



移动扫码阅读

魏显珍,赵玉海,赵斌,等. 典型印刷工业 VOCs 排放特征及其污染防治效果分析[J]. 能源环境保护, 2022, 36(4):91-98.

WEI Xianzhen, ZHAO Yuhai, ZHAO Bin, et al. Emission characteristics of VOCs from the typical printing industry and control performance by pollution prevention facilities[J]. Energy Environmental Protection, 2022, 36(4):91-98.

典型印刷工业 VOCs 排放特征 及其污染防治效果分析

魏显珍, 赵玉海, 赵斌, 王鑫

(中华全国供销合作总社天津再生资源研究所, 天津 300191)

摘要:采用固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法检测了包装物和不干胶标签两个典型印刷项目挥发性有机物(VOCs),分析了排放特征,考察了废气净化设施处理效果。结果表明:印刷工序排放的有机废气主要来源于原材料中的油墨和稀释剂,包装物印刷项目排放的主要有机废气成分为乙酸乙酯、异丙醇、乙酸丙酯、乙醇、丁酮、邻/间/对二甲苯、环己酮、1-癸烯和丙酮;印刷不干胶标签项目排放的主要有机废气成分为异丙醇、丙醇、丙酮、甲苯、二氯甲烷和乙酸乙酯;经“UV 光氧化催化+二级活性炭”设施净化后的废气可满足 VOCs 排放要求,净化效率超过 60%。

关键词:挥发性有机物;印刷行业;排放特征;气相色谱-质谱

中图分类号:X701

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2022)04-0091-08

Emission characteristics of VOCs from the typical printing industry and control performance by pollution prevention facilities

WEI Xianzhen, ZHAO Yuhai, ZHAO Bin, WANG Xin

(Tianjin Recyclable Resources Institute, China CO-OP, Tianjin 300191, China)

Abstract: Volatile organic compounds (VOCs) emitted from the package printing and sticker printing industries were determined by sorbent adsorption, thermal desorption and GC/MS. The emission characteristics were analyzed, and the treatment of exhaust gas by purification facility was investigated. The results showed that the VOCs emitted during the printing process were mainly from the ink and thinner. The main components of VOCs emitted from the package printing project were ethyl acetate, isopropanol, propyl acetate, ethanol, butanone, o/m/p-xylene, cyclohexanone, 1-decene and acetone. The main components of VOCs emitted from the sticker printing project were isopropanol, propanol, acetone, toluene, dichloromethane and ethyl acetate. The VOCs exhaust treated by "UV photo-oxygen catalysis + two-stage activated carbon adsorption" could meet the VOCs emission requirements, and the purification efficiency was more than 60%.

Key Words: Volatile organic compounds (VOCs); Printing industry; Emission characteristics; GC-MS

0 引言

挥发性有机物(VOCs)定义为参与大气光化学反应的有机化合物,或者根据有关规定确定的有机化合物^[1]。用于检测核算的 VOCs 指常温下

饱和蒸汽压大于 70 Pa、常压下沸点低于 260 ℃ 的有机化合物,或 20 ℃ 条件下,蒸汽压大于或等于 10 Pa,且具有挥发性的全部有机化合物^[2]。VOCs 具有毒性、刺激性、致畸性和致癌性,是形成对流层臭氧和 PM_{2.5}的重要前体物质,也是当前大气污

收稿日期:2022-03-17;责任编辑:金丽丽

基金项目:国家质量基础的共性技术研究与应用专项:农产品产地环境评价分级与保护改良共性标准研究项目(2018YFF0213400)

