

《印刷工业大气污染物排放标准
(征求意见稿)》编制说明

《印刷工业大气污染物排放标准》编制组

二〇一九年十二月

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 行业概况	2
2.1 我国印刷工业概况.....	2
2.2 国外印刷工业概况.....	2
3 标准制订的必要性	3
3.1 国家及生态环境主管部门对印刷工业的环保要求.....	3
3.2 国家其他部门对印刷工业的环保要求.....	4
3.3 行业发展带来的主要环境问题.....	4
3.4 现行环保标准存在的主要问题.....	4
4 行业产排污情况及污染防治技术分析.....	5
4.1 生产工艺及原辅材料.....	5
4.2 大气污染物产生情况.....	5
4.3 行业排污现状.....	6
4.4 污染防治技术.....	6
5 标准制订的原则与思路.....	7
5.1 基本原则	7
5.2 总体思路	7
6 标准主要技术内容及确定依据.....	8
6.1 标准内容设置.....	8
6.2 标准适用范围.....	8
6.3 标准结构框架.....	8
6.4 术语和定义	8
6.5 污染物项目的选择.....	9
6.6 污染物排放限值的确定.....	9
6.7 监测方法的适用性.....	11
7 主要国家、地区及国际组织相关标准研究.....	11
7.1 本标准与国外相关标准对比研究.....	11
7.2 本标准与国内相关标准对比研究.....	11
8 实施本标准的成本效益分析.....	12
8.1 实施本标准的环境效益.....	12
8.2 实施本标准的成本分析.....	12

《印刷工业大气污染物排放标准（征求意见稿）》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

2013年2月，原环境保护部印发《关于开展2013年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办函〔2013〕154号），下达了《印刷包装业大气污染物排放标准》的制订任务，项目统一编号为2013-4，广东省环境科学研究院牵头承担标准编制工作，华南理工大学作为协作单位共同参与标准制订。

1.2 工作过程

1. 成立标准编制组

2013年4月，项目承担单位接受任务后，立即成立了标准编制组。

2. 资料收集和调查研究

2013年5月~12月，编制组查阅了大量资料，研究分析了我国印刷工业发展情况、产品结构、产业布局、产业规模、工艺路线、工艺装备、原辅材料使用、印刷生产工艺、污染物产生与排放特征、污染物排放控制技术等情况；国外印刷工业发展情况、大气污染控制法律、法规及排放标准等；对典型印刷企业进行实地调查，了解企业产排污节点及排放状况。

3. 标准开题论证

2014年1月，在调查研究基础上，结合国外相关排放标准，并在征求行业有关专家意见的基础上，完成了标准开题报告以及标准草案。2014年2月25日，原环境保护部科技司在北京组织召开《印刷包装业大气污染物排放标准》开题论证会和标准草案研讨会，论证委员会专家组对标准开题报告及标准草案进行了审阅。专家组充分肯定标准编制组前期调研工作，建议进一步研究确定标准适用范围，对治理方案的技术经济性和标准实施对行业发展的影响进行深入研究。

4. 企业现场调研与监测

2014年3月~2015年12月，编制组选取京津冀、长三角和珠三角等多家代表性印刷企业，对企业生产工艺、原辅材料使用情况、清洁生产工艺技术、大气污染物排放和末端治理情况进行了现场调查和监测，重点调查了污染治理装置的处理工艺流程、效果、主要设备及投资费用、处理费用、污染物排放去向等；同时还多次组织开展座谈和咨询，研究分析了国内外主要油墨厂商及其产品生产情况。

5. 环境、经济影响分析及补充监测

2016年~2018年，编制组根据标准制订思路，进一步开展实地调研和研究，包括：对油墨生产企业、印刷生产企业进行补充调研分析；开展标准实施的经济影响分析、环境影响分析；通过参与行业挥发性有机物综合整治交流会和研讨会、开展行业资讯专题检索、问卷调查等形式，持续跟踪印刷工业生产与大气污染治理技术发展；对有关企业进行了补充监测。

6. 形成征求意见稿

2015年底，完成了标准文本与编制说明（征求意见稿初稿），并于2016年~2017年，多次修改完善。2018年~2019年6月，多次召开标准征求意见稿研讨会，进一步完善标准征求意见稿与编制说明。

7. 召开征求意见稿技术审查会，提交征求意见稿和编制说明

2019年8月14日，生态环境部大气环境司主持召开了标准征求意见稿技术审查会，审

议委员会通过了本标准征求意见稿的审议，并提出了修改建议。会后，编制组对标准文本和编制说明进行了修改完善，并与行业专家、有关管理部门沟通与讨论后，建议将标准名称调整为《印刷工业大气污染物排放标准》，形成标准征求意见稿及编制说明。

2 行业概况

2.1 我国印刷工业概况

1979年~2017年，我国印刷工业产值年均增长率为15.7%。根据国家主管部门对印刷企业年度核验统计，2018年我国印刷总产值12712.1亿元，同比增长5.4%；全国共有各类印刷企业98276家，从业人员270.4万人，利润总额716.5亿元，对外加工贸易额117.1亿美元。根据中国印刷及设备器材工业协会统计，到2018年包装装潢印刷已发展成为印刷工业产值占比最大的一类分支，占比约75%；剩余的报刊印刷、本册印刷、装订及印刷相关服务则分别占比约16%、6%和3%。

