

河南省地方标准
《印刷业挥发性有机物排放标准》编制说明

（征求意见稿）

标准编制组

二〇一九年八月

目 录

1 项目背景	3
1.1 任务来源	3
1.2 工作过程	3
2 印刷行业的发展概况	4
2.1 印刷行业总体发展概况	4
2.2 印刷生产工艺概况	12
2.3 印刷行业清洁生产工艺概况	14
3 标准制订的必要性分析	16
3.1 改善我省环境空气质量的迫切需求	16
3.2 环境管理的要求	17
3.3 行业可持续发展的要求	18
3.4 印刷业污染物排放有效控制的技术支撑	18
4 印刷行业产排污情况及污染控制技术分析	19
4.1 印刷工艺流程及挥发性有机物排放分析	19
4.2 包装印刷行业 VOCs 污染控制技术	24
4.3 河南省印刷行业 VOCs 排放及治理现状	30
5 标准编制的总体方案	31
5.1 总体思路	31
5.2 制定原则	32
5.3 制定依据	32
5.4 技术路线	33
6 国内外相关标准研究	36
6.1 国外相关标准研究	36
6.2 国内相关标准研究	39
7 标准主要技术内容	51
7.1 标准适用范围	51
7.2 标准结构框架	51
7.3 术语和定义	51

7.4 排放控制要求	51
7.5 监测要求	68
8 本标准与现行相关标准的比较	70
9 实施本标准的环境效益及经济技术分析	72
9.1 技术可行性分析	72
9.2 经济可行性分析	73
9.3 社会和环境效益分析	74
10 标准实施建议	74
10.1 实施方式	74
10.2 配套实施防治技术规范和指南	74
10.3 提高企业责任意识	74
10.4 强化第三方环境服务机构的作用	75
10.5 提升 VOCs 处理设施监管水平	75

1 项目背景

1.1 任务来源

为了贯彻落实《河南省人民政府关于印发河南省污染防治攻坚战三年行动计划（2018-2020年）的通知》（豫政〔2018〕30号）和《河南省污染防治攻坚战领导小组办公室关于印发河南省2019年大气污染防治攻坚战实施方案的通知》（豫环攻坚办〔2019〕25号），深入开展挥发性有机物（VOCs）污染专项治理，持续改善全省环境空气质量，保障民众健康，适应全省经济发展和环境保护工作的需要，河南省环境保护厅2019年4月下发了河南省地方标准--《印刷业挥发性有机物排放标准》的编制任务，华北水利水电大学承担了该标准的编制工作。据此，标准编制组开展河南省《印刷业挥发性有机物排放标准》的编制工作。

1.2 工作过程

2019年3月，河南省生态环境厅大气处开始组织本标准的编制工作，并成立了编制小组，华北水利水电大学作为技术支持单位，负责标准的具体起草。标准编制小组对国内外印刷业的挥发性有机物排放控制经验进行了深入调研，并对河南省印刷的典型企业开展了排放及控制现状调研，编制完成《包装印刷业挥发性有机物排放标准》（征求意见稿）及其编制说明（征求意见稿）。具体工作如下：

（1）立项申报

2019年3~5月，准备编写项目建议书及立项申报材料，项目于2019年5月14日在河南省质监局立项。

（2）资料收集整理

2019年4~6月，资料收集并编制标准制定的开题报告。收集的资料包括：：①印刷工艺或方式、印刷油墨种类、成分等情况，印刷业相关环境保护法律、法规、政策、标准等相关资料；②国内其他省份及国外的VOCs排放标准制定情况，国内及河南省印刷行业的发展情况；③印刷过程中挥发性有机物产生和排放节点及污染防治技术情况。根据所收集的资料，编制河南省《包装印刷业挥发性有机物排放标准》开题报告。

（3）开题报告论证

2019年7月16日，组织专家、有关部门及项目编写组召开开题报告论证会，并根据专家意见，完善标准制定工作方案。

（4）全面调研阶段

2019.7.16~2019.8.20，广泛调研河南省包装印刷企业工艺技术现状、挥发性有机污染物治理工艺及排放浓度等。项目编制组选取了郑州、新乡、开封等地市的15家企业进行实地调研及排放现状监测，深入了解企业的生产现状、排污现状、污染防治等情况，并对这些企业进行了有组织排放废气和车间无组织排放废气的现场监测。同时与包装印刷协会和印刷企业多次座谈交流，对河南省包装印刷行业生产现状、污染排放和控制水平、标准制定框架、制定原则、标准控制内容进行深入交流和探讨。

（5）地方标准编制阶段

2019.8.1~2019.8.10编制标准文本（征求意见稿）、编制说明（征求意见稿），初步确定污染因子，排放限值范围。

（6）征求意见阶段

2019.8.11~8.30 广泛向印刷企业、省直各相关单位、行业协会、省直管县（市）环保局及社会各界征求意见，形成征求意见说明。

（7）标准技术论证阶段

2019.9.1~2019.9.10 组织召开地方标准技术论证会，根据论证会意见进行修改，完成地方标准文本（送审稿）、编制说明（送审稿）、征求意见说明（送审稿）。

（8）标准审查阶段

2019.9.11~2019.9.30 组织召开地方标准技术审查会，根据审查会意见修改完成标准文本（报批稿）、编制说明（报批稿）、征求意见说明（报批稿），并完成上报。

2 印刷行业的发展概况

2.1 印刷行业总体发展概况

2.1.1 中国印刷业现状

印刷是指使用模拟或数字的图像载体将呈色剂/色料（如油墨）转移到承印

物上的复制过程。印刷的生产过程分为采用平版、凸版（包括柔版）、凹版、孔板（包括丝网）等印刷方式，以纸、塑料、金属、玻璃和陶瓷及其他材料为承印物的印前、印中、印后等生产活动。根据《国民经济行业分类》(GB/T 4754-2017)，印刷和记录媒介复制业行业代码为C23，印刷和记录媒介复制业具体分类见表2-1。

表 2-1 印刷和记录媒介复制业行业分类

行业代码	行业名称	行业代码	行业名称	行业代码	行业名称
C23	印刷和记录媒介复制业	231	印刷	2311	书、报刊印刷
				2312	本册印制
				2319	包装装潢及其他印刷
		232	装订机印刷相关服务	2320	装订机印刷相关服务
		233	记录媒介复制	2330	记录媒介复制

根据国家新闻出版广电总局2018年发布的《中国印刷业智能化发展报告（2018）》，在近几年复杂多变的国内外经济环境下，我国印刷业克服下游行业需求放缓、生产成本有所提高、环保治理压力不断加大等多重挑战，印刷企业数量和从业人员数量逐年递减，但是产业规模持续扩张，且同比增速触底反弹，但是全行业利润总额增长乏力，行业平均利润率逐年下滑。2013-2017年间，我国印刷企业数量逐年递减，且降幅呈扩大态势。2013年，我国共有印刷企业105890家，处于区间高点；经过持续下滑，到2017年降至99054家，降幅为6.46%，绝对值减少了6836家。但是2013-2017年我国印刷业工业总产值保持低速但持续的上行态势，另外企业利润总额走势最弱，2014-2016年均表现为负增长，只有2017年出现微弱反弹。工业总产值、利润总额的同比增速均出现了不同程度的回升，表明印刷业出现了企稳向好的迹象。截止2017年，我国印刷业工业总产值达到12057.74亿元，从业人数281.74万人，全行业利润总额达到676.58亿元。

表2-2 2013-2017我国印刷企业数量、工业总产值和利润总额变化情况

年份	印刷企业数量(家)	工业总产值(亿元)	工业总产值增长率(%)	行业从业人数(万人)	行业人均产值(万元)	利润总额(亿元)	利润总额增长率(%)
2013	105890	10312.45	-	341.46	30.20	772.20	-
2014	104981	10857.51	5.29	339.41	31.99	714.17	-7.52

2015	103467	11246.24	3.58	317.60	35.41	698.60	-2.18
2016	101420	11544.75	2.65	309.07	37.35	675.27	-3.34
2017	99054	12057.74	4.44	281.74	42.80	676.58	0.19

我国印刷行业的市场集中度较低，规模较大的印刷企业市场份额规模优势并不明显，市场竞争程度较为激烈，2017年，全国共有规模以上重点印刷企业3723家，产值6926.2亿元，占全国印刷总产值的57.4%。印刷行业的上市公司包括裕同科技、紫江企业、合兴包装、吉宏股份、界龙实业、东风股份等20多家企业。印刷行业上市公司营业收入多在20亿元左右，相对于万亿市场总量来说体量较小。

从地域分布来看，印刷业作为国民经济的配套服务型行业，其发展与区域经济的发展状况息息相关。受我国区域经济发展不平衡影响，我国印刷业也呈现出区域化发展不平衡特征，即我国印刷业主要集中分布在珠三角（广东、海南）、长三角及华东地区（福建、浙江、江苏、上海）以及环渤海区域（山东、河北、北京、天津、辽宁），中西部发展相对滞后。中西部地区印刷产业基础相对落后，多数企业规模较小、资金有限、技术装备落后。

从规模以上印刷企业主营业务收入构成分布来看，高居榜首的是包装装潢及其他印刷（占76%），其次是、报刊印刷（占16%）、本册印刷（6%）、装订及印刷相关服务（2%）。见图2-1。

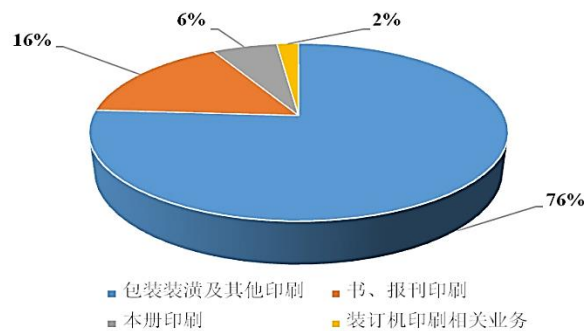


图 2-1 2011-2014 年全国规模以上印刷企业主营业务收入构成变化

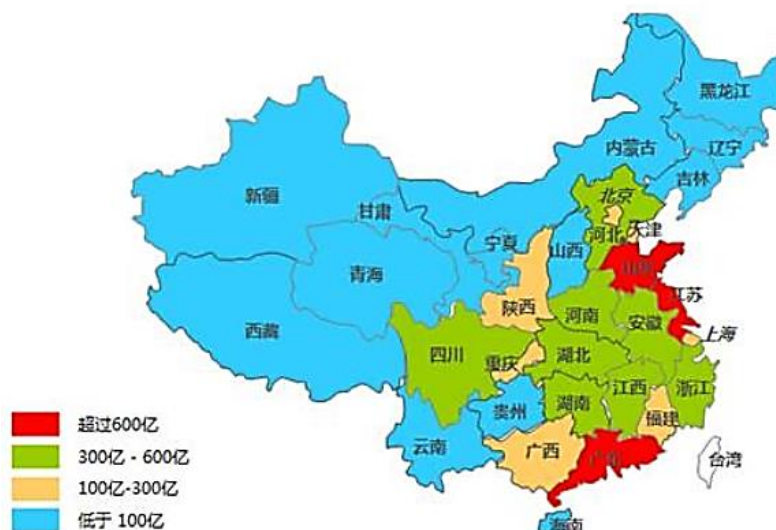


图 2-2 规模以上印刷企业在中国的分布

根据各地区企业主营业务收入合计的不同，规模以上印刷企业在中国大陆的分布可划分为四个层级：（1）主营业务收入超过 600 亿元的地区有 3 个（广东、山东、江苏）；（2）主营业务收入在 300 亿-600 亿元的地区有 8 个（河南、安徽、浙江、四川、湖南、湖北、江西、河北）；（3）主营业务收入在 100 亿-300 亿元的地区 6 个（北京、天津、上海、福建、陕西、广西）；（4）主营业务收入低于 100 亿元的地区 13 个（辽宁、吉林、等），可见，规模以上印刷企业集中分布在沿海和中部地区，见图 2-2。

2.1.2 我国印刷业的发展方向

我国印刷业目前面临产能过剩、成本上升、环保刚性约束增强等多重压力，利润率持续走低，传统的劳动密集型生产方式难以为继。越来越多的企业已经认识到，绿色印刷、数字印刷、智能印刷是印刷企业发展的重要方向。

绿色印刷已经成为行业发展的主基调，国家新闻出版广电总局 2016 年发布《印刷业“十三五”时期发展规划》，明确了“坚持绿色发展道路，增强绿色印刷实效”的重点任务，要求继续大力实施绿色印刷，提升产业绿色发展水平。近年来，在各级管理部门、行业协会、有关单位和广大企业员工的共同努力下，绿色化发展内在动力和发展后劲不断增添，产业绿色化发展正在突破瓶颈、梯度推进。一是印企绿色化发展主动性显著增强。截至 2018 年 11 月，全国共有绿色印刷认证 1293 个，同比增长 3.8%，绿色印刷营收保持着近 10% 的增速。截至 2017 年底，全国实施环保治理印刷企业达 2.9 万家，同比增长 92.9%，占

全国印企总数的近 30%。二是设备器材厂商支撑保障能力明显提高。借鉴国外最新成果，满足国内环保需求，新型印刷设备节能减排功能更加完善，印刷原辅材料在减量化、少排放等方面研发力度极大增强。三是绿色印刷市场规模持续扩大。

数码印刷是将电脑文件直接印刷在纸张上，有别于传统印刷繁琐的工艺过程的一种全新印刷方式。它的特点是一张起印，无需制版，立等可取，即时纠错，可变印刷，按需印刷。数码印刷是在打印技术基础上发展起来的一种综合技术，以电子文本为载体，通过网络传递给数码印刷设备，实现直接印刷。印刷生产流程中无版和信息可变是最大特征，涵盖印刷、电子、计算机、网络、通信等多种技术领域。随着数码印刷技术的发展和应用的日益广泛，数码印刷在中国的发展非常迅速。2007-2010 年数码印刷设备的装机量稳步增长，年增长率均在 30% 左右，2010-2011 年装机量突飞猛进，增长率达到 40% 以上。近两年数码印刷应用更加成熟，应用领域不断拓展，应用比例逐年增长，应用水平逐年提高。数码印刷设备装机量大幅增长数字印刷是相对绿色环保的一种印刷方式，随着市场对个性化和按需印刷的需求释放，数码化在我国印刷业将呈现爆发式增长。

工业 4.0 如狂风暴雨般席卷全球，引发了各行各业的强烈反响，高效、环保、绿色的发展理念成为大家的共识。智能印刷工厂是在数字化工厂的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理服务，提高生产过程可控性、减少生产线人工干预，以及合理计划排程，提高物料输送效率，构建高效、节能、绿色、环保、舒适的人性化工厂。目前，我国印刷业智能化发展整体上处于破题、探索和起步阶段。多数企业信息化系统覆盖率较低，部分企业在生产过程的局部环节达到一定的自动化、数字化水平，如山东鲁信天一印务有限公司的生产环节、上海翔港包装科技股份有限公司的物流环节等。个别企业具备了智能制造的雏形，如鹤山雅图仕印刷有限公司实现生产机台实时监控和在线生产管控以及物流跟踪，并积极探索无人车间。根据《中国印刷业智能化发展报告（2018）》，被调查的 98 家全国印刷复制示范企业（其中 93 家为印刷企业），设备智能化程度较高，超过 80% 被调查企业的设备具有连接互联网、状态监控和自检等功能；智能车间与工厂建设刚起步，有半数被调查企业应用 MES；智能物流及仓储发展较慢，只有 35% 的被调查企业应用 WMS，建立自动化立体仓库、实现智能上下料的企

业则都不足 20%；信息系统集成度较低。73%被调查企业引入专业 ERP 系统，但缺乏与其他相关信息系统的深度融合应用，实现多个系统集成或一体化的企业不足 25%。对国家印刷示范企业的问卷调查在一定程度上反映了我国规模以上印刷企业智能化建设的水平，其结果要远优于全国印刷业智能化平均水平。随着印刷业智能化建设的不断推进，国家印刷示范企业的智能化建设将带动我国印刷业智能化发展。

2.1.3 河南省印刷业总体发展概况

改革开放后，河南过于传统保守，没有把握好经济的发展，导致包装印刷业滞后于很多省市。近些年随着经济的改革与创新，河南以建设中原城市经济群为基础，大力发展和推进新兴产业，河南 GDP 已稳居全国第五，包装印刷业也迎来了新的发展契机。

截止 2019 年 3 月底，河南省涉及 VOCs 排放的包装印刷企业共 725 家，这些企业在全省的分布情况如图 2-3 所示，其中郑州市和新乡市涉及 VOCs 排放的企业较多，其涉 VOCs 排放的包装印刷企业分别达到了 173 家和 136 家，占全省的 23.9%和 18%，二者合计占比达到 42.6%，其次是许昌市和焦作市，都达到了 58 家，各占全省的 8%。

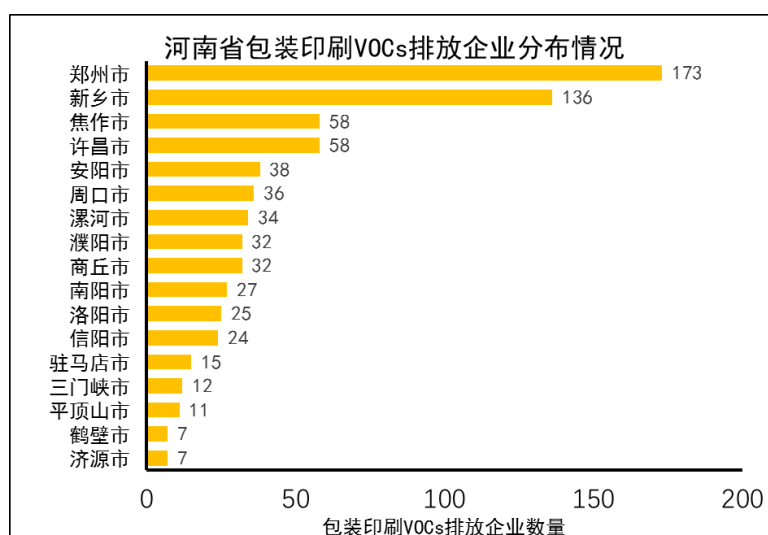


图 2-3 河南省包装印刷 VOCs 排放企业分布情况

对于涉 VOCs 排放的包装印刷企业数量较多的郑州市、新乡市、许昌市和焦作市，进一步分析了其辖区内的包装印刷企业分布情况。郑州市涉及 VOCs 排放的包装印刷企业共有 173 家，如图 2-2 所示，其中荥阳、高新技术开发区、新郑

市和金水区四个区域涉 VOCs 排放的包装印刷企业较多,分别占整个区域的 22%, 16.8%, 13.3%, 11.6%, 四个区域占整个郑州市涉 VOCs 包装印刷企业的 63.6%。

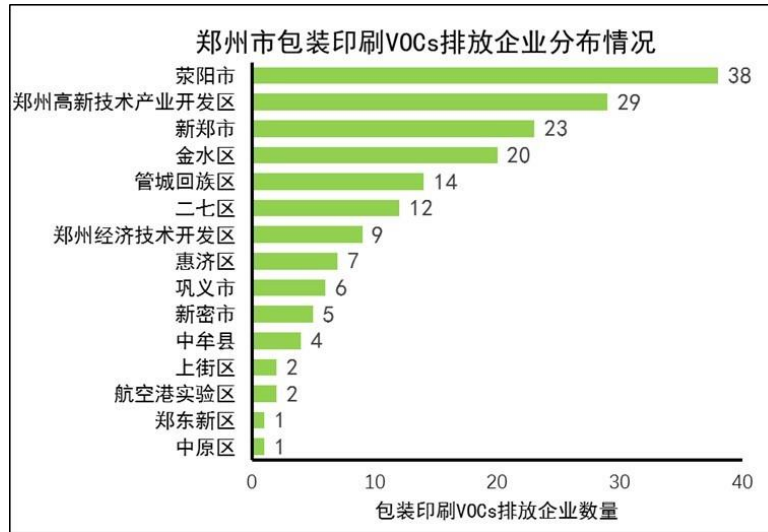


图 2-4 郑州市包装印刷 VOCs 排放企业分布情况

新乡市也是河南省涉 VOCs 排放包装企业较多的地级市,其辖区内共有 136 家涉及 VOCs 排放的包装印刷企业,如图 2-5 所示,平原城乡一体化示范区和辉县市分布最多,分别达到 28 家和 26 家,二者共占新乡市涉 VOCs 的包装印刷企业数量的 39.7%。其次是牧野区、卫滨区、长垣县和延津县分布也较多,四个区域合计有 40 家涉 VOCs 的包装印刷企业,占整个区域的 29.4%。其他区域则分布较少。

