

浙江省印刷行业挥发性有机物 污染防治可行技术指南

浙江省生态环境厅

2020年9月

目次

前言.....	1
1 适用范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 生产工艺与 VOCs 产排情况.....	4
5 污染预防技术.....	4
6 污染治理技术.....	6
7 环境管理措施.....	9
8 VOCs 污染防治可行技术.....	11
附录 A.....	13
附录 B.....	14

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》《浙江省大气污染防治条例》，防治挥发性有机物（VOCs）污染，推动印刷行业污染防治技术进步，制定本指南。

本指南以当前技术发展和应用状况为依据，可作为浙江省印刷行业污染防治工作的参考技术资料。

本指南由浙江省生态环境厅组织制定。

本指南起草单位：浙江省生态环境科学设计研究院、浙江中蓝环境科技有限公司。

1 适用范围

本指南适用于印刷行业生产过程中产生的挥发性有机物污染控制。

2 规范性引用文件

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本指南。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB/T 4754-2017	国民经济行业分类
GB/T 16157	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 16758	排风罩的分类及技术条件
HJ 944	排污单位环境管理台账及排污许可证执行报告技术规范总则（试行）
HJ 2000	大气污染治理工程技术导则
HJ 2026	吸附法工业有机废气治理工程技术规范
HJ 2027	催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
HJ 1093	蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
AQ/T 4274	局部排风设施控制风速检测与评估技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

3.1 印刷行业

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。

3.2 印刷

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。

3.3 润版

为了保持印版非图文区域的疏墨性，用润湿液将印版表面润湿。

3.4 复合

将两层或两层以上的薄膜层合到一起的工艺，常用于软包装印刷的印后加工。

3.5 覆膜

将涂有胶粘剂的塑料薄膜覆合到印品表面或里面的工艺，常用于平版印刷后的纸张表面

整饰，属于复合的一种形式。

3.6 涂布

将糊状聚合物、熔融态聚合物或聚合物溶液涂布于纸、布、塑料薄膜上制得覆膜材料(膜)的方法。

3.7 上光

指在印品表面涂布透明光亮材料的工艺。

3.8 印刷油墨

由着色剂、连结料、辅助剂等成分组成的分散体系，在印刷过程中被转移到承印物上着色的物质。

3.9 润湿液

在印刷过程中使印版非图文部分保持疏墨性水溶液。

3.10 光油

涂布（或印刷）在印刷品表面，起保护及装饰作用的液体物质。

3.11 清洗剂

利用化学溶解、络合、乳化、润湿、渗透、分散、增溶、剥离等原理，去除油墨、涂料而使用的液体化学品或制剂。

3.12 挥发性有机物（VOCs）

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。

在表征 VOCs 总体排放情况时，根据行业特征和环境管理要求，可采用总挥发性有机物（以 TVOC 表示）、非甲烷总烃（以 NMHC 表示）作为污染物控制项目。

3.13 密闭

污染物质不与环境空气接触，或通过密封材料、密封设备与环境空气隔离的状态或作业方式。

3.14 密闭空间

利用完整的围护结构将污染物质、作业场所等与周围空间阻隔所形成的封闭区域或封闭式建筑物。该封闭区域或封闭式建筑物除人员、车辆、设备、物料进出时，以及依法设立的排气筒、通风口外，门窗及其他开口（孔）部位应随时保持关闭状态。

