

· 创新与探索 ·

江苏省化工行业 LDAR 逸散量占比核定方法研究

沈达¹, 周飞¹, 刘金吉², 胡开明¹

(1. 江苏省环境科学研究院, 江苏省环境工程重点实验室, 江苏 南京 210036;
2. 连云港市赣榆区环境监测站, 江苏 连云港 222199)

摘要:以江苏省为例, 针对化工企业装置泄漏检测与修复(LDAR)逸散量和挥发性有机物(VOCs)排放总量定量分析, 提出了一种核定典型化工行业 LDAR 逸散量占比的方法。结果表明: 以间歇性生产为特点的有机化工类企业和以连续化生产为特点的石化类企业 LDAR 逸散量和 VOCs 排放总量均呈下降趋势; 石化类企业 LDAR 逸散量占比呈下降趋势, 有机化工类企业 LDAR 逸散量占比呈上升趋势; 石化类企业 LDAR 逸散量占比远大于有机化工类企业, 是无组织排放管控的重点; 有机化工类企业 LDAR 逸散量占比虽然低, 但对 VOCs 排放的贡献逐渐提高。

关键词: 泄漏检测与修复; 挥发性有机物; 逸散量; 占比核定; 化工行业; 江苏省

中图分类号: X511 文献标志码: B 文章编号: 1006-2009(2019)04-0057-03

Verification Method of LDAR Emission Proportion in Jiangsu Chemical Industry

SHEN Da¹, ZHOU Fei¹, LIU Jin-ji², HU Kai-ming¹

(1. Jiangsu Key Laboratory of Environmental Engineering, Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science, Nanjing, Jiangsu 210036, China; 2. Ganyu Environmental Monitoring Station, Lianyungang, Jiangsu 222199, China)

Abstract: A method for verifying the proportion of Leak Detection and Repair (LDAR) emissions in typical chemical industry was established based on the quantitative analysis of LDAR emissions and Volatile Organic Compounds (VOCs) emissions. Results showed that the LDAR emissions and VOCs emissions showed downtrend both in organic chemical enterprise with intermittent production and petrochemical enterprise with continuous production. The proportion of LDAR emissions was in downward trend in petrochemical enterprise, while in organic chemical enterprise, it was in upward trend. The proportion of LDAR emissions in petrochemical enterprise was far more than that in organic chemical enterprise, indicating that unorganized emission was the key pollution source of management and control. Though the proportion of LDAR emissions in organic chemical enterprise was low, its contribution to VOCs emissions was gradually increasing.

Key words: Leak detection and repair; Volatile organic compounds; Emissions; Proportion verification; Chemical industry; Jiangsu Province

近年来, 环境违法案件中与化工行业相关的案件占比很大。2016年原江苏省环境保护厅下发了《关于在全省化工园(集中)区开展泄漏检测与修复(LDAR)工作的通知》(苏环办〔2016〕96号), 要求全省化工园(集中)区内涉及挥发性有机物(VOCs)生产、使用、运输或存储的化工装置均要开展LDAR工作。2017年江苏省政府印发了《江苏省“两减六治三提升”专项行动实施方案》, 要求开

展VOCs摸底调研, 年底完成全省石化、化工行业LDAR工作。LDAR技术在西方国家最早应用于

收稿日期: 2018-07-23; 修订日期: 2019-05-11

基金项目: 国家重点研发计划“大气污染成因与控制技术研究”专项基金资助项目(2016YFC0209200); 江苏省环保科研基金资助项目(2016016)

作者简介: 沈达(1989—), 男, 江苏常州人, 工程师, 硕士, 主要从事废气污染控制方面的工作。

石油炼制和石油化工行业,在我国还被应用于涉及 VOCs 的其他化工装置中,尤其是以间歇式生产为主的有机化工领域^[1]。目前该技术在有机化工应用领域尚存在一定争议,有研究认为有机化工 VOCs 排放的主要来源不是微泄漏。由于缺少相关数据支撑,因而有必要定量计算 LDAR 逸散量在 VOCs 排放总量中的占比,总结不同类型化工企业 VOCs 无组织排放的重点,有针对性地进行管控^[2-4]。

1 LDAR 逸散量核算

LDAR 是涉 VOCs 类化工企业对生产全过程原料进行控制的系统工程。该技术采用固定或移动设备,检测企业各类反应釜、原料输送管道、泵、压缩机、阀门、法兰等易产生 VOCs 泄漏的组件,并修复超过一定浓度的泄漏点,从而达到控制原料泄漏导致环境污染的目的^[5-7]。

