

上海市印刷业挥发性有机物控制
技术指南
(发布稿)

上海市环境保护局
2016年9月

目录

前言	1
1. 适用范围	2
2. 规范性引用文件	2
3. 术语和定义	3
4. 总体要求	5
5. 具体控制要求	5
6. 监督与运行	10
附件 1 印刷业挥发性有机物排放环节	15
附件 2 常见印刷工艺 VOCs 治理应用实例	18
附件 3 日常运营记录表单	20

前 言

为了防治大气污染，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》、《上海市环境保护条例》、《上海市大气污染防治条例》、《上海市清洁空气行动计划（2013-2017）》等法律法规，规范印刷行业企业挥发性有机物治理工程的设计、建设与运行管理，引导印刷行业企业生产工艺革新和促进污染治理技术进步，满足 DB31/872-2015 的达标要求，制订本控制技术指南。

本指南可作为印刷业及印刷生产过程项目环境影响评价、工程设计、工程验收以及运营管理等环节的技术依据，是供各级环境保护部门、规划和设计单位以及印刷企业使用的指导性技术文件。

本指南为首次发布，将根据环境管理要求及技术发展情况适时修订。

本指南为指导性文件。

本指南由上海市环境保护局组织制定。

本指南主要起草单位：上海市环境科学研究院。

本指南由上海市环境保护局解释。

1. 适用范围

本指南适用于上海市辖区内企业印刷生产过程的挥发性有机物（VOCs）排放管理，可用于从事印刷生产的企业及印刷生产设施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。

2. 规范性引用文件

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

DB 31/872	印刷业大气污染物排放标准
GB 2705	涂料产品分类和命名
GB 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50019	采暖通风与空气调节设计规范
GB 50046	工业建筑防腐蚀设计规范
GB 50051	排气筒设计规范
GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
GBZ 2.2	工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素
HJ 477	污染源在线自动监控（监测）数据采集传输仪技术要求
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/T 1	气体参数测量和采样的固定装置
HJ/T 75	固定污染源烟气排放连续监测技术规范（试行）
HJ/T194	环境空气质量手工监测技术规范
HJ/T 373	固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范（试行）
HJ/T 370	环境标志产品技术要求胶印油墨
HJ/T 371	环境标志产品技术要求凹印油墨和柔印油墨
HJ/T 378	污染治理设施运行记录仪技术要求及检测方法。
HJ/T 384	环境保护产品技术要求 一般用途低噪声轴流通风机
HJ/T 386	环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置
HJ/T 387	环境保护产品技术要求 工业废气吸收净化装置
HJ/T 389	环境保护产品技术要求 工业有机废气催化净化装置
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范
QB/T 3597	印刷油墨产品分类、命名和型号

《污染源自动监控管理办法》（国家环境保护总局令 第 28 号）
《环境监测管理办法》（国家环境保护总局令 第 39 号）
《建设项目环境保护设施竣工验收监测技术要求（试行）》（环发（2000）38 号）
《建设项目环境保护管理条例》
《建设项目环境保护设计规定》
《环境保护综合目录》
《上海市工业固定源挥发性有机物治理技术指引》
《绿色印刷手册》
《印刷业清洁生产方案指南》

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件：

3.1. 印刷（printing）

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。

3.2. 印刷生产（printing production）

指从事印刷以及印前的排版、制版、涂布，印后的上光、覆膜、烫箔等的生产活动。

3.3. 印刷油墨（printing ink）

指用于印刷过程中在承印物上呈色的物质。

3.4. 承印物（substrate）

指能接受呈色剂/色料（如油墨）影像的最终载体。

3.5. 凸版印刷（relief printing）

指用图文部分高于非图文部分的印版进行印刷的方式。凸版油墨是指用于凸版印刷的油墨

3.6. 柔性版印刷（flexographic printing）

指用弹性凸印版将油墨转移到承印物表面的印刷方式。柔性版油墨是指用于柔性版印刷的油墨。

3.7. 平版印刷（lithographic printing）

指印版的图文部分和非图文部分几乎处于同一平面的印刷方式。平版油墨是指用于平版印刷的用墨。

3.8. 凹版印刷（gravure printing）

指印版的图文部分低于非图文部分的印刷方式。凹版油墨是指用于凹版印刷的油墨。

3.9. 孔版印刷 (permaographic printing)

指印版在图文区域漏墨而在非图文区域不漏墨的印刷方式。孔版油墨是指用于孔版印刷的油墨。

3.10. 覆膜 (film laminating)

将涂有黏合剂塑料薄膜覆合到印品表面的工艺，又称复合。

3.11. 涂布 (coating)

将糊状聚合物、熔融态聚合物或聚合物熔液涂布于纸、布、塑料薄膜上制得覆膜材料（膜）的方法；上光是指在印品表面涂布透明光亮材料的工艺。

3.12. 溶剂型油墨 (solvent-based ink)

由溶剂基连接料组成的油墨。

3.13. 水性油墨 (water-based-ink)

由水基连接料组成的油墨。

3.14. 植物油油墨 (vegetable oil-based ink)

用植物油作为连接料的油墨。常指为大豆油油墨。

3.15. 紫外光固化油墨 (UV curing ink)

紫外光固化 (UV) 油墨是指在紫外线照射下，利用不同波长和能量的紫外光使油墨连接料中的单体聚合成聚合物，使油墨成膜和干燥的油墨。

3.16. 挥发性有机物 (volatile organic compounds, VOCs)