根据中国日用化工协会油墨分会发布的数据显示，2017年全国油墨大类产品产量约为74.2万吨，国内市场油墨消耗量约为73.2万吨。按产品结构，凹印油墨约占油墨总产量的42%，胶印油墨占37%，柔版油墨占10%，丝网油墨占5%，其他（喷墨及油墨辅助剂等）占比约6%。

2.2 国外印刷工业概况

根据全球印刷产值统计资料和史密斯斯皮拉（Smithers Pira）研究所网站发布的数据显示，2017年全球印刷产值为7850亿美元，预计到2022年将增长至8145亿美元。

2.2.1 美国

美国印刷工业产值约占全球市场30%。根据美国印刷工业协会的统计，2017年美国印刷工业总出货量为1652.66亿美元，印刷企业数量约4.3万个，提供了88万个就业机会。近几年在美国18个制造行业当中，印刷工业的出货量、新订单、产量、就业机会均排第一，出口额排第二。美国印刷工业以中小型企业为核心，并一直朝着印刷企业数量更少、单位印刷企业所含的产品种类更丰富的方向发展。

2.2.2 欧洲

欧洲印刷工业产值约占全球市场的25%。2015年，欧洲印刷工业共有企业11万家，从业人数约62.2万人，销售额总计约800亿欧元。在欧洲，约89%的印刷企业员工少于10人，产生欧洲印刷工业总销售额的19%；拥有员工250人以上的欧洲印刷公司占比不足1%，产生19%的销售额。

德国是欧洲最大的印刷生产国。德国联邦就业局公布的数据显示，2015年德国印刷工业从业人员14.2万人，印刷企业数量8842家，营业额210亿欧元，印刷从业人员人均营业额超过14万欧元。德国印刷工业产值前三位为包装印刷、广告印刷、商业印刷，产值约占整个印刷市场的80%；按照产值计算的各种印刷工艺在市场上的份额分别是：胶版印刷42%、柔版印刷21%、凹版印刷13%、数字印刷12%、其他印刷12%。

2.2.3 日本

日本印刷产业包括印刷、制版、装订、印刷品加工业和印刷相关服务。根据日本经济产业省的统计数据显示，2014年日本印刷产业企业数量约2.58万家，从业人数29.8万人，销售额5.5万亿日元。其中，印刷业企业数量、从业人数、销售额分别占印刷产业的80.2%、83.5%和90%。

3 标准制订的必要性

3.1 国家及生态环境主管部门对印刷工业的环保要求

3.1.1 国务院发布的相关要求

2013年9月,《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》(国发〔2013〕37号)提出,“推进挥发性有机物污染治理”,“在包装印刷等行业实施挥发性有机物综合整治”以及“完善涂料、胶粘剂等产品挥发性有机物限值标准,推广使用水性涂料,鼓励生产、销售和使用低毒、低挥发性有机溶剂”。

2016年11月,国务院发布《“十三五”生态环境保护规划》(国发〔2016〕65号)要求,到2020年生态环境质量总体改善,重点地区重点行业挥发性有机物排放总量相比2015年降低10%。同时在该规划中,明确将印刷工业列为挥发性有机物控制的重点行业,要求印刷工业全面开展低挥发性有机物含量原辅料替代,改进生产工艺,以及实施包装印刷行业挥发性有机物综合整治。

2018年6月,《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》(国发〔2018〕22号)提出,“制定包装印刷等VOCs排放重点行业和油品储运销综合整治方案,出台泄漏检测与修复标准,编制VOCs治理技术指南。重点区域禁止建设生产和使用高VOCs含量的溶剂型涂料、油墨、胶粘剂等项目”。

3.1.2 国家生态环境主管部门发布的相关要求

2017年9月,原环境保护部印发的《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》(环大气〔2017〕121号)提出,要深入推进包装印刷行业挥发性有机物综合治理,推广使用低(无)VOCs含量的绿色原辅材料和生产工艺、设备,加强无组织废气收集,优化烘干技术,配套建设末端治理设施,实现包装印刷行业VOCs全过程控制;加强源头控制,大力推广使用水性、大豆基、能量固化等低(无)VOCs含量的油墨和低(无)VOCs含量的胶粘剂、清洗剂、润版液、洗车水、涂布液。对塑料软包装、纸制品包装等,推广使用柔印等低(无)VOCs排放的印刷工艺;在塑料软包装领域,推广应用无溶剂、水性胶等环境友好型复合技术。加强废气收集与处理;对油墨、胶粘剂等有机原辅材料调配和使用等,要采取车间环境负压改造、安装高效集气装置等措施,有机废气收集率达到70%以上;对转运、储存等,要采取密闭措施,减少无组织排放;对烘干过程,要采取循环风烘干技术,减少废气排放。对收集的废气,要建设吸附回收、吸附燃烧等高效治理设施,确保达标排放。

2018年1月,原环境保护部发布的《关于京津冀大气污染传输通道城市执行大气污染物特别排放限值的公告》(公告2018年第9号)要求,在京津冀大气污染传输通道城市(“2+26”城市),对于新建项目,目前国家排放标准中未规定大气污染物特别排放限值的行业,待相应排放标准制修订或修改后,新受理环评的建设项目执行相应大气污染物特别排放限值;对于现有企业,目前国家排放标准中未规定大气污染物特别排放限值的行业,待相应排放标准制修订或修改后,现有企业执行二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和挥发性有机物特别排放限值。

