业VOCs排放量估算,分析了排放现状特征和控制难点,基于对国内外工业VOCs污染控制措施研究,提出了管理对策建议,以期对地方工业VOCs管理与控制提供参考。

1 江苏省工业 VOCs 排放与控制现状

1.1 重点行业 VOCs 排放量估算

江苏省产业结构复杂,涉及挥发性有机物排放的工业行业众多,主要包括石油炼制、有机化工、医药、食品、日用品、轮胎制造等VOCs生产行业,以及包装印刷、机械制造、电子产品制造、交通设备制造、人造板与家具制造等以VOCs产品为原料的工业行业。其中,化工、电子、机械制造等行业2010年工业产值占全国15%以上,产业规模大。交通设备制造、电子产品制造行业近年来工业产值的年均增长率超过30%,发展迅速。全省化工园区共58个,国家及省级化工园区11个,规模以上化工企业超过5000家,约占全国的13%,精细化工、农药、

收稿日期: 2012-07-06; 修订日期: 2012-08-08

作者简介: 赵秋月(1980—),女,工程师,硕士,主要从事大气环境政策、环境影响评价及规划工作。

合成材料、涂料行业总产值全国第一,大部分化工园区存在异味扰民问题,VOCs 污染严重。

基于江苏省相关管理部门、行业协会、工业企业现场调研结果,收集江苏省重点 VOCs 排放行业的活动水平数据,采用近年来国内外 VOCs 排放清单相关研究成果,估算江苏省重点工业行业 VOCs 排放量。本文关注的 12 个重点工业行业包括石油炼制、化学原料与化学制品制造、医药制造、包装印刷、金属制品与装备制造、电子元器件及电子产品制造、交通设备制造、人造板与家具制造、皮革制品制造、轮胎制造、塑料制品制造行业,研究基准年为 2010 年。本研究中 VOCs 排放量估算采用排放因子法,估算公式如下:

$$E_i = P_i \times EF_i \quad (1)$$

式中: E ——VOCs 排放量; i ——源类别; P ——排放源的活动水平,对于石化化工、医药制造、轮胎制造行业为产品产量,对于包装印刷、人造板与家具制造、塑料制造、金属制品与装备制造、电子元器件及电子产品制造、交通设备制造行业为涂料、油墨、胶黏剂等有机溶剂使用量; EF ——源排放因子,排放因子主要来源于国内外相关研究^[4-7]。本研究中的活动水平数据,主要通过 3 种途径获得:一是江苏省统计年鉴或统计局公布的数据,二是 2010 年污染源普查数据,三是调研相关企业获得的数据。

由表 1 可见,2010 年江苏省 12 个重点工业行业 VOCs 排放量共 64.7 万 t,其中石油炼制、化学原料与化学制品制造、医药制造、金属制品与装备制造、电子元器件及电子产品制造行业排放量位于前 5 位,年排放量均超过了 6 万 t,是江苏省 VOCs 排放重点行业。

表 1 江苏省 2010 年主要工业行业 VOCs 排放量估算结果

序号	主要行业	2010 年 VOCs 排放量/万 t	比例/%
1	化学原料与化学制品制造	16.8	26.0
2	石油炼制	11.9	18.4
3	金属制品与装备制造	7.2	11.1
4	化学药品原药制造	6.5	10.0
5	电子元器件及电子产品制造	6.1	9.4
6	印刷包装	5.1	7.9
7	交通运输设备制造	4.1	6.3

续表 1

序号	主要行业	2010 年 VOCs 排放量/万 t	比例/%
8	皮革制造	2.6	4.0
9	家具制造	1.5	2.3
10	木材加工	1.3	2.0
11	塑料制品制造	1.3	2.0
12	轮胎制造	0.3	0.5
	合计	64.7	100