第一作者简介:魏显珍(1987—),女,内蒙古赤峰人,主要从事环境污染防治和环境监测等工作。E-mail:xianzhenwei@163.com

染防治的重点^[3-4]。

印刷业是我国 VOCs 的主要排放源和污染治理的重点行业之一。印刷生产一般包括印前、印刷、印后加工三个工艺过程。印前过程主要包括制版及印前处理(洗罐、涂布等)等工序。印刷过程主要包括油墨调配和输送、印刷、在机上光、烘干等工序,以及橡皮布清洗和墨路清洗等配套工序。印后过程主要包括装订、表面整饰和包装成型工序^[5]。印刷行业含 VOCs 的废气排放主要产生于含 VOCs 原辅材料的贮存、调配和输送,以及印刷、润版、烘干、清洗、上光、覆膜、复合、涂布等工序和含 VOCs 危险废物的贮存。出版物、纸包装等的平版印刷工艺 VOCs 主要产生于润版和清洗工序,塑料、纸包装等的凹版印刷工艺的上墨面积比较大、墨层较厚、溶剂比例大,烘干油墨工序中约 30%~70%的有机溶剂由于干燥箱挥发^[6]。印刷工业企业使用的主要含 VOCs 的原辅材料包括油墨、胶粘剂、稀释剂、清洗剂、润湿液、光油、涂料等。一般溶剂型油墨中的有机化合物成分有乙酸酯类、酮类、苯系物、醇类、醚类等;油墨稀释剂的主要有机污染物成分有甲苯、二甲苯、乙酸酯类、醇类、酮类、氯乙烯等;水性油墨含有醇类、醚类和有机胺等化合物;胶黏剂及其稀释剂中一般含有甲醛、苯系物、异丙醇、酮类、氯乙烷等有机成分^[7-8]。

国内已有印刷工业源排放的 VOCs 源成分

表 1 企业印刷项目产能及监测点位基本信息

Table 1 Basic information of the capacity of printing project and monitoring position

项目		企业 A	企业 B
产品	不干胶标签	多色包装装潢、出版物、食品包装等印刷品	
实际产能	26 万 m ² /a	66 万对开色令	
产污工序	印刷	印刷	
监测点位	净化设施前后 2 个点位	净化设施前后 2 个点位	
净化设施	UV 光催化氧化+活性炭吸附	UV 光催化氧化+活性炭吸附	
监测频次	3 次(小时值)/d,共 2 d	3 次(小时值)/d,共 2 d	
主要印刷生产设备	12 色组合柔版印刷机 7 台、数码印刷机 2 台、胶印印刷机 4 台	胶印机 7 台、印刷机 3 台、胶订机 3 台、覆膜机 2 台、粘箱机 3 台、胶装机 2 台、喷码机 1 台、糊盒机 2 台	
主要原辅材料	不干胶标签纸 9.3 万 m ² /a、不干胶 PE 膜 5.7 万 m ² /a、不干胶 PET 标签材料 13 万 m ² /a、上光膜 PP 5 万 m ² /a、UV 161 系列油墨 830 kg/a、770LP 系列油墨 1 667 kg/a、清洗剂 267 kg/a	热固胶印轮转油墨 30 t/a、水性油墨 10 t/a、环保型油墨 5 t/a、大豆基油墨 5 t/a、清洗剂(洗车水)10 t/a、润版液 10 t/a、塑封膜 1 t/a、热熔胶 5 t/a	

1.2 监测分析方法

1.2.1 采样方法和仪器设备

为保证样品的代表性和监测数据的科学性,在印刷工序废气的净化处理设施进出口设置 2 个

谱、广东等珠三角地区的干胶印刷、出版物印刷等成分谱特征等相关的调查研究^[9-10],也有研究分析了印刷、清洗和烘干等环节所产生的 VOCs 组分特征^[11-12],也有基于油墨、清洗剂和胶黏剂等原辅材料中有机成分特征的研究^[6,13],以及对各种 VOCs 污染防治技术的应用研究^[14-15]。随着我国对印刷行业 VOCs 治理要求的不断更新,加强了对印刷、石化、医药和塑料制品等重点行业的监管要求,对 VOCs 的监测就是监管的基础,是 VOCs 污染防治的“顶梁柱”和“生命线”。鉴于此,本文以两家典型印刷企业为研究对象,对其废气的实际情况进行采样监测,深入分析了 2 种不同类型印刷工序产生的 VOCs 成分特征和处理设施对各组分的净化效率,同时总结分析了印刷废气的烟气排放特征,并提出了具有可操作性的印刷行业 VOCs 监测注意事项,以期为印刷行业 VOCs 污染防治和监测管理提供一些基础数据支撑和参考。

