

郑州市环境污染防治攻坚战领导小组办公室文件

郑环攻坚办〔2019〕216号

郑州市环境污染防治攻坚战领导小组办公室 关于修订《郑州市通用设备及机械制造行业、 铝箔加工行业、汽车维修行业、整车制造行业、 包装印刷行业、家具制造行业挥发性有机物 污染控制技术指南》（试行）的 通 知

各县（市、区）人民政府、开发区管委会：

为进一步做好我市挥发性有机物治理工作，根据生态环境部印发《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53号），对《郑州市通用设备及机械制造行业、铝箔加工行业、汽车维修行业、整车制造行业、包装印刷行业、家具制造行业挥发性有机物污染控制技术指南》（试行）进行修订，现印发你们，请各地参照执行。



郑州市通用设备、机械制造行业挥发性有机物污染
控制技术指南
(试行)

2019年8月

目 录

1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	2
4 生产工艺及 VOCs 排放.....	3
4.1 生产工艺及 VOCs 排放节点.....	3
4.2 机械制造行业 VOCs 排放特点.....	3
5. 治理技术要求.....	4
5.1 源头控制.....	4
5.2 过程控制.....	4
5.3 大气污染物 VOCs 处理技术.....	5
5.3.1 废气收集技术.....	5
5.3.2 漆雾预处理技术.....	6
5.3.3 VOCs 末端处理技术.....	6
6 设施设计、运行与管理.....	8
6.1 废气采样口设计要点.....	8
6.2 设施运行要点.....	8
6.3 企业管理要点.....	9
6.4 环保部门监管要点.....	9

1 适用范围

本指南适用于郑州市通用设备、机械制造行业挥发性有机物（VOCs）的控制管理。

2 规范性引用文件

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

GB 14444 涂装作业安全规程喷漆室安全技术规定

GB 20101 涂装作业安全规程有机废气净化装置安全技术规定

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/T 16758 排风罩的分类及技术条件

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

GB/T16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

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气体治理工程技术规范

HJ 2537 环境标志产品技术要求水性涂料

HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定装置

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 388 环境保护产品技术要求湿法漆雾过滤净化装置

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

JB/T 13733-2019 工业有机废气蓄热催化燃烧装置

HJ/T 389-2007 环境保护产品技术要求工业有机废气催化净化装置

JB/T 13734-2019 工业有机废气蓄热热力燃烧装置

AQ/T 4274 局部排风设施控制风速检测与评估技术规范

HGJ 229 工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

污染源自动监控管理办法（国家环境保护总局令第28号）

“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案（环大气〔2017〕121号）

《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)

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件：

挥发性有机物 (VOCs)

在20℃条件下蒸气压大于或等于10Pa，或者特定适用条件下具有相应挥发性的除CH₄、CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵外，任何参加大气光化学反应的碳化合物。主要包括具有挥发性的非甲烷烃类（烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃）、含氧有机化合物（醛、酮、醇、醚等）、卤代烃、含氮有机化合物、含硫有机化合物等。

机械制造业

机械制造业指从事各种动力机械、起重运输机械、农业机械、冶金矿山机械、化工机械、纺织机械、机床、工具、仪器、仪表及其他机械设备等生产的行业。

通用设备制造业

通用设备制造业指使用于1个以上行业的设备可分类于通用设备，如机床、马达、空压机、策动机、冷却设备、供水设备等等。

涂装

将涂料涂覆于基底表面形成具有防护、装饰或特定功能涂层的过程。

溶剂型涂料

以有机溶剂作为溶剂的涂料。

水性涂料

以水为溶剂或以水为分散介质的涂料。

UV涂料

紫外光固化涂料，能在紫外线照射作用下瞬间固化的涂料。

粉末涂料

100%固体的涂料，通常使用静电喷涂工艺，把微细、干燥的粉末涂装到表面上，然后加热融化，使颗粒流动融合或者形成固化。

净化效率

治理工程或净化设备捕获污染物的量与处理前污染物的量之比，以百分数表

示。计算公式如下：

$$\eta = \frac{C_{进}Q_{进} - C_{出}Q_{出}}{C_{进}Q_{进}} \times 100\%$$

式中：

η ——治理工程或净化设备的净化效率（%）；

$C_{进}$ 、 $C_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口污染物浓度（ mg/m^3 ）；

$Q_{进}$ 、 $Q_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口标准状态下干气体流量（ m^3/h ）。

4 生产工艺及VOCs排放

4.1 生产工艺及VOCs排放节点

通用设备、机械制造企业主要在涂装工艺过程中产生VOCs，其涂装作业工序通常包含：表面预处理（除尘、脱脂、除锈、蚀刻等）、表面喷涂（喷涂、浸涂、辊涂、流涂等）、固化干燥（室温下自然干燥、固化炉干燥、辐射固化等）。有机废气产生主要集中在表面喷涂和固化干燥两个工序，部分企业在固化干燥之前，还需要进行流平晾置，以保证漆膜的平整度和光泽度。典型的生产流程见图1。

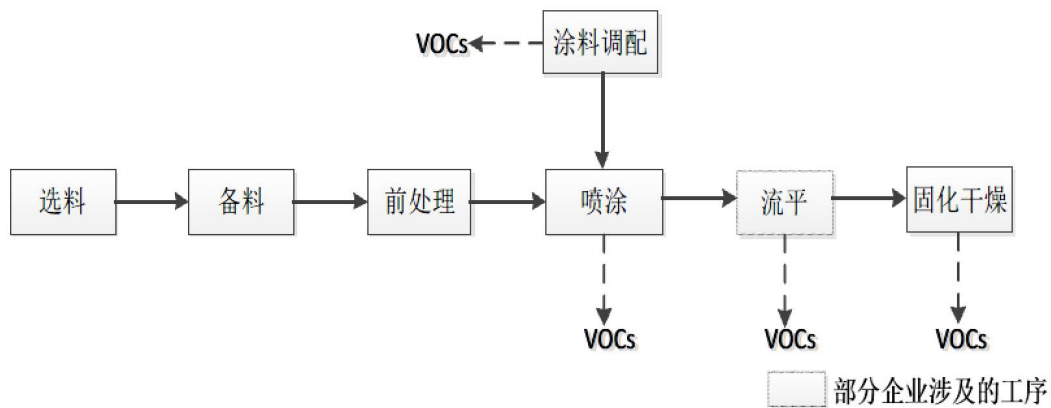


图1 工业涂装企业的典型生产流程

4.2 通用设备、机械制造行业VOCs排放特点

喷漆换气量大，VOCs 浓度通常在 $100 \text{ mg}/\text{m}^3$ 以下，并且排气中含有少量未处理完全的漆雾。流平废气的成分与喷漆废气相近，但不含漆雾，可与喷漆室排风混合后集中处理。烘干固化废气温度较高，成分复杂，但风量相对较小，属于中、高浓度有机废气。不同类型的企业所使用的涂料类型和涂装工艺不同，其