3.15 污染预防技术

为减少污染物排放，在生产过程中采用避免或减少污染物产生的技术。

3.16 污染治理技术

在污染物产生后，为了消除或者降低对环境的影响而采用的处理技术。

3.17 环境管理措施

企事业单位内，为实现污染物有效预防和控制而采取的管理方法和措施。

3.18 污染防治可行技术

根据一定时期内环境需求和经济水平，在污染防治过程中综合采用污染预防技术、污染治理技术、环境管理措施，使污染物排放稳定达到污染物排放标准、规模应用的技术。

4 生产工艺与 VOCs 产排情况

4.1 生产工艺

典型的印刷行业生产工序包括：

(1) 印前环节：主要包括制版、洗罐、涂布等工序。

(2) 印刷环节：油墨调配和输送、印刷、上光、烘干等工序，以及橡皮布清洗和墨路清洗等配套工序。

(3) 印后加工环节：装订、表面整饰（覆膜、上光等）和包装成型工序（复合、烘干、糊盒、制袋等）。

印刷工艺流程见附录 A-图 A.1。

4.2 原辅材料

印刷企业使用的主要原辅材料包括：

(1) 纸张、纸板、塑料薄膜、铝箔、纺织物、金属板材、各类容器等承印物

(2) 油墨、胶粘剂、稀释剂、清洗剂、润湿液、光油、涂料、显影液、定影液等含 VOCs 的物料。

4.2 VOCs 产排特征

印刷企业主要涉及的 VOCs 产排环节包括：

(1) VOCs 原辅材料贮存、调配和输送；

(2) 印前处理的涂布和烘干等工序；

(3) 印刷过程的印刷、烘干、润版、清洗、上光等工序；

(4) 印后处理的覆膜、上光、复合、烘干等工序；

(5) 含 VOCs 物料的危险废物贮存。

5 污染预防技术

5.1 原辅料替代技术

5.1.1 植物油基胶印油墨替代

该技术适用于所有可吸收性材料的平版印刷工艺，替代矿物油基胶印油墨。植物油基胶印油墨以植物油脂作为连结料，加以颜料、水、助剂等原料配制而成。连结料以大豆油为主。植物油基胶印油墨分为热固轮转、单张纸和冷固轮转三种，热固轮转植物油基胶印油墨

VOCs 质量占比应小于等于 5%，单张纸或冷固轮转植物油基胶印油墨 VOCs 质量占比应小于等于 2%。采用植物油基胶印油墨替代矿物油基胶印油墨，可减少油墨 VOCs 产生量。

5.1.2 无/低醇润湿液替代技术

该技术适用于平版印刷工艺。采用无/低醇润湿液替代传统润湿液(乙醇或异丙醇为主)，一般可减少润版工序 VOCs 产生量 50%~90%。无/低醇润湿液原液 VOCs 质量占比应小于等于 10%。

5.1.3 辐射固化油墨替代技术

该技术适用于平版、凸版及网版印刷工艺对标签、票证、纸包装、金属罐等的印刷，不适用于对直接接触食品的产品印刷。辐射固化油墨借助于紫外光(UV)和电子束等辐射照射，使油墨内的连结料发生交联反应，从而由液态转变为固态。采用辐射固化油墨替代溶剂型油墨，VOCs 产生量一般可减少 80%以上。应用较普遍的为 UV 固化油墨，其 VOCs 质量占比应小于等于 2%。

5.1.4 水性凹印油墨替代技术

该技术适用于塑料表印、塑料轻包装及纸张凹版印刷工艺，替代溶剂型凹版油墨。水性凹印油墨由水溶性连结料、颜料、水、辅助有机溶剂以及助剂等组成，辅助有机溶剂一般为醇类和醚类。水性凹印油墨 VOCs 质量占比应小于等于 30%。采用水性凹印油墨替代溶剂型凹印油墨，VOCs 产生量一般可减少 30%~80%。水性油墨的印刷性能、附着性能、应用于薄膜基材的印刷品质目前仍低于溶剂型油墨。

5.1.5 水性凸印油墨替代技术

该技术适用于纸包装、标签、票证、塑料包装、铝罐等的凸版印刷工艺，替代溶剂型凸版油墨。水性凸印油墨由连结料、颜料、水以及助剂等组成。水性凸印油墨 VOCs 质量占比应小于等于 10%，采用水性凸印油墨替代溶剂型凸印油墨，VOCs 产生量一般可减少 80%以上。