1 研究对象与方法

1.1 被调研企业项目的基本情况

本文调研选取了两家印刷企业作为研究对象,企业 A 调研了印刷不干胶标签项目,企业 B 调研了包装物印刷项目。两家企业的基本信息如表 1 所示。

监测点位,均于生产工况最大时进行烟气测试和样品采集,分别进行连续 2 周期(即 2 d)监测,每个生产周期内监测 3 次(即 3 个 1 h 平均值),1 h 平均值为在 1 h 内等时间间隔采集 3 个样品,样品

分别测定取其算数平均值作为 1 次监测结果。有研究表明,对于固定源废气中高浓度 VOCs 样品的采集分析,采用气袋法采样,选择合适体积的气密针直接配置样品操作简便、可行性高、重复性好、准确度高,是一种较稳定可靠的样品采集和制备方法^[16]。因此本研究选择气袋法采集 VOCs 样品,依据《固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法》(HJ 732—2014),用废气 VOC 真空箱采样仪(崂应 3036)将废气采集至氟聚合物薄膜气袋用于测定 VOCs。

依据《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》(GB/T 16157—1996),用皮托管平行全自动烟尘采样器(崂山 WJ-60B)测定烟气参数。

1.2.2 测定方法和仪器

依据《固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法》(HJ 734—2014)进行测试分析。测试仪器为 Markes Unity2 热脱附仪-Thermo Trace1300+ISQ QD 气相色谱-质谱联用仪;色谱柱为毛细管柱:60 m×0.32 mm, 1.8 μm 膜厚(6%-氰丙基-苯基-甲基聚硅氧烷固定液);吸附管:吸附填料为 Carboxen B(比表面积 10 m²/g)、Carboxen C(比表面积 100 m²/g)、Carboxen 1000(比表面积 1 200 m²/g),长度分别为 13、25、13 mm;老化仪:Superlab SC-10 型,温度范围 0~400 ℃,载气流量 0~250 mL/min 可调。

热脱附仪条件:吸附管初始温度为室温;聚焦冷阱初始温度为室温;干吹流量 30 mL/min;干吹时间 2 min;吸附管脱附温度 270 ℃;吸附管脱附时间 3 min;脱附流量 30 mL/min;聚焦冷阱温度 -3 ℃;聚焦冷阱脱附温度 300 ℃;冷阱脱附时间 3 min;传输线温度 120 ℃。

毛细管柱气相色谱仪条件:进样口温度 200 ℃;载气为氦气;分流比为 5:1;柱流量(恒流模式)1.5 mL/min;升温程序:初始温度 35 ℃,保持 5 min,以 6 ℃/min 升温至 140 ℃,以 15 ℃/min 的速度升至 220 ℃,保持 3 min。

质谱仪条件:电离模式为电子轰击离子源(EI),扫描方式为全扫描;扫描范围为 30~270 amu;离子化能量 70 eV;传输线温度 230 ℃,

标准曲线的绘制:用甲醇稀释 22 种 VOCs 混标标准品及 35 种 VOCs 混标标准品,配制成质量浓度分别为 2、5、10、20、50、100 mg/L 的标准溶液,配制好的工作溶液分别取 1.0 μL 注入老化好

的空白吸附管,用 50 mL/min 的高纯氮气吹扫吸附管 2 min,迅速取下吸附管,用密封帽将两端密封,得到含量为 2.00、5.00、10.0、20.0、50.0、100 ng 的校准系列吸附管,依次从低浓度到高浓度上机测试,建立标准曲线。根据目标物质量比和目标物特征质量离子峰面积比,用最小二乘法绘制校准曲线^[17]。

1.2.3 数据处理分析

分别监测废气净化处理设施进出口 2 个点位,每个监测点位得到 6 组小时值数据。根据废气排放标准中限值为最高允许排放浓度和最高允许排放速率^[18],该研究中净化处理设施进出口 VOCs 质量浓度用最大小时浓度值进行分析;净化设施处理效率分析所用的排放速率数据为 6 组数据的算数平均值,以保证效率分析评价的客观合理性。