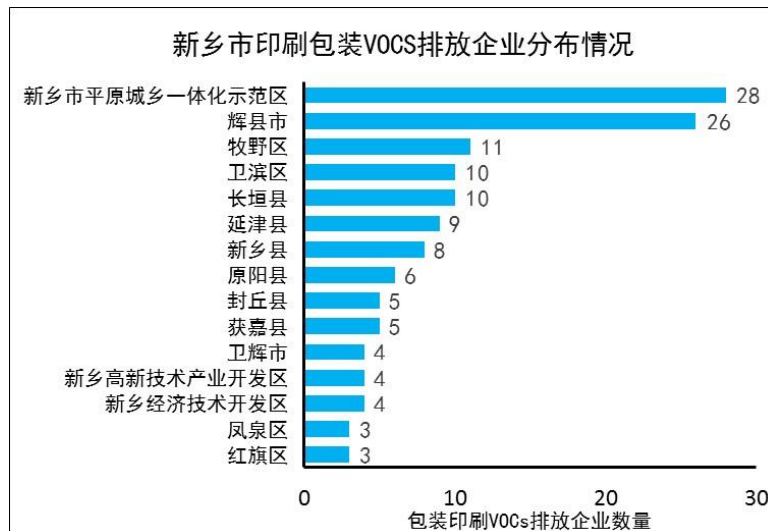


图 2-5 新乡市包装印刷 VOCs 排放企业分布情况

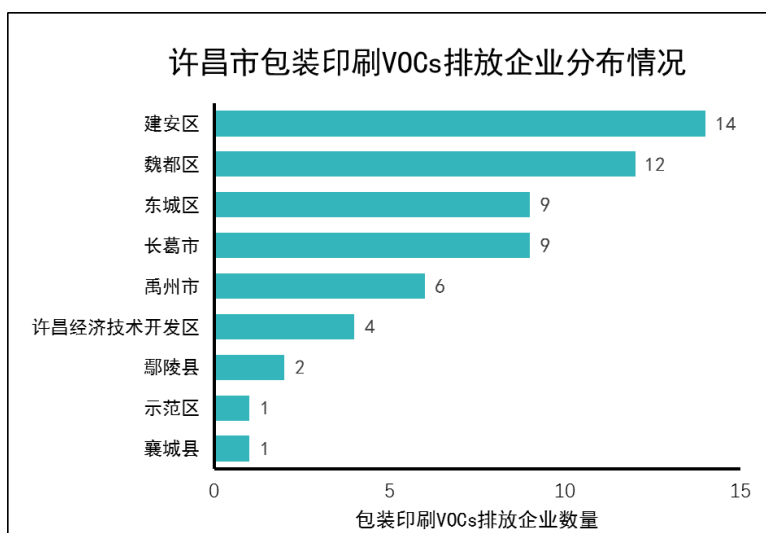


图 2-6 许昌市包装印刷 VOCs 排放企业分布情况

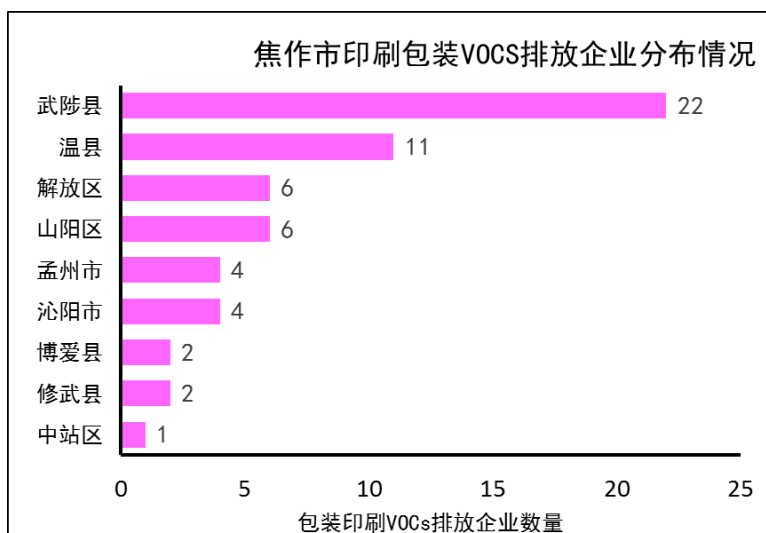


图 2-7 焦作市包装印刷 VOCs 排放企业分布情况

如图 2-6 和 2-7 所示，许昌市和焦作市的涉 VOCs 的包装印刷企业都为 58 家，其中许昌市主要分布在建安区、魏都区、东城区和长葛市，四个区域分布的涉 VOCs 包装印刷企业共占许昌市的 75.9%。焦作市涉 VOCs 的包装印刷企业在武陟县和温县分布较多，这两个区域内的涉 VOCs 的包装印刷企业共占整个区域的 56.9%。

河南省印刷产品类型丰富，参照《国民经济行业分类代码》(GBT4754-2011) 中的行业分类，河南省涉 VOCs 排放的 725 家印刷企业其中包装装潢企业 506 家占 70%，书、报刊印刷企业 125 家占 17%，装订及印刷相关服务企业 65 家占 9%，本、册印刷企业 2 家占 0.27%，未定义印刷企业 27 家占 4%。其企业类型分布情况如图 2-8 所示

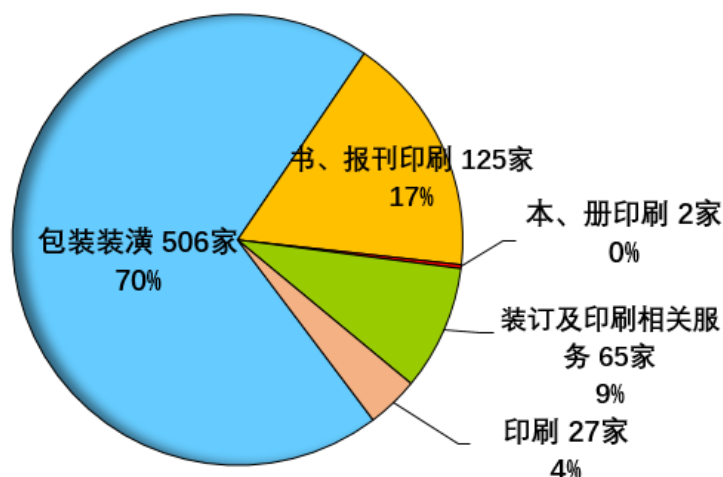


图 2-8 河南省印刷业企业类型分布情况

2.2 印刷生产工艺概况

无论是传统的印刷工艺，还是新兴的数字印刷，其基本工艺工程都包括印刷前处理、印刷、印刷后处理三个阶段。

传统印刷主要工艺过程是：原稿的制作及选择——印前图文处理——制版——印刷——印后加工，其油墨转移过程必须依靠印版和压力，而这种印刷必须具备五大要素：原稿、印版、承印物、印刷油墨以及印刷机械。一件印刷品的完成，首先需要选择或设计出适合于印刷的原稿，然后利用电子分色对原稿上的图文信息进行处理，制作出供晒版或雕刻用的原版（分色片或者电子文件），再用原版制出供印刷用的印刷印版，最后把印版安装到印刷机上，利用印刷机械将油墨均匀地涂布在印版的图文上，在印刷压力的作用下，使油墨转移到承印物上，完成以上工作之后，经过印后加工以实现不同使用目的的印刷品。

数字印刷的工艺流程是：原稿的制作及选择——印前图文处理——印刷——印后加工，其图文信息的转移是一个数字化的工作流程，呈色剂在承印物上的着色无需通常意义上的印版和压力。

2.2.1 印前 (Pre-press)

印前指的是从原稿到印刷版完成。一般而言，印前的主要工序是制版。

进行印刷前，首先需要根据原稿制作成印版，虽然凸版、平版、凹版、丝网版的制作各异，但其制版程序基本分为制分色片——晒版两步。

计算机直接制版技术 CTP 通过电脑将 RIP 后的图文信息直接输出到印版上，去掉了作为中间环节的软片，减少了制版中软片输出、显影、定影和晒版等步骤，大大减少了含银、对苯二酚等对人体和环境危害较大的废液的排放，也减少了紫外光对人体的伤害和对空气的污染

2.2.2 印刷 (Printing)

印刷是指使用印版或其他方式将原稿上的图文信息转移到承印物上的工艺过程，主要包括出版物和包装物印刷（纸及纸板印刷、书刊印刷、金属印刷、塑料印刷），根据印刷版式，可将印刷方式分为凸版印刷（包括柔版）、平板印刷、凹版印刷和孔版印刷（丝网印刷）四大类，20 世纪后期，随着数字和网络技术的发展，出现数字印刷，不同的印刷方式，操作条件及油墨成份不尽相同。

现有的印刷工艺分类如下表 2-3:

表2-3印刷工艺的分类

印刷类别		工艺说明
传统 印刷 方式	平板印刷	印版上图文（着墨）区域与非图文（空白）区域在同一平面上。胶印为平板印刷的一种。利用橡皮滚筒把印版上的油墨间接转移到承印物上，因此也称间接印刷，平版印刷是利用水墨相斥的规律进行印刷的，因此，印刷机上除有供墨装置外，还有给水装置，在印刷过程中一定要使水、墨达到平衡才能印刷出好的产品。
	凸版印刷	印版上图文（着墨）区域凸起于非图文（空白）区域。柔性版印刷为凸版印刷的一种，其印版通常由橡胶或弹性树脂制成。已被淘汰的铅印也是凸版印刷的一种。凸版印刷通常是印版上的油墨直接转向到承印物上。
	凹版印刷	印版（通常为印版辊筒）上的图文（着墨）区域低凹于非图文（空白）区域。凹版印刷通常也是把印版上的油墨直接转移到承印物上。
	孔板印刷	油墨通过（或渗漏通过）印版上的孔网转移到承物上。丝网印刷属于孔板印刷的一种。
数字 印刷	激光成像	利用数字式静电激光成像机理，把色粉从硒鼓（或其它类型的成像滚筒）转移到承印物上，通过高温把色粉（微胶囊）融化后固定。激光成像数字式印刷，承印物仍需与成像滚筒相接触。
	喷墨成像	利用数字信号控制喷头把多种彩色墨水直接喷印到承印物上，承印物不需与喷头接触。

2.2.3 印后(Post-Press)

印后指的是将印刷好的产品按要求和使用性能进行的加工,如表面整饰和装订等工序。

表面整饰加工是在印刷品的表面经适当的处理,增加印刷品的光泽,或增加印刷品的耐光性,耐热性、耐水性、耐磨性等,以达到保护印刷品的作用。印刷品的表面整饰加工有:上光、覆膜、烫金等工艺。上光是使印刷品更加美观,同时具有防潮、防热及耐晒的效果,一般用于书籍的封面、插画、挂历及商标装璜等印刷品。印刷品经过薄膜复合后,成为一种复合材料,这些复合材料可以是同一类材料复合,也可以是不同类的材料复合,复合后具有独特的、其它材料所不具备的优良性能。

装订是书刊印刷的最后工序,在印刷过程完成后,仍是半制成品,只有将这些半制成品用各种不同的方法连接起来,再采用不同的装帧方式,使书刊杂志加工成便于阅读、便于保存的印刷品,才能成为书籍、画册等,供读者阅读。书刊的装订,实际上包括订和装两大工序,订就是将书页订成本,是书芯的加工,装是书籍封面的加工,就是装帧。常见的书芯书的加工方法分为:铁丝订、有线订、无线胶粘订三种。而装帧的形式有多种,包括平装本、精装本及线装本等

2.3 印刷行业清洁生产工艺概况

2.3.1 印前工序

当前,印前工序主要清洁生产工艺如下:

1. 免处理 CTP 制版

免处理 CTP 版分为热敏免处理版材、光聚合免处理版材以及喷墨 CTP 版材。

①热敏免处理版材:目前应用最广泛,分为热烧蚀技术和极性转换技术及热熔技术。热烧蚀型版材技术,版材曝光后可以直接上机印刷,无需显影处理,缩短了制版流程,且可实现无水印刷。极性转换技术,曝光后的印版无需显影甚至清洗等任何处理即可上机印刷。热熔技术,制版过程不需要任何化学处理过程,简化了制版过程且无废液排放,清洗、上胶之后即可上机印刷。

②光聚合型免处理 CTP 版材:光聚合免处理 CTP 版材是指免化学处理紫激

光版材。由富士公司推出的 Brillia HD PRO-V 免化学处理紫激光版材印版是由铝版基和感光涂层组成的。曝光时，紫激光成像系统的调节器根据计算机中的图像对激光器产生的激光束进行调节，印版的图文部分在接收到光照后发生熔化交联或聚合，形成硬化图像，在这个过程中，非图文部分不发生变化，曝光完成后，可将印版直接上机印刷或保存。

③喷墨 CTP 版材：主要有两种，一是用特制墨将印刷图文喷到普通 PS 版上，可起到遮光作用，PS 版曝光后没有被墨水遮盖的部分经显影露出版基形成亲水的空白部分，墨水遮盖部分为印刷图文部分；二是将墨水喷到经过砂目化和阳极氧化处理，未涂布感光层的铝版基上形成图文影像，只需将墨层固化，即可上机印刷。

2. 打样

目前大多数企业在打样技术方面采用软打样和数码打样。软打样和数码打样只需在计算机上处理，不需要制作印版，无废液、废气、废料等的排放，节约成本，快速高效。

2.3.2 印刷工序

当前，印刷工序主要清洁生产工艺如下：

1. 柔性版印刷：降低油墨的消耗，采用橡胶型弹性印版，使用不含有机溶剂的水性油墨、UV 油墨等，减少印刷过程中油墨中有害物质 VOCs 的挥发与排放。柔性版印刷机封闭的盒式刮墨刀以及密封式结构的墨斗，亦有助于减少油墨中的挥发性有机物（VOCs）向印刷车间内泄漏。

2. 无醇印刷：无醇印刷即无 IPA 印刷。即润版液中不含有异丙醇而使用新型无醇润版液。

3. 无水胶印：无水胶印印版用斥墨的硅橡胶层作为印版的非图文部分，不需水溶液润版，无需上水，直接上墨。无水胶印使用水基油墨以及水基清洗剂，可以减少印刷过程中有害物质的排放。

4. 数字印刷：没有传统印刷出片、拼版、晒版、打样等环节，实现计算机与印刷设备直接连接、实时计算、传输控制的印刷方式。在印刷过程中无 VOCs、废水废料，粉尘等等的排放，清洁环保。

2.3.3 印后工序

当前，印后工序主要清洁生产工艺如下：

1. 冷烫金技术

冷烫金使用特种电化铝，其背面不涂胶，粘合剂在印刷时直接涂在需要装饰的位置上，转移时电化铝和粘合剂接触，在粘合剂的作用下，电化铝附着在印刷品表面。与传统烫金工艺相比，冷烫金工艺速度快，节省能源，材料适用面广，可在热敏类纸张和一部分薄膜材料上进行冷烫金。使用一般柔印版代替昂贵的金属版滚筒，大大降低了烫金版的制作成本和周期，同时减少了金属版腐蚀过程中的污染。

2. UV 上光技术

以 UV 专用的特殊涂剂精密、均匀地涂于印刷品的表面，经 UV 光源照射后，光油立即固化，减少 VOC 的排放且避免了浪费光油。UV 上光后，印刷品可立刻进行涂布、激光印刷、裁切、折痕、压花或模切等工序，节约时间。

3. 预涂膜技术

在预涂膜国家行业标准（QB/T 2889-2007）中，给出了预涂膜的定义：采用挤出复合或其他工艺将基材薄膜与热熔胶复合在一起，形成具有一定复合牢度，经过加热加压可以与其他材料（如印刷纸张、纸板、塑料薄膜等）黏合的复合薄膜。预涂膜技术相对于即涂膜技术省去了即时涂布粘合剂及烘干的过程，避免了涂布粘合剂过程中有害物质的排放，且省去烘干过程，减少能源消耗。印后覆膜工艺经历了溶剂型即涂、水性即涂以及如今的预涂覆膜的发展历程，使覆膜技术越来越趋于节能与环保。

3 标准制订的必要性分析

3.1 改善我省环境空气质量的迫切需求

自《大气污染防治行动计划》实施以来，城市空气质量总体上有所好转，PM_{2.5} 和 PM₁₀ 浓度逐年下降，但臭氧问题仍然凸显，我省大气污染控制进入了臭氧和颗粒物协同控制的新阶段。挥发性有机物（VOCs）是近地层臭氧（O₃）生成的重要前体物，是导致城市灰霾和光化学烟雾的重要污染物质，城市地区高浓度的臭氧的形成都围绕着 VOCs 的光化学过程。VOCs 主要来源于人为排放，

成分十分复杂，其中包括化石燃料燃烧、溶剂的使用和挥发、石油存储和转运、工业过程、交通工具等。尽管大气中 VOCs 的浓度相对于其他化学组分较低，但这些有机物在大气中的化学反应会显著改变大气物理和化学性质，继而影响空气质量。

印刷行业是我省重点 VOCs 排放行业，印前、印刷过程和印后加工过程均会排放 VOCs。印刷油墨、胶黏剂、清洗剂等有机溶剂含量较高的原料大量消耗，在生产过程中排放较多 VOCs 污染物。其中乙酸乙酯、甲苯、二甲苯、丙酮等多类物质具有毒性，对人体呼吸系统、肝脏和神经系统造成极大的危害。同时，这类物质也具有较强的光化学活性，可引发光化学烟雾、有机气溶胶和近地层臭氧浓度过高等，导致区域环境空气质量恶化。因此有必要制定典型 VOCs 产生行业的 VOCs 排放标准。而如何有效控制 VOCs 污染，解决由其引发的臭氧超标问题，已成为各级环境管理部门面临的重点任务之一。

3.2 环境管理的要求

2013 年 9 月，国务院印发《大气污染防治行动计划》(即大气十条)，进一步细化了需要控制挥发性有机污染物的重点行业，“推进挥发性有机物污染治理，在石化、有机化工、表面涂装、包装印刷等行业实施挥发性有机物综合整治”。同期，环保部等六部委共同发布《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》，要求“实施挥发性有机物污染综合治理工程”。2015 年，国家发展改革委、环境保护部正式发布了《挥发性有机物排污收费试点办法》，2015 年 10 月 1 日起 VOCs 排放正式收费，其中第二条提出，石油化工业和包装印刷行业（以下简称试点行业）VOCs 排污费的征收、使用和管理，适用本办法。同年，北京和上海相继也出台了《挥发性有机物排污收费试点办法》，都根据企业排放浓度满足本地区排放标准的情况制定了不同的收费标准。2017 年 7 月，河南省发改委、河南省财政厅和河南省环保厅联合发文，对部分行业征收挥发性有机物(VOCs)排污费，以促进治污减排和生态环境改善。2019 年 4 月河南省生态环境厅印发《河南省 2019 年挥发性有机物治理方案》，要求 2019 年 6 月底前，全省石油化学、石油炼制、工业涂装、包装印刷、化工、制药等工业企业，全面完成 VOCs 污染治理。2019 年 6 月生态环境部印发《重点行业挥发性有机物治理方案》，要求到 2020 年，建立健全 VOCs 污染防治管理体系，重点区域、重