5.1.6 水性胶粘剂替代技术

该技术适用于方便面包装袋、膨化食品包装袋等轻包装制品的覆膜工序，以及纸包装的复合工序，替代溶剂型胶粘剂。水性胶粘剂以水作为分散介质，由基料、固化剂、促进剂、交联剂、填料以及助剂等组成，基料类型主要包括水性聚醋酸乙烯酯、水性丙烯酸酯、水性聚氨酯等。水性胶粘剂 VOCs 质量占比应小于等于 5%。采用水性胶粘剂替代溶剂型胶粘剂，VOCs 产生量一般可减少 90%以上。

5.1.7 水性光油替代技术

该技术适用于书刊、画册、食品包装、药品包装等纸张印刷的上光工艺，替代溶剂型光油。水性光油由丙烯酸树脂乳液、水、助剂以及微粒石蜡等组成。水性光油 VOCs 质量占比

应小于等于 3%。采用水性光油替代溶剂型光油，VOCs 产生量一般可减少 90%以上。

5.1.8 UV 光油替代技术

该技术适用于纸张及金属的上光工艺，不适用于直接接触食品的产品上光。UV 光油借助于紫外光照射，使光油内的连结料发生交联反应，从而由液态转变为固态。UV 光油 VOCs 质量占比应小于等于 3%，采用 UV 光油替代溶剂型光油，VOCs 产生量一般可减少 90%以上。

5.2 设备或工艺革新技术

5.2.1 自动橡皮布清洗技术

该技术适用于平版印刷橡皮布的清洗工序。在印刷机上安装自动橡皮布清洗装置，使装置中的无纺布或毛刷辊与橡皮滚筒表面的橡皮布接触并高速摩擦，达到清洗橡皮布的目的。与人工清洗相比，该技术清洗剂使用量一般可减少 30%以上，同时可减少废清洗剂及废擦机布等危险废物的产生，缩短清洗时间，提高生产效率。

5.2.2 无水胶印技术

该技术适用于书刊、标签等的平版印刷工艺。采用表面为不亲墨硅橡胶的印版、专用油墨和控温系统来实现印刷。该技术无需润版，避免润版工序 VOCs 及润版废水的产生。该技术对环境温度要求较高，油墨传输过程需要冷却处理。采用该技术需使用专用的冲版机、版材及油墨，成本与有水印刷相比有所升高。

5.2.3 无溶剂复合技术

该技术适用于印刷工业的复合工序。该技术使用无溶剂聚氨酯胶粘剂，通过反应固化将不同基材粘结在一起，获得新的功能性材料。无溶剂聚氨酯胶粘剂通常分为单组分和双组分两类。纸塑复合工序常采用单组分胶粘剂，软包装复合工序常采用双组分胶粘剂。该技术仅在清洗胶辊、混胶部件时使用少量含 VOCs 原辅材料（通常为乙酸乙酯）。与干式复合技术相比，该技术 VOCs 产生量一般可减少 99%以上。该技术在水煮和高温蒸煮类软包装产品中的应用不成熟。

5.2.4 共挤出复合技术

该技术适用于印刷工业的复合膜生产工序。该技术采用两台或两台以上挤出机，将不同品种的树脂从一个模头中一次挤出成膜，在工艺过程中不使用胶粘剂等含 VOCs 原辅材料，可减少 VOCs 的产生量。该技术只能用于热熔塑料与塑料的复合，其产品的原材料组合形式相对较少，适用范围较小。

6 污染治理技术

6.1 一般原则

应加强对印刷生产工艺过程废气的收集，减少 VOCs 无组织排放。VOCs 无组织废气的

收集和控制应符合 GB 37822 的要求，废气收集技术可参考附录 B。

溶剂型凹版印刷、溶剂型凸版印刷、干式复合及涂布的烘干工序产生的有组织废气，宜采用减风增浓技术，以减小废气排风量、提高废气污染物浓度、降低末端治理设施的投资和运行成本。

高浓度 VOCs 废气，优先采用冷凝、吸附回收等技术对废气中的 VOCs 回收利用，并辅以催化燃烧、热力燃烧等治理技术实现达标排放及 VOCs 减排。采用燃烧法 VOCs 治理技术产生的高温废气宜进行热能回收。