2 结果分析与讨论

2.1 VOCs 排放特征

对 2 个项目废气净化处理设施前的 2 d 3 次监测,得到的 6 组小时值数据进行分析,企业 A 和 B 印刷工序产生废气中 VOCs 主要成分及其质量浓度和各组分占比情况见表 2 和表 3 所示,相应的 GC-MS 定性定量分析谱图见图 1 和图 2 所示,主要组分化合物类别占比统计情况见图 3 和图 4 所示。

企业 A(不干胶标签印刷工序)印刷工序所排放的挥发性有机中异丙醇、丙醇、丙酮、甲苯、二氯甲烷、乙酸乙酯的质量浓度占到了总浓度的 96%,其中异丙醇和丙醇的质量浓度占比高达 72.3%,主要来源于其所使用的胶黏剂及其稀释剂;其次为酮类物质,占比为 12.1%,主要来源于所使用的溶剂型油墨,丙酮、丁酮和环己酮等酮类化合物一般用来做油墨的有机溶剂;第三为苯系物类化合物,占比 6.6%,甲苯和二甲苯等一般用作溶剂型油墨的稀释剂。

企业 B(包装物印刷工序)印刷工序所排放的挥发性有机物成分中乙酸乙酯、异丙醇、乙酸丙酯、乙醇、丁酮、邻/间/对二甲苯、环己酮、1-癸烯、丙酮的质量浓度占到了总浓度的 96%。质量浓度占比最高的为乙酸酯类化合物,达 47.6%,主要来源于溶剂型油墨;其次为异丙醇和乙醇等醇类化合物,占比 22.9%,异丙醇主要存在于胶黏剂的稀释剂中,乙醇主要来源于水性油墨和润版液的稀

释剂;酮类化合物质量浓度占比达 18.7%,主要化
合物丁酮和环己酮来源于油墨的有机溶剂;苯系

物的质量浓度占比为 7.5%,主要来源于溶剂型油
墨的稀释剂。

表 2 企业 A 印刷工序产生废气中 VOCs 主要成分及其质量浓度

Table 2 Components and concentrations of VOCs in waste gas from printing project of enterprise A			
序号	化合物名称	产生浓度/(mg·m ⁻³)	占比/%
1	异丙醇	3.792	55.4
2	丙醇	1.150	16.8
3	丙酮	0.825	12.1
4	甲苯	0.383	5.6
5	二氯甲烷	0.269	3.9
6	乙酸乙酯	0.181	2.6
7	正己烷	0.136	2.0
8	乙酸丁酯	0.030	0.4
9	苯	0.020	0.3
10	乙苯	0.017	0.2
11	间/对二甲苯	0.017	0.2
12	邻二甲苯	0.016	0.2

表 3 企业 B 印刷工序产生废气中 VOCs 主要成分及其质量浓度

Table 3 Components and concentrations of VOCs in waste gas from printing project of enterprise B			
序号	化合物名称	产生浓度/(mg·m ⁻³)	占比/%
1	乙酸乙酯	22.140	35.0
2	异丙醇	7.807	12.4
3	乙酸丙酯	6.990	11.1
4	乙醇	6.620	10.5
5	丁酮	6.160	9.7
6	邻/间/对二甲苯	4.550	7.2
7	环己酮	3.500	5.5
8	1-癸烯	1.643	2.6
9	丙酮	1.572	2.5
10	丙二醇单甲醚乙酸酯	0.876	1.4
11	2-庚酮	0.292	0.46
12	2-壬酮	0.284	0.45
13	正己烷	0.229	0.36
14	甲苯	0.174	0.28
15	庚烷	0.132	0.21
16	苯甲醛	0.115	0.18
17	环戊酮	0.073	0.12
18	苯	0.038	0.06
19	乙酸丁酯	0.038	0.06

根据所调研的两家企业印刷工序废气的监测结果可看出,不干胶标签印刷工艺所排放的挥发性有机废气中化合物主要为来自胶黏剂的异丙醇、丙醇,以及来自油墨及其稀释剂的丙酮、甲苯