2019年6月,生态环境部印发的《重点行业挥发性有机物综合治理方案》(环大气〔2019〕53号)要求,“重点推进塑料软包装印刷、印铁制罐等VOCs治理,积极推进使用低(无)VOCs含量原辅材料和环境友好型技术替代,全面加强无组织排放控制,建设高效末端净化设施。重点区域逐步开展出版物印刷VOCs治理工作,推广使用植物油基油墨、辐射固化油墨、低(无)醇润版液等低(无)VOCs含量原辅材料和无水印刷、橡皮布自动清洗等技术,实现污染减排”,并提出行业强化源头控制、加强无组织排放控制、提升末端治理的要求。

3.2 国家其他部门对印刷工业的环保要求

3.2.1 国家发展改革委的要求

2018年12月,《中华人民共和国国家发展和改革委员会 中华人民共和国生态环境部 中华人民共和国工业和信息化部公告》(2018年第17号)发布了《印刷业清洁生产评价指标体系》,规定了印刷企业清洁生产的一般要求,包括生产工艺与装备要求,资源和能源消耗、资源综合利用、污染物产生、产品质量和清洁生产管理指标。

3.2.2 国家工业和信息化部要求

2010年10月,国家工业和信息化部发布《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录》(工产业〔2010〕第122号),规定含苯类溶剂油墨和凹版印刷的苯胺油墨为淘汰产品,一律不得转移、生产和销售。

2016年7月,工信部、原环境保护部等有关部门联合印发的《关于印发重点行业挥发性有机物削减行动计划的通知》(工信部联节〔2016〕217号)提出,“推广应用低(无)VOCs含量的绿色油墨、上光油、润版液、清洗剂、胶粘剂、稀释剂等原辅材料;鼓励采用柔性版印刷工艺和无溶剂复合工艺,逐步减少凹版印刷工艺、干式复合工艺”。

3.2.3 国家广播电视总局的要求

2011年,原新闻出版总署、原环境保护部联合发布《关于实施绿色印刷的公告》,提出在印刷行业实施绿色印刷战略,到“十二五”期末,基本建立绿色环保印刷体系,力争使绿色印刷企业数量占到我国印刷企业总数的30%,印刷产品的环保指标达到国际先进水平,淘汰一批落后的印刷工艺、技术和产能,促进印刷行业实现节能减排,引导我国印刷产业加快转型和升级。

2017年4月,原国家新闻出版广电总局发布《印刷业“十三五”时期发展规划》。该规划明确提出了“十三五”绿色印刷发展目标,加快绿色印刷标准体系建设,按照“源头削减和过程控制是重点、兼顾末端治理”的思路推动挥发性有机物治理。实施“绿色印刷推广工程”,推动企业降成本、节能耗、减排放,制定绿色原辅材料产品目录,鼓励使用绿色材料和工艺,推动产业链协同发展。

3.3 行业发展带来的主要环境问题

印刷生产过程中产生的大气污染物包括挥发性有机化合物(VOCs)及颗粒物等,其中颗粒物产生量较少,VOCs为主要污染物,且大多为有毒物质。VOCs在太阳光的照射下会生成二次有机颗粒物和臭氧,是PM_{2.5}和臭氧生成的重要前体物。

印刷生产活动VOCs排放主要集中在印刷、干燥(如烘干)、复合和清洗等生产工艺过程中,主要来源于油墨、稀释剂、胶粘剂、涂布液、润版液、光油、清洗剂、各类溶剂等含VOCs原辅材料的挥发。印刷生产活动排放的VOCs成分复杂,异味重,易燃易爆,废气未经净化排出后对周边环境影响较大,近年印刷厂废气异味投诉频发。

3.4 现行环保标准存在的主要问题

目前,在国家层面印刷工业大气污染物排放执行国家《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996)(以下简称大气综排标准)。2009年以来,我国广东、北京、上海、天津、河北、重庆、四川、陕西、山东等省市陆续印发实施了地方印刷业VOCs排放标准或VOCs综合排放标准,上述区域的印刷企业分别执行相应的地方排放标准,而其他地区的印刷企业大气污染物排放执行国家大气综排标准或地方大气综排标准。

第一,现行排放标准对印刷工业的针对性不强。GB 16297—1996中的控制指标是面向所有排污单位的,总体上忽略了行业差异,无法客观反映印刷工业的生产工艺特点与大气污

染排放特征。尽管 GB 16297—1996 考虑了一些 VOCs 特征指标，但 VOCs 综合指标仅设有非甲烷总烃（NMHC），对印刷工业排放的挥发性含氧有机物不能起到较好的控制效果。

第二，现有排放标准控制要求宽松，不利于行业发展。GB 16297—1996 制定发布于 1996 年，而近年来印刷工业生产工艺技术水平、污染治理技术水平显著提升，标准中相应的排放限值已显得过于宽松。例如：目前 GB 16297—1996 中苯、甲苯的排放限值分别为 12mg/m³ 和 40mg/m³，但实际控制水平通常已经分别低于 1mg/m³ 和 10mg/m³。

第三，现行标准不能支撑当前我国对于工业 VOCs 全过程控制的要求。印刷生产活动的特点是有机废气排放节点多且分散、废气收集难、无组织排放占比大，因此需综合开展源头、过程和末端控制措施，才能有效控制 VOCs 污染排放，而 GB 16297—1996 缺乏无组织排放控制的具体要求，不利于促进印刷工业推进绿色印刷的发展目标。

综上，应尽快制订针对印刷工业的大气污染物排放标准，根据印刷生产活动特点制订有组织排放、无组织排放控制的要求，加强全过程污染控制，有效控制印刷工业大气污染物排放。

4 行业产排污情况及污染防治技术分析

4.1 生产工艺及原辅材料

4.1.1 生产工艺

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、干燥（如烘干）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。装订包括精装、平装、骑马订装等；表面整饰工序包括覆膜、上光、烫箔、模切等；包装成型工序包括胶粘剂及光油调配和输送、复合、干燥（如烘干）、糊盒、制袋、装裱、裁切等。