点行业 VOCs 治理取得明显成效，完成“十三五”规划确定的 VOCs 排放量下降 10% 的目标任务，协同控制温室气体排放，推动环境空气质量持续改善。

目前，国家尚未颁布针对印刷业的 VOCs 污染排放控制标准。按照环境标准管理办法的规定，未制定行业排放标准的行业一律执行综合污染物排放标准，2019 年 7 月 1 日起 VOCs 无组织排放执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）。然而包装印刷生产工艺和产品种类多样，仅仅依靠国家标准，远远不能满足印刷业 VOCs 排放控制要求。2017 年印发的《河南省污染防治攻坚战领导小组办公室关于全省开展工业企业挥发性有机物专项治理工作中排放建议值的通知》（豫环攻坚办〔2017〕162 号），不具备强制性，只是推荐标准值。因此，制定河南省针对印刷业的挥发性有机物排放标准是十分必要的。

3.3 行业可持续发展的要求

近年来，河南省印刷业保持稳步增长的态势，为经济的快速发展做出了巨大贡献。目前，河南省印刷类型以平版胶印为主，其次为凹印，先进环保的柔印、数字印刷等技术所占的比例较小，因此在生产过程中有机溶剂的大量挥发就不可避免。加上长期以来缺乏法规、政策、技术等手段对污染源进行的监督和控制，导致印刷企业排放的 VOCs 污染治理起步较晚。而且，河南省印刷业技术水平参差不齐，环境保护和污染治理的能力与投入有限。加之目前国家大气污染物综合排放标准对 VOCs 控制力度不够，不能有效促进印刷企业提升环保技术和治理水平。因此，通过制定专门的印刷业的 VOCs 排放标准，既可以淘汰部分规模小、污染严重、技术水平低下的中小印刷企业，又有利于推动整个行业的技术升级和进步，促进行业持续健康发展。

3.4 印刷业污染物排放有效控制的技术支撑

我省的 VOCs 排放主要执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）、《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993）、《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）有关规定，主要存在以下问题：①现行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）规定污染源中苯的最高允许排浓度（ 12 mg/m^3 ）、甲苯（ 40 mg/m^3 ）、二甲苯（ 70 mg/m^3 ）、非甲烷总烃（ 120 mg/m^3 ）等排放限值过于宽松，明显落后于目前环保治理技术所能达到的水平，不利于推进 VOCs 治理；

而新发布的《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）中只是规定了非甲烷总烃（non-methane hydrocarbons, NMHC）的无组织排放限值：10（6） mg/m^3 ，针对性不强、污染物项目单一。②随着经济、社会的发展，河南省印刷行业生产类型与产品结构也越来越多元化，涉及到多种印刷工艺、多种产品、多种原材料，产生污染物的环节和排放特性也各有不同，现行标准中没有针对包装印刷行业特点设定污染物项目和排放限值，已经不能满足管理部门对污染物排放的控制和管理，因此更细化、更有针对性、更具体的行业排放标准已经是迫切需要。③综合排放标准和恶臭标准限于当时的认识水平、无组织排放标准针对性不强，这些标准主要采取末端控制的技术思路，未对污染物的源头控制、产生过程、收集处理等相关技术细节进行具体规定，而大多数 VOCs 等物质排放很大一部分是以无组织形式排出的，因此不对生产全过程的污染进行控制，就难以有效完成削减污染物排放，改善环境的目标。

4 印刷行业产排污情况及污染控制技术分析

4.1 印刷工艺流程及挥发性有机物排放分析

印刷工艺主要有平版印刷、凸版印刷（如柔版印刷）、凹版印刷和孔版印刷。不同印刷工艺的 VOCs 来源和排放方式基本相同，印刷生产工艺流程及主要 VOCs 产生环节如图 4-1 所示：

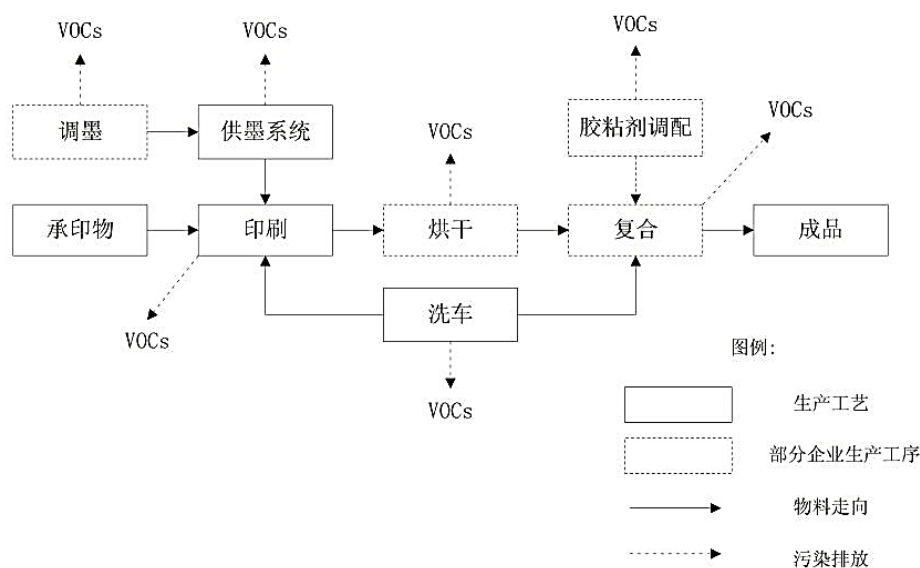


图 4-1 印刷生产工艺流程及主要 VOCs 产生

4.1.1 印前加工中的 VOCs 排放源

印前工序中制版是产生VOCs的主要工段，包括：胶片冲洗处理、彩色打样、印版冲洗处理和凹印版滚筒制版等工艺。制版工艺中会用到显影液和感光液，显影液的主要成分为硫酸、硝酸及苯、甲醇、卤化银、硼酸、对苯二酚等，而且制版过程中的清洗过程用到了有机溶剂(过氯乙烯、环己酮、四氯乙烯、正丁醇等)，因此该过程会释放VOCs。但是制版过程中，有机溶剂的使用量较小，所以一般不作为VOCs主要排放源。

4.1.2 印刷过程中的 VOCs 排放源

印刷过程中的VOCs排放源包括油墨、润版液、印刷机清洗剂和地板清洗剂等。虽然现在的耗材转向替代型产品，例如从矿物油油墨或溶剂型油墨转向植物油油墨或水性墨，实际上这些新型耗材仍含有VOCs。

目前在印刷过程中大量使用的溶剂型油墨，大约含有50%~60%的有机挥发性成份，再加上调油墨粘度所需的稀释剂，在印品干燥时，油墨所散发出来的挥发成份的总含量约为70%~80%。

1. 清洗剂

印刷机清洗剂是印刷工艺中挥发VOCs的主要源头之一，常用的清洗剂包括汽油、煤油、乙二醇醚、醇类、甲苯、己烷和特别配制的混合剂（洗车水）。传统用的白电油、火水等，虽然清洁效果理想，但对印刷机的墨轮及胶布滚筒等有损害，现有部份印刷厂已渐使用环保洗车水替代。由于印刷工价偏低原因，现在仍然有许多印刷企业还在使用汽油、煤油作为油墨清洁剂，以此降低生产成本，用汽油、煤油作清洗剂时，不仅排放挥发性有机污染物，油墨含有的有害物质溶解在汽油、煤油中，也会对人体及周围环境造成相当大的危害。

洗车水是专门用于清洗油墨的清洗，清洗效果好，安全性能高，对人体及环境的危害小，但是价格比较高。但是处于即用状态的洗车水一般是90%以上的水和洗车水原液配制的，洗车水原液的主要成分仍然是VOCs，这部分VOCs在使用过程中将全部挥发到空气中，由于企业每年的洗车水用量很大，所以洗车水造成的VOCs排放是印刷企业主要的VOCs排放源之一

2. 润版液

平版的印版需要以润版液润湿，使非印纹部分具有抗油性。润版液是VOCs

的来源之一，目前胶印印刷机上普遍采用的是酒精润版系统，主要成分是异丙醇（工业酒精，IPA）及磷酸，异丙醇可减少水的表面张力，有利于提高印刷质量，但是润版液中异丙醇的含量越高，则越多VOCs挥发至空气中。为减低润版液的VOCs挥发量，部份印刷厂尝试使用低/无酒精润版液。

3. 油墨

印刷油墨由颜料、连结剂、溶剂、辅助剂组成，按印刷板式的不同，油墨主要分为凸版油墨、平版油墨、凹版油墨和孔板（丝网）油墨四大类。

（1）平版印刷油墨

平版油墨必须具备抗水性能，可按照工艺分为胶印油墨、卷筒纸胶印油墨、平胶印油墨、无水胶印油墨、印铁油墨、石印油墨、珂版油墨等。目前胶印所用油墨以树脂型油墨为主，印铁油墨属于热固型油墨，需要高温烘干，烘干过程会有VOCs排放。胶印油墨中VOCs含量很低，而轮转胶印油墨含有大量高沸点有机溶剂，如果不采取有效措施，这些溶剂将在印刷时产生的热量作用下向外界排出VOCs。当前一般是为印刷机添加燃烧装置来减少胶印油墨VOCs的排放。平版印刷油墨大部分都使用树脂型（含VOCs）连接料，含有VOCs挥发性物质。此外平版印刷油墨中常使用乙醇、异丙醇、丁醇、丙醇、丁酮、乙酸乙酯、醋酸丁酯、甲苯、二甲苯等有机溶剂，这些有机溶剂干燥后仍有部分残留；特别是上墨面积较大、墨层较厚的印刷品，其残留溶剂较多，在使用过程中释放出的有毒物质污染空气。

（2）凸版印刷油墨

凸版油墨多数是以挥发性干燥为主的传统溶剂型油墨，也有少量氧化结膜渗透干燥、光固化型油墨。应用于凸版印刷油墨中的溶剂主要是醇类（甲醇、乙醇、异丙醇、正丁醇等）、脂类（乙酸乙酯、乙酸丁酯等）、烃类（正己烷、正庚烷、二甲苯等）、酮类（丙酮、环己酮等）、醚类等，这些溶剂大都具有毒性、有较浓的刺激气味。

（3）柔印油墨

柔性版是一种特殊的凸印方式，柔版油墨可分为溶剂型油墨、水墨和UV墨，后两种由于其优良的环保性能正成为开发的重点。在柔印油墨中，用来印刷纸容器、瓦楞纸等的一般是水性油墨，它们几乎不排放VOCs（有机溶剂的含有量不到5%）。但是环保型水性油墨目前主要的用于柔性版塑料印刷与凹版纸张印刷，

适用于凹版塑料印刷的水性油墨尚在研发中。而用来印刷聚乙烯材料的柔印油墨，大都含有乙酸乙酯和丙基醇等有机溶剂，VOCs的排放情况跟用在软包装中的凹印油墨很类似。不过，柔印与凹版印刷相比，涂布量小，VOCs的排放量只有凹印的1/2~1/3。

(4) 凹印油墨

目前溶剂型油墨仍占凹印油墨是主流，约含50%-60%的溶剂，其中油墨自身含有的有机溶剂约占40%~70%。此外在印刷时还要向油墨中再添加30%~70%的有机溶剂，这些溶剂沸点大都在70℃~120℃，其中主要是甲苯、乙酸乙酯、丁酮、乙醇、异丙醇等物质，因此凹版印刷当油墨在会在印刷过程中向空气中排放大量有毒有害达到VOCs。在软包装中应用很广的特种凹版印刷油墨，由于要考虑到塑料薄膜的粘着性和润湿性，经常使用各种树脂作连接料，为了确保树脂的溶解性和印刷效果，一般要向油墨中加入4-7种有机溶剂做辅助剂，所以这种油墨的成分相当复杂，排放的VOCs成分多样。目前毒性较小、对环境影响较小的汽油型凹印油墨、混合型凹印油墨和醇型凹印油墨用量正大幅上升。此外用水和少量醇类作溶剂的水基型凹印油墨，印品质量正在逐步提高，是很有发展前景的新型环保油墨。

(5) 丝印油墨

丝印油墨为有机溶剂型油墨，有机溶剂型油墨占 50-60%。一般在印刷时再向油墨中添加 10%~30%的有机溶剂，这些溶剂的沸点一般在 160℃~200℃，需要为这些有机溶剂添加燃烧装置或回收装置，费用太高并且牵涉其它问题，所以应用较少，UV 油墨在丝网印刷中应用已经越来越多。今后无溶剂型和 RC 型油墨将是以后的主流。

表4-1 各种油墨及VOCs排放

印刷方式	油墨	VOCs排放物质
平版胶印	轮转胶印油墨	高沸点石油类
	单张纸胶印油墨	少量排出
凹版印刷	溶剂型油墨	低沸点有机溶剂（醋酸乙烯、IPA等）
	水性油墨	少量排出
柔性版印刷	溶剂型油墨	低沸点有机溶剂（醋酸乙烯、IPA等）
	水性油墨	少量排出
丝网印刷	溶剂型油墨	高沸点有机溶剂

	RC型 (UC/EB) 油墨	不排出
数码印刷	色剂 (Toner)	不排出

4.1.3 印后加工中 VOCs 的排放源

印后加工中会产生VOCs的工艺主要有覆膜、上光、压光、烫金、对裱、糊盒等。

1. 覆膜

为了美观及保护书刊，出版物的封面及其他印刷品都要覆膜。国内覆膜使用的粘合剂主要有聚氨酯类、橡胶类以及热塑高分子树脂等，覆膜过程中粘合剂受热会释放挥发性有机物，如苯、甲苯、二甲苯、乙酸乙酯、丁醇、丙烯酸类等，会对大气造成污染。

2. 上光

覆膜工艺由于环保问题而被逐步淘汰后，上光作为唯一可达到覆膜质感的工艺而已成为我国纸品印后整饰的重要手段。上光涂料主要由主剂、助剂和溶剂三部分组成。常用的溶剂有芳香烃类、酯类和醇类等。溶剂型上光材料使用的稀释剂主要是甲苯，而甲苯是有毒的挥发性物质。新型的水性上光油和UV上光油不含溶剂，可以广泛的使用，目前已在烟标、酒标、食品包装袋等产品的包装上得到广泛应用。UV上光会产生臭氧 (O₃)，而水性上光工艺采用红外线干燥设备，且水性上光设备可直接用清水清洗，所产生的废料和使用后的产品均可生物降解和再生回收，已经成为比较常用的一种上光方式。

3. 压光

压光油的材料可分为油性压光油、醇性压光油和水性压光油。压光油使用过程中会用到醇类等稀释剂，受热时会产生挥发性有机物。

4. 烫金

由于粘胶层中添加了有机溶剂，在烫印过程中，粘胶层受热在起粘结作用的同时，释放出挥发性有机物。

5. 胶黏

一般而言，胶黏剂所含的VOCs来源包括：食品包装和书本钉装夹层用的胶黏剂所含的异氰酸酯、一些特殊胶黏剂所含的环氧有机物及一些钉装用胶黏剂所含的松香。胶黏剂又可分为水性和溶剂型，水性胶黏剂所产生的VOCs排放较少。

6. 复合

在所有的印刷工艺中，软包装印刷（通常是凹版印刷）工艺的 VOCs 排放量最大（约占全部 VOCs 排放的 80% 左右）。而在软包装印刷中，复合工艺和凹版印刷工艺的 VOCs 排放量约各占 50%，因此，复合工艺是印刷行业中 VOCs 排放的一个主要环节。软包装复合工序需要使用大量的复合胶，复合胶一般为溶剂型胶黏剂，其中含有大量的挥发性有机物（乙酸乙酯、甲醇、乙醇等，主要为乙酸乙酯），是包装印刷行业 VOCs 排放的主要污染源之一。

4.2 包装印刷行业 VOCs 污染控制技术

印刷行业 VOCs 的控制一般可以分为源头治理和末端治理两类。由于目前我国印刷行业的清洁生产水平普遍较低，提高清洁生产水平，从源头上减少 VOCs 的使用和产生量，可以从根本上降低 VOCs 的排放量。源头治理相对于末端治理，通常成本更低、更有效、更可控。

4.2.1 源头治理

印刷生产中 VOCs 的排放大部分来源于原材料中 VOCs 的挥发，使用不含 VOCs 或低 VOCs 含量的原材料做为替代品，是一种源头治理的方法。

用洗车水代替汽油、煤油做为清洗剂可以减少 VOCs 的排放。在平版印刷中，润版液中的异丙醇、甲醇可用酒精替代品来取代，或者使用无水胶印方法，从而减少由润版液造成的 VOCs 排放。

溶剂型油墨中含有大量的 VOCs，是包装印刷企业主要的 VOCs 排放源之一。采用水性油墨替代溶剂型油墨可以彻底解决包装印刷行业中的 VOCs 污染问题，目前在外国水性油墨已经使用的非常普遍，在一些印刷品中完全取代了溶剂型油墨。溶剂型油墨中主要含有甲苯、甲乙酮、乙酸乙酯和醇类（异丙醇和甲醇），其中，甲苯和甲乙酮的毒性相对较高，在不能完全采用水性油墨的印刷品的生产中，发展趋势是采用无苯、无酮油墨，或单一溶剂油墨（只含有醇类，如乙醇）。采用单一溶剂油墨，虽然仍然含有大量的有机溶剂，但便于溶剂的回收利用。此外，在某些情况下亦可以采用 UV 油墨替代溶剂型油墨，以降低 VOCs 的排放。

溶剂型上光油可以用水性上光油或 UV 上光油所替代。在覆膜工艺中，使用预涂膜工艺来代替即涂膜工艺，或者使用水性覆膜胶，可以降低 VOCs 的排放。

在印刷品装订工艺中使用水性胶黏剂或聚氨酯型热熔胶来代替溶剂型胶黏剂。

在复合膜制造工艺中，目前的发展趋势是采用无溶剂复合技术，是既环保又节能的复合技术，是复合技术的发展方向和未来主导工艺，目前在西方国家约有90%以上的复合工艺均已经采用了无溶剂复合技术，而在我国采用的比例还很低。

另一种源头治理的途径是通过减少原材料的消耗或减少原材料中 VOCs 的挥发从而达到减少 VOCs 排放的目的。一般通过改进工艺或管理措施来实现。如在柔性版印刷中采用封闭式刮刀系统；制版与冲片清洗水过滤净化循环使用；建立实施印刷油墨控制程序，集中配墨，专色墨采用配色软件和染色仪校准，定量发放，采用中央供墨系统；润版液统一配置，定量发放；裱糊工序胶水全封闭循环使用，避免结膜浪费；建立并实施剩余油墨综合利用控制制度等。

4.2.2 末端治理

1. 有机废气的末端处理技术

对于有机废气的末端处理技术大致可以分两类：回收技术和销毁技术。

回收技术是通过物理的方法，改变温度、压力或采用选择性吸附剂和选择性渗透膜等方法来富集分离有机污染物的方法。该方法主要包括吸附技术、吸收技术、冷凝技术及膜分离技术等。回收的挥发性有机物可以直接或经过简单纯化后返回工艺过程再利用，以减少原料的消耗，或者用于有机溶剂质量要求较低的生产工艺，或集中进行分离提纯。

销毁技术是通过化学或生化反应，用热、光、催化剂或微生物等将有机化合物转变为二氧化碳和水等无毒无害无机小分子化合物的方法，主要包括高温焚烧、催化燃烧、生物氧化、低温等离子破坏和光催化氧化技术等。

吸附技术、催化燃烧技术和热力焚烧技术是传统的有机废气治理技术，也是目前应用最为广泛的 VOCs 治理实用技术。吸收技术由于存在二次污染和安全性差等缺点，目前在有机废气治理中已经较少使用，主要用于废气的前处理和后处理过程；冷凝技术只是在极高浓度下直接使用才有意义，通常作为吸附技术或催化燃烧技术等的手段使用；生物技术具有绿色环保，设备简单，投资及运行费用低，无二次污染等优点，近年来技术上也已经比较成熟，越来越多地被应用于有机气相污染物的治理，在有机废气治理中生物技术日益受到重视，但目前主要应用于低浓度有机废气的治理；等离子体技术近年来已经相对发展成熟，在低

浓度有机废气治理、臭气治理中得到了大量的应用；光催化技术、光氧化和膜分离技术的发展目前还不够成熟，在大气量的有机废气治理中尚没有进行大规模的实际应用。

由于 VOCs 废气成分及性质的复杂性和单一治理技术的局限性，在很多情况下，采用单一技术往往难以达到治理要求，而且也是不经济的。利用不同治理技术的优势，采用组合治理工艺不仅可以满足排放要求，同时可以降低净化设备的运行费用。因此，近年来在有机废气治理中采用两种或多种净化技术的组合工艺受到了极大的重视，并得到迅速发展。