和二氯甲烷;包装印刷工艺所排放的挥发性有机废气中化合物主要为来自油墨的乙酸乙酯、乙酸丙酯、丁酮和环己酮,来自胶黏剂的异丙醇,来自稀释剂的乙醇和二甲苯。

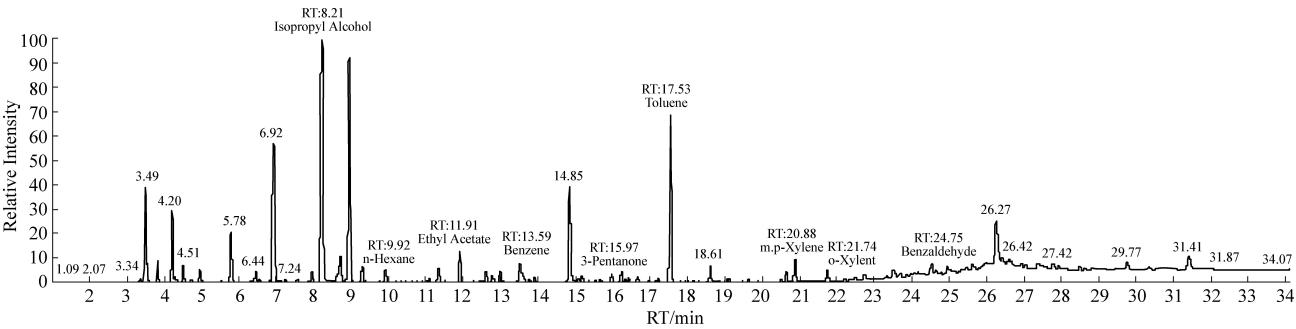


图 1 企业 A 印刷工序产生的挥发性有机物 GC-MS 定量分析谱图

Fig.1 GC-MS spectrum of VOCs in waste gas from printing project of enterprise A

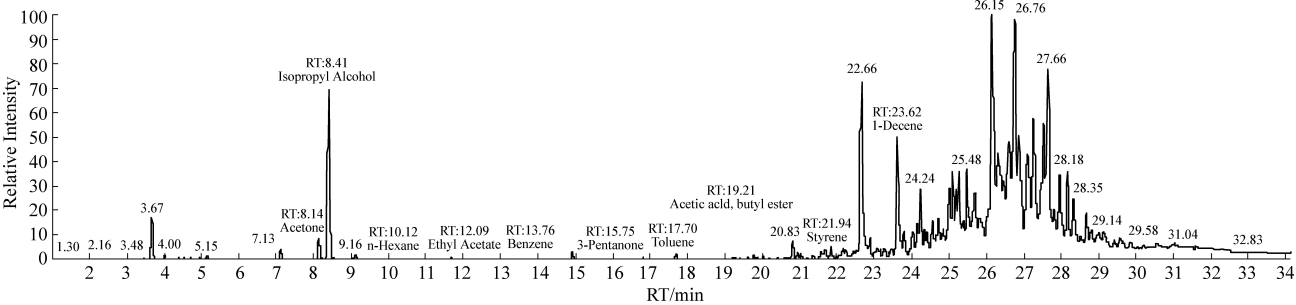
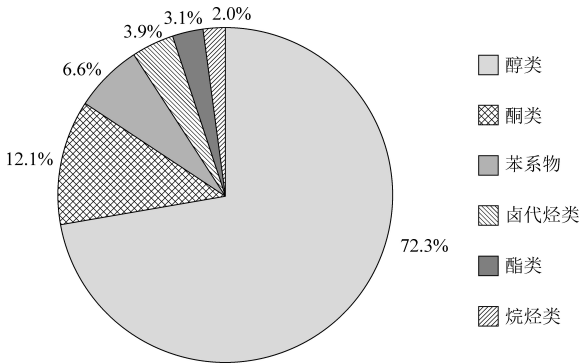