4.1.2 主要原辅材料

印刷工业使用的原料包括纸张、纸板、塑料、金属板材、纺织物、各类容器等。辅料包括油墨、稀释剂、润版液、胶粘剂、涂料、光油、清洗剂、显影液、定影液等。其中含 VOCs 原辅料有油墨、稀释剂、胶粘剂、清洗剂、润版液、光油、涂料等。油墨按照版式不同可分为平版油墨、凹版油墨、凸版油墨和孔版（丝网）油墨四大类。

4.2 大气污染物产生情况

印刷生产过程大气污染物产污节点及排放的污染物如表 4-1 和表 4-2 所示。

表 4-1 印刷工业 VOCs 排放工艺环节分析

产污位置	产污环节	污染源	主要污染物	排放方式
印刷机台	印刷	油墨、稀释剂	VOCs、颗粒物	无组织
	润版	润版液		
	清洗	清洗剂		
烘箱	印刷烘干	油墨、稀释剂	VOCs	有组织
调墨间或印刷机台	调墨	油墨、稀释剂		无组织
	供墨			无组织
复合机、覆膜机、上光机、涂布机等	涂胶、上光、涂布等	复合胶、覆膜胶、光油、涂料、稀释剂等		无组织
烘箱	烘干			有组织

续表

产污位置	产污环节	污染源	主要污染物	排放方式
胶粘剂、光油、涂料调配间或机器旁	调胶	复合胶、覆膜胶、光油、涂料、稀释剂等	VOCs	无组织
生产车间、危废间	危废转移、贮存过程	废油墨、废清洗剂、废胶等		无组织

表 4-2 各印刷工艺主要排放的 VOCs 种类

工艺类型	主要排放 VOCs 物料	VOCs 特征污染物
平版印刷	油墨及稀释剂	异丙醇、二甲苯、环己酯、乙酯、乙醇、丙二醇甲醚醋酸酯、戊二酸二甲酯等
	润版液	异丙醇、乙醇、乙二醇等
	洗车水	汽油、甲苯、乙醇等
凸版印刷	油墨及稀释剂	丙二醇、乙醇、乙二醇醚等
	洗车水	乙醇
凹版印刷	油墨及稀释剂	乙醇、正丙醇、异丙醇、甲基异丁基酮、甲乙酮、乙酸乙酯、正丙酯、甲苯、丙酸、异丙酸等
	洗车水	乙醇、甲苯、乙酯、甲乙酮等
孔版印刷	油墨及稀释剂	乙醇、丙二醇甲醚、丙二醇甲醚醋酸酯、戊二酸二甲酯、异佛尔酮、石油醚、丙醇、二丙二醇单甲醚、正己烷、乙酸乙酯、醋酸等
	洗车水	丙醇、二丙二醇单甲醚、正己烷等

4.3 行业排污现状

编制组对北京、上海、广东、浙江、河南等地约 50 家不同类型代表性企业的调研发现，总体上印刷企业无组织排放问题突出。实际生产中，很多企业——特别是小型企业，在油墨调配、印刷、复合、上光、清洗等环节存在严重的无组织排放现象，工艺过程废气未收集或局部集气装置的废气收集效果差。对典型企业监测结果显示，集气罩收集效率低于 30%。调研发现，一旦存放有溶剂的容器不加盖，VOCs 挥发将十分严重。使用封闭车间生产或集气效果相对较好的印刷企业，其排气筒 VOCs 浓度结果相对较高；无组织排放相对严重的企业，排气筒的测定结果除了少量的高值出现外，VOCs 浓度通常都较低。

根据估算，全国印刷工业 VOCs 排放量约为 75 万吨，约占当年全国工业源 VOCs 排放量（1343.44 万吨）的 5.58%。从地区分布看，广东、浙江、上海、江苏、天津、山西、河南等 7 省市印刷工业 VOCs 排放总量约占全国印刷工业 VOCs 排放量 80%。从不同印刷方式看，包装印刷 VOCs 排放量约占全行业 VOCs 排放总量 70%~80%，出版物印刷约占 20%~30%。从不同印刷工艺看，凹版印刷、高档包装印刷中的丝印、印制铁罐及复合工艺的 VOCs 排放量约占全行业 VOCs 排放总量 80%；平版印刷和凸版印刷由于水性油墨等环保原辅材料的普遍使用，VOCs 排放量较小，约占全行业的 20%。

4.4 污染防治技术

印刷工业大气污染物的污染防治技术主要包括预防技术和治理技术。预防技术主要包括原辅材料替代和设备或工艺技术革新。原辅材料替代技术如植物油基胶印油墨替代技术、低（无）醇润湿液替代技术、水性油墨替代技术等；设备或工艺技术革新如零醇润版胶印技术、

无溶剂复合技术等。

大气污染治理技术主要包括吸附法 VOCs 治理技术和燃烧法 VOCs 治理技术。吸附法 VOCs 治理技术是利用吸附剂（活性炭、活性碳纤维、分子筛等）吸附废气中的 VOCs 污染物，使之与废气分离的方法技术，简称吸附技术。印刷工业常用的吸附技术为固定床吸附技术和旋转式吸附技术。燃烧法 VOCs 治理技术是通过热力燃烧或催化氧化的方式，使废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等无害物质的方法技术，简称燃烧技术，主要包括热力燃烧技术(TO)、蓄热燃烧技术(RTO)、催化氧化技术(CO)、蓄热催化氧化技术(RCO)。对于污染较重的凹版印刷企业，经常采用吸附法+冷凝回收法、减风增浓+RTO/CO、吸附法+燃烧法等技术路线治理 VOCs 排放。