VOCs排放特征见表1。

表1 各类通用设备、机械制造企业VOCs排放特点

涂装工艺	含VOCs原辅材料	VOCs 特征污染物
空气喷涂、刷涂、辊涂	胶粘剂、溶剂型涂料、水性涂料、紫外光固化涂料、金属涂料、稀释剂、固化剂	乙酸仲丁酯、乙酸乙酯、二甲苯、乙苯、甲苯、环己酮、乙酸正丁酯、甲基环己烷等
静电喷涂、浸涂、电泳	粉末涂料、电泳涂料	甲苯、己基苯、三甲苯、乙酸乙酯、乙酸丁酯、二氯乙烷、环己烷、甲基戊烷、丁酮、甲基异丁基甲酮、丙酮等

5. 治理技术要求

5.1 源头控制

(1) 采用无（低）VOCs环保型原辅材料，包括水性涂料、高固体分涂料、粉末涂料、紫外光固化涂料、水性胶粘剂或无溶剂胶粘剂等，实施清洁原料替代。

原辅材料购入前，需有相应的原辅材料检测报告，确保属于无（低）VOCs环保型原辅材料。

(2) 推荐采用静电喷涂、淋涂、辊涂、浸涂等效率较高的涂装工艺；应合理设计喷漆房，减少废气收集和治理设施负荷，禁止无VOCs净化、回收措施的露天喷涂作业。

5.2 过程控制

生产过程的控制包含两个方面，其一是加强对涂装过程的管理，避免造成原辅材料不必要的损失，产生过多的VOCs废气；其二是使用先进的生产工艺，在保证产品质量的前提下，积极改造涂装工艺和生产线，使用与低VOCs含量原辅材料相配套的生产工艺。

(1) 加强对涂装过程的管理；

(2) 规范原料调配和转运。生产过程中使用密闭容器存放涂料，在涂料和有机溶剂的调配、转运、临时储存过程避免溶剂泄露或挥发，一旦发现泄露点要尽快恢复，形成完善的管理机制；

(3) 原辅材料集中存放并设置专职管理人员，根据日生产量配发涂料用量并做好记录，便于日后优化用量；

(4) 废涂料桶、废有机溶剂、涂料渣以及其它接触过含有有机物的废材料，

弃用后须收纳到密闭的容器中，最终按危险废弃物处置要求进行处理。

5.3 大气污染物VOCs处理技术

5.3.1 废气收集技术

通用设备、机械制造行业VOCs排放主要在调漆、涂装和干燥等工段，从车间功能来看，集中在喷漆房（包括底漆、面漆、清漆）、调漆房、干燥房。为减少无组织排放，最大限度的控制VOCs排放量，需做好有机废气收集工作。

(1) 使用溶剂型涂料的喷漆房、干燥车间应严格密闭；对于流水线作业无法全封闭的情况，在进出口等敞开位置需设置风幕装置；换气风量根据车间大小确定，保证VOCs废气捕集率不低于95%；

(2) 对于只能采用吸风罩收集的工序，排风罩设计应满足《排风罩的分类及技术条件》（GB/T 16758-2008）要求；

(3) 采用整体密闭的生产线，密闭区域内换风次数原则上不少于20次/小时；对于整体密闭换风的车间，车间换风次数原则上不少于8次/小时；所有产生VOCs的密闭空间应保持微负压；

(4) 喷漆室设计除满足安全通风外，任何湿式或干式喷漆室的控制风速应满足《涂装作业安全规程喷漆室安全技术规定》（GB 14444-2006）中表1的要求，即下表2。

表2 喷漆室的控制风速

操作条件（工件完全在室内）	干扰气流 m/s	类型	控制风速m/s	
			设计值	范围
静电喷漆或自动无空气喷漆（室内无人）	忽略不计	大型喷漆室	0.25	0.25-0.38
		中小型喷漆室	0.50	0.38-0.67
手动喷漆	≤0.25	大型喷漆室	0.50	0.38-0.67
		中小型喷漆室	0.75	0.67-0.89
手动喷漆	≤0.50	大型喷漆室	0.75	0.67-0.89
		中小型喷漆室	1.00	0.77-1.30

注：大型喷漆室一般为完全密闭的围护结构体，作业人员在室体内操作，同时设置机械送排风系统；中小型喷漆室一般为半密闭的围护结构体，作业人员面对敞开口在室体外操作，仅设排风系统。

(5) 收集系统能与生产设备同步启动，集气方向与污染气流运动方向一致，

涂装工艺设计及废气收集应注意同时满足安全生产的相关规定，管路应有明显的颜色区分及走向标识。

(6) 废气收集系统材质应防腐防锈，定期维护，存在泄露时需及时修复。

5.3.2 漆雾预处理技术

喷涂废气应设置有效的漆雾预处理装置，可采用干式过滤高效除漆雾、湿式水帘+多级过滤除湿联合装置或静电漆雾捕集等除漆雾装置。湿式水帘须满足《环境保护产品技术要求湿法漆雾过滤净化装置》（HJ/T 388-2007）要求。

应定期检查水帘机设备运行情况，保证设备光滑度，调整水量大小，确保形成有效的水帘除漆雾效果。

应定期更换水帘机的除漆雾废水，废水应采用密闭管道收集处理至达标排放，漆渣应按照危险废物处置，妥善、及时处置次生污染物。

5.3.3 VOCs末端处理技术

鼓励企业使用燃烧法等高效技术，包括：蓄热式燃烧（RTO）、蓄热式催化燃烧（RCO）、将废气作为烘干供热设备油/气焚烧的空气补风直接燃烧处理技术；鼓励企业采用共享喷涂；建议采用两种或多种技术组合，包括吸附技术+其他技术组合或采用吸附+脱附联合处理技术；不建议单独使用低温等离子体法、光解氧化法等低效技术。

机械制造企业有机废气末端处理技术及要求：

(1) 蓄热式燃烧（RTO）

蓄热式燃烧（RTO）利用辅助燃料燃烧所发生热量，把可燃的含VOCs气体温度提高到700-900℃的区间，从而发生氧化分解。由于燃烧设备可于较短时间内进入工作状态，非常适合用于高浓度废气及间歇性排放工艺。处理系统中加温和氧化分解产生的热能利用具有高热容量的陶瓷蓄热体作为蓄热系统，实现换热效率达到90%以上的节能效果。