VOCs 末端治理技术在工程实践中已有应用的方法汇总如表 2-5 所示。

表 2-5 工程实践中主要的 VOCs 末端治理技术方法

技术方法		原理	技术关键	适用场合	应用效益
冷 凝 法		利用气体组分的冷凝温度不同，将易凝结 VOCs 组分通过降温或加压凝结成液体而得到分离的方法。	冷凝温度/压缩压力	高浓度	溶剂回收
吸 附 法	颗粒活性炭	利用多孔固体（吸附剂）将气体混合物一种或多种组分积聚或凝聚在吸附剂表面，得到分离目的。	吸附温度或压力、过滤风速、穿透周期	低浓度	浓缩回收热量/溶剂
	碳纤维				
	沸石转轮				
燃 烧 法	热氧化炉	在高温下同时供给足够的氧气，将 VOCs 气体完全分解成二氧化碳和水等无机物	燃烧温度、停留时间	高浓度	热量回收
	催化氧化器	利用催化剂，在较低温度下将 VOCs 氧化分解	空间速度、氧化温度	中浓度	
其 他 方 法	吸收法	利用 VOCs 各组分在选定的吸收剂中溶解度不同，或者其中一种或多种组分与吸收剂中的活性组分发生化学反应，达到分离和净化的目的。	中、低浓度	合成革 DMF 溶剂回收	
	化学氧化法	将具有化学氧化性的吸收液洗涤 VOCs 气体，达到净化的目的	低浓度	特定的低浓度 VOCs 气体，但具有较严重气味污染的场合。	
	等离子法	利用外加电压产生高能等离子体去激活、电离、裂解 VOCs 组分，使之发生分解、氧化等一系列复杂的化学反应。	低浓度		
	生物法	微生物以 VOCs 作为代谢底物，使其	低浓度		

技术方法		原理	技术关键	适用场合	应用效益
		降解，转化为无害的、简单的物质。			
	光催化氧化	利用光催化剂，氧化分解 VOCs 气体。	低浓度		

2. 印刷业 VOCs 控制常用技术

印刷行业含 VOCs 废气的排放情况非常复杂。在凹版印刷和复合膜复合工艺中，VOCs 的浓度相对较高，通常可以进行回收利用，在其他印刷工艺中，VOCs 的浓度较低。目前，在印刷行业应用较为广泛的有热力氧化技术、生物技术、吸附技术、光催化氧化技术等。

(1) 热力氧化法

热力燃烧法包括四种：直接热力燃烧法、蓄热式燃烧法、催化燃烧法、蓄热式催化燃烧法。直接燃烧法即将废气高温加热到 600-800℃后，废气可以直接裂解为水和二氧化碳，但是此方法适用于有热量可以利用的场合；由于直接燃烧法能耗太高导致其运行成本也较高，很难在工程中应用，因此在该技术的基础之上，增加了蓄热体，能够大量的回收热量，这种方法即蓄热式热力燃烧法，该技术在早期应用中，是把陶瓷材料作为蓄热体的，并且取得了比较好的处理效果，去除效率已经可以高达 95%以上；催化燃烧法即将废气温度直接升高到 250~350℃，利用催化剂中的活性组分，使废气中的有机物质转化为二氧化碳和水，具有处理效率高、处理彻底等优点，适合浓度较高的废气处理，但若废气中存在 N、S 等组分，则不适合使用此方法；蓄热式催化燃烧法是结合了蓄热式然后和催化燃烧法的新型热力燃烧方法，在催化燃烧中利用蓄热体较大的传热面积来吸收、释放能量，从而达到了节能的目的。

在催化燃烧法中，催化剂会发生中毒或烧结等情况，为了避免这些问题，在废气进行催化燃烧前，必须先将气体中存在的颗粒物等去除，尽量简化其组分，此外催化剂需要经常更换，这也导致了运行成本的增加。

(2) 吸附法

利用吸附剂内部的特殊结构，通过物理或化学吸附的方式将废气中的有机物吸附，从而去除污染物的方法即为吸附法。吸附法的优点是去除效率高、有用组分和吸附剂均可回收利用以及设备简单易操作等，缺点是吸附剂的吸附容量有限，饱和后需要脱附处理，设备体积较大等。该方法在印刷行业应用较多。

吸附剂的性能对处理效果影响较大，在选择吸附剂时，要充分考虑其特性，好的吸附剂应具备比表面大、选择性好、热定性好等特点。常用的有活性炭、活性炭纤维、有机吸附剂等。活性炭是生活中最常见的吸附剂，影响活性炭吸附效果的因素有亲合系数和湿度等，亲合系数越大，湿度越小，活性炭的吸附就越强。活性炭纤维是目前研究最多的一种新型吸附剂，具有吸附速度快、吸附容量大、处理效率高等特点，但是吸附选择性较低，在吸附某些气体时，会受到限制。有机吸附剂分为天然有机吸附剂和人工有机吸附剂两种，TenaxTA、TenaxGC 等是目前常用的有机吸附剂，有机吸附剂疏水性较强，可回收利用等优势。

（3）生物法

利用微生物吸附降解 VOCs 的方法称之为生物法。生物法可分为生物滤池法、生物滴滤法、生物洗涤法及膜生物反应器法等。生物滤池法是将废气送入填充有表面积大、孔隙率高的玉米芯、骨壳等填料的生物过滤池，利用滤料上的微生物吸附降解有机物，该方法运行简单、成本低的特点，但是体积大、且可能会发生滤料堵塞等问题；生物滴滤法采用活性炭、陶瓷等作为填料，通过喷淋循环液系统控制系统水分布和回流，使微生物形成生物膜附着在填料层的表面，利用微生物吸附降解通过填料层的废气，该方法具有运行简单、成本较低优点，但是废气溶解性能对处理效果影响较大；生物洗涤法是将活性污泥配制成混合液，吸附废气中的有机物质从而将其去除的方法，适合用于处理脱除复合型废气。

（4）光催化氧化法

光催化氧化技术主要是利用了催化剂的光催化活性。吸附在吸附剂上的有机物质在光照下发生反应，将有机物质转化成 CO₂ 和 H₂O 等无害的小分子物质。该方法的优点在于操作简单，条件易控制，催化剂可以回收利用，节约了成本。

3. 国家技术规范推荐的印刷业污染防治技术

《2016 年国家先进污染防治技术目录（VOCs 防治领域）》（公示稿）中对以下 6 种适用于印刷行业先进的污染防治技术进行了公示并推广：

（1）印刷行业氮气保护全 UV 干燥技术。凹印工艺中使用 UV 油墨的承印材料在进入干燥区前，先采用不含氧的气体对承印材料表面进行吹扫处理，使其在充有保护气体 N₂ 的紫外线干燥箱中进行干燥，防止干燥过程中油墨与空气接触反应，避免添加抗氧剂，从源头减少 VOCs 的使用与排放。氮气保护全 UV

九色凹印机工作过程中,在不抽风情况下,车间内 VOCs 浓度最高为0.15mg/m³。采用紫外干燥技术解决了 UV 油墨在凹印机上无法完全干燥的难题;不仅可以减少 VOCs 排放,还可以降低干燥过程的能耗。

(2) 印刷无溶剂复合技术。该技术使用聚氨酯胶粘剂通过反应固化实现不同基材的粘结。全部工艺在低温或常温(35~45℃)状态下完成;使用多辊涂布,胶层薄,涂胶量只有溶剂型干式复合的 1/3~1/2。相比溶剂型干式复合工艺 VOCs 减排率可达 99%以上。采用无溶剂胶粘剂代替溶剂型胶粘剂,从源头上避免了 VOCs 的使用与排放。

(3) 活性炭吸附-氮气脱附冷凝溶剂回收技术。利用颗粒活性炭吸附有机废气,活性炭吸附饱和后采用高温氮气脱附再生,脱附产生的溶剂经冷凝分离后回收。VOCs 净化效率≥96%(一级吸附若不能达标则需采用两级)。采用惰性气体氮气作为脱附载气,有效解决了传统回收工艺安全性问题;与水蒸气再生相比,回收溶剂含水率低,易于提纯。

(4) 固定式有机废气蓄热燃烧技术。采用多床固定式蓄热室,经预热后的有机废气进入燃烧室高温氧化分解,净化后的高温尾气经蓄热体降温后达标排放,蓄热体预热进口废气,节省能源。设备运行温度 800℃左右,阻力≤5000Pa。当采用两床时,VOCs 净化效率≥90%;当采用三床及以上时,VOCs 净化效率≥97%,热回用率≥90%。在蓄热体支撑结构上配设气体回流装置,减少阀门切换时废气滞留量;蜂窝陶瓷作为蓄热体,设备阻力小。

(5) 旋转式蓄热燃烧净化技术。旋转式蓄热燃烧系统主体结构设有多个蜂窝陶瓷蓄热室和燃烧室,每个蓄热室依次经历蓄热、放热、清扫程序。控制系统控制驱动马达使回转阀按一定速度旋转,实现蓄热体吸附-放热的循环切换。VOCs 净化效率≥97%,热回用率≥90%。蓄热体与被净化废气进行直接接触换热,换热效率高,运行费用低;采用旋转式多床结构设计,占地面积小。

(6) 吸附浓缩+燃烧组合净化技术。含 VOCs 废气进入沸石转轮吸附净化,脱附后的高浓度废气再通过燃烧装置(如 RTO、RCO、TNV 等)进行燃烧净化。VOCs 吸附浓缩倍数 10 倍以上。沸石转轮吸附净化效率≥90%,燃烧净化效率≥97%。将中低浓度、大风量的 VOCs 废气通过吸附浓缩转为高浓度、低风量的有机废气,然后再进行燃烧处理,降低了废气燃烧净化的运行费用。适用于涂装、

印刷等行业中低浓度废气净化。

4.3 河南省印刷行业 VOCs 排放及治理现状

调研结果显示，采用以平版印刷和柔性版印刷为主印刷企业在生产过程中 VOCs 排放水平偏低，而软包装印刷企业以及金属包装企业的 VOCs 排放较为严重。

VOCs 基本以无组织形式排放，且大部分印刷企业排气筒不规范。某些大型企业因其管理规范，设备、技术先进，使用了部分清洁原料，减少了 VOCs 的排放。而大多数中小企业工艺落后，疏于管理，基本未采取任何控制措施，造成 VOCs 排放较为严重。在 VOCs 处理设施方面，目前，某些软包装印刷企业在印刷工序和复合工序应用了吸附技术，对油墨和粘合剂中的溶剂进行吸附处理。平版印刷中的商业轮转印刷机一般都配置了燃烧处理装置，对有机废气排放进行控制。这些治理技术在控制印刷企业 VOCs 废气方面都发挥了一定的作用，但大部分还不够成熟，在实际应用中仍存在很多问题，还有待完善和提高。

长期以来，河南省印刷企业挥发性有机污染控制工作较落后，只有少部分企业采取控制有效措施，一部分大型企业因其管理规范，设备、技术先进，使用了部分清洁原料，减少了 VOCs 的排放。而大多数中小企业工艺落后，疏于管理，基本未采取任何控制措施，造成 VOCs 排放。各地区 VOCs 治理进度存在较大差异，总体的治理进度较慢。如图 2-13 所示，截止 2019 年 3 月底，目前有 258 家企业已经完成了限期治理的任务，占有 725 家涉 VOCs 包装印刷企业的 35.6%，且这些企业主要集中在河南省包装印刷企业最集中的郑州、新乡、焦作三个地区。

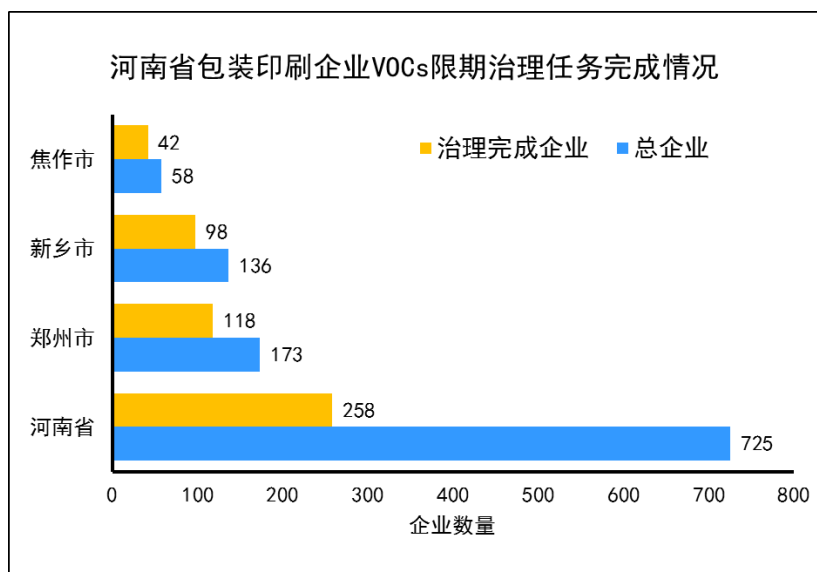


图 4-2 河南省包装印刷企业 VOCs 限期治理完成情况

为了深入开展挥发性有机物（VOCs）污染专项治理，持续改善河南省环境空气质量，2019年4月，河南省生态环境厅发布了《河南省2019年挥发性有机物治理方案》，要求2019年6月底前，全省涉及VOCs排放的725家企业需要全面完成VOCs污染治理，并全面推进印刷行业综合整治，全行业推广使用柔版印刷、胶版印刷等低排放印刷方式，对油墨、胶黏剂等有机原辅材料调配和使用等环节，要采取车间环境负压改造、安装高效集气装置等措施，加强废气收集，有机废气收集率达到70%以上，在烘干环节，采取循环风烘干技术，减少废气排放，收集的废气要采取回收、焚烧等末端治理措施进行净化处理，确保稳定达标排放，低浓度有机废气或恶臭气体采用低温等离子体技术、UV光催化氧化技术、活性炭吸附技术等两种或两种以上组合工艺，禁止使用单一吸附、催化氧化等处理技术。

5 标准编制的总体方案

5.1 总体思路

通过文献调研、实地调研、现场监测、研讨会等多种方式，多个方面准确、详细的掌握我省包装印刷行业的基本概况（包括企业的分布状况、年产量、产品类型等）、企业主要生产工艺的类型、企业挥发性有机物产排污情况、污染防治技术、污染治理成本及现状等相关资料。在此基础上，参照国内污染控制经验和科技，并结合我省实际情况和环境管理需求，在符合我国相关国家法律和法规的

基础上，制订符合河南省包装印刷行业特点的挥发性有机污染物排放标准。

5.2 制定原则

一是与国家相关法律法规和标准相衔接。标准的制订必须以国家及河南省环境保护相关法律、法规、政策和规章为依据。符合《地方环境质量和污染物排放标准备案管理办法》、《环境标准管理办法》等的相关要求；与国家发布的《大气污染物综合排放标准》、《恶臭污染物排放标准》相衔接；与行业技术政策、污染防治要求相适应；与相关的污染治理工程技术规范相匹配。

二是强化标准的可操作性。兼顾技术经济和实际操作的可行性，综合省内具有代表性先进企业所能达到的污染治理水平，及国内外先进污染治理技术和管理水平，并结合人体健康风险分析、环境潜在危害分析等，制订排放标准限值。

三是综合和单一指标兼顾。目前，北京市、上海市、重庆市、广东省、山东省、湖南省、福建省等省市地方层面均有针对包装印刷行业的专业性排放标准。根据行业类型，选用综合性指标（非甲烷总烃或总VOCs）和行业特征污染物（苯、甲苯、二甲苯）作为控制指标。在此基础上，对部分污染防治设施设定最低处理效率要求，以保证污染物的有效去除和防治设施的稳定运行。

四是全过程控制的原则。标准制定过程中综合考虑企业规范操作、规范化管理、清洁生产措施和末端治理技术等多重条件下所能达到的排放水平，并以此为基础制订污染物的排放限值。

五是结合本地区实际的原则。根据河南省包装印刷行业生产水平和污染治理能力的现状，通过综合分析确定排放限值，使本地方标准制定实施符合河南省的现状。

六是多方参与原则。标准制定中将采取多种方式，听取政府、行业、企业、专家、公众、环境管理部门等意见，兼顾各方利益诉求，以保证标准的科学性、针对性、可操作性。

5.3 制定依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》；
- (2) 《中华人民共和国大气污染防治法》；
- (3) 《国家环保标准制修订工作管理办法》；

- (4)《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》;
- (5)《关于加强地方环保标准工作的指导意见》(环发[2014]49号);
- (6)《标准化工作导则第1部分:标准的结构和编写》(GB/T 1.1-2009);
- (7)《环境保护标准编制出版技术指南》(HJ 565-2010);
- (8)《关于促进中原经济区产业与环境保护协调发展的指导意见》(环发[2015]136号);
- (9)《河南省减少污染物排放条例》;
- (10)《河南省蓝天工程行动计划》(豫政[2014]32号)。
- (11)《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)
- (12)《恶臭污染物排放标准》(GB14554-1993)
- (13)《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)

5.4 技术路线

2019年3月,华北水利水电大学成立了标准编制组,填报河南省地方标准项目申请表,确定了标准的编制的工作思路,分解了标准编制任务,研究制定了标准编制的基本技术路线:通过对我省包装印刷行业现状的全面调查,分析筛选确定主要挥发性有机污染物控制项目,在此基础上,综合环境质量改善需求、污染治理技术能力、技术经济可行性等因素,综合确定包装印刷行业挥发性有机污染物排放限值,并提出相关环保要求。标准制定工作总体分为前期准备、开题报告编制、标准研究、标准制定发布四个阶段,具体技术路线如图5-1所示。

(1) 前期准备阶段

通过对包装印刷生产企业有关情况的初步调研,以及环保政策法规、国内外有关排放标准、行业污染控制技术等的资料文献的整理分析,研究确定标准制定的必要性与可行性,为开题报告编制做准备。

(2) 开题报告编制阶段

进一步调查分析河南省包装印刷行业分布及挥发性有机物排放特征,进一步分析标准研究的可行性,通过专家咨询、召开讨论会等形式确定工作内容、工作方法和技术路线,拟定草案,编写开题报告。

(3) 标准研究制定阶段

按照通过的开题报告和论证意见,开展调查研究。对生产企业进行较全面地、

系统的调研，并筛选生产规模、产品类别、生产工艺、管理水平和处理技术不同的典型企业，进行现场调研和案例分析。以印刷原料VOCs含量限值确定、标准控制因子的确定、排放浓度限值的确定为重点，对标准框架、控制因子、限值、标准实施的技术经济可行性及环境效益等标准主要技术内容进行深入研究，编制河南省《包装印刷业挥发性有机物排放标准》的征求意见稿。

（4）标准定稿发布阶段

将“征求意见稿”面向社会公开征求意见，汇总、整理各单位对“征求意见稿”的意见，并召开论证会。在征求意见的基础上，编制河南省《包装印刷业挥发性有机物排放标准》送审稿、编制说明。根据送审反馈意见，编制完成河南省《包装印刷业挥发性有机物排放标准（报批稿）》及编制说明。