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物。

- a) 用于核算或者备案的 VOCs 则指 20℃时蒸汽压不小于 10 Pa 或者 101.325 kPa 标准大气压下，沸点不高于 260 °C 的有机化合物或者实际生产条件下具有以上相应挥发性的有机化合物的统称，但是不包括甲烷。
- b) 以非甲烷总烃 (NMHC) 作为排气筒、厂界大气污染物监控、厂区内大气污染物监控点以及污染物回收净化设施去除效率的挥发性有机物的综合性控制指标。

3.17. 去除效率 (Removal Efficiency)

通过废气污染控制装置去除的污染物的量占进入有机气体控制设施的污染物的量的比例。

4. 总体要求

- 4.1. 生产企业在印刷生产过程中应优先考虑采用绿色印刷手段，达到节能、环保、减少污染物排放的目的。
- 4.2. 生产企业在印刷工艺选择宜优先考虑胶印、水性柔印、水性凹印、水性覆膜、预涂膜覆膜等技术，逐步淘汰溶剂型凹印、溶剂型柔印、溶剂型覆膜等污染较大的工艺。
- 4.3. 生产企业在印刷生产过程中，使用的原辅材料选用优先选用 UV 油墨、水性油墨、水性胶黏剂等低 VOCs 含量的物料。
- 4.4. 生产企业在原辅材料的调配、转移、使用过程应做好 VOCs 废气的收集并根据生产特点选择合适的处理工艺，控制逸散排放。
- 4.5. 污染控制设施应遵循综合治理、循环利用、达标排放、总量控制的原则。污染治理工艺设计应该本着成熟可靠、技术先进、经济适用的原则，并考虑节能、安全和操作简便。
- 4.6. 污染控制设施应与生产工艺水平、废气来源和风量、挥发性有机物浓度水平相适应。在选择工艺路线之前，根据废气中挥发性有机物的回收价值和处理费用进行经济核算，优先选用回收工艺。
- 4.7. 生产企业应把污染控制设施作为生产系统的一部分进行管理，污染物控制设施应该与产生废气的相应生产设备同步运转。
- 4.8. 治理后的污染物排放应符合 DB31/872 的要求。污染控制设施在建设、运行过程中产生的废气、废水、固体废物及其他污染物的治理与排放，应执行国家或地方环境保护法规和标准的相关规定，防止二次污染。
- 4.9. 污染控制设施应该按照国家相关法律法规、DB31/872、本标准和地方环境保护部门的要求设置在线连续监测或者运行监控设备；并满足 HJ 477 和上海市环境保护管理部门相关规定的要求。
- 4.10. 污染控制设施的选址与总图布置参照 GBZ1 和 GB 50187 规定执行，同时应该遵从降低环境影响、方便施工及运行维护等原则，并满足消防安全距离的要求。
- 4.11. 污染控制设施的布置应考虑主导风向的影响。

5. 具体控制要求

5.1. 凹版印刷

5.1.1 生产工艺选择

- (1) 企业在新、改、扩建印刷生产时，宜优先选用柔印代替凹印；
- (2) 企业在现有凹印工艺技改时宜采用单一溶剂凹印代替混合溶剂凹印或采用水性凹印。

5.1.2 原辅材料选择

- (1) 选用溶剂型凹印油墨时，即用状态油墨 VOCs 含量应不大于 80% (wt)；
- (2) 选用水性凹印油墨时，即用状态油墨 VOCs 含量应不大于 30% (wt)；
- (3) 选用清洗剂时，应选择水性清洗剂或低 VOCs 含量的清洗剂。

5.1.3 过程控制

- (1) 油墨调配应在专用的调配间内进行，调墨作业不得敞开在车间内进行；
- (2) 油墨调配宜选用自动油墨调配设备；
- (3) 油墨调配后在运输、转移过程中应加盖密闭，容器的盖子或覆盖物应该具有防爆、防静电性能；
- (4) 印刷生产过程中应优化工序安排，减少停机和频繁换印、试印；
- (5) 油墨上机印刷过程中油墨桶应加盖；
- (6) 印刷过程中宜在油墨槽上方加盖，减少 VOCs 逸散；
- (7) 印刷烘干排风宜采用迭代套用，控制 VOCs 排风浓度不大于溶剂爆炸下限的 25%；
- (8) 墨槽、印版、墨桶等清洗作业在专用清洗间进行，不得敞开在车间内进行，清洗后废液宜做净化回用，不得造成二次污染。

5.1.4 VOCs 捕集

- (1) 所有 VOCs 捕集排风设计应满足 GBZ 1、GBZ2.1 以及 GB 50019 的设计规范；
- (2) 专用的调墨间和清洗间必须设置局部排风或整体排风系统；
- (3) 印刷机宜采用整体密闭排风设计，以提高 VOCs 捕集效率；
- (4) 在不具备整体密闭排风的情况下，应对烘干和印刷墨槽分别进行局部排风收集。

5.1.5 VOCs 末端治理

- (1) 采用水性凹印油墨的凹印工艺，废气经捕集后宜采用浓缩+热氧化方式处理；
- (2) 采用混合溶剂型凹印油墨的凹印工艺，废气经捕集后宜采用浓缩+热氧化方式或者直接采用热氧化方式进行处理；
- (3) 采用单一溶剂凹印油墨的凹印工艺，废气经捕集后宜采用浓缩+溶剂回收方式进行处理；