1.1 国外 LDAR 核算工作背景

西方国家早已在化工领域开展 VOCs 泄漏检测工作,形成了相对清晰的无组织 VOCs 管理思路 and 完善的 LDAR 环境管理规范^[8-9]。在石化行业,70% 以上的 VOCs 排放来自无组织逸散^[10],设备和管阀件泄漏是仅次于储运设施的第二大无组织排放源。据美国环保署统计,石化装置实施 LDAR 措施能削减约 63% 的无组织排放,一般化工装置能削减约 56% 的无组织排放^[11]。据国际石油工业环境保护协会估算,石化企业生产过程中工艺设备管线物料泄漏导致的 VOCs 排放量占全厂 VOCs 排放总量的 40% ~ 50%^[12]。由于有组织排放量已得到大幅削减,使得无组织排放更加突出,设备和管阀件泄漏成了 VOCs 主要排放源^[13]。

1.2 LDAR 工作流程

根据《江苏省泄漏检测与修复(LDAR)实施技术指南》^[14](以下简称《技术指南》),结合实际工作经验,制定 LDAR 工作流程如下:通过审核工厂资料确定总体区域,分析主体和公辅环保工程装置,进一步确定检测对象;采用现场图像建档、编码等方式,将密封点档案信息录入系统平台,生成检测信息并进行现场检测^[15-16],初检后针对泄漏点位形成修复方案,企业及时修复后进行复测;将初检、复检数据汇总,根据公式计算 LDAR 逸散量^[17-18]。目前,LDAR 技术已被作为无组织 VOCs 整治的一种重要手段应用于化工企业减排^[19-20]。

1.3 LDAR 逸散量核算方法

核算密封点逸散量的方法很多,《技术指南》要求采用层次因子法计算逸散值,并规定了各种设备元件在不同流体状态下的排放因子^[14]。今采用该方法核算 LDAR 逸散量。

2 VOCs 排放总量调研与数据统计

2.1 调研范围

原江苏省环境保护厅印发的《关于组织开展挥发性有机物源清单和源解析工作的通知》(苏环办〔2017〕231号)中要求,依托“江苏省重点行业 VOCs 排放总量核算系统”开展 VOCs 摸底调研工作,并将 2016 年和 2017 年的相关数据汇总至该系统平台。截至 2017 年底,江苏省共有 52 个化工园(集中)区,近 7 000 家化工企业。研究组近两年在南京、镇江、无锡、宿迁、连云港、盐城、泰州和南通等地开展 LDAR 和 VOCs 排放总量核算工作,调研近 200 家企业,将上述地区的化工园(集中)区企业作为研究目标。

2.2 VOCs 排放总量计算方法与核算平台

依托“江苏省重点行业 VOCs 排放总量核算系统”,计算并统计重点行业企业 VOCs 排放总量。系统将污染源项分为设备动静密封点泄漏,有机液体储存与调和挥发损失,有机液体装卸挥发损失,废水集输、储存、处理处置过程逸散,循环冷却水系统释放,非正常工况(含开停工及维修)排放^[21],火炬排放,燃烧烟气排放,事故排放,工艺有组织和无组织排放等 10 个,根据《江苏省重点行业挥发性有机物排放量计算暂行办法》核算排放量。企业根据自身情况,选择合适的方法计算 VOCs 产生量,并根据监测值、回收量等核算去除量,最终确定 VOCs 排放总量^[22]。

3 LDAR 逸散量占比统计分析

3.1 企业调研与分类

通过调研可知,江苏省化工园区众多,企业数量庞大,分布广,主要分为两类:一类是以连续化生产为特点的石化企业;另一类是以间歇性生产为特点的化工企业,以有机化工为主。江苏省于 2016 年全面开展 LDAR 工作,2017 年部分地区开展第二轮 LDAR 工作,同年全省开展 VOCs 总量核算工作,统计近两年 VOCs 排放总量。

在全省 8 个地区的化工园区随机抽取 85 家企

业进行 VOCs 数据统计,其中石化类企业 25 家,有机化工类企业 60 家。调研企业的区域分布、数量及分类分别为:南京 7 家,石化类 3 家、有机化工类 4 家;镇江 8 家,石化类 2 家、有机化工类 6 家;无锡 16 家,石化类 10 家、有机化工类 6 家;连云港 9 家,石化类 3 家、有机化工类 6 家;泰州 16 家,石化类 5 家、有机化工类 11 家;盐城 6 家,全为有机化工类;南通 17 家,石化类 2 家、有机化工类 15 家;宿迁 6 家,全为有机化工类。

3.2 数据统计与分析

3.2.1 不同行业类型总量统计分析

分类统计 85 家企业 2016 年和 2017 年的排放数据,结果表明:60 家有机化工类企业 2016 年 LDAR 逸散总量为 47.1 t, VOCs 排放总量为 485.9 t; 2017 年 LDAR 逸散总量为 38.4 t, VOCs 排放总量为 320.4 t。