中、低浓度 VOCs 废气，有回收价值时宜采用吸附技术回收处理，无回收价值时优先采用吸附浓缩 - 燃烧技术处理。

含非水溶性组分的废气不得仅采用水或水溶液洗涤吸收方式处理，原则上禁止将高浓度废气直接与大风量、低浓度废气混合处理。

6.2 吸附法

该技术利用吸附剂（活性炭、活性炭纤维、分子筛等）吸附废气中的 VOCs 污染物，使之与废气分离，简称吸附技术，主要包括固定床吸附技术、移动床吸附技术、流化床吸附技术、旋转式吸附技术。印刷行业常用的吸附技术为固定床吸附技术和旋转式吸附技术。配套吸附处理单元的含尘、含气溶胶、高湿废气、高温废气，应事先采用高效除尘、除雾装置、冷却装置等进行预处理。

6.2.1 固定床吸附技术

该技术适用于凹版印刷、凸版印刷及干式复合工艺废气的治理。吸附过程中吸附剂床层处于静止状态，对废气中的 VOCs 污染物进行吸附分离。印刷行业一般使用活性炭作为吸附剂。应根据污染物处理量、处理要求等定时再生或更换吸附剂以保证治理设施的去除效率。入口废气颗粒物浓度宜低于 1 mg/m^3 ，温度宜低于 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ，相对湿度（RH）宜低于 80%。若废气中的污染物易在活性炭存在时发生聚合、交联、氧化等反应，不宜采用活性炭吸附技术。该技术的技术参数应满足 HJ 2026 的相关要求。活性炭吸附材料通过解吸而循环利用，脱附的 VOCs 可通过冷凝技术进行回收或通过燃烧技术进行销毁。

6.2.2 旋转式吸附技术

该技术适用于工况相对连续稳定的凹版印刷、溶剂型凸版印刷及涂布工艺产生的无组织废气或混合废气收集后的预浓缩。吸附过程中废气与吸附剂床层呈相对旋转运动状态，对废气中的 VOCs 污染物进行吸附分离，一般包括转轮式、转筒（塔）式。印刷行业一般使用分子筛作为吸附剂，用于低浓度 VOCs 废气的预浓缩，脱附废气一般采用催化燃烧或蓄热燃烧技术进行治理。入口废气颗粒物浓度宜低于 1 mg/m^3 ，温度宜低于 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ，相对湿度（RH）宜低于 80%。该技术的技术参数应满足 HJ 2026 的相关要求。转轮中沸石分子筛含量不宜低于 50%（wt%），设计风速不宜高于 3.5 m/s ，转轮厚度不宜低于 400mm。

6.3 燃烧法

通过热力燃烧或催化燃烧的方式，使废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质，简称燃烧技术，印刷行业常用的燃烧技术包括热力燃烧技术（TO）、蓄热燃烧技术（RTO）、催化燃烧技术（CO）、蓄热催化燃烧技术（RCO）。处理含腐蚀性废气，应采用高效水喷淋装置、酸/碱喷淋吸收装置等进行预处理。当 VOCs 浓度高且波动较大时，应对废气中 VOCs 浓度进行实时监测，确保进入燃烧装置的 VOCs 浓度低于爆炸下限的 25%；不宜采用直接排空的应急措施。

6.3.1 热力燃烧技术（TO）

该技术适用于印铁制罐的涂布烘干工序废气的治理。该技术采用燃烧的方法使废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质。该技术产生的高温废气宜进行热能回收，并用于烘干工序。

6.3.2 蓄热燃烧技术（RTO）

该技术适用溶剂型凹版印刷、干式复合及涂布工艺烘干废气的治理。采用燃烧的方法使废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质，并利用蓄热体对燃烧产生的热量蓄积、利用。印刷行业采用的典型治理技术路线为“旋转式分子筛吸附浓缩+RTO”。无组织废气收集后，宜采用吸附技术进行预浓缩，再经 RTO 治理。采用固定换热床的 RTO 装置宜设计不少于三室，技术参数应满足 HJ 1093 的相关要求。