5.2. 平版印刷（胶印）

5.2.1 生产工艺选择

- (1) 企业在新、改、扩建平版印刷工艺时，宜采用免酒精胶印工艺；
- (2) 企业在现有平版印刷工艺技改时宜采用压力固化、调温固化、反应固化等平版印刷方式代替加热固化的平版印刷方式。

5.2.2 原辅材料选择

- (1) 选用溶剂型平板印铁油墨时，即用状态油墨 VOCs 含量应不大于 70% (wt)；

- (2) 选用热固轮转油墨时，即用状态油墨 VOCs 含量应不大于 30% (wt)；
- (3) 选用平张及冷固油墨时，即用状态油墨 VOCs 含量应不大于 15% (wt)；
- (4) 选用洗车水时，应选择水性洗车水或低 VOCs 含量的洗车水；
- (5) 选用水斗液时，应选择低醇或无醇水斗液。

5.2.3 过程控制

- (1) 油墨调配应在专用的调配间内进行，调墨作业不得敞开在车间内进行；
- (2) 油墨供给宜选用中央集中供墨系统；
- (3) 油墨调配后在运输、转移过程中应采用管道输送或加盖密闭；
- (4) 印刷生产过程中应优化工序安排，减少停机和频繁换印、试印；
- (5) 印刷生产过程应采用水斗液循环膜过滤技术，提高水斗液利用效率。废水斗液加热蒸馏方法回收溶剂，减少 VOCs 逸散；
- (6) 印刷机清洗时应采用自动清洗、高压水洗或二级清洗等方式。清洗后废液不得造成二次污染。

5.2.4 VOCs 捕集

- (1) 所有 VOCs 捕集排风设计应满足 GBZ 1、GBZ2.1 以及 GB 50019 的设计规范；
- (2) 专用的调墨间和清洗间必须设置局部排风或整体排风系统；
- (3) 印刷机加热型固化烘干室宜采用整体密闭或局部排风设计，以提高 VOCs 捕集效率；

5.2.5 VOCs 末端治理

- (1) 采用植物油基油墨、UV 油墨的平版印刷工艺，废气经捕集后宜采用活性炭吸附现场再生方式处理；
- (2) 采用低沸点矿物油型油墨的平版印刷工艺，废气经捕集后宜采用浓缩+热氧化方式或者直接采用热氧化方式进行处理；
- (3) 轮转胶印宜在印刷设备末端增加二次燃烧工艺减少 VOCs 排放；

5.3. 凸版印刷（柔印）

5.3.1 生产工艺选择

- (1) 企业在新、改、扩建柔版印刷工艺时，宜采用水性柔印工艺或 UV 柔印工艺；

5.3.2 原辅材料选择

- (1) 选用溶剂型柔印油墨时，即用状态油墨 VOCs 含量应不大于 50% (wt)；
- (2) 选用水性柔印油墨时，即用状态油墨 VOCs 含量应不大于 20% (wt)；
- (3) 选用洗车水时，应选择水性洗车水或低 VOCs 含量的洗车水；

5.3.3 过程控制

- (1) 油墨调配应在专用的调配间内进行，调墨作业不得敞开在车间内进行；

- (2) 油墨调配宜选用自动调墨系统；
- (3) 油墨调配后在运输、转移过程中应采用管道输送或加盖密闭；
- (4) 印刷生产过程中应优化工序安排，减少停机和频繁换印（换色）、试印；
- (5) 采用卫星式柔印机在印刷过程中应将印刷部分密闭；
- (6) 烘干排风宜采用迭代套用，控制 VOCs 排风浓度不大于溶剂爆炸下限的 25%。
- (7) 墨槽、印版、墨桶等清洗作业在专用清洗间进行，不得敞开在车间内进行

5.3.4 VOCs 捕集

- (1) 所有 VOCs 捕集排风设计应满足 GBZ 1、GBZ2.1 以及 GB 50019 的设计规范；
- (2) 专用的调墨间和清洗间必须设置局部排风或整体排风系统；
- (3) 卫星式柔印机宜对烘干和印刷部分分别采用整体密闭排风设计，以提高 VOCs 捕集效率；

5.3.5 VOCs 末端治理

- (1) 采用水性油墨的柔版印刷工艺，废气经捕集后宜采用水洗+活性炭吸附现场再生方式处理；
- (2) 采用溶剂型油墨的柔版印刷工艺，废气经捕集后宜采用浓缩+热氧化方式或者直接采用热氧化方式进行处理；

5.4. 孔版印刷（丝网）

5.4.1 生产工艺选择

- (1) 企业在新、改、扩建孔版印刷工艺时，宜采用水性孔版印刷工艺或 UV 孔版印刷工艺；

5.4.2 原辅材料选择

- (1) 选用溶剂型丝网油墨时，即用状态油墨 VOCs 含量应不大于 40%（wt）；
- (2) 选用清洗剂时，应选择水性清洗剂或低 VOCs 含量的清洗剂；

5.4.3 过程控制

- (1) 油墨调配应在专用的调配间内进行，调墨作业不得敞开在车间内进行；
- (2) 油墨调配宜选用自动调墨系统；
- (3) 油墨调配后在运输、转移过程中应采用管道输送或加盖密闭；
- (4) 印刷生产过程中应优化工序安排，减少停机和频繁换印、试印；
- (5) 印版、墨桶等清洗作业在专用清洗间进行，不得敞开在车间内进行