使用蓄热式燃烧（RTO）时，应注意：

①治理设施的风量按照不低于最大废气排放量的105%进行设计，治理效率达到95%以上。

②应根据废气组分、净化效率等要求确定废气在燃烧室的停留时间，停留时间一般不宜低于0.75s。

③应根据废气组分、净化效率等要求确定燃烧室燃烧温度，燃烧温度一般宜高于760℃。

④气流切换阀门的漏风率应小于0.2%。

⑤燃烧室应设置事故应急排空管，排空装置与冲稀阀、报警联动，确保进入燃烧室的有机废气浓度控制在混合有机物的爆炸极限下限的25%以下。

(2) 蓄热式催化燃烧 (RCO)

蓄热式催化燃烧 (RCO) 利用结合在高热容量陶瓷蓄热体上的催化剂，使 VOCs 在 300~400℃ 的较低温度下，氧化为 H₂O 和 CO₂。处理系统加热和氧化产生的热量被蓄热体储存并用以加热待处理废气，以提高换热效率。

使用蓄热式催化燃烧 (RCO) 时，应注意：

①RCO 的运行温度宜为 250℃-500℃，应根据废气成分与催化剂种类而设定。

②催化燃烧装置的净化效率不得低于 97%；热回收效率应不小于 85%；压力损失应不大于 4000Pa。

③进入催化燃烧装置的废气浓度、流量和温度（低于 400℃）应稳定，不宜出现较大波动；颗粒物浓度应低于 10mg/m³；不得含有引起催化剂中毒的物质。

④VOCs 氧化催化剂应有质检部门出具的合格证明，并符合 HJ/T 389 中关于催化剂性能的规定。

⑤催化床的设计空速应大于 10000h⁻¹，但不应高于 40000h⁻¹，应考虑废气成分与催化剂种类等因素而设定。

(3) 吸附技术

吸附技术是利用各种固体吸附剂（如活性炭（包括活性炭纤维）、分子筛、活性氧化铝和硅胶等）对排放废气中的 VOCs 进行吸附，同时达到净化废气的目的。

使用吸附技术时，应注意：

①采用活性炭吸附工艺，进入吸附装置的废气温度应不高于 40℃，废气中颗粒物浓度低于 1mg/m³。进入吸附装置的易燃、易爆有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的 25% 以下。

②吸附装置净化效率不低于 90%，可与其他治理技术联合使用。由于吸附材料吸附能力接近饱和时，吸附效率显著降低，应进行定期检查，保证尾气达标排

放。

③吸附剂应选择具有大比表面积和孔隙率的；具有良好选择性的；吸附能力强，吸附容量大的；易于再生的；机械强度、化学稳定性、热稳定性好的；使用寿命长的。

④更换填料或是运行维护过程中产生的固体废物及危险废物按照国家固体废物污染环境防治法有关要求进行管理、处置。

⑤固定床吸附器应符合《环境保护产品技术要求工业废气吸附净化装置》（HJ/T 386）的规定。吸附层的风速应根据吸附剂的材质、结构和性能共同确定。采用颗粒状活性炭时，宜取0.20-0.60m/s，采用蜂窝状活性炭时，宜取0.70-1.20m/s。

表3 部分活性炭物性参数

性质	单位	粒状活性炭	粉状活性炭	活性炭纤维
真密度	g/cm ³	2.0-2.2	1.9-2.2	0.2-0.8
粒密度	g/cm ³	0.6-1.0	-	-
堆积密度	g/cm ³	0.35-0.6	0.15-0.6	0.03-0.05
孔隙率	%	33-45	45-75	50-80
细孔容积	cm ³ /g	0.5-1.1	0.5-1.4	0.6-1.1
平均孔径	Å	1.2-4.0	1.5-4.0	5.0-14.0
比表面积	m ² /g	700-1500	700-1600	800-2000

6 设施设计、运行与管理

6.1 废气采样口设计要点

治理设施应在废气处理设施前后设置永久性采样口，采样口的设置应符合《气体参数测量和采样的固定装置》（HJ/T 1-92）要求，并在排放口周边悬挂对应的标识牌。

采样口应优先设置在垂直管道，避开烟道弯头和断面急剧变化的部位，距弯头、阀门、变径管下游方向不小于6倍直径，和距上述部件上游方向不小于3倍直径处。对矩形烟道，其当量直径 $D=2AB/(A+B)$ ，式中A、B为边长。采样口所在断面的气流速度最好在5m/s以上。若现场条件很难满足上述要求时，采样口所在断面与弯头等距离至少是烟道直径的1.5倍。

6.2 设施运行要点

(1) 对于催化氧化、蓄热催化氧化、蓄热燃烧处理工艺，需要更换催化剂的，其周期应符合设计文件的要求；蓄热式装置应设置为自动控制，并自动记录温度变化曲线。

(2) 采用催化燃烧装置的设备其运行记录中必须包括催化剂种类、净化效率和空速、催化剂的装填、更换时间和数量。每日记录催化剂床进出口温度、压降等参数。

(3) 吸附装置应记录吸附材料种类、更换/再生周期、更换量，并每日记录操作温度等参数，同时还应记录更换下来后的吸附材料的处置方式。

(4) 其他污染控制设备，应记录保养维护事项，并每日记录主要操作参数。

6.3 企业管理要点

(1) 企业应对治理设施的正常运行和安全管理负责。治理设施的管理应纳入生产管理中，配备专业管理人员和技术人员，并配备安全应急救援人员和器械。

(2) 企业应根据实际生产工况和治理设施的设计标准，明确运行、维护和操作规程，以及耗材的更换周期，并建立与设施相关的记录制度，记录内容主要包括：

- ①治理装置的启动、停止时间；
- ②过滤材料、催化剂等耗材的质量分析数据、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口浓度、出口浓度、吸附（或燃烧）装置内温度数据；
- ④主要设备维修情况；
- ⑤运行事故及维修情况；
- ⑥吸附法产生的危险废物、污水等处置去向情况。

(3) 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，保证设施正常运行。

(4) 按照国家和地方相关污染源监测要求，自行或委托第三方监测单位对厂区有组织排放废气和无组织排放废气进行定期监测，并对治理设施的治理效率定期评估。

6.4 环保部门监管要点

(1) 检查与企业治理设施相关的运行、维护和操作规程，以及运行过程中的维护记录和台账。

(2) 核查治理设施耗材（过滤材料、催化剂等）的流转记录，包括采购记录（含采购时间、采购量及质量分析数据）、更换时间与更换量的维护记录。

(3) 对于加装有VOCs自动监测系统的企业，检查其在线数据记录。

(4) 核查治理过程产生的危险废物与次生污染物是否得到有效处置。

(5) 督促企业达标排放。

郑州市铝箔加工行业挥发性有机物污染
控制技术指南
(试行)