6.3.3 催化燃烧技术（CO）

该技术适用于凹版印刷及溶剂型凸版印刷工艺废气的治理。在催化剂作用下，废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质。该技术反应温度低、不产生热力型氮氧化物。印刷行业采用的典型治理技术路线为“活性炭吸附/旋转式分子筛吸附浓缩+CO”。当废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等可能致催化剂中毒物质时，不宜采用此技术。该技术的技术参数应满足 HJ 2027 的相关要求。

6.3.4 蓄热催化燃烧技术（RCO）

该技术适用于凹版印刷及凸版印刷工艺废气的治理。在催化剂作用下，废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质，并利用蓄热体对反应产生的热量蓄积、利用。该技术反应温度低、不产生热力型氮氧化物。当废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等可能致催化剂中毒物质时，不宜采用此技术。该技术的技术参数应满足 HJ 2027 相关要求。

6.4 冷凝法

该技术适用于凹版印刷及干式复合工艺废气的治理，特别是单一组分的 VOCs 治理。将废气降温至 VOCs 露点以下，使 VOCs 凝结为液态，并与废气分离，简称冷凝技术。印刷行业采用的典型治理技术路线为“活性炭吸附+热氮气再生+冷凝回收”。单一组分的 VOCs 冷凝

后可直接回收利用，产生较好的经济效益；多组分的 VOCs 冷凝后一般需经分离工序后回收利用。

7 环境管理措施

7.1 一般原则

包装印刷产品应优化设计，在满足产品功能的前提下尽量减少图文部分覆盖比例、印刷色数、墨层厚度及复合层数。

新建、改建、扩建项目应优先选用平版印刷、水性凸版印刷等污染物产生水平较低的制造工艺。

7.2 环境管理制度

企业应按照 HJ 944 的要求建立台账，记录含 VOCs 原辅材料的名称、采购量、使用量、回收量、废弃量、去向、VOCs 含量，污染治理设施的工艺流程、设计参数、投运时间、启停时间、温度、风量，过滤材料更换时间和更换量，吸附剂脱附周期、更换时间和更换量，催化剂更换时间和更换量等信息。台账保存期限不少于三年。

7.3 无组织排放控制措施

7.3.1 储存和贮存过程

含 VOCs 原辅材料应储存于密闭的容器、包装袋或储罐中，非取用状态时应存放于安全、合规场所。

废油墨、废清洗剂、废活性炭、废擦机布等含 VOCs 的危险废物，应分类放置于贴有标识的容器或包装袋内，加盖、封口，保持密闭，并及时转运、处置，减少在车间或危废库中的存放时间。危险废物贮存应满足 GB 18597 的相关要求。

盛装含 VOCs 原辅材料的容器或包装袋在取用状态时应尽可能减少敞开面积，并存放于密闭空间，产生的废气应收集处理。

印刷、涂布、覆膜、复合、上光等作业结束后，应将剩余的油墨、涂料、胶粘剂、上光油等含 VOCs 原辅材料进行密闭存放，无法密闭的应送回调配间，避免 VOCs 无组织排放。

7.3.2 调配和转运过程

宜直接使用已调配好的油墨、涂料、胶粘剂等含 VOCs 原辅材料，减少调配工作量和 VOCs 产生量。

液态含 VOCs 原辅材料应密闭管道输送，宜采用集中供料系统。采用非管道输送方式转移液态含 VOCs 原辅材料时，应采用密闭容器。

凹版印刷生产过程中，宜采用黏度自动控制仪控制稀释剂的添加量。向墨槽中添加油墨或稀释剂时宜采用漏斗或软管等接驳工具，减少供墨过程中 VOCs 的逸散。

7.3.4 印刷及印后生产过程

使用 VOCs 物料的涂布、印刷、烘干、覆膜、复合、上光、清洗等过程，应采用密闭设备或在密闭空间内操作，产生的废气应收集处理；无法密闭的，应采取局部气体收集措施，产生的废气应收集处理。