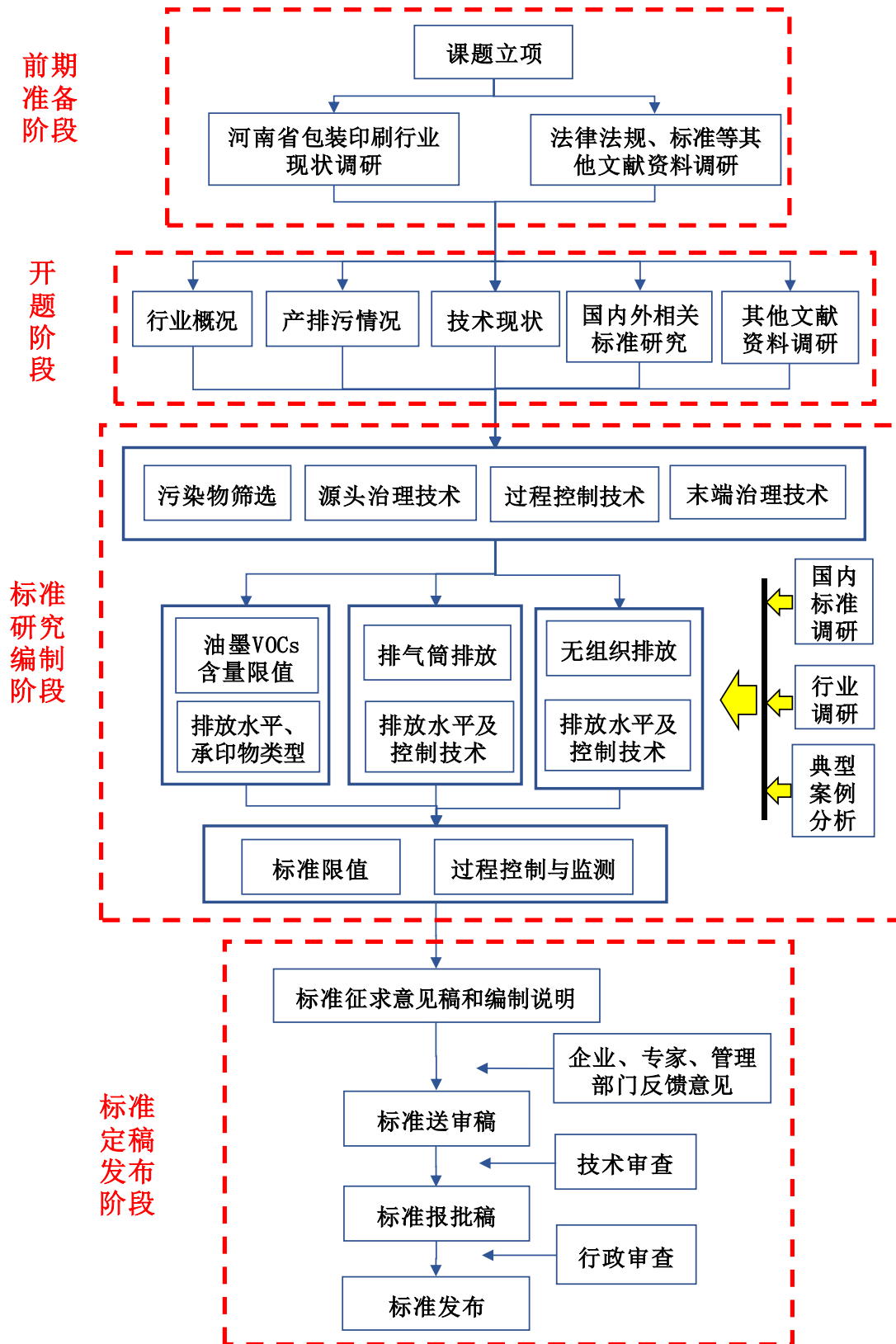


图5-1 技术路线

6 国内外相关标准研究

6.1 国外相关标准研究

6.1.1 美国

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》，属于《美国联邦法规》（Code of Federal Regulations，简称CFR）主题的（40CFR）第9部分和第63部分，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。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。其中，HAP主要排放源、面源分别指任意一种HAP排放量超过10吨/年或几种HAP的混合排放量超过25吨/年排放量的单位场所，比主要排放源HAP排放量少的单位场所。

针对出版业转轮凹印设备，要求每月挥发性有害空气污染物的排放量不得超过总挥发性物质使用量的8%，通过使用捕获控制技术或使用不含HAP的其它物质代替含HAP的原料，以及这两种控制方法结合的控制技术，使HAP的削减效率达到92%以上。

针对产品和包装转轮凹印设备及宽网面柔性版印刷设备，要求每月HAP的排放量不得超过总HAP使用量的5%，不得超过当月使用油墨，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的4%，或不得超过当月使用固体量的20%，或不得超过当月使用原料中固体质量的20%。

除此以外，生产者必须按照规定监测检测方法监测排放的有害空气污染物浓度和体积流量，并跟踪记录监测结果。

在大气污染-205号法规的第二章，有机物排放标准及控制中，Subpart P针对印刷出版业做出了相关规定。

对于出版物、包装凹版印刷、柔版印刷：

- 1) 油墨中VOCs含量不超过25%。
- 2) 要求处理设备的处理效率不得低于90%。
- 3) 要求捕集系统的捕集效率，出版物凹版印刷达到75%，包装凹版印刷达

到 65%，柔版印刷达到 60%。

对于热固转轮平版胶印：

1) 在没有处理设备的情况下，排放的挥发性有机物不得超过 100 吨/年。

2) 配置的焚烧炉可以达到 90% 的处理效率。

3) 润版液中 VOCs 含量不超过 8%，并且冷凝回收系统可以去除至少 75% 的非异丙醇有机物。

6.1.2 欧盟

欧盟关于环保的标准一般都是以指令的形式颁布的。关于 VOCs 排放的控制指令，通常分为通用指令和行业指令。欧盟工业排放指令 2010/75/EC 和有机溶剂指令 1999/13/EC 就属于通用指令，汽油配送指令 94/63/EC 和综合污染预防控制指令 96/61/EC 就归属于行业指令。欧盟工业排放指令中专门针对印刷工序中排放 VOCs 的限值及溶剂逃逸量做了规定。1999 年 3 月 11 日，欧盟发布了关于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的限制法规（1999/13/EC）。其中，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。相关内容见表 6-1。

表 6-1 1999/13/EC 指令（仅摘录印刷业的部分）

工业活动(每年溶剂消费量 吨/年)	溶剂消费限值 (吨/年)	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)		总排放限值 (总排放量指逃逸排放和废气排放的总和。)		备注
			新建	已有	新建	已有	
热固转轮平版印刷 (大于 15 吨)	15-25	100	30 ⁽¹⁾		/		⁽¹⁾ 残留在产品中的溶剂不计为逃逸溶剂
	大于 25	20	30 ⁽¹⁾				
出版物凹版印刷 (大于 25 吨)	/	75	10	15	/		/
其它凹版印刷, 柔	15-25	100	25		/		⁽¹⁾ 在纺织品

版印刷，丝网印刷，覆膜或上光工序（大于 15 吨）	大于 25	100	20		和硬纸板上的丝网印刷的限值
在纺织品或硬纸板上的丝网印刷（大于 30 吨）	大于 30 ⁽¹⁾	100	20		

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。

6.1.3 国际金融中心（IFC）

对于世界银行成员参与的印刷类项目，国际金融公司制定了《印刷业 EHS 导则》，对印刷业 VOCs 排放控制进行规定，主要包括预防和控制 VOCs 排放的推荐对策，以及针对包装印刷行业平版印刷/胶印、凹版印刷/转轮凹版印刷、柔版印刷、丝网印刷和凸版印刷的 VOCs 控制指标。IFC 印刷业废气排放标准限值如表 6-2 所示。

表 6-2 IFC 印刷业废气排放标准

污染物	单位（标准状态下）	排放标准
挥发性有机物	mg/m ³	100 ^{a,b}
		20 ^{a,c}
		75 ^{a,d}
		100 ^{a,e}
颗粒物	mg/m ³	50 ^f
氮氧化物	mg/m ³	100~500 ^g
异氰酸酯	mg/m ³	0.1 ^h

注：a 按照总碳计算。
b 热固型卷筒纸胶印 15~25t/a 溶剂消耗量。
c 热固型卷筒纸胶印 >25t/a 溶剂消耗量。
d 轮转凹版印刷出版 >25t/a 溶剂消耗量。

污染物	单位（标准状态下）	排放标准
e 其它轮转凹版印刷、柔性版印刷、轮转丝网印刷、覆膜和上光机组（>15t/a 溶剂消耗量），在织物/纸板上进行轮转丝网印刷（>30t/a 溶剂消耗量）		
f 对各密封源，30 min 平均值。来自于所有过程/活动。		
g 30min 平均值，不包括颗粒物，NCO 为表征物。来自于所有使用异氰酸酯的过程/活动。		

6.1.4 日本

日本和我国现行状态一样，暂时还没有出台针对印刷业废气污染物排放限值的法规。日本主要基于本国的《恶臭防治法》、《大气污染防治法》和《工业安全与卫生法》来对工业生产所产生的挥发性有机废气进行管控。而且，只有《大气污染防治法》中明确了少数挥发性有机物的排放限值。但是日本印刷产业联合会于 2006~2007 年对《胶版印刷服务》、《凹版印刷服务》、《贴纸印刷服务》与《丝网印刷服务》绿色标准进行了修订，针对印刷行业的材料采购、工艺以及企业的自主的污染控制行为进行了规定与指引，从而对印刷企业的污染排放进行约束。

6.2 国内相关标准研究

6.2.1 台湾

台湾行政院环境保护署于 2007 年 2 月 16 日发文（发文字号：环署空字第 0960014388A 号），依据大气污染防治费收费办法第十条第一项第三款、第四款，制定《公私场所固定污染源申报空气污染防治费之挥发性有机物之行业制成排放系数、操作单元（含设备元件）排放系数、控制效率及其他计量规定》。

依据 2006 年 12 月 27 日台湾行政院环境保护署空字第○九五○一○二五○九 A 号公告之《固定污染源空气污染防治费费率》计算挥发性有机物排放量是，应依该公告的排放系数及规定计算。

6.2.2 香港

香港于 2007 年出台了《空气污染管制（挥发性有机化合物）规例》，对建筑涂料、印刷油墨、6 类消费品、车辆和船舶维修喷漆等含 VOCs 产品进行了有效管制。该规例中涉及印刷行业的 VOCs 控制措施主要为限制不同印刷印墨的挥发性有机化合物含量限值。

2010 年 10 月，香港政府修订了《空气污染管制（挥发性有机化合物）条例》

(即“VOC 管理条例”), 以此作为实现粤港 VOCs 减排目标的一部分。修订内容主要涉及涂料和油漆管控, 但未对印刷油墨的 VOCs 含量限值提出修订。本规例对印刷油墨中挥发性有机化合物的含量限值如表 6-3 所示, 为即用状态下的印刷油墨挥发性有机化合物含量。此处的挥发性有机化合物含量是除去水份的值, 并且不包括豁免化合物。

表 6-3 香港印刷油墨中挥发性有机化合物含量限值

受规管油墨	挥发性有机物含量的最高限值 (g/L)	
	2007 年 4 月 1 日生效	2009 年 1 月 1 日生效
柔性版荧光油墨	300	--
用于不透气承印物的柔性版油墨	300	--
用于透气承印物的柔性版油墨	225	--
凸版油墨	300	--
平版油墨 (热固油墨除外)	300	--
凹版油墨	--	300
丝网印刷油墨	--	400

6.2.3 广东

广东省于 2010 年颁布了《印刷行业挥发性有机物排放标准》, 该标准规定了即用状态的油墨 VOCs 含量限值, 见表 6-4; 按照印刷工艺的不同规定了印刷工艺过程中 VOCs 排放限值及排放速率要求, 见表 6-5, 并提出了管理控制要求。

表 6-4 印刷油墨 VOCs 含量限值

印刷油墨种类	含量限值 (g/L)	
	I 时段	II 时段
用于不透气的承印物的柔性版油墨	--	300
用于透气的承印物的柔性版油墨	225	225
用于不透气的承印物的平版油墨	--	700
用于透气的承印物的平版油墨	300	300
凸版油墨	300	300

表 6-5 排气筒 VOCs 排放限值

印刷方式	污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	最高允许排放速率 (kg/h)

		I 时段	II 时段	I 时段	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）、柔性版印刷制版	苯	1	1	0.4	0.4
	甲苯与二甲苯合计	30	15	1.8 ^a	1.6 ^a
	总 VOCs	120	80	5.4	5.1
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）	苯	1	1	0.4	0.4
	甲苯与二甲苯合计	30	15	1.8a	1.6a
	总 VOCs	100	2.5	4.0	14

^a 二甲苯排放速率不得超过 1.0kg/h。

6.2.4 北京

北京市于 2007 年颁布了《大气污染物综合排放标准》，于 2008 年 1 月实施，标准规定了北京市固定污染源大气污染物排放控制要求，该标准将印刷行业作为典型 VOCs 排放控制源，在一般排放源 VOCs 排放限值的基础上，又收严了 VOCs 排放限值。标准中规定了不同的 VOCs 控制指标：

(1) 针对排气筒排放废气中的 VOCs 以及厂界环境空气中的 VOCs，以“非甲烷总烃”和几种特定的单项物质作为控制指标；

(2) 针对包括逸散性排放在内的 VOCs 总量排放控制，以单位产品向环境中排放的有机溶剂质量作为控制指标。

该标准还规定了典型 VOCs 污染源的排放要求，见表 6-6。

表 6-6 典型 VOCs 污染源受控工艺设施和污染物项目

污染源	受控工艺设施	污染物项目
印刷	印刷、烘干及其他有机溶剂使用工艺	苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃

2015 年 5 月 13 日，北京颁布了《印刷业挥发性有机物排放标准》，于 2015 年 7 月 1 日实施。标准规定了印刷生产活动中挥发性有机物排放的控制要求，以及标准的实施与监督等相关规定。适用于现有印刷企业的挥发性有机物排放管理，以及新建、改建、扩建印刷生产线建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收及其投产后的挥发性有机物排放管理。

标准中对原辅材料提出了要求，具体如下：

(1) 印刷油墨挥发性有机物含量限值如表 6-7 所示。

表 6-7 印刷油墨挥发性有机物含量限值

印刷油墨种类		含量限值 (%)
胶印油墨	热固	10
	单张/冷固	3
凸版印刷油墨		30
凹版印刷油墨		

(2) 印刷生产活动中使用的润版液中醇类添加量应 \leq 5%。

(3) 印刷生产活动中不应使用煤油或汽油作为清洗剂。

(4) 印刷生产活动中不应使用溶剂型上光油。

(5) 印刷生产活动中不应使用溶剂型书刊装订用胶黏剂，胶黏剂有害物质应符合 HJ/T 220 的要求。

(6) 印刷生产活动中，设备或车间排气筒排放的挥发性有机物浓度限值，具体见表 6-8 和表 6-9。

表 6-8 挥发性有机物排放浓度限值

污染物项目	I 时段	II 时段
苯	0.5	0.5
甲苯与二甲苯合计	15	10
非甲烷总烃	50	30

表 6-9 无组织排放监控点浓度限值

监控位置	苯		甲苯与二甲苯合计		非甲烷总烃	
	I 时段	II 时段	I 时段	II 时段	I 时段	II 时段
厂界	0.1	0.1	0.5	0.2	2.0	1.0
印刷生产场所	0.1	0.1	2.0	1.0	6.0	3.0

6.2.5 上海

上海市在 2015 年 2 月 16 日发布了《印刷业大气污染物排放标准》，于 2015 年 3 月 1 日实施。该标准规定了处于即用状态的油墨 VOCs 含量限值，见表 6-10；同时规定了 VOCs 排放限值及排放速率要求，见表 6-11。

表 6-10 即用状态印刷油墨 VOCs 含量限值

序号	印刷油墨种类		含量限值
1	平版油墨（辐射固化油墨除外）	热固轮转油墨	300g/kg
2		印铁油墨	700 g/kg
3		单张纸、冷固油墨	150 g/kg
4	柔版油墨	水基油墨	200 g/kg
5		溶剂基油墨	500 g/kg
6	凹版油墨	水基油墨	300 g/kg
7		溶剂基油墨	800 g/kg

注：即用状态印刷油墨 VOCs 含量限值指每千克即用油墨中含有的 VOCs 克重。

表 6-11 大气污染物排放限值

序号	污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	最高允许排放速率 (kg/h)	污染排放监控位置
1	苯	1	0.03	车间或生产设施 排气筒
2	甲苯	3	0.1	
3	二甲苯	12	0.4	
4	非甲烷总烃 (NMHC)	50	1.5	
5	颗粒物	20	0.45	

注：a 当非甲烷总烃的去除率不低于 90%时，等同于满足最高允许排放速率限值要求。

6.2.6 天津

天津市于 2014 年 8 月发布了《工业企业挥发性有机物排放控制标准》，其中按照印刷工艺的不同，规定了印刷行业 VOCs 排放限值要求，见表 6-12。

表 6-12 排气筒 VOCs 排放限值

印刷方式	污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)		最高允许排放速率 (kg/h)	
		I 时段	II 时段	I 时段	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）、柔性版印刷制版、印刷、涂布、印后加工等工艺	苯	1	1	0.2	0.2
	甲苯与二甲苯合计	30	15	1.0	0.5
	总 VOCs	80	50	2.5	1.5

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	苯	1	1	0.2	0.2
	甲苯与二甲苯合计	30	15	1.0	0.5
	总 VOCs	100	50	2.5	1.5

6.2.7 河北

2016年2月24日，河北省制定了《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB 13/ 2322—2016），标准规定了河北省内各类工业企业挥发性有机污染物排放控制要求、污染物监测要求、实施与监督要求。该标准分阶段实施，新建企业或生产设施自2016年2月24日之日起，现有企业或生产设施自2017年1月1日起开始实施。该标准对于印刷行业，有组织排放控制要求如表6-13所示，企业边界任何1h大气污染物平均浓度执行表6-14规定的限值。。

表 6-13 印刷企业或印刷生产设施大气污染物排放限值

工艺设施	污染物项目	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	最低去除效率	污染物排放监控位置
有机废气排放口	非甲烷总烃	50	70% ⁽¹⁾	车间或生产设施排气筒
	苯	1	/	
	甲苯与二甲苯合计	15	/	
注： ⁽¹⁾ 对于废水处理有机废气收集处理装置、以水性材料为主的有机废气排放口不做最低去除效率的要求。				

表 6-14 企业边界大气污染物浓度限值

序号	污染物项目	限值 (mg/m ³)	最高允许排放速率 (kg/h)	污染排放监控位置
1	非甲烷总烃	2.0	1.5	车间或生产设施排气筒
2	苯	0.1	0.1	
3	甲苯	0.6	0.4	
4	二甲苯	0.2		

在排气筒去除效率不满足要求的情况下，要求印刷工业生产车间或生产设备无组织排放监控点任何 1h 大气污染物平均浓度执行表 6-15 中的规定的限。监测点位设在生产车间门或窗口、或生产设备外 1m，距离地面 1.5m 以上位置处。

表 6-15 生产车间或生产设备边界大气污染物浓度限值⁽¹⁾

序号	污染物项目	限值 (mg/m ³)
1	非甲烷总烃	4.0
2	苯	0.4
3	甲苯	1.0
4	二甲苯	1.2

注：⁽¹⁾ 本限值仅在排气筒去除效率不满足要求的情况下执行。

6.2.8 重庆

重庆市 2017 年 4 月 10 日发布了《包装印刷业大气污染物排放标准》(DB 50/758—2017)，2017 年 4 月 10 日起实施，该标准发布之前，印刷企业执行重庆市《大气污染物综合排放标准》(DB50/ 418-2016)。标准采取分阶段实施，要求现有污染源自

表 6-16 I 时段执行的企业排气筒大气污染物排放限值

污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)		最高允许排放速率 ^b (kg/h)	
	主城区	其他区域	主城区	其他区域
苯	6	6	0.5	0.5
甲苯与二甲苯合计	70	80	4.1	4.1
非甲烷总烃	100	120	10	10
总 VOCs ^a	120	140	14	14
颗粒物	50	100	1.6	3.2
二氧化硫 ^c	200	300	/	/
氮氧化物 ^c	200	300	/	/

注：a. 选择性指标
b. 当非甲烷总烃 (NMHC) 的去除率不低于 90% 时，等同于满足最高允许排放速率限值要求。
c. 仅适用于燃烧类处理设施。

标准实施之日起至 2018 年 6 月 30 日止执行表 6-16 规定的大气污染物排放限值。自 2018 年 7 月 1 日起执行表 6-17 规定的大气污染物排放限值。但是要求新建污染源自本标准实施之日起执行表 6-17 规定的大气污染物排放限值。