5 标准制订的原则与思路

5.1 基本原则

1.合法与支撑原则。本标准用以规范法律允许的排放情形，标准中规定的各项要求符合国家各项法律、法规的要求，支撑环境影响评价、排污许可、环境保护税、监督执法等生态环境管理制度的实施。

2.绿色与引领原则。标准充分考虑国民经济和社会发展规划和生态环境保护规划、印刷产业发展规划与产业政策、发展绿色印刷的目标和要求，推动印刷工业结构优化调整、生产工艺和污染防治技术进步，促进清洁生产，引领印刷工业绿色、低碳发展。

3.风险防控性原则。制订标准时，结合印刷工业污染物产排放特征识别和筛选行业特征污染物，基于特征污染物的污染防治技术水平、监测方法和监测水平等，对于具备条件的特征污染物明确排放限值，不具备控制条件的特征污染物明确环境管理要求。

4.客观公正性原则。标准的制订客观真实反映印刷工业生产工艺、污染防治技术水平及污染物排放状况等，在充分调研、掌握吸纳国家有关部门、地方生态环境部门、印刷行业协会及生产企业等有关方面意见，提出排放控制要求，做到客观、公正。

5.体系协调性原则。本标准的制订充分考虑到与其他行业型、通用型大气污染物排放标准相衔接，避免交叉重叠，污染物项目和排放限值与监测分析方法标准相适用、配套，满足环境监督管理对标准的要求。

6.合理可行性原则。标准作为实施环境准入和退出、削减污染物排放、改善环境质量和防范环境风险的手段，根据国家经济、技术水平制订，明确达标技术路线，并进行环境效益与经济成本分析，确保标准技术可达、经济可行。

5.2 总体思路

1.分时段实施。按工业企业或生产设施的建立时间，分两个时段执行本标准。现有企业（本标准实施之日前已建成投产或环境影响评价文件已通过审批或备案的印刷企业或生产设施）经过一段时间的过渡期后执行本标准。标准实施之日起新建企业（自本标准实施之日起环境影响评价文件通过审批或备案的新建、改建和扩建的印刷企业或生产设施）即执行本标准。

2.突出标准控制重点。通过印刷生产活动原辅材料使用、污染物产排污特征的分析，确定本标准控制重点为包装印刷企业，尤其是塑料软包装印刷、金属印刷企业。

3.标准限值有利于引导企业结合实际开展达标改造。对于包装印刷企业，引导企业建设并运行高效末端净化设施，结合实际开展原辅材料替代和过程控制，实现达标排放。对于出版物印刷企业，引导企业主要通过源头削减和工艺过程改造实现达标排放。

4.推动印刷企业开展全过程控制。通过有组织、无组织排放控制指标及控制性措施要求,推动企业结合实际情况,通过开展源头、过程、末端污染控制实现达标排放。

5.污染防治重点区域的企业执行污染物特别排放限值,执行的地域范围和时间由国务院生态环境主管部门或省级人民政府规定。

6 标准主要技术内容及确定依据

6.1 标准内容设置

6.1.1 有组织排放

根据调研,印刷企业油墨和胶粘剂的调配、印刷、干燥、清洗、上光、覆膜、涂布、复合等工艺环节产生的废气,均可以通过密闭车间或吸风罩收集后进入处理系统。为推动排放控制技术提升和满足环境管理需求,本标准保留最高允许排放浓度指标,即任意一小时最高允许排放浓度。同时,针对印刷车间或生产设施排气中 NMHC 或 TVOC 初始排放速率超过某一阈值,提出应配置 VOCs 末端处理设施,并对 VOCs 末端处理设施的去除效率做出规定。

6.1.2 无组织排放

针对我国印刷企业存在无组织逸散较突出的问题,本标准对无组织排放控制要求体现在浓度限值、无组织排放控制措施两方面。

1.浓度限值

设置厂区内无组织排放限值、企业边界大气污染物浓度限值两类浓度限值要求。前者为新增指标,旨在促进将无组织排放转变为有组织排放,后者防范环境健康风险。企业厂区内 VOCs 无组织排放限值要求,由地方生态环境主管部门根据当地环境保护需要进行实施。

2.无组织排放措施性控制要求

提出包括 VOCs 物料储存、VOCs 物料转移和输送、工艺过程、废水液面的 VOCs 无组织排放控制要求,以及 VOCs 无组织废气收集处理系统要求。

6.2 标准适用范围

按照国民经济行业分类,印刷及印刷相关服务涉及书、报刊印刷(C2311)、本册印制(C2312)、包装装潢及其他印刷(C2319)、装订及印刷相关服务(C2320)四个子类。考虑到 C2320 污染排放特点和排放水平与 C2311、C2312、C2319 存在较大差异,故不纳入本标准行业适用范围。

本标准适用于 GB/T 4754—2017 中规定的书、报刊印刷(C2311)、本册印制(C2312)、包装装潢及其他印刷(C2319),以及从事印刷复制及印前处理、制版,印后加工的装订、表面整饰及包装成型等生产活动的工业。