2019年8月

目 录

1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
4 生产工艺及 VOCs 排放.....	2
4.1 典型生产工艺.....	2
4.2 铝箔加工行业 VOCs 排放特征.....	4
5. 治理技术要求.....	5
5.1 过程控制.....	5
5.2 大气污染物 VOCs 处理技术.....	5
5.2.1 废气收集技术.....	5
5.2.2 VOCs 末端处理技术.....	6
6 设施设计、运行与管理.....	8
6.1 废气采样口设计要点.....	9
6.2 设施运行要点.....	9
6.3 企业管理要点.....	9
6.4 监管部门要点.....	10

1 适用范围

本指南适用于郑州市铝箔加工行业挥发性有机物（VOCs）的控制管理。

2 规范性引用文件

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

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/T 16758 排风罩的分类及技术条件

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

GB/T16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

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 2537 环境标志产品技术要求水性涂料

HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定位装置

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

AQ/T 4274 局部排风设施控制风速检测与评估技术规范

HGJ 229 工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

污染源自动监控管理办法（国家环境保护总局令第28号）

“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案（环大气〔2017〕121号）

《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）

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件：

挥发性有机物（VOCs）

在20℃条件下蒸气压大于或等于10Pa，或者特定适用条件下具有相应挥发性的除CH₄、CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵外，任何参加

大气光化学反应的碳化合物。主要包括具有挥发性的非甲烷烃类（烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃）、含氧有机化合物（醛、酮、醇、醚等）、卤代烃、含氮有机化合物、含硫有机化合物等。

铝箔加工业

指加工厂用轧制、挤压、拉伸、锻压等塑性加工方法制造铝板、铝带、铝箔、铝管、铝棒、铝型材、铝线材及锻件等产品。

带材

横断面呈矩形，厚度均一并大于0.20mm的轧制产品。通常经过切边或纵切，并成卷交货。

铝箔

横断面呈矩形，厚度均一并等于或小于0.20mm的轧制产品。

轧制

轧件由摩擦力咬入旋转的轧辊间，借助于轧辊施加的压力使金属发生塑性变形的过程。

挥发性有机物处理设施

用于减少挥发性有机物向空气中排放的燃烧装置、吸收装置、吸附装置、冷凝装置、生物处理设施或其他有效的污染控制设施。

净化效率

治理工程或净化设备捕获污染物的量与处理前污染物的量之比，以百分数表示。计算公式如下：

$$\eta = \frac{C_{进}Q_{进} - C_{出}Q_{出}}{C_{进}Q_{进}} \times 100\%$$

式中：

η ——治理工程或净化设备的净化效率（%）；

$C_{进}$ 、 $C_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口污染物浓度（ mg/m^3 ）；

$Q_{进}$ 、 $Q_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口标准状态下干气体流量（ m^3/h ）。

4生产工艺及VOCs排放

4.1 典型生产工艺

在铝箔加工企业生产过程中产生VOCs排放的工艺主要是铝板带、铝箔冷轧工序，本指南只简要描述具有该工序的铝箔加工生产工艺。

铝箔加工行业一般生产工艺为：铝箔胚料送至铝箔轧机进行轧制（根据工艺需要，有些产品在特定的厚度要进行中间退火）到成品厚度，然后根据供货要求（硬态产品直接检查包装入库，软态产品经退火炉退火后，冷却到室温，然后检验包装入库），分别通过铝箔分切、成品退火等精整和热处理工序，达到成品所需要的规格和状态，最终成品经检查合格后包装入库。

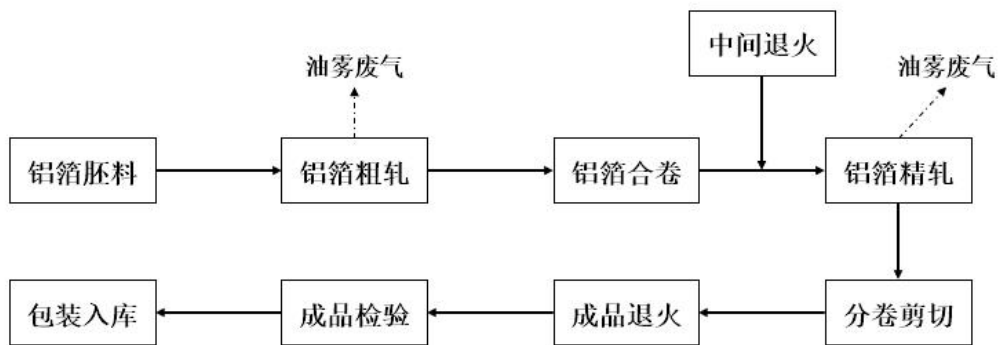


图1 铝箔加工生产工艺流程

（1）铝箔粗轧

原料入厂后暂存车间备料区内，采用叉车输送至冷轧机进行冷轧，轧制成0.95-1.1mm厚度铝材。轧制过程需直接向铝板表面喷淋轧制油，以起到冷却润滑的作用，防止铝板带在高温下被氧化。成品铝板带在轧机出口利用制氮机制成的高压氮气将残留产品表面轧制油吹净。

（2）中间退火

根据工艺需要，采用天然气或电退火炉对冷轧后0.95-1.1mm冷轧板进行退火，以消除遗留硬度和内应力，提高塑性。退火总时间在20-25h，温度保温在200-400℃之间。

（3）铝箔精轧

将冷轧板用叉车输送至箔轧区进行铝箔精轧，根据产品种类厚度要求，将冷轧板从0.95-1.1mm厚度轧制成0.02-0.09mm厚度的铝箔产品。轧制过程需直接向铝板表面喷淋轧制油，以起到冷却润滑的作用，防止铝板带在高温下被氧化。成品铝箔在轧机出口利用制氮机制成的高压氮气将残留产品表面轧制油吹净。

(4) 分卷剪切

箔轧产品按照不同产品规格采用分切机分切成规格尺寸成卷，待成品退火处理。

(5) 成品退火

采用天然气或电退火炉对成品进行退火，以消除遗留硬度和内应力。退火总时间在20-25h，温度保温在200-400℃之间。

(6) 检验包装

铝箔成品经质检合格后打包入库。

4.2 铝箔加工行业VOCs排放特征

铝箔加工生产工序中主要排放的大气污染物为油雾和挥发性有机物，主要来自于铝箔冷轧工序中的轧制油挥发。

轧制油是轧制过程中至关重要的辅助原材料，轧制过程离不开轧制油的润滑、冷却。目前铝板、箔轧机用轧制油一般以基础油为主体，辅以少量的添加剂与抗氧化剂。较窄馏分段的煤油是轧制基础油的主要来源；添加剂的种类主要有复合型醇脂类添加剂和单独的浓缩醇、浓缩脂类添加剂。轧制油具有挥发性强、气味重且消耗量大的特点。