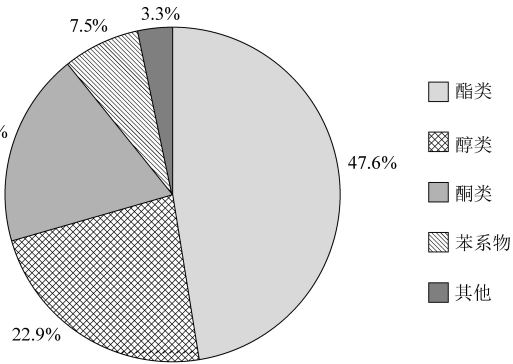
图 2 企业 B 印刷工序产生的挥发性有机物 GC-MS 定量分析谱图

Fig.2 GC-MS spectrum of VOCs in waste gas from printing project of enterprise B



企业A主要挥发性有机污染物类别占比

图 3 不干胶标签印刷工序产生的废气中 VOCs 类别占比
Fig.3 Proportion of VOCs components in waste gas generated by sticker printing process



企业B主要挥发性有机污染物类别占比

图 4 包装物印刷工序产生的废气中 VOCs 类别占比
Fig.4 Proportion of VOCs components in waste gas generated by package printing process

2.2 达标与治理效果评估

2.2.1 废气参数特点

根据 2 个印刷项目的监测数据,了解典型印刷企业的废气排放特点,并对其达标情况与治理效果进行评估。烟气温度、含湿量和标干废气排放量等烟气参数是有组织废气监测的重要参数,两家企业印刷工序所排放废气的参数见表 4 所示。根据现场监测数据,目前印刷企业排放的废气一般为常温排放,与所在环境的温度相同;废气的含湿量较低,一般在 1.0%~3.0%之间;因印刷机器一般较大、数量较多,为保证废气收集效果,

风机的额定风量一般均在 10 000 m³/h 以上,本文所调查的两家印刷企业的实测标干废气量分别为 9 645 Nm³/h 和 25 686 Nm³/h,根据两家企业实际油墨、稀释剂和胶黏剂等含挥发性有机污染物的原辅材料使用量的工况统计数据,用排污系数法核算 VOCs 产生量与实测产生量对比,两家企业的集气效率均在 96%以上,说明风机风量较适当。

2.2.2 净化设施及其处理效果

废气净化处理一般从收集设施和净化处理设施两方面考虑,印刷工艺废气中 VOCs 治理常用的可行技术包括吸附法和燃烧法两大类。本次调

研的两个印刷项目所使用的废气净化设施均为“UV 光氧化催化+活性炭吸附”组合治理技术。该类废气净化处理设施的处理效果不仅与烟气参数、VOCs 组分和浓度等废气特性有关,实际因活性炭装填量和品质、UV 灯管数量、功率和安装方式等设施本身技术性能导致差异很大。企业 A 的废气净化处理设施光催化氧化箱尺寸为 2.2 m×1.4 m×1.2 m(容积为 3.6 m³)、活性炭箱尺寸为 1.6 m×1.4 m×1.2 m(容积为 2.6 m³),初效过滤箱具有 4 层聚酯纤维棉过滤层,催化氧化箱内装有 150 W 的 UV 灯管 40 根,活性炭箱内装有 0.5 m³ 蜂窝活性炭(碘值为 810 mg/g),监测前一日更换

加装。通过对净化设施前 VOCs 的产生量和净化设施后 VOCs 的排放量监测分析结果(见表 5),该设施对 VOCs 的净化处理效率约为 67%。企业 B 的废气净化处理设施光催化氧化箱尺寸为 4.2 m×1.4 m×1.2 m(容积为 7.1 m³)、活性炭箱尺寸为 10 m×1.4 m×1.2 m(容积为 16.8 m³),光催化氧化箱内装有 150 W 的 UV 灯管 160 根,活性炭箱内装有 4 m³ 蜂窝活性炭(碘值为 820 mg/g),监测前一日进行更换加装。通过对净化设施前 VOCs 的产生量和净化设施后 VOCs 的排放量监测分析结果(见表 6),该设施对 VOCs 的净化处理效率约为 61%。

表 4 企业印刷工序有组织废气排放相关烟气参数

Table 4 Parameters of organized waste gas emission from enterprise printing process

