

国内外印刷业挥发性有机物排放标准比较研究

张青梅¹, 刘 湛¹, 罗华飞², 罗达通¹

- (1. 湖南省环境保护科学研究院, 湖南 长沙 410004;
2. 苏交科集团股份有限公司, 江苏 南京 210017)

摘要: 对我国、美国、欧盟印刷业挥发性有机物相关排放标准(或指令)进行了研究, 对比了污染物项目、控制指标、限值严格程度、实施手段等方面的异同, 提出了标准建议, 为我国印刷业挥发性有机物制定减排方案和处理技术方案提供参考, 有助于提高环境管理和污染控制水平。

关键词: 印刷业; 挥发性有机物; 排放标准

中图分类号: X513

文献标志码: A

DOI: 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2018.05.009

A Comparative Study of Domestic and Foreign Emission Standards of Volatile Organic Compounds for Printing Industry

Zhang Qingmei¹, Liu Zhan¹, Luo Huafei², Luo Datong¹

- (1. Hunan Research Academy of Environmental Science, Changsha 410004, China; 2. JSTI Co., Ltd., Nanjing 210017, China)

Abstract: Based on the research of emission standards of volatile organic compounds for printing industry in China, the U. S. A. and EU, similarities and differences in the pollutant projects, control indicators, limits stringent degrees, and means of implementation were discussed. Standard suggestions were proposed, providing reference for the formulation of emission reduction schemes and treatment technical schemes for volatile organic compounds in printing industry, which was helpful to improve the levels of environmental management and pollution control.

Keywords: Printing Industry; Volatile Organic Compound; Emission Standard

CLC number: X513

近年来,我国城市正面临高浓度细粒子($\text{PM}_{2.5}$)及臭氧(O_3)为特征的区域大气复合污染,雾霾与光化学烟雾污染频发^[1-2]。挥发性有机物作为 O_3 和 $\text{PM}_{2.5}$ 的重要前体物,是我国当前区域性复合型大气污染的重要根源之一^[3-4]。而邻近挥发性有机物排放源的一些区域,已出现了人群健康损害(如中毒、致癌)和臭味扰民等问题。与挥发性有机物污染形势的严重性相比,我国的环境管理相对滞后,但近年来,挥发性有机物污染已得到环保部门和其他部门的高度重视。2010年,我国首次将挥发性有机物列为改善大气环境质量

防控重点。2013年出台的《大气污染防治行动计划》,将挥发性有机物污染防治工作提到了新的战略高度。地方政府相继出台印刷业挥发性有机物排放标准,将挥发性有机物污染防治纳入其重点工作。排放标准是环境管理的基本手段,国内外都非常重视排放标准制定工作和执行工作。对比研究国内外印刷业挥发性有机物排放标准,可以借鉴国外的污染物控制指标,明确我国标准与国外标准之间的差异,有利于提高印刷业挥发性有机废气的污染控制水平。

收稿日期: 2018-05-05

基金项目: 湖南省环保专项资金项目(湘财建指[2017]18号);国家环境保护公益性行业科研专项(201509019);湖南省科技计划项目(2017SK2321)资助

作者简介: 张青梅(1983-),女,硕士、助理研究员。研究方向:大气环境科学。E-mail:94616944@qq.com

通信作者: 刘 湛, E-mail:25392252@qq.com

1 国外印刷业挥发性有机物排放标准

1.1 欧盟

欧盟环保标准大多以指令的形式发布。2010 年,欧盟议会与欧盟理事会发布了《欧盟工业排放指令》(欧盟污染防控一体化指令)(2010/75/EC

指令)^[5],其中第五章“关于使用有机溶剂的设备和工业活动的特殊条款”中对某些使用有机溶剂的生产活动和装置造成的挥发性有机物排放做出了规定。对印刷行业平版印刷、凹版印刷、柔版印刷和丝网印刷,及覆膜、上光等工序中 VOCs 排放限值及溶剂逃逸量作了具体规定,见表 1。