1.2 江苏省工业 VOCs 排放控制现状

江苏省 VOCs 控制尚未全面启动,省级层面未有针对性的管理措施和地方标准。部分工业园区和企业针对恶臭扰民问题积极探索了有机废气污染控制技术,开展了有机废气治理,但由于废气组分复杂,治理效果不一。部分工业园区开展了 VOCs 监控能力建设,如常州新区化工园、南京化工园安装了空气质量自动监测及企业废气治理设施监控设备,并开发了污染源监控系统,实时掌握企业排放情况,但 VOCs 监控难度大,化工园区企业密集,废气排放互相影响,定点监测往往不能找到排放源头。

从江苏省的 VOCs 排放的重点工业行业看,石化化工与医药行业有机废气组分复杂,排放环节多,排放量大,有机物料贮存、装卸、转运、反应等每个操作单元如控制不到位均有可能产生无组织废气,且多呈现间歇排放,废气收集难度大,是污染控制的难点和重点。另外,装备制造、交通设备制造、电子元器件与电子产品制造、印刷包装行业环保型涂料、油墨的使用率低,喷涂、印刷过程中无组织有机废气收集率低,VOCs 排放控制也不可忽视。总体来说,江苏省中小企业多,监管难度大,部分企业工艺设备落后、清洁生产技术水平低,大多数企业未开展治理。

2 国内外工业 VOCs 管理控制经验

发达地区和国家经过多年的实践,对 VOCs 控制已有较成熟的经验,其管理思路和方法值得借鉴。

2.1 重视排放环节与作业条件控制,制定行业排放标准

国外及中国台湾地区均分行业制定了严格的 VOCs 排放标准,如表 2。这些排放标准不仅仅规定了总 VOCs 和各类物种的末端排放限值,还深入

至工业生产的各环节,从排放环节、作业条件控制排放。以台湾为例,2011年发布了新修订的《VOCs 空气污染管制及排放标准》,借鉴美国的管理框架,详细规定了石化及其各类相关化学制品制造业的 VOCs 控制要求,分废气燃烧塔、工艺单元、设备原件、挥发性有机液体储槽、挥发性有机液体装载设施、废水处理系统 6 项,分别规定了各环节 VOCs 的排放限值与控制要求、设备运行和操作条件。

表 2 国外及中国台湾地区工业 VOCs 排放标准

地区	标准	说明
欧盟	VOCs 排放限值标准 (1999/13/EC) ^[8]	印刷、涂装、医药、涂料、石化等 20 个行业制定排放限值
美国	新源排放标准 (NSPS) ^[9] 危险空气国家排放标准 (NESHAP) ^[10]	精细化工、炼油厂、有机化学品制造业、石油炼制行业、涂装、钢铁等多个行业
日本	VOC 排放规制施行规则 ^[11]	控制喷涂、干燥、烘干等工艺过程 VOCs 排放,共 6 类源共 9 种设施
台湾	挥发性有机物空气污染管制及排放标准 ^[12] 其余行业标准	固定源(重点是石化制程)各 VOCs 排放环节控制 半导体、汽车涂装、光电材料及元件制造、合成皮业、胶带制造业行业排放标准

国内大陆城市广东、北京、上海的 VOCs 控制走在前列,均制定了相关地方标准。北京市制定了《大气污染物综合排放标准 DB 11/501—2007》^[13],对汽车制造涂装与修理、金属铸造、半导体及电子产品制造、人造板、木质家具制造业、印刷、制鞋与皮革制品加工、涂料油墨和粘合剂生产、医药与农药制造、服装干洗 10 个典型行业规定了 VOCs 排放限值。上海市制定了生物制药行业、半导体行业排放标准。广东省 2010 年出台了家具、制鞋、汽车涂装、印刷 4 个行业标准。

2.2 不断加严有机溶剂环保标准

含 VOCs 的涂料、油墨等有机溶剂的使用是 VOCs 排放重要来源。制定严格的涂料标准是国际上减少工业 VOCs 排放普遍采取的措施。美国 2003 年发布的涂料 NESHAP 标准,对每类涂料本身的性能和有害物质限量做出要求,并对涂料产品从原材料使用、生产过程、涂装技术选择、废气排放、容器设备等整个生产过程做出了严格要求。香