6.3 标准结构框架

本标准正文部分包括前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、有组织排放控制要求、无组织排放控制要求、企业边界及周边污染监控要求、污染物监测要求、实施与监督共九个部分。标准还包括资料性附录 A、资料性附录 B。

6.4 术语和定义

本标准术语和定义共有 14 个。其中:印刷工业为本标准针对行业特点结合国民经济行业分类进行规定的,VOCs 物料是参考国内已发布文件并结合行业生产涉及物料情况进行规

定的，挥发性有机物、总挥发性有机物、非甲烷总烃、无组织排放、密闭、密闭空间、现有企业、新建企业、重点地区、标准状态、排气筒高度、企业边界等 12 个术语定义引用了已发布的相关国家污染物排放标准。

6.5 污染物项目的选择

本标准在深入调研印刷工业产排污现状的基础上，参考国内外有关标准以及其他指导性文件，依据如下原则筛选污染物项目：

1. 优先控制印刷生产中具有较大的产生量（或排放量），并广泛存在的污染物；

2. 急性或慢性毒性效应大的化学物质，国际上公认的致癌物质和国家优先控制名单上的物质；

3. 优先控制容易造成臭氧生成的物质，主要考虑 MIR 值（最大臭氧生成潜势），它是指 1mol 挥发性有机化合物排放到一定空气污染域所引起的臭氧物质的量的变化，MIR 值越大，表示单位质量的该 VOCs 物种产生的 O₃ 越多，即对光化学污染的贡献越大；

4. 考虑现阶段我国环境管理实际能力，对毒性较小、光化学活性弱的 VOCs 物种，可通过综合指标（NMHC 和 TVOC）控制的污染物，通过综合指标进行控制，尽量减少特征污染物控制指标，便于标准执行和排放管理；

5. 国内外相关标准中列为控制因子的污染物，适当参考国内外印刷相关标准中的控制因子，使本标准污染物控制指标涵盖相对全面。

综上，本标准采用“综合指标+特征污染物+常规污染物”的形式，对印刷企业的大气污染物进行控制。综合指标包括 NMHC 和 TVOC，常规污染物为颗粒物，特征污染物为苯、苯系物、异氰酸酯，对于 VOCs 焚烧处理装置排放的氮氧化物也纳入本标准进行控制。

6.6 污染物排放限值的确定

6.6.1 有组织排放限值确定依据

以当前印刷企业采用的较先进技术（包括源头、过程与末端技术及其组合）所能达到的排放水平作为确定限值的基本依据；同时，充分考虑印刷企业生产装备水平和污染控制技术的技术可行性，并在实测数据的基础上，参考国内外印刷工业相关标准，综合考虑确定标准限值。

1. 苯

苯排放主要来自油墨使用。50 家企业实测中有 10 余家企业存在苯检出情况，浓度范围为 0.09~1.1mg/m³。2010 年《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录》（工业（2010）第 122 号）规定“含苯类溶剂油墨和凹版印刷的苯胺油墨为淘汰产品，一律不得转移、生产和销售”。德国 TA-LUFT 规定的苯排放浓度限值为 1mg/m³，北京、山东印刷地方标准规定的限值为 0.5mg/m³，其余省市均为 1mg/m³。由于苯具有致癌性，且已经列为禁止人为加入的原料，需从严控制，因此本标准苯的排放限值、特别排放限值保持一致。综合考虑企业实测数据统计与国内外相关标准，确定本标准苯排放限值为 1mg/m³。

2. 苯系物

以甲苯、二甲苯为代表的苯系物排放主要集中在印刷、干燥、润版、清洗等工艺环节。现场实测结果显示，苯系物实测浓度 0.11~226.98mg/m³。目前，美国和欧盟印刷工业相关标准的控制指标不单设苯系物。我国部分省市已印发实施的印刷业大气污染物地方排放标准中，普遍将甲苯与二甲苯合计作为控制指标，排放限值在 10~18mg/m³，主要集中在 13~15mg/m³。由于在印刷工业排放的 VOCs 物种中，以甲苯、二甲苯为代表的苯系物的臭氧生成潜势相对较高，且其中甲苯、二甲苯均位列世界卫生组织国际癌症研究机构公布的致癌物清单的 3 类致癌物清单，应严格控制。因此，本标准设置“苯系物”指标，并确定排放

限值为 15mg/m³，特别排放限值为 10mg/m³。

3.VOCs 综合指标

选择典型印刷企业进行实测，其中出版物印刷企业 NMHC 实测值范围 0.73~149mg/m³，TVOC 实测值范围 0.27~215mg/m³；包装印刷企业 NMHC 实测值范围 9.68~120mg/m³，TVOC 实测值范围 16.1~686mg/m³。以塑料软包装、金属印刷为代表的包装印刷，VOCs 排放量约占全行业 VOCs 排放量总量 70%，VOCs 产排量及排放浓度整体处于行业较高水平，应当作为本标准的重点控制对象。因此，实测数据重点考虑包装印刷企业，兼顾出版物印刷企业，并结合参考各地的地方标准，确定本标准 NMHC 排放限值为 60mg/m³，特别排放限值为 40mg/m³；确定 TVOC 的排放限值为 100mg/m³，特别排放限值为 70mg/m³。

《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822—2019），规定车间或生产设施排气中 NMHC 初始排放速率≥3kg/h 时，应配置 VOCs 处理设施，处理效率不应低于 80%；对于重点地区，车间或生产设施排气中 NMHC 初始排放速率≥2kg/h 时，应配置 VOCs 处理设施，处理效率不应低于 80%。本标准采用上述规定。