项目	单位	企业 A 有机废气 净化设施前	企业 A 有机废气 净化设施后	企业 B 有机废气 净化设施前	企业 B 有机废气 净化设施后
产生/排放浓度	mg/m ³	6.84	2.23	63.2	14.9
标干废气排量	Nm ³ /h	8 258	9 645	15 718	25 686
产生量/排放量	kg/h	0.06	0.02	0.994	0.383
烟温	℃	12~16	3~9	8~9	8~9
环境温度	℃	-5~0	3~9	8~9	8~9
含湿量	%	1.5~1.8	1.5~1.8	1.6~1.9	1.6~1.9
流速	m/s	12.4~13.2	9.6~10.2	6.6~7.8	8.6~9.5
监测断面截面积	m ²	0.196	0.282	0.606	0.785

表 5 企业 A 印刷工序的有机废气净化设施处理效率

Table 5 Treatment efficiency of VOCs from printing project of enterprise A by purification facilities

净化设施	化合物名称	处理设施前产生量/ (kg·h ⁻¹)	处理设施后排放量/ (kg·h ⁻¹)	净化处理效率/%
UV 光催化氧化+活性炭吸附	异丙醇	3.1×10 ⁻²	1.6×10 ⁻²	48
	丙醇	9.5×10 ⁻³	6.0×10 ⁻³	37
	丙酮	6.8×10 ⁻³	4.5×10 ⁻³	34
	甲苯	3.2×10 ⁻³	6.4×10 ⁻⁴	80
	二氯甲烷	2.2×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	36
	乙酸乙酯	1.5×10 ⁻³	0	100
	正己烷	1.1×10 ⁻³	4.2×10 ⁻⁴	62
	乙苯	2.5×10 ⁻⁴	0	100
	苯	1.7×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻⁴	35
	间/对二甲苯	1.4×10 ⁻⁴	0	100
	邻二甲苯	1.4×10 ⁻⁴	0	100
	苯甲醛	1.3×10 ⁻⁴	0	100
总挥发性有机物(VOCs)		0.06	0.02	67

表 6 企业 B 印刷工序的有机废气净化设施处理效率
Table 6 Treatment efficiency of VOCs from printing project of enterprise B by purification facilities

净化设施	化合物名称	处理设施前产生量/ (kg·h ⁻¹)	处理设施后排放量/ (kg·h ⁻¹)	净化处理效率/%
UV 光催化氧化+活性炭吸附	乙酸乙酯	0.348	0.058	83
	乙酸丙酯	0.110	0.076	31
	乙酸丁脂	0.001	0.001	0
	丙二醇单甲醚乙酸酯	0.014	0.005	64
	异丙醇	0.123	0.069	44
	乙醇	0.104	0.049	53
	丙酮	0.025	0.018	28
	丁酮	0.097	0.034	65
	环己酮	0.055	0.025	55
	2-庚酮	0.005	0	100
	2-壬酮	0.004	0.004	0
	环戊酮	0.001	0	100
	邻/间/对二甲苯	0.072	0.030	58
	甲苯	0.003	0.001	67
	苯	0.001	0.001	0
	1-癸烯	0.026	0.007	73
	庚烷	0.002	0	100
	正己烷	0.004	0.003	25
	苯甲醛	0.002	0.002	0
	总挥发性有机物(VOCs)	0.994	0.383	61

由上述分析可知,“UV 光氧催化+活性炭吸附”组合治理设施对两类主要组分含量差异较大的印刷废气的总体净化处理效率比较接近,均在 60%左右,但从对每种组分的净化效果情况分析,却有一定的异同,对两种有机废气中醇类化合物的净化效率均在 50%左右;对酮类化合物的净化效率相差较大,在 30%~100%之间不等;两种废气中的苯含量虽然都比较少,但治理措施对其净化效率均不高,对除苯以外的苯系物的净化效率在 60%~100%之间不等;A 印刷废气中仅含微量的乙酸乙酯,能够 100%被活性炭吸附,而 B 印刷废气中乙酸酯类化合物约占 50%,其净化效率为 80%左右,可能与活性炭的吸附效果相关。