港在 2003 年淘汰了以二甲苯等挥发性有机物为主溶剂的涂料,2007 年出台的 VOCs 规例对 51 种建筑漆料/涂料、7 种油墨的 VOCs 含量限值做出了规定^[14],并要求在产品上贴出 VOCs 含量的标识,企业还必须于每年向环保署提交受管制产品的上一年销售量、使用量等资料。欧盟在 2004/42/EC 有机溶剂指导条款中,制定了 12 类涂料、油漆,5 类室内和车内装饰中使用的有机溶剂 VOCs 含量限值^[15]。日本自 1979 年至今制定了 80 余项涂料、清漆、油墨标准。各国根据自身技术水平情况与空气质量要求,不断提高原料环保标准,力求从源头控制 VOCs 的产生。

2.3 制定最佳可行技术

欧盟、美国、台湾针对石油精炼、大宗有机化学品、有机精细化工、储存设施、涂装、皮革加工等行业,制定了分行业类别的 VOCs 治理最佳可行技术,行业排放标准也是基于最佳可行技术制定的。欧盟还专门设立了一个组织来开发和修订不同行业的最佳可行技术,利用行业、学术界和管理者,确定在技术上和经济上都可行的技术,并根据情况不断进行修正。

2.4 分物种、分等级控制

VOCs 物质高达几千种,不同物质对人体的危害各不相同,欧洲部分国家(如英国、荷兰、德国)在全面降低 VOCs 排放量的基础上,进一步深化 VOCs 污染控制,按照不同物种的健康风险等级,将 VOCs 分为高毒害(苯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、丙烯晴、环氧乙烷等)、中等毒害(甲醛、乙醛、酚类等)、低毒害(甲苯、二甲苯、乙苯等),分别制定不同的控制标准分类控制^[16]。

2.5 强化对企业的管控

台湾、美国均通过施行排污许可证、总量控制制度,以及排污收费、实施奖励补助等经济手段有效控制工业企业 VOCs 排放。实践经验表明,排污许可证制度是实施总量控制和减排的有效途径,美国和台湾的许可证内容非常详尽,包括监测点位、监测方案、排放状况(排放规律、排放浓度、排放量)、污染削减方案、环境风险和事故管理等内容,对许可查核的内容细致而严格,能够全面控制企业排放状况,是对企业实施监管的有效手段。

3 江苏省工业 VOCs 污染防治对策与建议

3.1 制定重点行业排放标准

合理规划源类和行业,根据 VOCs 排放量的估

算结果,抓住化工、医药、工业涂装等江苏省 VOCs 排放重点行业,逐个行业深入研究其排放环节、排放特征、控制措施及可得控制水平,制定排放标准。建议参考美国和台湾的 VOCs 管理控制框架,抓住主要排放环节,包括末端废气、工艺单元、设备与管线组件泄露、挥发性有机液体储罐、装载设施、废水挥发等,针对生产原料、工艺设备、生产技术、操作管理等方面制定重点行业排放标准。

3.2 出台化工园区管理办法

根据江苏省 VOCs 排放量的估算结果,化工行业 VOCs 排放量居第1位。江苏省化工园区众多,园区废气排放集中,异味扰民现象严重,是 VOCs 污染控制的重点区域,建议出台化工园区 VOCs 污染控制管理办法,针对行业准入、企业空间布局、原辅料使用、有机废气集中处理、监测监控、管理监督等方面提出管控要求,统筹安排园区的 VOCs 污染控制工作。

3.3 完善挥发性有机物监管手段

建立重点监管园区(集中区)、企业有机溶剂年使用量、挥发性有机物排放监测和报告制度,逐步建立化工园区(集中区)以及重点企业挥发性有机物污染治理档案。指导和帮助企业完善环境管理制度,控制含挥发性有机物物料的使用,减少排放,积极探索有毒有害有机废气排放许可证试点,提高监管效能。