表 1 2010/75/EC 指令(印刷业)

工业活动 (每年溶剂消费量/t·a ⁻¹)	溶剂消费 限值/t·a ⁻¹	废气中挥发性有机物 排放限值/mgC·Nm ⁻³	逃逸溶剂限值(投入使用 溶剂的百分数)	
			新建	已有
热固转轮胶版印刷(>15)	15~25	100	30 ⁽¹⁾	
	大于 25	20	30 ⁽¹⁾	
出版物凹版轮转影印(>25)	/	75	10	15
其它凹版印刷,柔版印刷,丝网 印刷,覆膜或上光工序(>15) 织物/硬纸板上的丝网印刷(>30)	15~25	100	25	
	大于 25	100	20	
	大于 30 ⁽¹⁾	100	20	

注:(1)残留在产品中的溶剂不计为逃逸溶剂。

除了对印刷过程中挥发性有机物排放的限制外,该法规还允许生产者制定符合生产实际情况的污染物排放削减方案。该法规同时要求各欧盟成员国履行与该法规的相关的义务,包括实施减少工业排放挥发性有机物的国家计划,在成员国之间交流有关工业污染控制的信息,监督生产者监测排放数据及每隔 3 年各国需提交法规执行情况报告等义务。

1.2 美国

美国大气污染物排放标准将常规污染物与有害大气污染物分开进行控制。1996 年 5 月 30 日,美国环保署公布了《印刷出版业有害空气污染物的排放标准》,此标准针对出版物凹版印刷、包装凹版印刷及柔性版印刷生产中产生的有害空气污染物做出了排放要求^[6]。2006 年对该法规又作了一些微小的修订。这份法规要求已建和新建的有害空气污染物(HAP)主要排放源和面源单位必须采用最佳可利用控制技术(maximum achievable control technology, MACT)来控制有害空气污染物。指标见表 2。

HAP 主要排放源、面源分别指任意一种 HAP 排放量超过 10 t/a 或几种 HAP 的混合排放量超过 25 t/a 排放量的单位场所,比主要排放源 HAP

排放量少的单位场所。

从国外印刷业排放标准来看,欧盟和美国标准都针对不同印刷方式制定了不同的挥发性有机物排放浓度限值。且美国和欧盟针对挥发性有机物控制标准都有基于最佳示范技术,保证了标准的可实施性,因此排放标准的污染控制效果非常明显。

欧盟与美国印刷业挥发性有机物排放标准的不同之处在于,欧盟指令还针对印刷用溶剂制定了逃逸溶剂限值,重视对污染源头进行控制;美国《印刷出版业有害空气污染物的排放标准》制定了削减效率限值和捕集效率限值,重视末端治理技术的先进性和有效性。

2 国内印刷业挥发性有机物排放标准

目前,我国国家标准尚未发布印刷业挥发性有机物排放标准,已有地方印刷业标准挥发性有机物控制项目一般为苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃和挥发性有机物,制定了排放浓度限值、排放速率限值和无组织排放浓度限值。而为控制稀释排放,又制定了最高允许排放速率限值和无组织排放浓度限值。此外,国内各地方印刷业挥发性有机物排放标准规定的排气筒高度一般在 15 m 左右。北京、河北、陕西标准未做出排放速率限值规

表 2 印刷出版业有害空气污染物的排放标准 (EPA)

工业活动	HAP 排放 限值	HAP 排放限值百分数说明	HAP 的 削减效率	其他要求
出版业转 轮凹印	≤8%	HAP 排放量/总挥发性物质使用量	≥92%	捕集效率≥75%
	≤5%	HAP 排放量/HAP 使用量		
产品和包装 转轮凹印及 宽网面柔性 版印刷	≤4%	HAP 排放量/(油墨 + 油漆 + 粘结剂 + 表面处理剂 + 溶剂 + 还原剂 + 稀释剂和 其它使用原料质量)	≥90%	包装凹版印刷捕集效率≥65% , 柔版印刷捕集效率≥60%
	≤20%	HAP 排放量/使用固体量或 使用原料中固体质量		
	≤版胶印平版胶	/	/	无处理设备
热固转轮 平版胶印	/	/	≥90%	焚烧炉可以达到 90% 的 处理效率
	/	/	≥75%	润版液冷凝回收系统对 非异丙醇有机物的去除效率