3 结 语

印刷不干胶标签项目排放的有机废气主要成分为异丙醇、丙醇、丙酮、甲苯、二氯甲烷和乙酸乙酯,主要来源于其所使用的的胶黏剂及稀释剂、油

墨的有机溶剂和溶剂型油墨的稀释剂。包装物印刷项目排放的有机废气主要成分为乙酸乙酯、异丙醇、乙酸丙酯、乙醇、丁酮、邻/间/对二甲苯、环己酮、1-癸烯和丙酮,主要来源于溶剂型油墨、胶黏剂的稀释剂、水性油墨和润版液的稀释剂和溶剂型油墨及其稀释剂。两种废气采用的“UV 光氧催化+二级活性炭”净化设施对 VOCs 的净化效率均可达到 60%以上,均能满足达标排放要求,但各组分初始含量也在一定程度上影响净化效率。因此,在印刷行业 VOCs 的治理和减排措施中,需从源头消减控制的角度,鼓励印刷企业使用植物油基油墨、辐射固化油墨、低(无)醇润版液等低(无)VOCs 含量的原辅材料,并进一步改进印刷生产工艺和优化废气收集净化处理设施的技术条件。现有监测技术方法的局限性可能导致监测结果与实际废气排放情况不可能完全一致,仅以现阶段最科学的研究方法得出以上结果,以期为我国印刷行业 VOCs 的减排和监管提供基础数据支撑。

参考文献

- [1] GB 37822—2019, 挥发性有机物无组织排放控制标准 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2019.
- [2] 修光利, 吴应, 王芳芳, 等. 我国固定源挥发性有机物污染管控的现状与挑战 [J]. 环境科学研究, 2020, 33 (9): 2048–2060.
- [3] BAI J H, G DE LEEUW R, Van der A I, et al. Variations and photochemical transformations of atmospheric constituents in North China [J]. Atmospheric Environment, 2018, 189: 213–226.
- [4] JENKIN M E, HAYMAN G D. Photochemical ozone creation potential for oxygenated volatile organic compounds: Sensitivity to variations in kinetic and mechanistic parameters [J]. Atmospheric Environment, 1999, 33 (8): 1275–1293.
- [5] HJ 1089—2020, 印刷工业污染防治可行技术指南 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2020.
- [6] 王敏燕, 姚震, 聂磊, 等. 基于含 VOCs 原辅材料和产污环节实测的印刷行业 VOCs 排放特征分析 [J]. 环境科学研究, 2021, 34 (1): 114–123.
- [7] 王家德, 吕建章, 李文娟, 等. 浙江省包装印刷行业挥发性有机物排放特征及排放系数 [J]. 环境科学, 2018, 39 (8): 3552–3556.
- [8] 芦柯仰. 常州市印刷行业 VOCs 污染防治情况专题调研 [J]. 印刷工业, 2021 (2): 63–67.
- [9] 王学臣, 聂赛赛, 王帅, 等. 拉链排咪、塑料制品和印刷行业 VOCs 排放特征比对分析 [J]. 环境监测管理与技术, 2020, 32 (6): 65–67.
- [10] 杨杨, 杨静, 尹沙沙, 等. 珠江三角洲印刷行业 VOCs 组分排放清单及关键活性组分 [J]. 环境科学研究, 2013, 26 (3): 326–333.
- [11] 李如梅, 闫雨龙, 李颖慧, 等. 印刷厂清洗过程中 VOCs 的恶臭污染及消失 [J]. 环境化学, 2020, 39 (9): 2608–2616.
- [12] 窦德星, 于宏兵, 张艳芳, 等. 包装印刷业 VOCs 污染特征分析 [J]. 化工环保, 2019, 39 (3): 342–348.
- [13] 梁小明, 孙西勃, 徐建铁, 等. 中国工业源挥发性有机物排放清单 [J]. 环境科学, 2020, 41 (11): 4767–4775.
- [14] 王瑛. 挥发性有机物 VOCs 处理技术的研究进展 [J]. 能源环境保护, 2018, 32 (6): 7–11.
- [15] 黄心, 刘荣, 李红梅, 等. VOCs 处理技术研究进展 [J]. 广州化工, 2021, 49 (13): 30–34+49.
- [16] 王效国, 吴宇峰, 关玉春, 等. 固定源废气高浓度挥发性有机物的检测方法研究 [J]. 环境污染与防治, 2019, 41 (7): 820–823.
- [17] HJ 734—2014, 固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2014.
- [18] DB 12/524—2020, 天津市工业企业挥发性有机物排放控制标准 [S].