宜优化控制涂布、印刷、覆膜、复合、上光等单元的环境温度，合理控制送排风方向，减少溶剂挥发。

优化印刷机清洗方式，墨槽、印版、墨桶等清洗应在密闭装置或密闭空间内进行，产生的废气应收集处理。

优化生产任务安排，减少停机、频繁换试印、清洗次数；并合理控制油墨清洗剂的使用量。

载有 VOCs 物料的设备及其管道在检维修、非正常生产时，应将残存物料退净，并用密闭容器盛装，退料过程产生的废气应收集处理。

7.4 污染治理设施的运行维护

建立 VOCs 废气收集处理管理制度，制定运行、维护和操作规程，安排专人负责运行维护；维护保养宜纳入全厂的维护保养计划中，并储备足够的备品备件。

定期检查 VOCs 废气是否均按规范要求收集处理，控制风速是否满足规范要求，废气收集处理系统是否正常运行、无破损。

按照 HJ 944 要求建立 VOCs 废气收集处理环境管理台账，台账保存期限不少于三年。台账内容包括：

- (1) 含 VOCs 原辅材料的名称、采购量、使用量、回收量、废弃量、去向、VOCs 含量；
- (2) 污染治理设施的工艺流程、设计参数、投运时间、启停时间、温度、风量、维护保养工作；
- (3) 吸附剂类型、参数、脱附周期、更换时间和更换量；
- (4) 过滤材料、催化剂、蓄热体、吸收液的更换时间和更换量；
- (5) 助燃能源类型和消耗量；
- (6) 溶剂回收量；
- (7) 其他关键耗材类型、更换时间和更换量。

企业出现项目停产、废气收集处理设施停运、突发环境应急事件等情况时，应及时向当地生态环境主管部门报告并备案。

8 VOCs 污染防治可行技术

VOCs 污染防治可行技术见表 8.1。

表 8.1 VOCs 污染防治可行技术

工艺类型	预防技术	治理技术	技术适用条件
平版印刷	植物油基胶印油墨替代技术+无/低醇润湿液替代技术+自动橡皮布清洗技术	/	适用于平版印刷工艺，其中无醇润湿液替代技术适用于书刊、报纸及本册等的平版印刷工艺
	植物油基胶印油墨替代技术+无水胶印技术+自动橡皮布清洗技术	/	适用于书刊、标签等的平版印刷工艺。该技术对环境温度要求较高，油墨传输过程需要冷却处理。采用该技术需使用专用的冲版机、版材及油墨，成本与有水印刷相比有所升高
	辐射固化油墨替代技术+无/低醇润湿液替代技术+自动橡皮布清洗技术	/	适用于纸包装、标签、票证的平版印刷工艺，不适用于直接接触食品的产品印刷
	植物油基胶印油墨替代技术+无/低醇润湿液替代技术+自动橡皮布清洗技术	燃烧技术	适用于书刊、本册等的热固轮转胶印工艺，可采用无醇润湿液替代技术。烘箱一般自带二次燃烧装置
凹版印刷	水性凹印油墨替代技术		适用于塑料表印、塑料轻包装及纸张凹版印刷工艺。
	/	吸附技术+冷凝技术	适用于凹版印刷工艺。典型治理技术路线为“活性炭吸附+热氮气再生+冷凝回收”。单一组分的VOCs冷凝后可直接回收利用，产生较好的经济效益；多组分的VOCs冷凝后一般需经分离工序后回收利用。
	/	燃烧技术	适用于溶剂型凹版印刷工艺的烘箱有组织废气处理。典型治理技术路线为“减风增浓+RTO/CO”。中大型企业较适合采用该技术，通过余热回用可减少运行费用
	/	吸附技术+燃烧技术	适用于溶剂型凹版印刷工艺的中低浓度印刷废气处理。典型治理技术路线为“旋转式分子筛吸附浓缩+RTO”和“活性炭吸附/旋转式分子筛吸附浓缩+CO”
凸版印刷	/	吸附技术+燃烧技术	适用于溶剂型凸版印刷工艺。典型治理技术路线为“旋转式分子筛吸附浓缩+RTO”和“活性炭吸附/旋转式分子筛吸附浓缩+CO”
	水性凸印油墨替代技术	/	适用于纸包装、标签、票证、塑料包装、铝罐等的凸版印刷工艺