4.颗粒物

印刷生产过程中，纸的切分、折页、裁切、喷粉操作会产生颗粒物。参考世界银行《印刷业环境、健康与安全指南》以及上海市、重庆市地方标准，确定本标准颗粒物排放限值为 30mg/m³，特别排放限值为 20mg/m³。企业可结合实际情况，通过控制喷粉量、使用新型的胶印机（不使用或少使用喷粉）、建设无尘车间、建设除尘设施等方式实现颗粒物达标排放。

5.异氰酸酯

异氰酸酯为有毒化合物，本标准参考世界银行《印刷业环境、健康与安全指南》中异氰酸酯排放限值，确定其排放限值和特别排放限值均为 0.1mg/m³。

6.氮氧化物

本标准根据低氮燃烧控制技术水平，将 VOCs 燃烧（焚烧、氧化）装置产生的氮氧化物排放限值规定为 200mg/m³。

6.6.2 无组织排放控制限值

厂区内 VOCs 无组织排放限值的确定，参考了我国《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822—2019）。企业边界大气污染物浓度限值的确定，参考美国环保局（EPA）推荐的多介质环境目标值（Multimedia Environmental Goal, MEG）以及国内外相关标准共同确定。MEG 是美国环保局（EPA）工业环境实验室推算出的化学物质或其降解产物的环境介质（空气、水、土）中的含量以及排放量的限定值。该局 1977 年公布了其用模式推算出来的六百多种化学物质在各种环境介质（空气、土壤、水）中的限定值，1980 年进行了增补。

1.厂区内 VOCs 无组织排放限值

选择 10mg/m³ 作为排放限值，特别排放限值 6mg/m³。选择 30mg/m³ 作为任意一次浓度限值，特别排放限值 20mg/m³，与《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822—2019）中关于厂区内 VOCs 无组织排放限值一致。

2.企业边界大气污染物浓度

选择苯作为企业边界大气污染物控制指标。根据计算，苯的 AMEG 为 0.2mg/m³。考虑到苯为一类致癌物，毒性大，且各地已出台的涉印刷业 VOCs 排放控制标准中对于企业边界苯的浓度规定均较严格。因此，综合考虑确定本标准企业边界苯的浓度限值为 0.1mg/m³。

6.6.3 其他无组织排放控制要求

针对我国印刷工业污染物无组织排放特点、产排污环节，并归纳总结多年来对无组织排放控制的经验，本标准对印刷企业 VOCs 物料储存、VOCs 物料转移和输送、工艺过程、废水液面的 VOCs 无组织排放提出了措施性控制要求，并对 VOCs 无组织排放废气收集处理

系统、企业厂区内 VOCs 无组织排放监控提出了控制要求。为了核实这些措施性控制要求是否被满足，还提出了印刷企业应按照 HJ 944 要求建立台账，记录 VOCs 原（辅）材料名称、使用量、回收量、废弃量、去向以及 VOCs 含量等信息，台账保存期限不少于三年等要求。

6.7 监测方法的适用性

本标准控制的污染物中，除异氰酸酯、TVOC 外，国内已发布这些污染物的监测方法标准。编制组从监测方法适用的目标污染物与本标准中规定的污染物项目是否一致，方法检出限和测定下限是否满足本标准排放限值的要求，是否适用本标准所规定的有组织或无组织排放监测，对受控污染物的监测方法进行了适用性评估，确定了适用于本标准的监测分析方法标准。

7 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

7.1 本标准与国外相关标准对比研究

从控制形式看，欧盟、美国、日本和世界银行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。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。本标准对有组织排放、无组织排放均规定了浓度限值，并且对 NMHC 初始排放速率超过一定阈值的企业提出 VOCs 末端处理设施安装及去除效率规定。

本标准 TVOC 的排放限值为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ ，比欧盟 1999/13/EC 指令和世界银行《印刷业环境、健康与安全指南》的热固型卷筒纸胶印（ $>25\text{t}/\text{a}$ 溶剂消耗量， $20\text{mg}/\text{m}^3$ ）、轮转凹版印刷出版（ $>25\text{t}/\text{a}$ 溶剂消耗量， $75\text{mg}/\text{m}^3$ ）宽松，与其他印刷类型排放限值基本持平。本标准 TVOC 特别排放限值（ $70\text{mg}/\text{m}^3$ ），比欧盟 1999/13/EC 指令和世界银行《印刷业环境、健康与安全指南》的热固型卷筒纸胶印（ $>25\text{t}/\text{a}$ 溶剂消耗量， $20\text{mg}/\text{m}^3$ ）宽松，与轮转凹版印刷出版（ $>25\text{t}/\text{a}$ 溶剂消耗量， $75\text{mg}/\text{m}^3$ ）接近，比其他印刷类型排放限值严格。

本标准颗粒物排放限值（ $30\text{mg}/\text{m}^3$ ）和特别排放限值（ $20\text{mg}/\text{m}^3$ ）均比世界银行《印刷业环境、健康与安全指南》严格，异氰酸酯排放限值、特别排放限值与世界银行排放限值一致。

7.2 本标准与国内相关标准对比研究

1. 苯

本标准排放限值、特别排放限值，较现行国家标准 GB 16297—1996 新源限值严格了 90% 以上；与除北京市、山东省以外的其他省市印刷地标持平，较北京市和山东省印刷地标宽松。