5.4.4 VOCs 捕集

- (1) 所有 VOCs 捕集排风设计应满足 GBZ 1、GBZ2.1 以及 GB 50019 的设计规范；
- (2) 专用的调墨间和清洗间必须设置局部排风或整体排风系统；

- (3) 印刷机宜采用整体密闭排风设计，以提高 VOCs 捕集效率；
- (4) 在不具备整体密闭排风的情况下，应对烘干和印刷分别进行局部排风收集。

5.4.5 VOCs 末端治理

- (1) 采用水性油墨的孔版印刷工艺，废气经捕集后宜采用水洗+活性炭吸附现场再生方式处理；
- (2) 采用溶剂型油墨的孔版印刷工艺，废气经捕集后宜采用浓缩+热氧化方式或者直接采用热氧化方式进行处理；

5.5. 复合（覆膜）、涂布

5.5.1 生产工艺选择

- (1) 企业在新、改、扩建复合工艺时，宜采用水性复合工艺、UV 复合工艺和预涂膜复合工艺；

5.5.2 原辅材料选择

- (1) 选用溶剂型复合胶粘剂时，宜选择单一溶剂型胶黏剂；
- (2) 选用清洗剂时，应选择水性清洗剂或低 VOCs 含量的清洗剂；

5.5.3 过程控制

- (1) 胶粘剂调配应在专用的调配间内进行，调配作业不得敞开在车间内进行；
- (2) 胶粘剂调配后在运输、转移过程中应采用管道输送或加盖密闭；
- (3) 复合烘干排风应采用迭代套用，控制 VOCs 排风浓度不大于溶剂爆炸下限的 25%；
- (4) 上胶头、胶桶等清洗作业在专用清洗间进行，不得敞开在车间内进行

5.5.4 VOCs 捕集

- (1) 所有 VOCs 捕集排风设计应满足 GBZ 1、GBZ2.1 以及 GB 50019 的设计规范；
- (2) 专用的调墨间和清洗间必须设置局部排风或整体排风系统；
- (3) 复合机宜采用整体密闭排风，以提高 VOCs 捕集效率；
- (4) 在不具备整体密闭排风的情况下，应对上胶头进行密闭排风收集，烘干排风单独收集。

5.5.5 VOCs 末端治理

- (1) 采用溶剂型胶粘剂的复合工艺，废气经捕集后宜采用溶剂回收方式、浓缩+热氧化方式或者直接采用热氧化进行处理。

6. 监督与运行

6.1. 运行管理基本要求

企业应根据实际生产工况和治理设施的设计标准，建立相关的各项规章制度以及运行、维护和操作规程，明确耗材的更换周期和设施的检查周期，建立主要设备运行状况的台账制度，保证治理设施正常运行。

企业应建立治理设施运行状况、设施维护等的记录制度，主要维护记录内容包括：

- (1) 治理装置的启动、停止时间；
- (2) 吸附剂、吸收剂、过滤材料、催化剂等的质量分析数据、采购量、使用量及更换时间；
- (3) 治理装置运行工艺控制参数，至少包括治理设备进、出口浓度和吸附装置内温度；
- (4) 主要设备维修情况；
- (5) 运行事故及治理设施维修情况；
- (6) 定期检验、评价及评估情况；
- (7) 吸附回收工艺中的危险废物、污水及副产物处置情况。

由于紧急事故或设备维修等原因造成治理设备停止运行时，应立即报告当地环境保护行政主管部门。

6.2. 运行管理具体要求

6.2.1 催化氧化和蓄热催化氧化

催化氧化工艺和蓄热式催化氧化工艺应该满足 HJ 2027 的规范要求，装置的基本性能应该满足 HJ/T 389 的要求。蓄热催化氧化装置还应满足如下要求：

- (1) 气体蓄热催化燃烧室温度应控制在 300-500℃，停留时间不小于 0.75s。
- (2) 蓄热层的断面风速宜设定在 1.1~1.5m/s 范围。
- (3) 蓄热材料的高度宜控制在 0.8~1.6 m 范围。
- (4) 气流切换阀门的漏风率应小于 1%。
- (5) 蓄热燃烧装置应设置超温强制排风措施。进入催化氧化装置的有机废气浓度必须控制在混合有机物的爆炸极限下限的 25% 以下。对于混合有机物的爆炸极限，应该根据不同有机化合物的浓度比例和其爆炸极限下限进行计算与校核。
- (6) 蓄热燃烧装置应设置保温，并保证炉体外表面温度须小于 60℃。
- (7) 蓄热材料的膨胀系数须小于 $6 \times 10^{-6} \text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
- (8) 蓄热燃烧装置应设置自动控制。应具有自动记录温度变化曲线的功能以备查。