表 6-17 I 时段执行的企业排气筒大气污染物排放限值

污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)		最高允许排放速率 ^b (kg/h)	
	主城区	其他区域	主城区	其他区域
苯	1	6	0.36	0.4
甲苯与二甲苯合计	15	80	1.6	1.9
非甲烷总烃	60	120	4.3	5.1
总 VOCs ^a	80	140	5.7	7.2
颗粒物	50	100	1.6	3.2
二氧化硫 ^c	200	300	/	/
氮氧化物 ^c	200	300	/	/

注：a. 选择性指标
 b. 当非甲烷总烃（NMHC）的去除率不低于 90%时，等同于满足最高允许排放速率限值要求。
 c. 仅适用于燃烧类处理设施。

标准规定不经过排气筒的无规则排放视为无组织排放，生产车间的无组织排放监控点和企业边界监控点需要应执行表 6-18 浓度限值；

表 6-18 无组织排放浓度限值

监控点位	苯	甲苯与二甲苯合计	非甲烷总烃	总 VOCs ^a
印刷生产场所	0.1	2	6.0	8.0
企业边界	0.1	0.8	4	6

为鼓励有条件的企业结合自身情况积极采用环保型原材料、先进生产工艺及治理技术等措施降低 VOCs 的排放，设立推荐性限值，推荐性限值属于自愿性标准性质，不作为强制性执行规定，可作为后续申请相关激励措施评定的依据之一。具体排放限值如表 6-19 所示。

表 6-19 工艺设备或排气筒大气污染物排放浓度推荐限值

污染物	排放浓度限值 (mg/m ³)	最高允许排放速率 ^b (kg/h)
苯	1	0.1
甲苯与二甲苯合计	10	1.0
总 VOCs ^a	40	3.4
非甲烷总烃	30	2.5
颗粒物	20	0.8
二氧化硫 ^c	150	/

氮氧化物 ^c	150	/
注：a. 选择性指标 b. 限值来源于国内其他地区已制定或实施的相关标准。		

标准还鼓励印刷企业使用通过环境标志产品认证的环保型油墨、胶粘剂和清洗剂，开展精细化管理，减少含挥发性有机物的原辅材料的使用，采用先进的、符合清洁生产高水平要求的新工艺、新技术，使用毒性更小、臭氧生成能力更弱、二次气溶胶转化能力更低的溶剂替代苯类溶剂。标准同时鼓励包装印刷企业生产过程中使用的处于即用状态印刷油墨宜符合国家环境标志产品技术要求，包括胶印油墨、凹印油墨和柔性油墨的要求以及平版印刷、商业票据印刷和凹版印刷中对于使用油墨的要求。鼓励印刷生产活动中使用的润版液中醇类添加量宜 $\leq 3\%$ 。

6.2.9 湖南

湖南省 2017 年 12 月 14 日发布了《印刷业挥发性有机物排放标准》(DB43/1357—2017)，2018 年 1 月 1 日起实施。标准规定了湖南省辖区内印刷企业工艺过程使用的油墨(处于即用状态)挥发性有机物含量限值，及挥发性有机物的排放控制要求。标准要求印刷企业在印刷生产活动中，设备或车间排气筒排放挥发性有机物浓度和排放速率应符合表 6-20 的规定。要求印刷企业无组织监控点挥发性有机物浓度限值应符合表 6-21 的规定。标准同时要求印刷生产活动中使用的处于即用状态的印刷油墨挥发性有机物含量限值(以油墨中挥发性有机物的质量百分含量计算)应执行表 6-22 规定的限值。

表 6-20 印刷生产活动排气筒挥发性有机物排放限值

污染物	排放浓度限值 (mg/m ³)	最高允许排放速率 ^b (kg/h)
苯	1	0.2
甲苯	3	0.3
二甲苯	12	0.5
非甲烷总烃	50	2.0
挥发性有机物	100	4.0

表 6-21 无组织监控点挥发性有机物浓度限值

污染物项目	浓度限值 (mg/m ³)	
	厂界	厂区
挥发性有机物	4.0	10.0

表 6-22 用状态印刷油墨挥发性有机物质量百分含量限值

印刷油墨种类		VOCs 含量值 (%)
平版印刷油墨	单张纸/冷固转轮油墨	3
	热固转轮油墨	10
凸版印刷油墨	水基油墨	10
	溶剂基	50
凹版印刷油墨	水基	30
	溶剂基	30

6.2.10 山东

山东省 2017 年 12 月 7 日发布了《挥发性有机物排放标准 第 4 部分：印刷业》(DB37/ 2801.4—2017)，标准于 2018 年 6 月 7 日起实施。标准规定了山东省印刷业挥发性有机物排放控制和监测要求，以及标准的实施与监督等有关规定。标准要求印刷生产活动中使用的印刷油墨挥发性有机物含量限值应执行表 6-23 中规定的限值。

表 6-23 印刷油墨挥发性有机物质量百分含量限值

印刷油墨种类		VOCs 含量值 (%)
平版印刷油墨	单张纸/冷固转轮油墨	3
	热固转轮油墨	10
	印铁油墨	30
凸版印刷油墨	水基油墨	10
	溶剂基	30
凹版印刷油墨	水基	30
	溶剂基	30

标准规定印刷生产活动中，设备或车间排气筒排放挥发性有机物浓度和排放速率应符合表 6-24 的规定。对于企业厂界无组织监控点挥发性有机物浓度限值应符合表 6-25 的规定。

表 6-24 印刷生产活动排气筒挥发性有机物排放限值

污染物	最高允许排放浓度限值 毫克/立方米 (mg/m ³)	最高允许排放速率限值 千克/小时 (kg/h) (排气筒高度 H≥15 m)
苯	0.5	0.03
甲苯	3	0.1

二甲苯	10	0.4
VOCs	50	1.5

表 6-25 厂界无组织监控点挥发性有机物浓度限值

污染物项目	浓度限值 毫克/立方米 (mg/m ³)
苯	0.1
甲苯	0.2
二甲苯	0.2
VOCs	2.0

6.2.11 福建

福建省 2018 年 8 月 7 日发布了《印刷行业挥发性有机物排放标准》(DB35/1784—2018)，标准规定了福建省印刷行业挥发性有机物排放的排放控制要求、监测要求、实施与监督。标准分时段实施，现有企业应自 2019 年 1 月 1 日起执行该标准。新建企业应自 2018 年 9 月 1 日起实施该标准。标准规定了排气筒挥发性有机物排放浓度和排放速率应执行表 6-26 规定的限值。无组织排放监控点浓度限值应执行表 6-27 的规定

表 6-26 排气筒挥发性有机物排放限值

污染物项目	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	最高允许排放速率 (kg/h)
苯	1	0.2
甲苯	3	0.3
二甲苯	12	0.5
非甲烷总烃	50	1.5 ^a

^a当非甲烷总烃的去除率≥90%时，等同于满足最高允许排放速度限值要求。

表 6-27 无组织排放监控点浓度限值

监控点位	污染物项目	限值 (mg/m ³)
厂区内	非甲烷总烃	8.0
企业边界	苯	0.1
	甲苯	0.6
	二甲苯	0.2
	非甲烷总烃	2.0

6.2.12 江西

江西 2019 年 7 月 1 日发布了《挥发性有机物排放标准 第 1 部分：印刷业》(DB36/1101.1—2009)，标准将于 2019 年 9 月 1 日起实施。标准规定了印刷行业生产企业或生产设施的挥发性有机物排放限值、生产工艺和管理要求、监测与监督实施。

对于挥发性有机物有组织排放，要求新建企业自本标准实施之日起、现有企业自 2020 年 3 月 1 日起执行表 6-28 的排放限值。

表 6-28 挥发性有机物有组织排放浓度限值

污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	污染物排放监控位置
苯	1	车间或生产设施的排气筒
甲苯	3	
二甲苯	12	
总挥发性有机物 (TVOC)	100	
非甲烷总烃	50	

对于挥发性有机物无组织排放，要求新建企业自本标准实施之日起、现有企业自 2020 年 3 月 1 日起执行表 6-29 的排放限值。

表 6-29 挥发性有机物无组织排放监控点浓度限值

监测项目	浓度限值 (mg/m ³)
	厂界
苯	0.1
甲苯	0.4
二甲苯	0.3
总挥发性有机物 (TVOC)	2.0
非甲烷总烃	1.5

为从源头上控制印刷业挥发性有机物排放，标准对印刷企业生产过程中使用的处于即用状态的印刷油墨挥发性有机物含量限值需参照表 6-30 规定的限值。

表 6-30 即用状态印刷油墨 VOCs 含量限值

印刷油墨种类		VOCs 含量值 (%)
平版印刷油墨	单张纸/冷固转轮油墨	≤3
	热固转轮油墨	≤10
	印铁油墨	≤30

凸版印刷油墨	水基	≤10
	溶剂基	≤30
凹版印刷油墨	水基	≤30
	溶剂基	≤30

7 标准主要技术内容

7.1 标准适用范围

本标准规定了河南省辖区内印刷企业生产过程中即用状态油墨的挥发性有机物含量限值，规定了挥发性有机物的排放控制要求、监测要求、实施与监督。

本标准适用于现有印刷企业的挥发性有机物排放管理，以及新建、改建、扩建印刷企业建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收、排污许可证核发及其投产后的挥发性有机物排放管理。

本标准适用《国民经济行业分类》(GB/T 4754)中的 C2311 书、报刊印刷、C2312 本册印刷、C2319 包装装潢及其他印刷、C2320 装订及印刷相关服务等企业类型。印刷相关商业服务单位可参照本标准执行。

7.2 标准结构框架

本标准的主要内容包括前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、排放控制要求、监测要求、实施与监督、附录 A(规范性附录)印刷业控制 VOCs 排放的生产工艺和管理要求。其中排放控制要求是标准的主体部分，对印刷企业的即用状态印刷油墨 VOCs 含量限值、有组织挥发性有机物排放限值和无组织挥发性有机物排放限值都做了相关规定。

7.3 术语和定义

本标准定义了印刷、印刷生产、印刷油墨、水基印刷油墨、溶剂基印刷油墨、平版印刷、凹版印刷、凸版印刷、挥发性有机物、非甲烷总烃、标准状态、排气筒高度、最高允许排放浓度、处理效率、无组织排放、企业边界、现有企业、新建企业等 18 个术语。

7.4 排放控制要求

7.4.1 标准执行时段

本标准在原辅材料 VOCs 限制、排气筒挥发性有机物最高允许排放浓度、无

组织排放浓度，以及印刷业控制 VOCs 排放的生产工艺和管理四个方面，要求现有企业和新建企业自 2020 年 1 月 1 日起执行本标准。

7.4.2 油墨中 VOCs 含量限值的确定

在印刷生产中，油墨是排放 VOCs 的主要原材料之一，所以要对油墨中 VOCs 的含量进行限制。本标准充分调研了国内外关于印刷企业生产过程中所使用油墨 VOCs 含量限值的规定，并结合对河南省调研及咨询的结果，对即用状态下的平版印刷油墨、凹版印刷油墨、凸版印刷油墨中的 VOCs 含量进行了限制。

鉴于油墨的挥发是造成印刷业 VOCs 排放的主要原因，日本、加拿大、澳大利亚、韩国、新西兰等国家要求油墨中的 VOCs 所占比例必须低于某一限值（见表 7-1）。2008 年初，我国首批绿色环保油墨标准《环境标志产品技术要求 胶印油墨（HJ/T 370-2007）》（现为 HJ 2542-2016）和《环境标志产品技术要求 凹印油墨和柔印油墨（HJ/T 371-2007）》（现为 HJ 371-2018）开始实施（见表 7-2），使绿色环保油墨的判定有据可依。2009 年 9 月，由国家环境保护部、新闻出版总署、中国印刷技术协会联合发起的国家环境保护印刷标准——《国家环保印刷标准/印刷环境标志技术要求标准》开始制定，这是我国首次开始编制与印刷业有关的国家环境保护标准。我国香港地区于 2007 年发布了《空气污染管制（挥发性有机化合物）规例》，该规例中规定了 7 类油墨处于即用状态时的 VOCs 的含量限值要求，国内其他一些省份也都制定了针对印刷油墨 VOCs 含量限值的标准（见表 7-3）。

表7-1 国外相关标准中即用状态油墨中VOCs含量要求

国家	使用行业范围	标准规定	
日本	胶印油墨和新闻纸印刷油墨	油墨中溶剂含量:	≤30%
		VOC含量	<3%
	凹版油墨（书刊用除外）	VOC	<20%
		印刷中释放的 VOC	<30%
		溶剂型凹版油墨不得含有苯和二甲苯	
	树脂印刷油墨	VOC	<5%
		用于薄膜印刷的油墨VOC	<20%
		溶剂型凹版油墨不得含有苯和二甲苯	
	其他（包括胶版印刷的 UV 墨、金墨、银墨）	VOC	<3%
加拿大	单张纸胶印油墨	油墨中的VOCs质量分数	<4%

	热固网胶印油墨	油墨中的VOCs质量分数	<25%
	冷固网胶印油墨	油墨中的VOCs质量分数	<4%
	凸版油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<4%
	水性柔版油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<6%
	水性凹版油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<6%
澳大利亚	水性油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<6%
	油性油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<2%
	UV 油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<2%
	溶剂型油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<50%
韩国	胶版油墨（干、湿） 柔性版油墨、凹版油墨、丝网油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	≤25%
新西兰	水性油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<5%
	油性油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<4%
	UV 油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<2%
	溶剂型油墨	油墨中的 VOCs 质量分数	<50%

表7-2 我国《环境标志产品技术要求》对油墨的要求

标准名称	标准规定		
《环境标志产品技术要求胶印油墨》HJ 2542-2016	挥发性有机化合物含量	热固轮转	≤10%
		单张、冷固轮转	≤3%
		能量固化胶印油墨	≤2%
	苯、甲苯、二甲苯、乙苯含量		≤100mg/kg
《环境标志产品技术要求凹印油墨和柔印油墨》HJ 371-2018	VOCs含量		≤5%
	苯、甲苯、二甲苯、乙苯、三甲苯、苯乙烯总量		≤100mg/kg
	甲醇含量		≤0.3%
	游离甲醛		≤100mg/kg
	氨及化合物		≤2%

表7-3 我国地方标准中即用状态油墨中VOCs含量限值要求

地区	标准名称	类型	VOCs含量最高限值
香港	《空气污染管制（挥发性有机化合物）规例》	柔性版荧光印墨	300 g/L
		用于不透气承印物的柔性版印墨	300 g/L

		用于透气承印物的柔性版印墨	225 g/L
		凸印印墨	300 g/L
		平版印墨（热固印墨除外）	300 g/L
		凹版印墨	300 g/L
		丝网印刷印墨	400 g/L
广东	《印刷行业挥发性有机化合物排放标准》 (DB44/815-2010)	不透气承印物柔性版油墨	300g/L
		透气承印物柔性版油墨	225 g/L
		不透气承印物平版油墨	700 g/L
		透气承印物平版油墨（热固油墨除外）	300 g/L
		凸版油墨	300 g/L
北京	《印刷业挥发性有机物排放标准》 (DB11/1201-2015)	热固胶印油墨	10%
		单张/冷固胶印油墨	3%
		凸版印刷油墨	30%
		凹版印刷油墨	30%
上海	《印刷业大气污染物排放标准》(DB31/872-2015)	平版热固轮转油墨	300g/kg
		平版印铁油墨	700 g/kg
		平版单张纸、冷固油墨	150 g/kg
		柔版水基油墨	200 g/kg
		柔版溶剂基油墨	500 g/kg
		凹版水基油墨	300 g/kg
		凹版溶剂基油墨	800 g/kg
湖南	《印刷业大气污染物排放标准》(DB43/1357-2017)	平版单张纸/冷固转轮油墨	3%
		平版热固转轮油墨	10%
		凸版水基油墨	10%
		凸版溶剂基油墨	50%
		凹版水基油墨	30%
		凹版溶剂基油墨	70%
山东	《挥发性有机物排放标准 第4部分：印刷业》 (DB37/2801.4-2017)	平版单张纸/冷固转轮油墨	3%
		平版热固转轮油墨	10%
		印铁油墨	30%
		凸版水基油墨	10%
		凸版溶剂基油墨	30%
		凹版水基油墨	30%
		凹版溶剂基油墨	30%

江西	《挥发性有机物排放标准 第1部分：印刷业》 (DB36/1101.1-2019)	平版单张纸/冷固转轮油墨	3%
		平版热固转轮油墨	10%
		印铁油墨	30%
		凸版水基油墨	10%
		凸版溶剂基油墨	30%
		凹版水基油墨	30%
		凹版溶剂基油墨	30%

从上表可以看出，国内外对油墨 VOCs 含量限值的表述形式主要有两种：一种是规定油墨中 VOCs 含量的质量百分比，一种是规定单位产品中 VOCs 的最高允许含量的绝对值。

河南省印刷企业所用油墨参差不齐，大部分企业处于落后水平。为了引导整个行业的可持续发展方向，油墨中 VOCs 含量限值既要尽量与国际先进水平接轨，又要符合我省现有印刷企业相对落后的实际情况，本标准拟定的即用状态油墨中 VOCs 含量限值见表 7-4。

表7-4 即用状态油墨中VOCs含量限值要求

油墨类型		VOCs含量 (%)
平版印刷油墨	单张纸/冷固油墨	3
	热固轮转油墨	10
	印铁油墨	30
凸印油墨	水基	10
	溶剂基	30
凹印油墨	水基	30
	溶剂基	30

7.4.3 VOCs 排放限值的确定及制定依据

1、确定污染物控制项目

本标准挥发性有机物控制项目筛选的原则为：使用量大、毒性较高、光化学活性强、便于监测、单项指标和综合指标相结合，同时借鉴国内其他省、市相关排放标准，并结合河南省印刷企业实地调研和监测的实际情况，筛选并确定了本标准的 VOCs 控制指标。

(1) 使用较普遍，产生量（或排放量）大

欧盟和美国等发达国家的印刷业基本普及了无苯系溶剂的使用，因此其挥发

性有机物控制指标不再单设苯系物控制指标。但是，经对河南省印刷企业的实地调研发现，除少数生产工艺水平高、规模大和实力较强的企业外，塑料制品包装装潢印刷企业无苯溶剂的使用尚处于初步阶段。基于此，本标准将苯系物纳入控制指标的筛选范畴。

印刷生产过程中使用油墨、胶黏剂和有机溶剂造成了VOCs挥发。经文献调研和企业调查表调研了解到，印刷业生产过程中产生的主要VOCs如表7-5所示。

表7-5 印刷生产过程中产生的VOCs主要种类

序号	物质名称	使用途径	所占份额
1	乙酸	凹版印刷、复合机、涂布机、抛光	前四种占85%
2	甲苯	凹版印刷、清洗剂胶印（单张纸胶印）、涂布机、丝网印刷、抛光	
3	甲乙酮	凹版印刷、涂布机、抛光	
4	异丙醇	凹版印刷、涂布机、抛光、胶印润版水（胶印、单张纸）	
5	乙酸乙酯	凹版印刷、涂布机	前三十中占95%
6	甲醇	凹版印刷、涂布机、抛光	
7	丙二醇单甲醚	凹版印刷、涂布机	
8	甲基异丁基酮	凹版印刷、涂布机	
9	醋酸丁酯	凹版印刷、涂布机	
10	乙醇	凹版印刷、涂布机、抛光	
11	二甲苯	凹版印刷、清洗剂胶印（胶印、单张纸）、涂布机、丝网印刷、抛光	
12	甲基环己烷	凹版印刷、涂布机	
13	高沸点石油溶剂（矿物油）	轮转胶印印刷	

从资料和现场调研情况来看，印刷生产过程中乙酸、甲苯、甲乙酮和异丙醇的使用量占印刷行业有机溶剂使用量的85%，除此之外，异丙醇、乙酸乙酯、丁酮、乙酸也是我省印刷行业生产过程中使用较为普遍的有机溶剂。综上分析，本标准初步将苯、甲苯、二甲苯、乙酸、甲乙酮、乙酸乙酯和异丙醇纳入VOCs控制指标的筛选范畴。