在铝材压延成型过程中，铝材与轧辊不断放热，热量经过轧制油的传导形成油雾及VOCs挥发至空气中。依照不同规格、要求的产品，其加工过程中轧制油的用量、轧制速度、板面宽度不同，油雾和VOCs挥发量有所不同。

铝箔加工中废气具有气量大、浓度低、油雾颗粒小而多等特点。大多数轧机具有油雾收集装置，但由于轧制油有火灾隐患，不能完全封闭，从而导致车间内轧制油气味较重。由于轧制油具有很强的附着性、粘性，工艺轧制过程中粘附在板带、箔表面的轧制油在车间输送过程中自然挥发，转至下一工序退火炉中加热挥发。此外，轧制油会附着在轧机、集油盘、离心风机等设备上，并逐渐挥发至空气中。

除了轧制工序中会产生油雾和VOCs以外，轧制油的储存、回收以及调配也会产生VOCs。储存过程中，一经开盖的轧制油其含有的VOCs就会挥发至空气中，敞开或密封不严的轧制油挥发量会增加；回收、调配、取用过程中也会有VOCs

挥发至空气中；操作过程中遗撒到地面、设备的轧制油中VOCs也会挥发至空气中。

5. 治理技术要求

5.1 过程控制

生产过程的控制包含两个方面，其一是加强对轧制过程的管理，避免造成原辅材料不必要的损失，产生过多的VOCs废气；其二是使用先进的轧制工艺，在保证产品质量的前提下，积极改造轧制工艺，减少轧制油的挥发。

(1) 加强对生产过程的管理；

(2) 规范轧制油调配和转运。在轧制油的调配、转运、临时储存过程避免泄露或挥发，一旦发现泄露点要尽快恢复，形成完善的管理机制；

(3) 原辅材料集中存放并设置专职管理人员，根据日轧制油消耗量做好记录，便于日后优化用量；

(4) 废轧制油、废过滤材料以及其它接触过含有机物的废材料，弃用后须收纳到密闭的容器中，最终按危险废弃物处置要求进行处理。

5.2 大气污染物VOCs处理技术

5.2.1 废气收集技术

铝箔加工行业油雾和VOCs排放主要在铝箔粗轧和精轧工段。为减少无组织排放，最大限度的控制油雾和VOCs排放量，需做好废气收集工作。

(1) 轧制机周围应最大限度进行密闭处理，推荐采用集气罩+垂帘（或封闭门）方式，保持罩口呈负压状态，且罩内负压均匀，距集气罩开口面最远处的VOCs排放位置控制风速应保证不小于0.3m/s；

(2) 排风罩设计应满足《排风罩的分类及技术条件》（GB/T 16758-2008）要求；

(3) 换气风量根据轧机大小和轧制油挥发量确定，保证油雾和VOCs废气捕集率不低于95%；

(4) 推荐采用轧机整体密闭收集处理，排风设计应满足GBZ 1、GBZ 2.1以及GB 50019的设计规范，同时轧机密闭空间换风次数原则上不少于8次/小时，所

有产生VOCs的密闭空间应保持微负压；

(5) 收集系统能与生产设备同步启动，集气方向与污染气流运动方向一致，管路应有明显的颜色区分及走向标识；

(6) 废气收集系统材质应防腐防锈，定期维护，存在泄露时需及时修复。

5.2.2 VOCs末端处理技术

鼓励企业采用列管冷凝过滤回收加活性炭吸脱附技术进行治理；鼓励企业采用吸收法+高效VOCs治理技术进行治理，VOCs治理技术包括吸脱附+直接燃烧联合处理技术、将废气作为烘干供热设备油/气焚烧的空气补风直接燃烧、吸附技术、燃烧技术等；不建议单独使用过滤法（丝网式、波纹挡板式、过滤棉式等）、单级吸收法等治理技术。

铝箔加工企业油雾及VOCs废气末端处理技术及要求：

(1) 列管冷凝过滤回收加活性炭吸脱附技术

列管冷凝过滤回收加活性炭吸脱附技术，是通过模块化冷凝、组合式高精油气分离、活性炭吸附等技术手段实现对废气治理和回收利用。废气经过收集后，先经过模块化换热器进行冷凝，冷凝出部分废气，降低废气的温度，提高系统运行安全性，同时也能提高活性炭的吸附效率。通过组合式高精油气分离装置除去液相颗粒物，液相颗粒物被纤维捕获后，靠重力流下，回收利用。最后剩余废气通过活性炭进行吸附，经过脱附后回收利用。

使用列管冷凝过滤回收加活性炭吸脱附技术时，应注意：

①轧制油闪点一般在43℃-80℃，就安全而言，冷凝温度应控制在40℃以下。当采用冷却水冷凝时，应考虑季节变化对冷凝温度的影响。该废气爆炸下限为0.7%左右，一般处理的废气远低于爆炸下限，但应考虑收集装置局部浓度过高而产生的爆炸危险，在过滤和吸附装置内应安装浓度检测探头。风机宜采用防爆风机，并应严格控制进入风机的废气浓度和温度。

②活性炭运行一段时间后，会因接近饱和而降低吸附效率，应通过运行时间和出口浓度等参数来控制活性炭进行定期脱附，并做好人工检查。

③采用玻璃纤维等过滤材料对液体颗粒物进行过滤时，玻璃纤维等过滤性材料捕获的颗粒物汇集后，需要间歇时间靠重力流下，如果24h不停工生产时，需

要有备用过滤器，可以采用阀门进行自动化控制。

④设备及管道材质应做好防腐措施，防止因锈蚀而影响设备正常运行，并定期检查。脱附设备因废气浓度较高，应具有防止废气泄漏的措施，并具有泄漏自动检测装置。

⑤活性炭更换后，由于吸附的轧制油属于易挥发性有机物，活性炭废弃物可以通过原生产厂家进行回收，通过再生的方式进行处理。

(2) 吸收法

吸收法以洗油为吸收介质，利用洗油与轧制油的相似相溶特性以及在不同温度和压力下的沸点差异，通过设置吸收与解吸工艺单元，实现在吸收塔中以洗油对废气中的气、液两相轧制油雾的吸收，在解吸塔中分离洗油与轧制油的目的。分离后的洗油循环使用，回收的轧制油回用于生产。

吸收法具有净化效率高、回收的轧制油可直接利用并且可配置多台轧机的特性。（过滤法仅适用于一台轧机，存在净化效果低、设备风量与风机匹配困难等因素，经常发生设备收油效果不理想的现象，大量的气态油雾被排入大气，造成环境污染与资源浪费）