工艺类型	预防技术	治理技术	技术适用条件
	辐射固化油墨替代技术	/	适用于凸版印刷工艺。适用于标签、票证、纸包装、金属罐等的印刷，不适用于直接接触食品的产品印刷
网版印刷	辐射固化油墨替代技术	/	适用于网版印刷工艺。适用于标签、票证、纸包装等的印刷，不适用于直接接触食品的产品印刷
复合/涂布	无溶剂复合技术	/	适用于印刷工业的复合工序。软包装复合工序常采用双组分胶粘剂，纸塑复合工序常采用单组分胶粘剂
	共挤出复合技术	/	适用于印刷工业的复合膜生产工序。只能用于热熔塑料与塑料的复合，其产品的原材料组合形式相对较少，适用范围较小
	水性胶粘剂替代技术	/	适用于方便面包装袋、膨化食品包装袋等轻包装制品的覆膜工序，以及纸包装的复合工序
	/	吸附技术+冷凝技术	适用于干式复合工艺。典型治理技术路线为“活性炭吸附+热氮气再生+冷凝回收”。该技术能够产生经济效益，溶剂使用量越大，经济效益越明显
	/	燃烧技术	适用于干式复合及涂布工艺。典型治理技术路线为“减风增浓+RTO/TO”。涂布工艺产生的无组织废气收集后，宜采用吸附技术进行预浓缩，再经RTO治理
上光	水性光油替代技术	/	适用于书刊、画册、食品包装、药品包装等纸张印刷的上光工艺
	UV光油替代技术	/	适用于纸张及金属的上光工艺，不适用于直接接触食品的产品上光工艺

附录 A

(资料型附录)