定。重庆市标准中挥发性有机物为选择性控制指标。四川标准中制定了乙酸乙酯和乙酸丁酯排浓度和排放速率限值,“现有企业排放浓度乙酸乙酯和乙酸丁酯”排放浓度分别为 60。排放浓度均为 60 mg/m³,”新建企业乙酸乙酯和乙酸丁酯排

放浓度”均为 40 mg/m³。“现有企业乙酸乙酯和乙酸丁酯”排放速率分别为 2 kg/h,“新建企业乙酸乙酯和乙酸丁酯排放速率”分别为 1.7 kg/h。各地方标准的对比情况见表 3~5。

表 3 国内印刷业挥发性有机物排放浓度对比情况

标准名称		标准实施时间	苯	甲苯	二甲苯	甲苯和二 甲苯合计	非甲烷 总烃	挥发性 有机物
重庆市《包装印刷大气 污染物排放标准》 ^[7]	I 时段	2017.06.04 – 2018.6.30	6	/	/	主城区 70 其他区域 80	主城区 100 其他区域 120	主城区 120 其他区域 140
	II 时段	2018.7.1 –	1	/	/	主城区 15 其他区域 18	主城区 60 其他区域 80	主城区 80 其他区域 100
四川省《固定污染 源大气挥发性有机 物排放标准》 ^[8]	I 时段	特别控制区域 2017.8.1 – 2017.12.31 重点控制区域 2017.8.1 – 2018.6.30 其它控制区域 2017.8.1 – 2018.12.31	1	5	15	/	/	80
	II 时段	特别控制区域 2018.1.1 – 重点控制区域 2018.7.1 – 其它控制区域 2019.1.1 –	1	3	12	/	/	60
北京市《印刷业大气污 染物排放标准》 ^[9]	I 时段	2015.7.1 – 2016.12.31	0.5	/	/	15	50	/
	II 时段	2017.1.1 –	0.5	/	/	10	30	/
广东省《印刷行业 挥发性有机化合物 排放标准》 ^[10]	I 时段	2010.11.1 – 2012.12.31	1	/	/	30	/	120 ⁽¹⁾ 、180 ⁽²⁾
	II 时段	2013.1.1 –	1	/	/	15	/	80 ⁽¹⁾ 、120 ⁽²⁾
天津市《工业企业 挥发性有机物排放 控制标准》 ^[11]	I 时段	2014.8.1 – 2015.12.31	1	/	/	30	/	80 ⁽³⁾ 、100 ⁽⁴⁾
	II 时段	2016.1.1 –	1	/	/	15	/	50

续表 3

河北省《工业企业挥发性有机物排放控制标准》 ^[12]	现有企业 2017. 7. 1 – ; 新建企业 2016. 2. 24 –	1	/	/	15	15	/
陕西省《挥发性有机物排放控制标准》 ^[13]	现有企业 2018. 2. 10 – ; 新建企业 2017. 2. 10 –	1	3	12	/	80	/
上海市《印刷业大气污染物排放标准》 ^[14]	现有企业 2016. 7. 1 – ; 新建企业 2015. 3. 1 –	1	3	12	/	50	/
湖南省《印刷业挥发性有机物排放标准》 ^[15]	2018. 1. 1 –	1	3	12	/	50	100

注:(1)平版印刷(不含以金属、陶瓷、玻璃为承印物的平版印刷)、柔性版印刷;
注:(2)凹版印刷、凸版印刷、丝网印刷、平版印刷(以金属、陶瓷、玻璃为承印物的平版印刷);
注:(3)平版印刷(不含以金属、陶瓷、玻璃为承印物的平版印刷)、柔性版印刷的制版、印刷、涂布、印后加工等工艺;
注:(4)凹版印刷、凸版印刷、丝网印刷、平版印刷(含以金属、陶瓷、玻璃为承印物的平版印刷)的制版、印刷、涂布、印后加工等工艺。