使用吸收法时，应注意：

- ①治理设施的风量按照不低于最大废气排放量的105%进行设计；
- ②净化效率达到95%以上，可与其他治理技术联合使用。

(3) 吸脱附+直接燃烧技术

吸脱附+直接燃烧技术是经吸附净化并脱附后转换成小风量、高浓度的有机废气，对其进行热氧化处理，并将有机物燃烧释放的热量有效利用。主要适用于较低浓度VOCs且不宜采用直接燃烧或催化燃烧法处理的废气，尤其适用大风量的处理场合。

使用吸脱附+直接燃烧技术时，应注意：

①吸附剂（如活性炭（包括活性炭纤维）、分子筛、活性氧化铝和硅胶等）需根据企业废气情况进行选择；进入吸附装置的易燃、易爆有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的25%以下。

②吸附装置净化效率不低于90%，可与其他治理技术联合使用。由于吸附材

料吸附能力接近饱和时，吸附效率显著降低，应进行定期检查，保证尾气达标排放。

③吸附剂应选择具有大比表面积和孔隙率的、具有良好选择性的；吸附能力强，吸附容量大的；易于再生的；机械强度、化学稳定性、热稳定性好的；使用寿命长的吸附材料。

④更换填料或是运行维护过程中产生的固废及危险废物按照国家固体废物污染环境防治法有关要求进行管理、处置。

⑤固定床吸附器应符合《环境保护产品技术要求工业废气吸附净化装置》（HJ/T 386）的规定。吸附层的风速应根据吸附剂的材质、结构和性能共同确定。

（4）吸附技术

吸附技术是利用各种固体吸附剂（如活性炭（包括活性炭纤维）、分子筛、活性氧化铝和硅胶等）对排放废气中的VOCs进行吸附，同时达到净化废气的目的。

使用吸附技术时，应注意：

①采用活性炭吸附工艺，进入吸附装置的废气温度应不高于40℃，废气中颗粒物浓度低于1mg/m³。进入吸附装置的易燃、易爆有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的25%以下。

②吸附装置净化效率不低于90%，可与其他治理技术联合使用。由于吸附材料吸附能力接近饱和时，吸附效率显著降低，应进行定期检查，保证尾气达标排放。

③吸附剂应选择具有大比表面积和孔隙率的、具有良好选择性的；吸附能力强，吸附容量大的；易于再生的；机械强度、化学稳定性、热稳定性好的；使用寿命长的吸附材料。

④更换填料或是运行维护过程中产生的固废及危险废物按照国家固体废物污染环境防治法有关要求进行管理、处置。

⑤固定床吸附器应符合《环境保护产品技术要求工业废气吸附净化装置》（HJ/T 386）的规定。吸附层的风速应根据吸附剂的材质、结构和性能共同确定。

6 设施设计、运行与管理

6.1 废气采样口设计要点

治理设施应在废气处理设施前后设置永久性采样口，采样口的设置应符合《气体参数测量和采样的固定位装置》（HJ/T 1-92）要求，并在排放口周边悬挂对应的标识牌。

采样口应优先设置在垂直管道，避开烟道弯头和断面急剧变化的部位，距弯头、阀门、变径管下游方向不小于6倍直径，和距上述部件上游方向不小于3倍直径处。对矩形烟道，其当量直径 $D=2AB/(A+B)$ ，式中A、B为边长。采样口所在断面的气流速度最好在5m/s以上。若现场条件很难满足上述要求时，采样口所在断面与弯头等距离至少是烟道直径的1.5倍。

6.2 设施运行要点

(1) 对于需要更换吸附剂的技术，其周期应符合设计文件的要求；燃烧装置应设置为自动控制，并自动记录开关状态和温度变化曲线。

(2) 吸附装置应记录吸附材料种类、更换/再生周期、更换量，并每日记录操作温度等参数，同时还应记录更换下来后的吸附材料的处置方式。

6.3 企业管理要点

(1) 企业应对治理设施的正常运行和安全管理负责。治理设施的管理应纳入生产管理中，配备专业管理人员和技术人员，并配备安全应急救援人员和器械。

(2) 企业应根据实际生产工况和治理设施的设计标准，明确运行、维护和操作规程，以及耗材的更换周期，并建立与设施相关的记录制度，记录内容主要包括：

- ①治理装置的启动、停止时间；
- ②过滤材料、吸附剂等耗材的质量分析数据、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口浓度、出口浓度、吸附（或燃烧）装置内温度数据；
- ④主要设备维修情况；
- ⑤运行事故及维修情况；
- ⑥吸附法产生的危险废物、污水等处置去向情况。

(3) 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，保证设施正常运行。

(4) 按照国家和地方相关污染源监测要求，自行或委托第三方监测单位对厂区有组织排放废气和无组织排放废气进行定期监测，并对治理设施的治理效率定期评估。

6.4 监管部门要点

(1) 检查与企业治理设施相关的运行、维护和操作规程，以及运行过程中的维护记录和台账。

(2) 核查治理设施耗材（过滤材料、吸附剂等）的流转记录，包括采购记录（含采购时间、采购量及质量分析数据）、更换时间与更换量的维护记录。

(3) 对于加装有VOCs自动监测系统的企业，检查其在线数据记录。

(4) 核查治理过程产生的危险废物与次生污染物是否得到有效处置。

(5) 督促企业达标排放。

郑州市汽车维修行业挥发性有机物污染
控制技术指南
(试行)

2019年8月

目 录

1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	2
4 生产工艺及 VOCs 排放.....	3
4.1 典型生产工艺.....	3
4.2 汽车修理行业 VOCs 排放特征.....	4
5. 治理技术要求.....	5
5.1 源头控制.....	5
5.2 过程控制.....	6
5.3 大气污染物 VOCs 处理技术.....	6
5.3.1 废气收集技术.....	6
5.3.2 漆雾预处理技术.....	7
5.3.3 VOCs 末端处理技术.....	7
6 设施设计、运行与管理.....	10
6.1 废气采样口设计要点.....	10
6.2 设施运行要点.....	10
6.3 企业管理要点.....	11
6.4 监管部门要点.....	11

1 适用范围

本指南适用于郑州市汽车维修行业挥发性有机物（VOCs）的控制管理。

2 规范性引用文件

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

GB 14444 涂装作业安全规程喷漆室安全技术规定

GB 20101 涂装作业安全规程有机废气净化装置安全技术规定

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/T 16758 排风罩的分类及技术条件

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

GB/T16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

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气体治理工程技术规范

HJ 2537 环境标志产品技术要求水性涂料

HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定位装置

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 388 环境保护产品技术要求湿法漆雾过滤净化装置

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

JB/T 13733-2019 工业有机废气蓄热催化燃烧装置

HJ/T 389-2007 环境保护产品技术要求工业有机废气催化净化装置

JB/T 13734-2019 工业有机废气蓄热热力燃烧装置

AQ/T 4274 局部排风设施控制风速检测与评估技术规范

HGJ 229 工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

污染源自动监控管理办法（国家环境保护总局令第28号）

“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案（环大气〔2017〕121号）

《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)