（2）毒性较大

根据以上分析所确定的印刷行业中使用量较大的有机溶剂种类，分别分析了其毒性的强弱，如表7-6所示。从分析结果来看苯、甲苯、二甲苯毒性较大，其他均属于低毒类。

表7-6 印刷生产过程中产生主要挥发性有机物的毒性

序号	名称	性质	毒性及危害
1	苯	常温下无色透明液体，有芳香味，有毒，易挥发	人和动物吸入或皮肤接触会导致苯进入体内引起苯中毒。LD ₅₀ : 3306mg/kg (大鼠经口); 48mg/kg (小鼠经皮), LC ₅₀ : 10000ppm 7 小时 (大鼠吸入)。
2	甲苯	无色透明液体，有类似苯的芳香气味；不溶于水，可混溶于苯、醇、醚等多种有机溶剂。	属中等毒性。LD ₅₀ : 1000mg/kg (大鼠经口) 12124 mg/kg (兔经皮), LC ₅₀ : 5320ppm 8 小时 (小鼠吸入);对皮肤、粘膜有刺激作用，对中枢神经系统有麻醉作用。
3	二甲苯	对、间、邻位二甲苯性质相似，混合二甲苯为无色透明的液体，有类似甲苯的气味。	属中等毒性，通过吸入、食入、经皮吸收产生影响。LD ₅₀ (大鼠经口)5000mg/Kg, LC ₅₀ (大鼠吸入)19747mg/m ³ , 4 小时，大鼠经口最低中毒剂量 (TDL ₀) : 19 mg/m ³ 。二甲苯对眼睛及上呼吸道有刺激作用，高浓度对中枢神经有麻醉作用，短时吸入较高浓度本品可出现眼及上呼吸道刺激症状，眼结膜及咽部充血、头晕、头痛、恶心、胸闷、四肢无力，重者可有躁动、抽搐或昏迷，有的有癔病样发作。
4	异丙醇	无色透明挥发性液体。有似乙醇和丙酮混合物的气味，其气味不大。能够溶于水、醇、醚、苯、氯仿等大多数有机溶剂。	属低毒类。侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。健康危害：接触高浓度蒸气出现头痛、倦睡、共济失调以及眼、鼻、喉刺激症状。长期皮肤接触可致皮肤干燥、皲裂。
5	乙酸	无色液体，有刺激性气味。纯乙酸在 16.6℃以下时能结成冰状的固体，所以常称为冰醋酸。易溶于水、乙醇、乙醚和四氯化碳。	低毒性
6	乙酸乙酯	纯净的乙酸乙酯是无色透明有芳香气味的液体，是一种用途广泛的精细化工产品，具有优异的溶解性、快干性，用途广泛，是一种非常重要的有机化工原料和极好的工业溶剂，	属低毒类。侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。健康危害：对眼、鼻、咽喉有刺激作用。高浓度吸入可引起进行性麻醉作用，急性肺水肿，肝、肾损害。持续大量吸入，可致呼吸麻痹。
7	甲乙酮	是一种优良的有机溶剂，其溶解能力与丙酮相当	属低毒类。侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。健康危害：对眼、鼻、喉、粘膜有刺激性。长期接触可致皮炎。

(3) 具有较强的光化学反应活性

美国加利福尼亚州空气资源管理委员会（CARB）研究了各种 VOCs 物种的最大反应增量（Maximum Incremental Reactivity, MIR），用于表达单位质量每种 VOCs 物种生成 O₃ 的潜力。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。

根据（1）所确定的包装印刷行业中使用量较大的 VOCs 种类，分别分析了它们的 MIR 值（表 7-7），即确定它们对地表臭氧生成贡献水平的强弱。其中，二甲苯的 MIR 值最大，甲苯次之。

表7-7 不同VOCs对臭氧的贡献

序号	物质名称	MIR (g O ₃ /g VOC)
1	间二甲苯	9.52
2	邻二甲苯	7.44
3	对二甲苯	5.69
4	甲苯	3.88
5	甲乙酮	1.43
6	乙酸乙酯	1.25
7	苯	0.69
8	乙酸	0.66
9	异丙醇	0.59

(4) 本标准 VOCs 控制指标的确定。

本标准 VOCs 控制指标的确定，不仅要考虑该 VOCs 物种是包装印刷生产中普遍使用的、产生量（排放量大）、毒性较大、对地表臭氧生产贡献较大的 VOCs 物种，同时也考虑优先控制对国家污染减排、大气污染防治行动计划所涉及的关键污染物因子，以及影响 PM_{2.5} 形成、危害人体健康的有毒有害大气污染物；充分考虑我省当前监测能力，选定控制项目已在我省具有一定的监测、控制等基础条件；对于一些污染物浓度低、毒性小的指标尽量通过综合性指标予以控制；而且还要充分考虑目前 VOCs 监测方法以及我省的 VOCs 监测水平，以便标准实施。

综上分析，选择苯、甲苯、二甲苯这三类有毒有害物质作为标准中 VOCs 的单项控制指标，选择非甲烷总烃（NMHC）作为综合性指标来控制我省印刷行业 VOCs 的排放。

2、有组织排放浓度限值的确定

本标准苯、甲苯、二甲苯和非甲烷总烃的排放浓度限值是在对比分析国内外

VOCs 控制标准及限值，并结合北京市印刷企业实地调研和监测的实际情况，最终确定的。

(1) 国内外标准的比较分析

世界银行对苯的控制标准为 5 mg/m^3 ，而对其他物质为 80 mg/m^3 。韩国对苯系物的总量控制为 200ppm。欧盟 1999/13/EC 指令对印刷行业的不同印刷版式和不同工艺过程废气的 VOCs 排放浓度限值分别做出了规定，这一指令针对不同的溶剂年使用量、不同生产环节的 VOCs 的排放限值差异较大分别作出规定。我国《工作场所有害因素职业接触限值》（GBZ 2-2002）中规定，车间中苯、甲苯和二甲苯的时间加权平均允许浓度分别为 6 mg/m^3 、 50 mg/m^3 和 50 mg/m^3 。《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中（针对 1997 年 1 月 1 号后建设和投产的企业）规定了苯、甲苯、二甲苯和非甲烷总烃的排放限值分别为 12 mg/m^3 、 40 mg/m^3 、 70 mg/m^3 和 120 mg/m^3 。目前国内其他一些省市已制订了印刷行业相关标准，对比北京、广东、上海、天津、河北、陕西、重庆、山东、福建、湖南、江西等地方标准中对应挥发性有机物的最高允许排放浓度（见表 7-8），再确定本标准挥发性有机物最高允许排放浓度。

表7-8 国内地方标准中挥发性有机物最高允许排放浓度

单位： mg/m^3

标准名称	执行时间	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃	VOCs
广东省《印刷行业挥发性有机化合物排放标准》（DB44/815-2010）	2013 年	1	15		/	80a/120b
天津市《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB12/524-2014）	2016 年	1	15		/	50
北京市《印刷行业挥发性有机物排放标准》（DB11/1201-2015）	2017 年	0.5	10		30	/
上海市《印刷行业大气污染物排放标准》（DB31/872-2015）	2015 年	1	3	12	50	/
河北省《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB13/2322-2016）	2016 年	1	15		50	/
陕西省《挥发性有机物排放控制标准》（DB61/T 1061-2017）	2016 年	1	3	12	50	/
重庆市《包装印刷业大气污染物排放标准》（DB50/758-2017）	2018 年	1	15		60	/
湖南省《印刷业挥发性有机化合物排放标准》（DB43/1357-2017）	2018 年	1	3	12	50	100

福建省《印刷行业挥发性有机化合物排放标准》(DB35/1784-2018)	2018年	1	3	12	50	/
山东省《挥发性有机物排放标准第4部分:印刷业》(DB 37/2801.4—2017)	2019年	0.5	3	10	/	50
江西省《挥发性有机物排放标准第1部分:印刷业》(DB 36/1101.1—2019)	2019年	1	3	12	50	100

备注: a 为平板印刷(不含以金属、陶瓷、玻璃为承印物的平板印刷)、柔性版印刷; b 为凹版印刷、凸版印刷、孔版印刷、平版印刷(其他)的制版、印刷、涂布、印后加工等工艺。

对比分析以上 VOCs 排放标准,各地与印刷业行业相关的排放标准中都规定了苯、甲苯、二甲苯的排放限值,广东、天津、山东规定了 VOCs 的排放限值,上海、北京、河北、陕西、重庆、福建则规定了非甲烷总烃的排放限值,湖南和江西同时规定了 VOCs 和非甲烷总烃的排放限值。在这些地方标准中北京的印刷业挥发性有机物排放标准相对来说最为严格。

(2) 企业实地调研情况

2019年7月至8月期间,标准编制组筛选了15家具河南省有代表性的印刷企业进行了实地调研及监测(见表7-9)。其中出版印刷企业3家,包装企业10家(塑料包装6家、纸箱包装1家、烟包1家、邮政包装1家、金属包装1家),专项印刷2家(票据印刷和邮票印刷)。印刷方式涵盖胶印(单张与轮转)、凹印、柔印等几种主要的印刷方式。企业实地调查内容包括原辅材料使用、生产过程中主要的 VOCs 产生环节及特点、VOCs 治理设备及工艺。

表 7-9 典型印刷企业检测结果

序号	企业类型	印刷类型	废气处理工艺	排气筒出口污染物排放浓度 (mg/m ³)			
				苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃
企业1 (管城区)	烟盒包装	凹印+丝网	Uv 光氧催化+活性炭吸附	0.40	0.70	1.39	8.03
企业2 (管城区)	邮政包装	胶印	Uv 光氧催化+活性炭吸附	-	-	-	4.53
企业3 (管城区)	纸箱包装	胶印	活性炭吸附	0.07	0.92	0.95	5.37
企业4 (高新区)	票据印刷	胶印	活性炭吸附	0.18	1.87	2.16	8.24
企业5 (高新区)	出版印刷	胶印	喷淋+Uv 光氧催化+	-	-	-	3.23

企业 6 (高新区)	塑料 包装	凹印	光氧催化	0.62	0.04	0.02	0.155
企业 7 (金水区)	出版 印刷	胶印	除尘+Uv 光 氧催化	0.16	0.54	ND	4.63
企业 8 (金水区)	邮票 印刷	胶印	低温等离子	0.43	0.30	0.08	29.9
企业 9 (新郑市)	塑料 包装	凹印	Uv 光氧催化 +活性炭吸附	0.28	0.23	0.02	16
企业 10 (新郑市)	塑料 包装	凹印	减风增浓 (ESO) +RTO	ND	0.46	ND	37.7
企业 11 (荥阳市)	铝箔/ 纸包 装	柔板	活性炭吸附	0.24	2.77	4.74	11.7
企业 12 (武陟县)	出版 印刷	胶印	等离子光氧 一体机	ND	0.57	1.31	3.09
企业 13 (武陟县)	塑料 包装	凹印	低温等离子+ 光氧催化	0.61	0.44	0.04	2.0
企业 14 (武陟县)	塑料 包装	涂布	RTO	ND	0.09	0.153	3.02
企业 15 (尉氏县)	塑料 包装	凹版	Uv 光氧催化 装置	0.11	0.34	5.36	33.2

根据《河南省 2019 年挥发性有机物治理方案》的要求，2019 年 6 月底前，包装印刷全面完成 VOCs 污染治理。从实地调研的情况来看，全省涉及 VOCs 排放的印刷企业基本都安装了 VOCs 治理设施，其中一些大型企业因其管理规范，设备、技术先进，VOCs 排放控制相对较好；而大多数中小企业工艺落后，疏于管理，VOCs 治理情况良莠不齐。有些企业选择的单一或低效治理工艺，安装的治理设施或装置的效果并不理想，有些企业安装的治理设施或装置只是摆设，长期不运行，再加上印刷生产过程无组织排放比较严重，造成印刷行业整体控制水平偏低。

调研结果显示，以平版胶刷和柔性版印刷为主的出版物印刷及专项印刷在生产过程中 VOCs 排放水平偏低，而塑料软包装印刷企业以及金属包装企业的 VOCs 排放较为严重。除了通常认为的油墨使用会造成大量 VOCs 排放外，软包装印刷的复合工序、金属包装印刷的涂布工序，以及在生产中使用的清洗剂、胶印过程中使用的润版液，都会造成大量的 VOCs 排放，同样应该引起重视并加于控制。

(3) 排放浓度限值的确定

对 15 个企业排气筒处 VOCs 的排放进行检测，结果显示经过治理后，苯、甲苯、二甲苯和非甲烷总烃的最高排放浓度分别为：0.62mg/m³、2.77 mg/m³、5.36 mg/m³ 和 33.2 mg/m³。将监测结果与其他省市的标准相比较，能够满足大部分省市标准的要求，但是对于比较严格的山东省和北京市，苯和非甲烷总烃的浓度还存在着超标的现象。苯属于毒性较大、光化学反应活性大、危害大的物质，其 AMEG 为 0.2mg/m³，DMEG 为 0.6mg/m³，由于苯具有致癌性，且已经列为禁止人为加入的原料，需要从严控制。《绿色印刷》中也对印刷油墨中有毒有害物质的含量有严格规定。目前印刷油墨基本上很少使用苯类溶剂。山东和北京的标准中对苯的要求是 0.5 mg/m³。其他省、市制定了印刷业行业 VOCs 排放标准，非甲烷总烃有组织排放浓度限值在 30-50 mg/m³ 之间，北京的标准最为严格对非甲烷总烃的要求是 30mg/m³。

综合以上分析，考虑到河南省印刷企业的挥发性有机物治理技术水平，以及技术可达性、经济因素等，同时兼顾实际排放水平以及达标稳定性，确定了本标准的有组织排放 VOCs 的最大允许排放浓度，见表 7-10。

表 7-10 本标准印刷企业排气筒最高允许排放浓度

污染物	最高允许排放浓度限值 (mg/m ³)
苯	0.5
甲苯	3
二甲苯	10
非甲烷总烃	40

3、最高允许排放速率的确定

根据《制定地方大气污染物排放标准的技术方法》(GB/T3840-1991) 中生产工艺过程中产生的气态大气污染物排放标准的制定方法，污染物排放速率按下式计算：

$$Q = C_m R K_e \quad (\text{式 1})$$

式中：Q — 排气筒允许排放速率，kg · h⁻¹；

C_m—标准浓度限值，mg · mN⁻³；

R—排放系数；

K_e—地区性经济技术系数，取值为 0.5~1.5。

标准浓度限值参考《室内空气质量标准》(GB 18883-2002)的规定：苯取 0.1

mg/m³，甲苯取 0.2 mg/m³，二甲苯取 0.2 mg/m³，非甲烷总烃取 0.6 mg/m³。排放系数按 15 米排气筒、河南省二类功能区取 6。地区性经济系数 Ke 取值 0.5。计算结果见表 7-11。

表7-11 污染物排放速率计算限值

项目	C _m mg/Nm ³	与排气筒高度对应的污染物最高允许排放速率 (kg/h)	
		H	15m
		R	6
		K _e	0.5
苯	0.1	0.3	
甲苯	0.2	0.6	
二甲苯	0.2	0.6	
VOCs	0.6	1.8	

以 15 米高排气筒为基准，各省市印刷业污染物排放速率限值见表 7-12。

表7-12 各省市印刷业污染物排放速率限值要求（排气筒高度：15米）

地区	最高允许排放速率 (kg/h)				
	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃	VOCs
广东	0.4	1.6		-	5.1
上海	0.03	0.1	0.4	1.5	-
福建	0.2	0.3	0.5	1.5	-
湖南	0.2	0.3	0.5	2.0	4.0
山东	0.03	0.1	0.4	-	1.5

已制定印刷业行业 VOCs 排放标准的省市中，5 省市对污染物排放速率做了限值规定。苯排放速率在 0.03-0.4Kg/h 之间，甲苯排放速率在 0.1-0.3Kg/h 之间，二甲苯排放速率在 0.1-0.5Kg/h 之间，VOCs 排放速率在 1.5-5.1Kg/h 之间，非甲烷总烃排放速率在 1.5-2.0Kg/h 之间。本标准要求最高允许排放速率的目的是为控制稀释排放，排放速率的确定一方面依据监测结果，另一方面依据公式计算结果并参考其他省市印刷业挥发性有机物排放标准最高允许排放速率限值要求。拟

定河南省印刷业挥发性有机物最高允许排放速率限值如表 7-13 所示。

表7-13 本标准最高允许排放速率的限值要求

污染物项目	最高允许排放速率 (kg/h)
苯	0.1
甲苯	0.3
二甲苯	0.5
非甲烷总烃	1.5

4、无组织排放浓度限值的确定

为更有效的控制VOCs无组织排放，本标准不仅规定了有毒有害物质厂界无组织排放的标准，同时还规定企业厂区内无组织排放的综合标准。标准编制组制定期间对6家企业的厂界进行了调研检测，结果见表7-14。

表7-14 印刷企业厂界挥发性有机物监测情况

序号	企业类型	污染物浓度 (mg/m ³)			
		苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃
1	出版物印刷	-	-	-	0.56
2	邮票印刷	0.038	0.042	0.072	0.94
3	塑料软包装 (新郑市)	0.048	0.070	ND	0.94
4	塑料软包装 (武陟县)	0.042	0.062	0.056	0.57
5	塑料软包装 (尉氏县)	0.021	0.034	0.198	1.790
6	铝箔纸印刷 (荥阳市)	0.052	0.275	0.116	0.950

结果显示，苯的浓度比较低都在0.1 mg/m³以下；甲苯和二甲苯的浓度也较低，分别在0.3 mg/m³和0.2mg/m³以下；非甲烷总烃的浓度也都在2.0mg/m³以下。各省市厂界无组织排放标准限值汇总见表7-15，对比各省份排放限值，结合本省企业的情况，以此制定我省包装印刷行业厂界无组织排放控制标准，见表7-16。

表7-15 各省市挥发性有机物无组织排放限值

地区	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃	VOCs
广东	0.1	0.6	0.2	-	2.0

上海		0.1	0.2	0.2	4	-
北京	厂内	0.1	1.0		3.0	-
	厂界	0.1	0.2		1.0	-
重庆		0.1	0.8		4.0	-
福建	厂内	-	-	-	8.0	-
	厂界	0.1	0.6	0.2	2.0	-
湖南	厂内	-	-	-	-	10.0
	厂界	-	-	-	-	4.0
山东		0.1	0.2	0.2	-	2.0
江西		0.1	0.4	0.3	1.5	2.0

表7-16 本标准无组织监控点浓度限值要求

污染物项目		浓度限值 (mg/m ³)
厂界	苯	0.1
	甲苯	0.2
	二甲苯	0.2
厂内	非甲烷总烃	4.0

7.4.4 控制 VOCs 排放的生产工艺和管理要求

通过对河南省典型印刷企业的实地调研发现，印刷工艺中造成 VOCs 排放的环节很多，所以必须加于控制。印刷企业只对污染较集中、较严重的印刷机、烘干机、覆膜机、涂布机等设备产生的废气进行了收集和处理，而大部分有机废气仍旧以无组织的形式排放。废气排放点包括原料储存、装卸、调配、运输，设备、地面清洗，遗撒、滴漏，废料储存、处置，溶剂挥发等。因此本标准将加强技术与管理规定，规范操作，提高管理水平，以减少印刷生产过程中的无组织排放。本标准借鉴了国内外相关标准中对印刷企业挥发性有机物排放的控制措施与管理规定，结合我省印刷企业的生产及管理现状，对印刷企业挥发性有机物排放控制的生产工艺，提出了切实可行的技术与管理规定。

1、原辅料的限制要求

（1）润版液的限制要求

在平版胶印中需要使用润版液，它是印刷过程中造成 VOCs 排放的主要原材料之一。印刷行业标准《环境标志产品技术要求 印刷 第一部分：平板印刷》HJ2503 中对润版液提出要求，要求使用无醇润版液或使用醇类添加量小于 5% 的润版液。润版液产品市场上醇类添加量在 5% 以下的润版液或免酒精润版液已经是很成熟的产品，并且在企业生产中有成功的应用案例，能够保证印刷生产的正常运行。所以，本标准提出印刷企业应使用醇类添加量 $\leq 5\%$ 的润版液。