2. 苯系物

本标准设置苯系物指标，而相关省市印刷地标或 VOCs 综合标准中的对应控制指标多为“甲苯与二甲苯合计”。与之相比，本标准排放限值较 GB 16297—1996 新源限值、上海市大气综排、北京市大气综排严格，与北京市以外的各省市印刷地标基本持平，较北京市印刷地标宽松。本标准特别排放限值与北京市印刷地标限值持平。

3. NMHC 与 TVOC

GB 16297—1996、上海市和北京市大气综排中均设置 NMHC 指标。各省市印刷地标的 VOCs 综合控制指标，北京市、上海市、河北省、陕西省为 NMHC，广东省、四川省、天津市、山东省为 VOCs 或 TVOC，重庆市同时设置了 TVOC 和 NMHC 指标。

NMHC：本标准排放限值较 GB 16297—1996 新源标准严格了约 60%，较上海市大气综排严格，较北京市大气综排宽松；与重庆市印刷地标（主城区）持平，较重庆市印刷地标（其

他地区)严格;较北京市、上海市、河北省、陕西省印刷地标宽松。本标准特别排放限值较北京市、上海市、河北省、陕西省印刷地标严格。

TVOC: 本标准排放限值较广东省印刷地标 II 时段(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))宽松,较 II 时段(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))严格;较重庆市印刷地标(主城区)宽松,与重庆市印刷地标(其他区域)持平;较四川省、山东省、天津市宽松。本标准特别排放限值较广东省印刷地标 II 时段、重庆市地标严格,较天津市、四川省、山东省印刷地标宽松。

4.颗粒物

本标准排放限值较 GB 16297—1996 严格,与上海市、北京市大气综排持平,比重庆市印刷地标严格,较上海市印刷地标宽松。本标准特别排放限值与上海市印刷地标持平。

8 实施本标准的成本效益分析

8.1 实施本标准的环境效益

根据估算,全国印刷工业 VOCs 排放量约 75 万吨,排放量集中在京津冀及周边地区、珠三角地区和长三角地区等,约占 70%左右。无组织排放约占 VOCs 总量的 50%~70%,有组织排放约占 30%~50%。平版、凸版印刷排放约占全行业 VOCs 总量 20%~30%,凹版印刷排放约占 70%~80%。

本标准实施后,全行业达标排放,相对于现行国家标准 GB 16297—1996,并扣除部分地区已实施地方排放标准发挥的减排效益,全行业可减排 17 万吨 VOCs 左右。

标准对无组织排放提出了较严格的控制要求,至少可以降低 VOCs 排放 60%左右,扣除部分地区已实施地方排放标准发挥的减排效益,全行业实施后,全行业可实现 VOCs 无组织排放削减 11 万吨左右。

根据以上估算,标准实施后 VOCs 总减排量 28 万吨左右,其中重点地区减少排放 20 万吨 VOCs 左右。

8.2 实施本标准的成本分析

8.2.1 成本分析

1.原辅材料替代

胶印油墨替代为植物油基油墨、普通润版液替代为低(无)醇润版液、醇水油墨替代溶剂型油墨的措施,不会对企业生产成本造成明显经济影响。尽管水性油墨较普通油墨单价高约 10%~15%,但典型企业综合核算结果显示不会对企业生产成本产生较大影响。企业改溶剂油墨生产线为水性油墨生产线,将涉及生产线改造,如烘干系统升级等,生产线烘干系统升级费用约 5 万元~10 万元/条。

2.设备或工艺技术革新

零醇润版胶印技术目前因成本问题尚未得到广泛推广。使用无溶剂复合机替代传统干式复合机,单机成本约 100 万元~200 万元不等。集中供墨系统已经为不少企业采用,一般情况下可以节省油墨 3%~8%,平均可以节省油墨 5%,因此不会对企业生产成本造成明显影响。

3.末端治理技术

印刷企业废气末端治理设施的投资与印刷企业的生产能力、生产工艺、原辅材料种类、废气处理量等密切相关。根据调研,减风增浓技术建设成本 5 万元~10 万元/色不等;吸附+

脱附回收技术，建设投资 200 万元~500 万元不等；RTO 建设费用 300 万元~500 万元不等，常规减风、正常凹印工况下，3 万风量的 RTO 运行费用约为 500~3000 元/天，6 万风量的 RTO 运行费用约 1000~5000 元/天，当 RTO 废气浓度大于 2g/m³ 时，可不需要补充燃料运行；浓缩+催化氧化装置 300 万元~500 万元不等；单纯的更换式活性炭吸附装置一般投资 30 万元~60 万元；活性炭改造为吸附冷凝回收装置，建设投资约 150 万元。

8.2.2 综合费用分析

综上，本标准实施后，我国印刷工业企业实现达标排放，预计污染治理投资约 300 亿元，约占 2017 年我国印刷业工业产值（1.2 万亿）的 2.5%，约占当年印刷业主营业务收入（8090 亿元）3.7%。运行成本方面，对于出版物印刷，通过源头改造措施可减少油墨、润版液、清洗剂的用量，原辅料总体费用成本可持平或略有上升，在企业可承受范围内。对于包装印刷，采用溶剂回收法技术的企业，由于回收的溶剂具有经济价值或可用于本厂回用，回收期时长（按年计）不等；采用燃烧法的企业，预计运行成本约 30 亿元，如果企业燃烧产生的热能可回收利用，则可进一步降低运行费用。

实施排污许可后，企业需开展自行监测。依据目前的市场价格，每次每个排气筒的监测费用约 0.5 万元~2 万元/排气筒，按照每个企业平均 4 个排气筒测算，全国印刷企业监测成本约 20 亿元~80 亿元。