表 4 国内印刷业挥发性有机物排放速率对比情况 kg·h⁻¹

标准名称		标准实施时间	苯	甲苯	二甲苯	甲苯和二甲苯合计	非甲烷总烃	挥发性有机物
重庆市《包装印刷大气污染物排放标准》	I 时段	2017. 06. 04 – 2018. 6. 30	0.5	/	/	4.1	10	14
	II 时段	2018. 7. 1 –	主城区 0.36 其他区域 0.4	/	/	主城区 1.6 其他区域 1.9	主城区 4.3 其他区域 5.1	主城区 5.7 其他区域 7.2
四川省《固定污染源大气挥发性有机物排放标准》	I 时段	特别控制区域 2017. 8. 1 – 2017. 12. 31 重点控制区域 2017. 8. 1 – 2018. 6. 30 其它控制区域 2017. 8. 1 – 2018. 12. 31	0.3	0.8	1.0	/	/	4.0
	II 时段	特别控制区域 2018. 1. 1 – 重点控制区域 2018. 7. 1 – 其它控制区域 2019. 1. 1 –	0.2	0.6	0.9	/	/	3.4
广东省《印刷行业挥发性有机化合物排放标准》	I 时段	2010. 11. 1 – 2012. 12. 31	0.4	/	/	1.8	/	5.4 ⁽¹⁾ 、5.1 ⁽²⁾
	II 时段	2013. 1. 1 –	0.4	/	/	1.6	/	5.4 ⁽¹⁾ 、5.1 ⁽²⁾
天津市《工业企业挥发性有机物排放控制标准》 ⁽²⁾	I 时段	2014. 8. 1 – 2015. 12. 31	0.2	/	/	1.0	/	2.5 ⁽³⁾ 、1.5 ⁽⁴⁾
	II 时段	2016. 1. 1 –	0.2	/	/	0.5	/	2.5 ⁽³⁾ 、1.5 ⁽⁴⁾
上海市《印刷业大气污染物排放标准》		现有企业 2016. 7. 1 – ; 新建企业 2015. 3. 1 –	0.03	0.1	0.4	/	1.5	/
湖南省《印刷业挥发性有机物排放标准》		2018. 1. 1 –	0.2	0.3	0.5	/	2.0	4.0

注:(1)平版印刷(不含以金属、陶瓷、玻璃为承印物的平版印刷)、柔性版印刷;
注:(2)凹版印刷、凸版印刷、丝网印刷、平版印刷(以金属、陶瓷、玻璃为承印物的平版印刷);
注:(3)平版印刷(不含以金属、陶瓷、玻璃为承印物的平版印刷)、柔性版印刷的制版、印刷、涂布、印后加工等工艺;
注:(4)凹版印刷、凸版印刷、丝网印刷、平版印刷(含以金属、陶瓷、玻璃为承印物的平版印刷)的制版、印刷、涂布、印后加工等工艺。