25 家石化类企业 2016 年 LDAR 逸散总量为 381.2 t, VOCs 排放总量为 1 155.3 t; 2017 年 LDAR 逸散总量为 274.3 t, VOCs 排放总量为 838.9 t。

由此可见,近两年开展的 LDAR 和 VOCs 总量减排工作取得了一定成效,有机化工类和石化类企业的 LDAR 逸散量和 VOCs 排放总量均呈下降趋势;VOCs 减排总量大于 LDAR 减排总量;有机化工类企业年平均 LDAR 逸散量在 0.6 t~0.7 t 之间,石化类企业年平均 LDAR 逸散量在 10 t~15 t 之间。

3.2.2 不同 LDAR 逸散量范围统计分析

将企业按照 LDAR 逸散量范围分类统计,结果表明:有机化工类逸散量 ≤ 500 kg/a 的企业 2016 年为 22 家,逸散量平均占比为 8.4%, 2017 年为 40 家,逸散量平均占比为 11.2%; 500 kg/a < 逸散量 $\leq 1\ 000$ kg/a 的企业 2016 年为 25 家,逸散量平均占比为 9.9%, 2017 年为 16 家,逸散量平均占比为 12.1%; $1\ 000$ kg/a < 逸散量 $\leq 5\ 000$ kg/a 的企业 2016 年为 13 家,逸散量平均占比为 9.8%, 2017 年为 4 家,逸散量平均占比为 12.2%。

石化类 $1\ 000$ kg/a < 逸散量 $\leq 10\ 000$ kg/a 的企业 2016 年为 13 家,逸散量平均占比为 40.9%, 2017 年为 14 家,逸散量平均占比为 35.5%; $10\ 000$ kg/a < 逸散量 $\leq 50\ 000$ kg/a 的企业 2016 年为 10 家,逸散量平均占比为 30.4%, 2017 年为 11 家,逸散量平均占比为 29.0%; 逸散量 $> 50\ 000$ kg/a 的企业 2016 年为 2 家,逸散量平均占

比为 32.6%, 2017 年无该类企业。

由此可见,无论是 LDAR 逸散量还是总量占比,有机化工类企业均远小于石化类企业。总体而言,有机化工类企业 LDAR 逸散量平均占比在 9.4%~11.8% 之间,呈上升趋势;石化类企业 LDAR 逸散量平均占比在 32.3%~34.6% 之间,呈下降趋势。

4 结论

(1) 根据调研结果可知,有机化工类和石化类企业的 LDAR 逸散量和 VOCs 排放总量均呈下降趋势,说明企业开展 LDAR 和大气污染防治工作取得了一定成效,VOCs 减排总量大于 LDAR 减排总量。

(2) 通过数据统计分析可知,有机化工类企业 LDAR 逸散量整体偏小,年平均值在 0.6 t~0.7 t 之间,平均占比约 10%,比例呈上升趋势;石化类企业 LDAR 逸散量较大,年平均值在 10 t~15 t 之间,平均占比约 33%,比例呈下降趋势。说明随着大气污染治理工作的持续推进,有组织排放量被大幅削减,污染治理工作的重点逐步转移到无组织排放控制上。石化类企业 LDAR 逸散量占比高,是无组织排放管控的重点;有机化工类企业 LDAR 逸散量虽然占比低,但比例呈上升趋势。

[参考文献]

- [1] 贾瑜玲,沙莎,崔积山. 化学合成类原料药生产企业挥发性有机物泄漏检测与排放估算[J]. 四川环境,2017,36(6): 58-64.
- [2] 曹进,蔡邦成. 浅谈化工园区企业无组织排放有机废气的防治对策研究[J]. 环境科学与管理,2016,41(1):64-68.
- [3] 殷济海. 我国石化行业大气污染特点及防治对策[J]. 中国储运,2016,26(10):123-125.
- [4] 王刚,魏巍,米同清,等. 典型工业无组织源 VOCs 排放特征[J]. 中国环境科学,2015,35(7):1957-1964.
- [5] U. S. Environmental Protection Agency. Protocol for equipment leak emission estimates; EPA-453/R-95-017[R]. Washington D. C.; USEPA, 1995.
- [6] U. S. Environmental Protection Agency. Leak detection and repair compliance assistance guidance—A best practices guide; EPA-305-D-07-001[R]. Washington D. C.; USEPA, 2007.
- [7] 韩丰磊,刘广哲,张荷,等. 石化行业 VOCs 泄漏检测与修复技术的发展现状与展望[J]. 环境监测管理与技术,2016,28(4):6-9.
- [8] 陈璐,张丽娜,周阳,等. 挥发性有机物泄漏检测与修复技术规

(下转第 71 页)