印刷工艺流程及废气产排环节

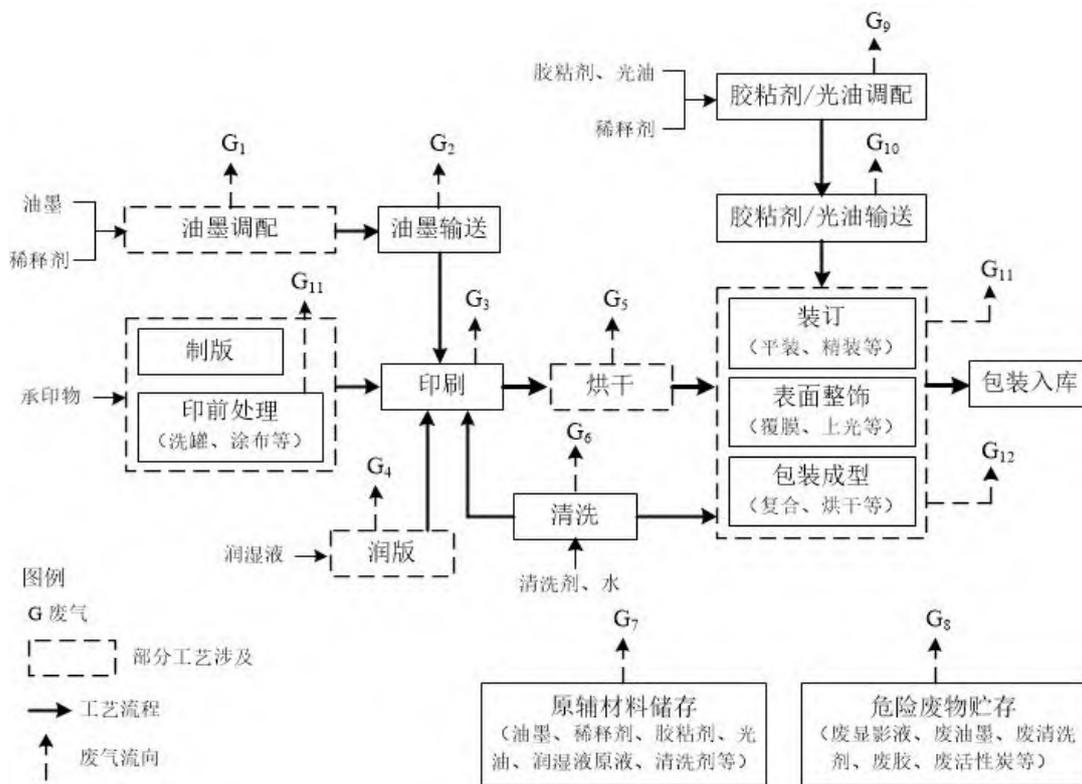


图 A.1 印刷工艺流程及废气产排环节

附录 B

(资料型附录)

印刷生产废气收集技术

B.1 废气收集的一般规定

应根据废气性质、排放方式及污染物种类、浓度等，分类收集印刷生产过程产生的废气。

废气收集可采用密闭罩（如局部密闭罩、整体密闭罩、大容积密闭罩）、外部罩（如上吸罩、下吸罩、侧吸罩等）等方式收集，应符合《排风罩的分类及技术条件》（GB/T 16758）要求，要遵循形式适宜、位置正确、风量适中、强度足够、检修方便等设计原则，罩口风速或控制点风速足以将发生源产生废气吸入罩内，确保达到最大限度收集废气。废气收集系统宜避免横向气流干扰。

采用外部罩收集时，应该根据不同的工艺操作要求和技术经济条件选择适宜的外部罩。设置有采暖设备或空调的车间，废气宜优先采用局部收集措施。采用外部排风罩的，应按 GB/T 16758、AQ/T 4274 规定的方法测量控制风速，测量点应选取在距排风罩开口面最远处的 VOCs 无组织排放位置，控制风速不应低于 0.3 m/s（行业相关规范有具体规定的，按相关规定执行）。

采用密闭罩收集时，可根据实际需求采用生产线整体密闭或车间整体密闭的形式，换气次数应满足设计要求。密闭区域内换气次数原则上不少于 20 次/h，采用车间整体密闭换气，车间换气次数原则上不少于 8 次/h。

采用整体收集并且有人员在密闭空间中作业时，废气收集系统风量应同时考虑控制风速和有害物质的接触限值；气流组织宜确保送风或补风先经过人员呼吸带，并保证空间内无废气滞留死角。

VOCs 污染气体的收集和输送应满足《大气污染防治工程技术导则》（HJ 2000）要求，管路应有明显的区分及走向标示。所有产生 VOCs 的密闭、半密闭空间原则上应保持微负压，并设置负压标识。

废气收集系统的输送管道应密闭。废气收集系统应在负压下运行，若处于正压状态，应对输送管道组件的密封点进行泄漏检测，泄漏检测值不应超过 500 $\mu\text{mol/mol}$ ，亦不应有感官可察觉泄漏。废气收集的管路系统宜设置用于调节风量平衡的调节阀门。

废气收集系统应与生产设备同步运行，VOCs 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。

废气排风量应纳入车间的风量平衡计算；对于有洁净度和压差要求的车间，压差控制应考虑排风量的影响。

B.2 工艺过程废气收集

涂布、印刷、烘干、覆膜、复合、上光、清洗等产生 VOCs 的过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，废气收集至 VOCs 处理系统；无法密闭的，应采取局部气体收集措施，废气收集至 VOCs 处理系统。

调墨间宜设置局部排风或整体排风系统。

涂布、印刷、覆膜、复合、上光、清洗等车间应根据相应的技术规范和工艺要求设计合理的通风量，不可通过加大送排风量或其他通风措施稀释排放。

采用低挥发性原辅材料的工段废气，宜与使用溶剂型原辅材料的废气分开收集处理。

其他无组织废气收集宜优先采用整体收集的形式；在不具备整体收集条件的情况下，宜采用外部罩进行收集。