6.2.2 蓄热燃烧装置

应满足以下基本要求：

- (1) 宜采用三床及以上或旋转式的工艺布置方式。
- (2) 气体燃烧室温度应控制在 800℃ 以上，停留时间不宜小于 0.75s。
- (3) 蓄热层的断面风速宜设定在 1.1~1.5m/s 范围。
- (4) 蓄热材料的高度宜控制在 0.8~1.6 m 范围。
- (5) 气流切换阀门的漏风率应小于 1%。
- (6) 蓄热燃烧装置应设置超温强制排风措施。进入燃烧室的有机废气浓度必须控制在混合有机物的爆炸极限下限的 25% 以下。对于混合有机物的爆炸极限，应该根据不同有机化合物的浓度比例和其爆炸极限下限进行计算与校核。
- (7) 蓄热燃烧装置应设置保温，并保证炉体外表面温度须小于 60℃。
- (8) 蓄热材料的膨胀系数须小于 $6 \times 10^{-6} \text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
- (9) 蓄热燃烧装置应设置自动控制。应该具有自动记录温度变化曲线的功能以备查。
- (10) 如果根据安全需求，RTO 装置设置连锁应急排气筒，则该排气筒应该设置运行或排放监控措施，可以根据环保部门的要求按照在线检测装置，也可以采用手持式检测装置记录排放情况。

6.2.3 沸石转轮浓缩

- (1) 转轮吸附区的设计面风速不应大于 3m/s，转轮厚度不宜小于 400mm。
- (2) 转轮的转速宜为 2~6 rph。
- (3) 转轮应配置自动灭火装置。
- (4) 转轮系统应确保吸附区、脱附区和冷却区间的密封隔离设施的漏气率不大于 1%。

6.2.4 沸石转轮浓缩-蓄热氧化

- (1) 转轮浓缩+热氧化系统由转轮吸附浓缩系统、蓄热氧化系统和自动控制系统等组成。
- (2) 转轮分为吸附区、脱附再生区和冷却区三个区域。
- (3) 宜采用工艺排风作为转轮冷却用。
- (4) 脱附风温度宜为 180-220℃，不应高于 300℃。
- (5) 蓄热燃烧宜采用三床及以上或旋转式的工艺布置方式。
- (6) 蓄热燃烧装置的切换阀门泄漏率不应大于 1%。
- (7) 蓄热材料的热效率不应小于 90%
- (8) 蓄热燃烧装置的炉膛应设置超温强制排风措施。
- (9) 蓄热材料压力损失不应大于 3000Pa。
- (10) 热氧化效率不应低于 99%。

(11) 热氧化后烟气中的氮氧化物浓度不应大于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 。

6.2.5 沸石转轮浓缩-蓄热催化氧化

- (1) 转轮浓缩+蓄热催化燃烧系统由转轮吸附浓缩系统、蓄热催化燃烧系统和自动控制系统等组成。
- (2) 转轮分为吸附区、脱附再生区和冷却区三个区域。
- (3) 宜采用工艺排风作为转轮冷却用。
- (4) 脱附风温度宜为 $180\text{--}220^\circ\text{C}$ ，不应高于 300°C 。
- (5) 蓄热催化氧化宜采用两床及以上的工艺布置方式。
- (6) 选用催化剂的空间反应速度应大于 $1/15000\text{ h}^{-1}$
- (7) 处理气体须不含可能造成催化剂中毒的物质
- (8) 催化床应配设预热功能
- (9) 蓄热燃烧装置的切换阀门泄漏率不应大于 1%。
- (10) 蓄热材料的热效率不应小于 90%
- (11) 蓄热燃烧装置的炉膛应设置超温强制排风措施。
- (12) 蓄热材料压力损失不应大于 3000Pa 。
- (13) 热氧化效率不应低于 99%。
- (14) 热氧化后烟气中的氮氧化物浓度不应大于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 。

6.2.6 吸附-脱附

吸附-脱附工艺应该满足 HJ 2026 的规范要求，装置的基本性能应该满足 HJ/T386 的要求。

- (1) 优先选择沸石作为吸附材料，其次是活性炭纤维、颗粒状活性炭。使用蜂窝状活性炭吸附材料时，需要提供完备的安全保障措施。
- (2) 选择颗粒状吸附剂时，空塔速度应该控制在 $0.1\text{--}0.5\text{m}/\text{s}$ ，压力损失控制为 $750\text{--}3750\text{Pa}$ ；采用纤维状活性炭吸附剂时，空塔速度不高于 $0.15\text{m}/\text{s}$ ，压力损失不高于 4000Pa ；采用蜂窝状吸附剂时，空塔速度控制为 $0.8\text{--}1.2\text{m}/\text{s}$ ，压力损失控制为 $800\text{--}1200\text{Pa}$ 。
- (3) 活性炭的吸附容量计算时按照不高于装填量的 10% 计算。
- (4) 脱附方式可以采用水蒸汽热吹扫方式或者氮气惰性气体反吹方式。优先选择氮气惰性气体反吹方式。如果采用水蒸气或热空气方式，活性炭的脱附温度应该控制在 110°C 左右，一般不得高于 120°C ，脱附时间不得低于 30 分钟，一般为 30~60 分钟。采用沸石吸附时，热气流温度不宜超过 200°C 。脱附后气流中有机物的浓度应该严格控制在其爆炸极限下限的 25% 以下。