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件：

挥发性有机物（VOCs）

在20℃条件下蒸气压大于或等于10Pa，或者特定适用条件下具有相应挥发性的除CH₄、CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵外，任何参加大气光化学反应的碳化合物。主要包括具有挥发性的非甲烷烃类（烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃）、含氧有机化合物（醛、酮、醇、醚等）、卤代烃、含氮有机化合物、含硫有机化合物等。

汽车维修业

指汽车修理厂及路边门店的专业服务，包括为汽车提供上油、充气打蜡、抛光喷漆等服务，不包括汽车回厂拆卸、改装大修的活动。

涂装

将涂料涂覆于基底表面形成具有防护、装饰或特定功能涂层的过程。

溶剂型涂料

以有机溶剂作为溶剂的涂料。

水性涂料

以水为溶剂或以水为分散介质的涂料。

挥发性有机物处理设施

用于减少挥发性有机物向空气中排放的燃烧装置、吸收装置、吸附装置、冷凝装置、生物处理设施或其他有效的污染控制设施。

净化效率

治理工程或净化设备捕获污染物的量与处理前污染物的量之比，以百分数表示。计算公式如下：

$$\eta = \frac{C_{进}Q_{进} - C_{出}Q_{出}}{C_{进}Q_{进}} \times 100\%$$

式中：

η ——治理工程或净化设备的净化效率（%）；

$C_{进}$ 、 $C_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口污染物浓度（mg/m³）；

$Q_{进}$ 、 $Q_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口标准状态下干气体流量 (m^3/h)。

4 生产工艺及VOCs排放

4.1 典型生产工艺

在整个汽车修理过程中产生VOCs排放的工艺主要是车身修补工序，本指南只简要描述具有涂漆工序的汽车修补生产工艺。

汽车修理行业生产工序主要包括修补部位表面处理、打腻子、喷底漆、喷面漆、喷罩光、上蜡打磨等步骤，具体流程见图1：

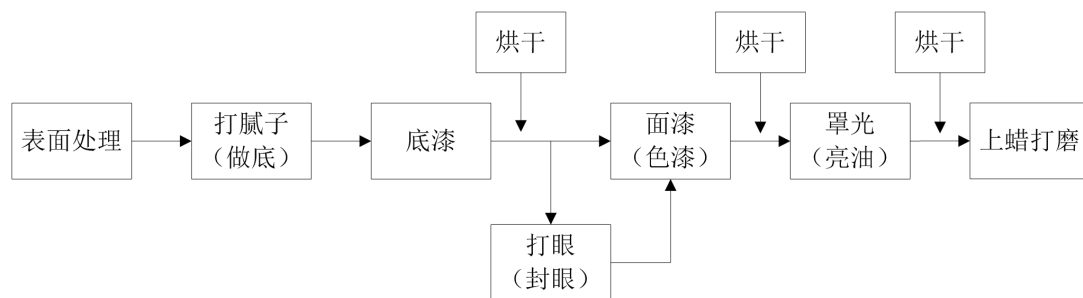


图1 汽车修补生产工艺流程

(1) 表面处理

表面处理一般包括钣金、清洗、彻底清除已遭破坏的漆膜、打磨除锈以及最后清洗等工艺。受损较严重的车辆（如碰撞引起的表面凹陷）表面处理步骤：①通过钣金使车身进行修复，使车身恢复碰撞前的状态；②清洗受损表面，包括灰尘、油脂等附着物，去除油脂常用的有机溶剂是煤油、汽油、甲苯、二甲苯、三氯乙烯及四氯化碳等。近年来表面活性剂也常用于表面清洗，主要以水清洗待修补表面的灰尘/污物，部分附着在旧漆膜表面的污物可以通过打磨去除；③清洗后的车身要进行打磨（部分车辆在清洗工序后需要对裸露金属进行表面调整，去除可能给金属带来腐蚀的其他污垢，增强基材表面的附着力和整个涂装系统的耐介质性能），打磨的主要作用是除锈以及清除那些旧的、已经遭到破坏的涂层等，打磨可分为机械打磨和手工打磨两类，依照待修补部位的损坏面积及损坏程度选取不同打磨方式、不同规格的砂纸，打磨后的汽车表面通过擦拭去除浮渣。

(2) 打腻子

表面处理后的待修补汽车进行第二步工作——打腻子，腻子又被细分为“填眼灰”、“原子灰”等，是为了填平由于各种原因造成的汽车待修补表面的机械

凹陷，提高平整度，是必不可少的一类辅料；腻子是一种粘稠物质，主要由体质颜料、固化剂（催干剂）、溶剂组成，在使用前按照比例将原子灰与固化剂（催干剂）调配至待用状态，并在规定时间内用完，使用时将调配好的腻子均匀涂抹在待修补表面，用刮板抹平。待腻子晾干后，用打磨机将不平整的地方打磨平滑。常用腻子种类包括醇酸腻子、硝基纤维素腻子、环氧腻子、原子灰等。

（3）底漆

底漆就是直接涂装在表面处理后的车身表面上的第一道涂料，是整个涂层的开始，其作用主要是防腐蚀和填平金属基材的细微缺陷以及锈斑等，要求底漆与基材有良好的附着力，并与面漆具有良好的配套性。底漆常用颜色为白色、红色、黑色。在使用前按照比例添加固化剂和稀释剂，于喷烤漆房内采用喷涂的方式均匀覆盖待修补部位。常用种类为硝基纤维素底漆、环氧底漆、聚氨酯底漆、磷化底漆等。

（4）面漆

面漆包括本色漆、金属闪光漆等，用于表面颜色修补并起到遮盖作用。常用种类为热塑性丙烯酸树脂类涂料、聚酯-聚氨酯树脂涂料、丙烯酸-聚氨酯类涂料等，按照原厂车所采用的调色系统调配出合适的色母，在使用前按照比例添加固化剂和稀释剂，用于修补遮盖。

（5）罩光清漆

罩光清漆（俗称光油）通常用作汽车修补最后一道工序，主要特性是透明度高，光泽高，耐候性优异，附着力好，硬度高，丰满度好，优异的耐水、耐汽油、耐化学品性能，可自干亦可低温烘干。其能够起到提高车身光泽、明亮程度及防UV，避免颜色淡化、抗冲击及砂石等作用，在清漆使用前需要按照比例配套固化剂和稀释剂。