表 5 国内印刷业挥发性有机物无组织排放对比情况						mg·m ⁻³
标准名称	苯	甲苯	二甲苯	甲苯和二甲苯合计	非甲烷总烃	挥发性有机物
重庆市《包装印刷大气污染物排放标准》	厂界 0.1 印刷生产场所 0.1	/	/	厂界 0.8 印刷生产场所 2	厂界 4 印刷生产场所 6	厂界 6 印刷生产场所 8
四川省《固定污染源大气挥发性有机物排放标准》	HJ/T-55 ⁽¹⁾ 0.1	HJ/T-55 ⁽¹⁾ 0.2	HJ/T-55 ⁽¹⁾ 0.2	/	/	HJ/T-55 ⁽¹⁾ 2.0
北京市《印刷业大气污染物排放标准》I 时段	厂界 0.1 印刷生产场所 0.1	/	/	厂界 0.5 印刷生产场所 2.0	厂界 2.0 印刷生产场所 6.0	/
北京市《印刷业大气污染物排放标准》II 时段	厂界 0.1 印刷生产场所 0.1	/	/	厂界 0.2 印刷生产场所 1.0	厂界 1.0 印刷生产场所 3.0	/
广东省《印刷行业挥发性有机化合物排放标准》	HJ/T-55 ⁽¹⁾ 0.1	HJ/T-55 ⁽¹⁾ 0.2	HJ/T-55 ⁽¹⁾ 0.2	/	/	HJ/T-55 ⁽¹⁾ 2.0
天津市《工业企业挥发性有机物排放控制标准》	厂界 0.1	厂界 0.6	厂界 0.2	/	/	厂界 2.0
河北省《工业企业挥发性有机物排放控制标准》	厂界 0.1 印刷生产场所 0.4	厂界 0.6 印刷生产场所 1.0	厂界 0.2 印刷生产场所 1.2	/	厂界 2.0 印刷生产场所 4.0	/
陕西省《挥发性有机物排放控制标准》	厂界 0.1	厂界 0.3	厂界 0.3	/	厂界 3 厂区 10	/
上海市《印刷业大气污染物排放标准》	厂界 0.1	厂界 0.2	厂界 0.2	/	厂界 4.0	/
湖南省《印刷业挥发性有机物排放标准》	/	/	/	/	/	厂界 4 厂区 10

注:(1)参照 HJ/T-55 设置无组织排放监控点,含厂界外 10 m 范围内的监控点。

我国《环境标志产品技术要求》对油墨中挥发性有机物含量限值做出了规定,但不是强制性标准。根据湖南省印刷业挥发性有机物排放标准编制组对湖南省印刷企业的调研结果可知,湖南省凹印企业即用状态油墨挥发性有机物含量 50% ~ 80%,远远高于欧盟指令中不高于 30% 的逃逸溶剂限值。湖南省印刷企业的挥发性有机物捕集效率为 20% ~ 40%,远低于美国环保署的《印刷出版业有害空气污染物的排放标准》不低于 60% 的规定。

3 建议

印刷企业要达标排放,需要从优控污染物、生产工艺、控制技术、监控监督机制等方面进行改进:

(1)采用清洁生产工艺,使用无苯溶剂和不含或少含挥发性有机物的原材料作为替代品。用洗车水代替汽油、煤油作为清洗剂;采用水性油墨、UV 油墨替代溶剂型油墨;润版液中的异丙醇、甲醇可用酒精替代品来取代;使用水性上光油或 UV 上光油替代溶剂型上光油;使用水性覆膜胶、水性胶黏剂或聚氨酯型热熔胶来代替溶剂型原料;使用单一溶剂,再回收利用。

(2)加强过程控制。减少原材料消耗或原材料中挥发性有机物的挥发。提高烘箱的效能,获得最小的排风量和最小的挥发性有机物排放量;采用封闭式刮刀系统;裱糊工序胶水全封闭循环使用;使用油墨计算软件计算油墨用量,减少油墨浪费;采用中央供墨系统和润版液配置系统;建立并实施剩余油墨综合利用控制制度;提高挥发性有机物的捕集效率。

(3)提升末端污染物控制水平。加大末端处理资金投入,提高挥发性有机物去除率。我国水印刷业挥发性有机物排放控制已达到国际先进控制水平,吸附+催化燃烧处理技术、轮转浓缩+蓄热燃烧处理技术对印刷业有机废气中挥发性有机物的去除率高达 95%,但资金投入较多,只要能保证资金投入,采用此类技术可大幅削减污染物排放量。

(4)建立监控监督机制。按照国家统一的挥发性有机物监测要求和方法,提高标准的执行的准确性和公平性;以现有的印刷业挥发性有机物

(下转第 67 页)