- (5) 处理气量大于 1000m³/h 时，应该安装自动控制系统，采用可编程控制器 PLC 或者分散控制系统 DCS 控制。
- (6) 采用脱附后催化氧化或者热氧化处置装置时，应该合理设置吸附塔数量，确保脱附时间和吸附饱和时间的匹配。
- (7) 在线监测的安装按照上海市的在线监测的相关规定执行。
- (8) 含有环己酮等酮类易燃气体时，不得采用热空气再生。
- (9) 丙烯酸、丙烯酸丁酯、丁酸、二丁胺、二乙烯三胺、丙烯酸乙酯、丙烯酸异丁酯、异佛尔酮、环己酮、甲基丙烯酸甲酯废气不宜采用活性炭吸附法，确需要使用时候，需要对活性炭进行改性。

6.2.7 安全控制措施

治理措施应该设置事故自动报警装置，并符合安全、事故防范的相关规定。

除了吸收装置和生物法之外，治理系统与主体生产装置之间、治理系统与储罐收集系统之间应安装阻火器（防火阀），阻火器的性能应符合 GB13347 的规定。

燃烧装置、吸附装置等的电气仪表不低于现场防爆等级，宜选用符合 GB3836.4 要求的本安型防爆器件。

燃烧装置应该设置有机废气浓度检测和报警连锁装置，当气体浓度达到有机废气爆炸下限的 25% 时，立即发出报警信号，启动安全放散装置。应该具有过热保护功能。

催化装置应该设置事故应急排空管，排空装置与冲稀阀、报警联动，用排空放散防止爆炸。

吸附装置应该设置吸附床层温度控制系统，具体要根据处理对象确定临界温度，一般应该低于 83℃，当吸附装置超过临界温度时候，应能自动报警，并立即启动降温装置。

治理工程应该安装符合 GB 50057 规定的避雷装置。治理装置区域应按照规定设置消防设施。

6.3. 监督管理

6.3.1 原辅材料及废弃物

油墨、胶粘剂等原辅材料优先采用国家环境标志产品。

溶剂和含溶剂的材料容器间的转移宜通过管道输送或桶泵输送，除必须的操作时段外，其余时段含挥发性有机物的容器必须密封或加盖。禁止敞开作业。

含挥发性有机物残留的容器必须加盖密封后再行储存或运输。

含挥发性有机物的清洁抹布等材料,使用后必须收纳到密闭的容器中,最终按危险废弃物处理要求处理。

清洗等过程产生的废溶剂和废料必须及时密闭收存。

6.3.2 废气收集及处理

涉及 VOCs 排放的生产工艺必须设置有效的 VOCs 捕集设施, 并保证设施正常运行。

治理设施的管理应纳入生产管理中, 企业应根据实际生产工况和治理设施的设计标准, 建立相关规章制度以及运行、维护和操作规程, 明确耗材的更换周期和设施的检查周期, 建立主要设备运行状况的台账制度, 保证治理设施正常运行。

企业应配备专业管理人员和技术人员, 并对其进行培训, 使管理和运行人员掌握治理设备及其它附属设施的具体操作和应急情况下的处理措施。

治理设施应先于产生废气的生产工艺设备开启、后于生产工艺设备停机, 并实现联动控制。经过治理后的废气排放应符合国家和地方环境保护相关规定, 治理过程应避免产生二次污染。