3.4 推行 VOCs 治理试点工程,制定最佳可行技术

工业 VOCs 排放组分与排放量视行业、生产工艺、工艺设备不同而差别明显,江苏省各地 VOCs 控制刚刚起步,除苏南地区部分园区有较好的控制措施外,大部分园区和企业不了解 VOCs 的治理投资、适用的治理技术和设备,建议筛选重点行业或重点工业园区,开展 VOCs 治理工程试点工作,制定最佳可行污染控制技术导则,帮助企业寻找最佳治理方案,配合其他监管措施的执行。江苏省化工企业众多,排放量大,而无组织排放是控制的难点,建议引进美国 LDAR(泄露检测与修复)技术,管理和控制石油化工行业的无组织 VOCs 排放。

3.5 加快 VOCs 监控能力建设

VOCs 管理控制措施的执行必须依靠强有力的监测能力,包括设备元件泄漏、排气筒排放、设备运行条件等方面的监测。建议尽快统一规范 VOCs 监测方法,环保主管部门应加强对监测机构 VOCs 监测资质的认证,并对外发布认证名录,为企业、基

层环保部门提供技术支撑。同时,加大园区和企业 VOCs 在线监控能力建设。

3.6 加大宣传教育力度

基层环保主管部门、企业对 VOCs 的环境和健康影响尚未有全面认识,建议加大 VOCs 污染控制重要性的宣传。另外,组织开展多种形式的挥发性有机物污染防治宣传教育活动,提高公众对挥发性有机物污染危害以及防治挥发性有机物污染必要性、重要性的认识,倡导全社会消费和使用低挥发性有机物产品。

[参考文献]

- [1] 欧海峰,林金画. 活性炭纤维吸附-催化燃烧装置处理有机废气[J]. 环境污染与防治,2002,24(2):85-86,100.
- [2] 王丽燕,王爱杰,任南琪,等. 有机废气(VOC)生物处理研究现状与发展趋势[J]. 哈尔滨工业大学学报,2004,36(6):732-735.
- [3] 周春何,卢哈锋,曾立,等. 沸石分子筛和活性炭吸附/脱附甲苯性能对比[J]. 环境污染与防治,2009,31(3):38-44.
- [4] 魏巍. 中国人为源挥发性有机物排放现状及未来趋势[D]. 北京:清华大学,2009.
- [5] Bo Y, Cai H, Xie S D. Spatial and temporal variation of historical anthropogenic NMVOCs emission inventories in China[J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2008,8(23):7297-7316.
- [6] Klimont Z, Streets D G, Gupta S, et al. Anthropogenic emissions of non-methane volatile organic compounds in China[J]. Atmospheric Environment, 2002, 36(8):1309-1322.
- [7] 刘金凤,赵静,李恬恬,等. 我国人为源挥发性有机物排放清单的建立[J]. 中国环境科学 2008,28(6):496-500.
- [8] Directive 1999/13/EC. Limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain activities and installations[S].
- [9] 40 CFR Part 60. Standards of performance for new stationary sources[S].
- [10] 40 CFR Part 63. National emission standards for hazardous air pollutants[S].
- [11] VOC 的排出规制制度[EB/OL]. 日本环境省. <http://www.env.go.jp/air/osen/voc/seido.html>. VOC emission regulations [EB/OL]. Ministry of Environment of Japan. <http://www.env.go.jp/air/osen/voc/seido.html>.
- [12] 环署空字第 09075 号. 挥发性有机物空气污染管制及排放标准[S]. 台湾环保署.
- [13] DB 11/501—2007. 北京市大气污染物综合排放标准[S].
- [14] 空气污染管制(挥发性有机化合物)规例[S]. 香港环境保护署.
- [15] Directive 2004/42/CE. Limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain paints and varnishes and vehicle refinishing products and amending Directive 1999/13/EC[S].
- [16] 张国宁,郝郑平,江梅,等. 国外固定源 VOCs 排放控制法规与标准研究[J]. 环境科学,2011, 32(12):3501-3508.