（2）清洗剂的限制要求

在印刷过程中需要使用清洗剂清洗墨辊、橡皮布及其他印刷机部件，由于清洗剂使用总量大，其中的挥发性有机物成分在使用过程中基本全部挥发，造成大量的 VOCs 排放。传统印刷行业一般使用煤油、汽油做为清洗墨辊的清洗剂，煤油、汽油在使用过程中全部挥发，对操作工人和环境的危害都比较大。洗车水是专门用于清洗油墨的清洗剂，质量合格的洗车水与汽油、煤油相比，清洗效果好，安全性能高，并且对人体及环境的危害小，但是价格比较高。为了满足对改善大气空气质量提出的要求，本标准要求所有包装印刷企业必须使用印刷专用洗车水做为清洗剂。

（3）上光油的限制要求

上光可以使印刷品的外观看起来更漂亮，同时也增加了印刷品的强度并起到了良好的保护作用。上光油主要分为溶剂型、水性及 UV 上光油。而溶剂型上光油用到的稀释剂主要是含甲苯的挥发性有机物，会造成大量 VOCs 排放，危害人体健康、污染大气环境。水性上光油和 UV 上光油中溶剂含量很低，并且水性上光印刷品可以回收再利用无需使用溶剂进行清洗。所以，本标准要求包装印刷企业在上光工序中不能使用溶剂型上光油，其中水性上光油有害物质要符合《环境标志产品技术要求 胶印油墨》（HJ/T370）中技术内容 5.4 的要求。

（4）胶粘剂的限制要求

出版物印刷企业在装订工序中会用到胶粘剂，胶粘剂一般分为溶剂型和水性两种，其中溶剂型会造成大量 VOCs 排放。对于平版胶印企业，目前市场上有水性胶粘剂或部分热熔胶不需要使用溶剂做为稀释剂，可以减少 VOCs 的排放。本标准要求胶印企业在生产过程中不应使用溶剂型胶粘剂，其有害物质应符合《环

境标志产品技术要求 胶粘剂》（HJ 2541）的要求。

2、控制 VOCs 排放的工艺措施

(1) 含 VOCs 的原辅材料在储存和输送过程中应保持密闭，使用过程中随取随开，用后应及时密闭，以减少挥发。

(2) 建立并实施厂内润版液统一配给系统，安装润版液过滤回收系统。

(3) 印刷生产过程中所有涉及 VOCs 产生的环节，应设置在密闭空间或设施中。印刷、烘干、复合等工艺单元产生的含 VOCs 废气，宜优先回收利用；不能（或不能完全）回收利用的，均应安装负压收集系统，将产生的 VOCs 通过局部或整体收集系统导入 VOCs 处理设施或排放管道。

(4) 车间或生产设施排气中 NMHC 初始排放速率 $\geq 2\text{kg/h}$ 时，应设置 VOCs 处理设施，处理效率不应低于 80%。

(5) 废气收集处理系统应与生产工艺设备同步运行。废气收集处理系统发生故障或检修时，对应的生产工艺设备应停止运行，待检修完毕后同步投入使用；生产工艺设备不能停止运行或不能及时停止运行的，应设置废气应急处理设施或采取其他替代措施。

(6) 进入 VOCs 燃烧（焚烧、氧化）装置的废气需要补充空气进行燃烧、氧化反应的，排气筒中实测挥发性有机物排放浓度按式（1）换算为基准含氧量为 3% 的挥发性有机物基准排放浓度。利用锅炉、工业炉窑、固废焚烧炉焚烧处理有机废气的，烟气基准含氧量按其排放标准规定执行。

$$\rho_{\text{基}} = \frac{21 - O_{\text{基}}}{21 - O_{\text{实}}} \times \rho_{\text{实}} \quad (1)$$

式中： $\rho_{\text{基}}$ —挥发性有机物基准排放质量浓度， mg/m^3 ；

$\rho_{\text{实}}$ —实测挥发性有机物排放质量浓度， mg/m^3 ；

$O_{\text{基}}$ —干烟气基准含氧量，%；

$O_{\text{实}}$ —实测的干烟气含氧量，%。

进入 VOCs 燃烧（焚烧、氧化）装置中废气含氧量可满足自身燃烧、氧化反应需要，不需要另外补充空气的（燃烧器需要补充空气助燃的除外），以实测质量浓度作为达标判定依据，但装置出口烟气含氧量不得高于装置进口废气含氧量。

吸附、吸收、冷凝、生物、膜分离等其他 VOCs 处理设施，以实测质量浓度

作为达标判定依据，不得稀释排放。

(7) 其他规定则执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》的要求。

3、管理要求

(1) 废油墨、废吸附过滤材料、废容器、沾有油墨或溶剂的棉纱/抹布等废物应放入具有标识的密闭容器内，按照固体废物相关管理规定进行处置。

(2) 企业应按照 HJ 944 要求应建立 VOCs 产生、控制和排放台帐，并保存相关记录。

7.5 监测要求

7.5.1 一般要求

1、企业应按照有关法律、《环境监测管理办法》和 HJ 819 等规定，建立企业监测制度，制定监测方案，对污染物排放状况及其对周边环境质量的影响开展自行监测，保存原始监测记录，并公布监测结果。

2、新建企业和现有企业安装污染物排放自动监控设备的要求，按照有关法律和《污染物自动监控管理办法》等规定执行。

3、企业应按照环境监测管理规定和技术规范的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台和排污口标志，采样口和采样平台的设置应符合 GB/T 16157、HJ/T 397 等有关标准的要求。

4、现有印刷企业应在挥发性有机物处理设施的出口设置采样孔，如挥发性有机物处理设施进口能够满足相关工艺及生产安全要求，在进口处也应设置采样孔；新建印刷企业应在挥发性有机物处理设施的进、出口设置采样孔。若净化装置的进口或者出口采用多根排风管集合，应在合并前的各分排风管上设置采样孔。

5、建设项目竣工环境保护验收监测期间的工况，应按照国家颁布的相关标准和规定执行；采样频次按照国家颁布的建设项目竣工环境保护验收相关技术规范执行，即：

(1) 排气筒排放采样

连续排放的排气筒，其排放时间大于 1 h 的，应在生产工况、排放状况比较稳定的情况下进行采样，连续采样时间不少于 20 min，气袋采气量应不小于 10 L，或 1 h 内以等时间间隔采集 3~4 个样品，其测试平均值作为小时浓度；间歇排放的排气筒，其排放时间小于 1 h 的，应在排放时间段内恒流采样；当排放时间

不足 20 min 时，采样时间与间歇生产启停时间相同，可增加采样流量或连续采集 2~4 个排放过程，采气量不小于 10 L，或在排放时段内采集 3~4 个样品，计算其平均值作为小时浓度。

(2) 无组织排放采样

连续无组织排放源，其排放时间大于 1 h 的，应在生产工况、排放状况比较稳定的情况下，应恒流采样 20 min 以上，使用气袋采样时，气袋采气量应不小于 10 L，或者在 1 h 内以等时间间隔采集 3~4 个样品，其平均值作为小时平均浓度；间歇无组织排放源，应在排放时间段内恒流采样，连续采集 2~4 个间歇生产过程，恒流采样，累积样品采气量不小于 10 L，或在排放时段内采集 3~4 个样品，计算其平均值作为小时浓度。

(6) 生产设施应采用合理的通风措施，不应稀释排放。在国家未规定单位产品基准排气量之前，暂以实测浓度作为判定是否达标的依据。

7.5.2 监测采样与分析方法

1、排气筒中挥发性有机物的监测采样按照 GB/T 16157、HJ/T 397、HJ 732 的规定执行。排气筒中大污染物浓度限值指任何 1 小时浓度平均值不能超过的值，可以任何连续 1 小时采样获得平均值；或者在任何 1 小时内以等时间间隔采样 3 个以上样品，计算平均值；对于间歇式排放且时间小于 1 小时，则应在排放阶段实现连续监测，或者以等时间间隔采集 3 个以上样品并计算平均值。

2、企业边界挥发性有机物的监测采样按照 HJ/T 55 的规定执行。根据污染物的排放、扩散规律布设，当受条件限制，无法按上述要求布设监测采样点时，也可将采样点设于工厂厂界内侧靠近厂界的位置。

3、企业厂区内监控点的设置应符合 GB 37822 的规定。即设置在厂房门窗或通风口、其他开口（孔）等排放口外 1m，距离地面 1.5m 以上的位置。

4、分析方法

按照 GB/T 3186 的规定对即用状态的印刷油墨进行取样，印刷油墨中挥发性有机物的含量检测按照表 7-17 执行；大气中挥发性有机物的分析测定按照表 7-18 执行。

表 7-17 印刷油墨挥发性有机物含量测定方法标准

油墨类型	方法标准名称	标准号
------	--------	-----

胶印油墨、水基印刷油墨	色漆和清漆 挥发性有机化合物 (VOC) 含量的测定 气相色谱法	GB/T 23986
溶剂基印刷油墨	色漆和清漆 挥发性有机化合物 (VOC) 含量的测定 差值法	GB/T 23985

表 7-18 挥发性有机物浓度测定方法标准

污染物项目	方法标准名称	标准号
苯、甲苯、二甲苯	环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法	HJ 583
	环境空气 苯系物的测定 活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法	HJ 584
	环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱	HJ 644
	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
非甲烷总烃	固定污染源排气中非甲烷总烃的测定 气相色谱法	HJ/T 38
	环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法	HJ 604
	环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法	HJ 1012
	固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法	HJ 1013

8 本标准与现行相关标准的比较

标准与现行相关标准的比较，见表 8-1 和 8-2。

表 8-1 印刷业挥发性有机物有组织排放标准值比较

国家/地区标准	最高允许排放浓度 (mg/m ³)				最高允许排放速率 (kg/h)			
	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃
本标准	0.5	3	10	40	0.1	0.3	0.5	1.5
国标 (GB 16297-1996)	12	40	70	120	0.5	3.1	1	10
比较	严格	严格	严格	严格	严格	严格	严格	严格
广东印刷 (DB44/815-2010)	1	15		80 (总 VOCs)	0.4	1.6 (二甲苯 <1.0)		5.1 (总 VOCs)
比较	严格	严格		严格	严格	严格		严格
天津工业 VOCs (DB12/524-2014)	1	15		50 (VOCs)	0.2	0.5		1.5 (VOCs)
比较	严格	严格		严格	严格	宽松		相同
上海印刷 (DB31/872-2015)	1	3	12	50	0.03	0.1	0.4	1.5
比较	严格	相同	严格	严格	宽松	宽松	宽松	相同
北京印刷 (DB11/1201-2015)	0.5	10		30	—	—	—	—
比较	相同	宽松		宽松	—	—	—	—
河北工业 VOCs (DB13/2322-2016)	1	15		50	—	—	—	—
比较	严格	严格		严格	—	—	—	—
重庆包装印刷	1	15		60	0.36	1.6		4.3

国家/地区标准	最高允许排放浓度 (mg/m ³)				最高允许排放速率 (kg/h)			
	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃
(DB50/758-2017)								
比较	严格	严格		严格	严格	严格		严格
湖南印刷 (DB43/1357-2017)	1	3	12	50	0.2	0.3	0.5	2.0
比较	严格	相同	严格	严格	严格	相同	相同	严格
山东印刷 (DB37/2801.4-2017)	0.5	3	10	50 (VOCs)	0.03	0.1	0.4	1.5
比较	相同	相同	相同	严格	宽松	宽松	宽松	相同
福建印刷 (DB35/1784-2018)	1	3	12	50	0.2	0.3	0.5	2.0
比较	严格	相同	严格	严格	严格	相同	相同	严格
江西印刷 (DB36/1101.1-2019)	1	3	12	50	—	—	—	—
比较	严格	相同	严格	严格	—	—	—	—

表 8-2 印刷业挥发性有机物无组织排放标准值比较

国家/地区标准	厂界				厂内
	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃	非甲烷总烃
本标准	0.1	0.2	0.2	—	4.0
国标 (GB 16297-1996)	0.4	2.4	1.2	4.0	—
比较	严格	严格	严格	—	—
广东印刷(DB44/815-2010)	0.1	0.6	0.2	2.0 (总 VOCs)	—
比较	相同	严格	相同	—	—
天津工业 VOCs (DB12/524-2014)	0.1	0.6		2.0 (VOCs)	—
比较	相同	相同		—	—
上海印刷 (DB31/872-2015)	0.1	0.2	0.2	4.0	—
比较	相同	相同	相同	—	—
北京印刷 (DB11/1201-2015)	0.1	0.2		1.0	3.0
比较	相同	宽松		—	宽松
河北工业 VOCs (DB13/2322-2016)	0.1	0.6	0.2	2.0	—
比较	相同	严格	相同	—	—
重庆包装印刷 (DB50/758-2017)	0.1	0.8		4.0	—

国家/地区标准	厂界				厂内
	苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃	非甲烷总烃
比较	相同	严格		—	—
湖南印刷 (DB43/1357-2017)	—	—	—	4.0	10.0
比较	—	—	—	—	严格
山东印刷 (DB37/2801.4-2017)	0.1	0.2	0.2	2.0	—
比较	相同	相同	相同	—	—
福建印刷 (DB35/1784-2018)	0.1	0.6	0.2	2.0	8.0
比较	相同	严格	相同	—	严格
江西印刷 (DB36/1101.1-2019)	0.1	0.4	0.3	2.0	—
比较	相同	严格	严格	—	—

9 实施本标准的环境效益及经济技术分析

9.1 技术可行性分析

由于印刷业VOCs成分及性质的复杂性，当前的每种治理技术都存在局限性，目前我省印刷业已完成挥发性有机物的治理，根据调研结果，常用的治理技术主要有吸附+冷凝技术、吸附+燃烧技术、吸附+光氧催化、吸附+低温等离子体技术等，一般来说各种工艺都有其特定的使用的范围（见表9-1），也有企业使用单一的吸附或燃烧处理技术。相关研究表明：吸附-燃烧法可将风量18000 m³/h，废气浓度为600 mg/m³的柔印印刷线废气处理至30 mg/m³以下；吸附-冷凝法可将风量40000 m³/h，废气浓度为800~2000 mg/m³的凹印印刷线废气处理至30 mg/m³以下；吸附-冷凝-氮气保护法可将风量20000 m³/h，废气浓度为1000~2000 mg/m³的干式复合废气处理至50 mg/m³以下，并且可以回收乙酸乙酯；过滤-光催化可将风量10000m³/h，废气浓度为40~70 mg/m³的胶印印刷线废气处理至30 mg/m³以下。综上，目前的VOCs综合处理工艺在技术上可以满足标准的要求。

表 9-1 常用 VOCs 治理工艺

治理工艺	适用范围	特点	治理效率
吸附+冷凝	适合高浓度（2000mg/m ³ 以上）的且有回收必要VOCs废气。	工艺简单，易操作、运行成本低，可回收有机废物	净化效率90-99%。

吸附+热力燃烧 (RTO)	适合 VOCs 排放浓度 1000mg/m ³ 以上的废气。	投资成本高，燃烧温度高，能量消耗小，余热可回收利用，运维成本较高。	净化效率 99% 以上。
吸附+催化燃烧 (RCO)	适合 VOCs 排放浓度为 1000-2000mg/m ³ 的废气。	投资成本低，燃烧温度低，能量消耗小，但催化剂费用较高，有一定的使用寿命。	与所使用的催化剂性质有关，一般可达 97% 以上。
吸附+光氧催化	适合低浓度的 VOCs 废气。	条件温和、成本低，需要紫外光源。	正常运行情况下净化效率可达 80% 左右。
吸附+低温等离子体	适合低浓度的恶臭气体净化。	能处理多种 VOC 充分组成的混合气体，但对高浓度易燃易爆废气，极易引起爆炸。	正常运行情况下净化效率可达 80% 左右。

9.2 经济可行性分析

根据调研，河南省印刷企业数量最多的是包装装潢印刷，其次是书、报刊印刷。而包装装潢印刷主要采用凹版印刷方式，其中以塑料包装印刷的 VOCs 排放量较大；书、报刊等出版物印刷主要采用平版板胶印的印刷方式，VOCs 排放量相对较小。凹版印刷采用“吸附+热力燃烧 (RTO)”或“吸附+催化燃烧 (RCO)”的治理技术可达标排放，其中复合工段采用“吸附+冷凝”的治理技术可实现 VOCs 的回收利用；平版胶印采用“吸附+光氧催化”的治理技术可达标排放。这几种治理技术的相关费用如下：

1. 吸附+热力燃烧 (RTO)：可采用活性炭吸附，也可采用沸石转轮吸附，其组合工艺的投资费用在 150-500 万以上，年运维费用在 30-50 万，若企业有用热需求，则余热可回收利用，年节省燃料费用在 50-100 万以上。以某年产值 2 亿以上的涂布印刷企业为例，其投资 500 万安装 RTO，而对 RTO 余热的利用每年即可为其节省 500 万的供热燃料费用；以某年产值 4000 万以上的塑料膜包装印刷企业为例，其投资 200 万安装 RTO，而对 RTO 余热的利用每年即可为其节省 100 万的供热燃料费用。该工艺技术对于大型企业，以及有用热需求的中等企业费用尚可承受。

2. 吸附+催化燃烧 (RCO)：其组合工艺的投资费用在 60-100 万以上，年运维费用在 15-30 万。该工艺技术对于中等以上企业尚可承受。

3. 吸附+光氧催化：其组合工艺的投资费用在 20-30 万，年运维费用在 5-12 万，对于以书、报刊等出版物印刷的中小型企业尚可承受。

以上治理技术针对规模比较小企业压力稍大，但中小企业重在过程控制，规模小导致投入也将减少，因此标准对大部分企业来说是可以承受的。

9.3 社会和环境效益分析

标准实施后，可有效推动企业逐渐淘汰高 VOCs 含量的油墨等原辅材料的使用，提高印刷企业的环境管理水平，可弥补我省缺乏 VOCs 管理依据的不足。本标准 VOCs 控制指标大幅加严，各印刷企业要达到标准排放限值，需在现有排放水平上大幅度降低 VOCs 排放浓度方可达标排放。可见标准实施后，印刷企业 VOCs 排放浓度显著降低，特别是对空气质量影响显著的甲苯、二甲苯等特征污染物的排放量也可大幅度减少，对我省环境空气质改善，减少 VOCs 排放，降低对 PM_{2.5} 和 O₃ 的浓度，具有积极作用。

10 标准实施建议

10.1 实施方式

本标准由县级以上人民政府生态环境主管部门负责监督实施。在任何情况下，企业均应遵守本标准规定的 VOCs 排放控制要求，采取必要的措施保证防治设施正常运行。各级环保部门在对企业进行监督性检查时，可以现场即时采样或监测的结果，作为判定排污行为是否符合排放标准以及实施相关环境保护管理措施的依据。

10.2 配套实施防治技术规范和指南

为了更好实施标准，针对印刷业 VOCs 排放的特点，应制定污染防治技术规范，特别是针对过程控制方式和末端治理技术，并将其纳入到设计范中，推动企业技术进步指导达标；同时对于效果好的工艺，形成设计技术指南，用于规范 VOCs 防治设施的设计、运行，指导企业管理和环保部门监管。

10.3 提高企业责任意识

针对印刷业生产过程 VOCs 的无组织排放，本标准的规定比较严格，提出了相应的工艺措施和管理要求。要使企业自主实施，必须强化和提高企业的责任意识，加强日常生产管理，降低 VOCs 的无组织排放。

10.4 强化第三方环境服务机构的作用

为了确保 VOCs 防治设施的正常运行和达标排放,可通过引入第三方专业化服务机构对相同工艺的 VOCs 防治设施进行专业化的管理和运维;对无组织排放的监管,以第三方环境服务机构提供审核报告为主,保部门抽查为辅,同时加强对三方环境服务机构的监督管理。

10.5 提升 VOCs 处理设施监管水平

VOCs 治理起步较晚,处理设施自动化程度偏低,自动监控和在线监测系统缺乏。建议推进 VOCs 处理设施运维智能化建设,建立远程监控平台,不断提升监管水平,防止 VOCs 处理设施出现不正常运行或者未达标排现象出现。