企业根据环保主管部门的要求加装 VOCs 在线监测系统。

企业必须在 VOCs 控制设施的前后风管的合适位置按要求设置采样口。

采用蓄热燃烧装置处理排气时, 燃烧室温度不应低于 750°C, 应记录并保留运行时间及燃烧室的在线温度数据备查。

采用蓄热催化燃烧或催化燃烧装置处理排气时, 燃烧室温度不应低于 300°C, 应记录并保留运行时间及燃烧室的在线温度数据备查。

采用催化燃烧装置的设备其运行记录中必须包括催化剂的装填和更换时间和数量。

采用吸附抛弃工艺处理废气的设置应建立吸附剂包括运行时间, 吸附剂采购、更换时间、数量等的明细台账。

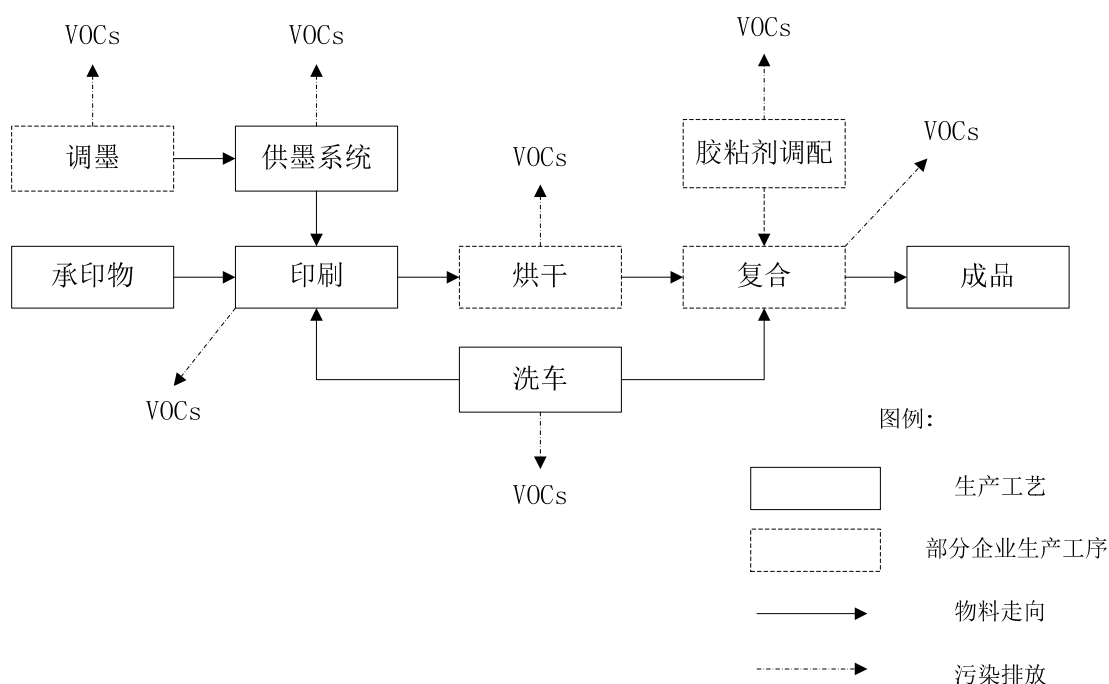
采用吸附回收工艺净化废气的装置, 应记录运行时间, 回收物料的数量及去向。

附件 1 印刷业挥发性有机物排放环节

1 排放环节

印刷生产 VOCs 排放来源于所使用的油墨及稀释剂、水斗液、清洗剂（洗车水）、复合（涂布）用胶粘剂（仅限于部分存在复合工艺的印刷企业）及上光剂，潜在的排放环节有：油墨调配过程溶剂挥发、油墨转移过程溶剂挥发、印刷过程油墨溶剂挥发、烘干阶段、复合过程、涂布过程、上光过程及设备清洗过程等。

印刷生产工艺流程及主要 VOCs 产生环节附图 1 所示：



附图 1 印刷生产工艺流程及主要 VOCs 产生环节

2 油墨及稀释剂

2.1 平版印刷

平版印刷印版的图文部分和非图文部分几乎处于同一平面。平版印刷企业所使用的油墨包括矿物油基油墨、植物油基墨和 UV 固化油墨，其中低沸点矿物油基油墨挥发性有机化合物含量较高。

2.2 凸版印刷

凸版印刷（凸印）的图文部分处于一个平面，明显高于空白部分，印版着墨时，油墨附着在印版的凸起部分，并在压力作用下转移到承印物上。传统的凸版印刷采用铜锌版，目前逐渐被柔版印刷（柔印）代替，采用软质的树脂印版。

柔版印刷通常用于产品包装印刷,对于色彩要求不高的瓦楞纸包装箱产品一般使用水性油墨,几乎不存在 VOCs 排放;而对于色彩鲜艳的薄膜制品则一般使用溶剂油墨,印刷过程产生 VOCs 污染。

2.3 凹版印刷

凹版印刷(凹印)的印版滚筒上空白部分高于印刷图文部分,并且高低悬殊,空白部分处于同一平面或同一曲面上。印版上凹陷的图文部分形成网穴容纳油墨,通过滚筒压印,使印版滚筒上的图文印迹转移到承印物表面。

凹版印刷广泛应用于包装和特殊产品印刷领域,适用于薄膜、覆膜材料及纸张等介质,通常使用低粘度溶剂型油墨,印制过程产生大量的 VOCs,且成分复杂。

2.4 孔版印刷

孔版印刷(也称丝网印刷、丝印)是将真丝、尼龙或金属丝编织成网,将其紧绷于网框上,采用手工刻膜或光化学制版的方法制成网版,网版上非图文部分被涂布的感光涂层封住,只留下图文部分的网孔可以透过油墨。印刷时,先在网版上涂墨,再用橡皮刮板在网版上轻刮,油墨透过网版,转移到放置在网版下的承印材料上。

孔版印刷使用溶剂型油墨时 VOCs 排放浓度相对较高。

3 水斗液(润版液)

平版印刷中使用水斗液,起到油水相斥的作用。水斗液中一般添加异丙醇,可减少水的表面张力,异丙醇是水斗液中 VOCs 的主要来源。

4 清洗剂(洗车水)

清洗剂用于印刷机的部件的清洗,以防积聚干涸的油墨和纸尘。常用的清洁溶剂包括白电油、火水、乙二醇醚、醇类、甲苯、己烷和特别专利配制的混合剂(洗车水)。其中含溶剂的清洗剂是 VOCs 的主要来源。

5 胶粘剂

覆膜、复合和涂布工艺中使用的胶粘剂包括溶剂型胶粘剂、无溶剂胶粘剂和水性胶粘剂,其中溶剂型胶粘剂中通常含有乙酸乙酯和乙醇等,是 VOCs 的主要来源。

6 上光油

上光油用于涂布在印品表面使印刷品更加美观,同时具有防潮、抗磨效果。包括 UV 光油、水性光油、醇溶性光油、溶剂型光油。其中醇溶性光油和溶剂型上光油是印刷工艺中 VOCs 的主要来源。

印刷工艺与含 VOCs 原辅材料及 VOCs 排放特征见附表 1。

附表 1 印刷工艺与 VOCs 排放特征

VOCs 来源		主要含 VOCs 原辅材料	VOCs 排放特征	VOCs 特征污染物
油墨及稀释剂	平版	低沸点矿物油型油墨、植物大豆油墨、UV 固化油墨	使用低沸点矿物油基油墨，VOCs 排放浓度较高，其他类型油墨，VOCs 排放浓度较低	异丙醇、乙醇、丁醇、丁酮、醋酸乙酯、醋酸丁酯、甲苯等
	凸版	溶剂型油墨、水性油墨、UV 固化油墨	使用水性油墨、UV 油墨，VOCs 排放浓度较低；使用醇溶性油墨，VOCs 排放浓度高	醇类
	凹版	溶剂型油墨、水性油墨	使用溶剂型油墨，VOCs 排放浓度较高；使用水性油墨，VOCs 排放浓度较低	酮、醇、醚、酯和芳烃类
	孔版	溶剂型油墨、水性油墨、UV 油墨	使用溶剂型油墨，VOCs 排放浓度较高；使用水性油墨、UV 油墨，VOCs 排放浓度较低	酮、醇、醚、酯和芳烃类
水斗液	普通水斗液、免酒精水斗液	普通水斗液，VOCs 排放浓度较高；使用免酒精水斗液基本无 VOCs 排放	醇类	
清洗剂	溶剂型清洗剂、水基型清洗剂	使用溶剂型清洗剂，VOCs 排放浓度高；使用水基型清洗剂 VOCs 排放浓度低。	苯类、醚类、烃类、酯类	
胶粘剂	溶剂型胶粘剂、无溶剂胶粘剂、水性胶粘剂	使用溶剂型胶粘剂 VOCs，排放浓度高；使用无溶剂胶粘剂、水性胶粘剂，VOCs 排放浓度较低	酯类、醇类	
上光油	水性光油、UV 光油、溶剂型光油	使用溶剂型光油 VOCs 排放浓度高；使用水性光油、UV 光油 VOCs 排放量较低。	醇类、酮类、苯类、酯类	

附件 2 常见印刷工艺 VOCs 治理应用实例

1 胶印

胶印是平版印刷的主要方式，常见的包括单张纸胶印和冷、热固轮转胶印。胶印工艺 VOC 治理工艺见附表 2-1。

附表 2-1 胶印工艺 VOCs 治理工艺

过程 \ 工艺		单张纸、冷固轮转	热固轮转
原辅材料	油墨	采用 UV、植物油基油墨。VOCs<4wt%	VOCs<25wt%
	水斗液	采用低醇或无醇水斗液	
	洗车水	采用水性或无溶剂型洗车水	
	光油	采用水性或 UV 光油	
生产过程	工艺替代	/	/
	原料供应	专用调墨间、专用清洗间、中央供墨系统； 采用密闭容器和管道调配、输送原料，减少原料贮存、配制及供应过程 VOCs 逸散。	
	操作过程	优化工序安排，减少停机、频繁换印，减少试印及废品量； 采用水斗液循环膜过滤技术；	
捕集		/	烘干排风密闭收集
末端治理		活性炭吸附现场再生	直接燃烧

2 凹印

凹印是目前 VOCs 产生最大的印刷方式，常见的凹印按照承印物不同分为纸张和薄膜凹印。凹印工艺 VOC 治理工艺见附表 2-2。

附表 2-2 凹印工艺 VOCs 治理工艺

过程 \ 工艺		纸张凹印	薄膜凹印
原辅材料	油墨	水性油墨，VOCs<30wt%	单一溶剂油墨
	洗车水	采用水性或无溶剂型洗车水	
	光油	采用水性或 UV 光油	
生产过程	工艺替代	胶印、柔印	柔印
	原料供应	专用调墨间、专用清洗间 采用密闭容器和管道调配、输送原料，减少原料贮存、配制及供应过程 VOCs 逸散	
	操作过程	优化工序安排，减少停机、频繁换印，减少试印及废品量；	

捕集	烘干排风套用； 墨槽设置挡板； 墨槽采用局部排风； 印刷机设置围闭式排风。
末端治理	吸附浓缩+燃烧； 吸附浓缩+冷凝回收

3 复合

复合常用于包装印刷，是目前 VOCs 产生最大的印前（印后）加工方式，常见的复合方式包括无溶剂复合、水性复合、干复、挤复等，其中干复和挤复 VOCs 排放量较大。复合工艺 VOC 治理工艺见附表 2-3。

表 2-3 复合工艺 VOCs 治理工艺

过程 \ 工艺		无溶剂复合、水性复合	干复、挤复
原辅材料	胶黏剂	无溶剂、水性胶黏剂	
	洗车水	采用水性或无溶剂型洗车水	
生产过程	工艺替代	/	无溶剂复合、水性复合
	原料供应	专用胶黏剂调配间、专用清洗间 采用密闭容器和管道调配、输送原料，减少原料贮存、配制及供应过程 VOCs 逸散	
	操作过程	优化工序安排，减少停机、频繁换印，减少试印及废品量；	
捕集		烘干排风套用； 复合机设置围闭式排风。	
末端治理		吸附浓缩+燃烧； 吸附浓缩+冷凝回收； 燃烧	

附件3 日常运营记录表单

日常运行记录表单

基本信息					
企业名称		地址			
联系人		联系电话			
统计年份		统计月份			
原辅材料统计					
工艺	名称	类别	用量 (t)	主要成分	VOCs 含量
末端处理设施					
设施名称	进口风量 (CMH)	进口浓度 (mg/m ³)	出口风量 (CMH)	出口浓度 (mg/m ³)	处理效率
溶剂回用					
工艺	名称	类别	回用量 (t)	主要成分	VOCs 含量
危险废物					
工艺	名称	类别	固废量 (t)	主要成分	VOCs 含量