4.2 汽车修理行业VOCs排放特征

整个汽车修补生产工序中主要排放的特征污染物为挥发性有机物，主要来自于以下几方面：

（1）腻子中溶剂挥发

腻子中含有以二甲苯为主的挥发性有机物，在使用过程中挥发至空气中。腻子调配时通过估算待修补部位用量，取用相应量的原子灰（以原子灰为例）与固

化剂至调配板上，利用涂抹板将其混合均匀，成为待用修补腻子。修补时用涂抹板取适量腻子均匀涂抹在经过表面处理后的待修补位置，涂抹完成后晾干，采用打磨机或手工打磨将不平整的地方打磨平整。

汽车修理过程中打腻子是在车间内开放式操作。调配以及涂抹过程中，腻子中的VOCs会直接挥发到车间环境中，依照每辆车修补面积和腻子用量不同，挥发量有所不同。

（2）汽车漆溶剂挥发

汽车漆包括底漆、面漆、罩光清漆，按照修补工艺流程依次在喷烤漆房中施用于汽车待修补表面，在喷漆过程中部分原料漆以漆雾的形式飞散在喷烤漆房中，并随着喷烤漆房内气流向抽气方向移动，通过挥发性有机物处理设施处理后，排放至空气中。喷涂时所采用的喷枪转移效率越高，到达汽车表面的漆量越多，反之飞散到空气中的漆雾越多，产生的挥发性有机物也越多。汽车表面的漆料中的VOCs也会逐渐挥发至空气中，剩余的固体分形成漆膜，烘干工序可以加速漆膜形成过程中VOCs的挥发转移。

除了喷涂、烘干时会产生挥发性有机物以外，喷涂前的储存以及调配也会产生挥发性有机物。储存过程中，一经开盖的涂料（含固化剂和稀释剂）其含有的VOCs就会挥发至空气中，敞开或密封不严的涂料挥发量会增加；调配、取用过程中也会有VOCs挥发至空气中；操作过程中遗撒到桌面、地面的涂料中VOCs也会挥发至空气中。

（3）清洗剂挥发

当更换喷涂颜色或完成喷涂作业时，需要对喷枪进行清洗，防止残留涂料污染喷枪。大部分汽修企业喷枪清洗是露天清洗，虽然清洗剂有回收，但是清洗剂中含有挥发性有机物，在清洗过程中挥发性有机物大量挥发，直接进入环境空气中。

5. 治理技术要求

5.1 源头控制

（1）采用无（低）VOCs环保型原辅材料，包括水性涂料等，实施清洁原料替代。原辅材料购入前，需有相应的原辅材料检测报告，确保属于无（低）VOCs环保型原辅材料。

汽车修补漆中底漆和面漆水性漆技术比较成熟，统计文献资料显示，采用溶剂型涂料的车身喷涂单位涂装面积VOCs排放总量约为125 g/m²，采用水性涂料，单位涂装面积VOCs排放总量可降至30~40 g/m²。

(2) 推荐采用喷涂效率较高的喷枪进行喷涂，并采用喷枪清洗系统，在密闭的空间内进行清洗，减少挥发量；应合理设计喷漆房，减少废气收集和治理设施负荷，禁止无VOCs净化、回收措施的露天喷涂作业。

5.2 过程控制

生产过程的控制包含两个方面，其一是加强对涂装过程的管理，避免造成原辅材料不必要的损失，产生过多的VOCs废气；其二是使用先进的喷涂工艺，在保证产品质量的前提下，积极改造涂装工艺，使用与低VOCs含量原辅材料相配套的涂装工艺。

(1) 加强对生产过程的管理；

(2) 规范原料调配和转运。生产过程中使用密闭容器存放涂料，在涂料和有机溶剂的调配、转运、临时储存过程避免溶剂泄露或挥发，一旦发现泄露点要尽快恢复，形成完善的管理机制；

(3) 原辅材料集中存放并设置专职管理人员，根据日喷涂量配发涂料用量并做好记录，便于日后优化用量；

(4) 废涂料、废有机溶剂、涂料渣以及其它接触过含有机物的废材料，弃用后须收纳到密闭的容器中，最终按危险废弃物处置要求进行处理。

5.3 大气污染物VOCs处理技术

5.3.1 废气收集技术

汽车修理行业VOCs排放主要在打腻子、调漆、涂装和烘干等工段，从车间功能来看，集中在喷烤漆房（包括底漆、面漆、清漆，一般烘干与喷漆共用一室）、调漆房。为减少无组织排放，最大限度的控制VOCs排放量，需做好有机废气收集工作。

(1) 喷烤漆房应严格密闭；换气风量根据房间大小确定，保证VOCs废气捕集率不低于95%；

(2) 对于整体密闭的喷烤漆房，密闭区域内换风次数原则上不少于20次/小时；对于车间整体密闭换风的调漆房等，换风次数原则上不少于8次/小时；所

有产生VOCs的密闭空间应保持微负压；

(4) 喷烤漆房设计除满足安全通风外，任何湿式或干式喷烤漆房的控制风速应满足《涂装作业安全规程喷漆室安全技术规定》（GB 14444-2006）中表1的要求，即下表2。

表2 喷漆室的控制风速

操作条件（工件完全在室内）	干扰气流 m/s	类型	控制风速m/s	
			设计值	范围
静电喷漆或自动无空气喷漆（室内无人）	忽略不计	大型喷漆室	0.25	0.25-0.38
		中小型喷漆室	0.50	0.38-0.67
手动喷漆	≤0.25	大型喷漆室	0.50	0.38-0.67
		中小型喷漆室	0.75	0.67-0.89
手动喷漆	≤0.50	大型喷漆室	0.75	0.67-0.89
		中小型喷漆室	1.00	0.77-1.30

注：大型喷漆室一般为完全密闭的围护结构体，作业人员在室体内操作，同时设置机械送排风系统；中小型喷漆室一般为半密闭的围护结构体，作业人员面对敞开口在室体外操作，仅设排风系统。

(5) 收集系统能与生产设备同步启动，集气方向与污染气流运动方向一致，涂装工艺设计及废气收集应注意同时满足安全生产的相关规定，管路应有明显的颜色区分及走向标识。

(6) 废气收集系统材质应防腐防锈，定期维护，存在泄露时需及时修复。

5.3.2 漆雾预处理技术

喷涂废气应设置有效的漆雾预处理装置，建议采用多级高效干式过滤器、湿式水帘+多级过滤除湿联合装置或静电漆雾捕集等除漆雾装置，不建议单独使用简单位地棉过滤方式。

湿式水帘须满足《环境保护产品技术要求湿法漆雾过滤净化装置》（HJ/T 388-2007）要求。应定期检查水帘机设备运行情况，保证设备光滑度，调整水量大小，确保形成有效的水帘除漆雾效果。

应定期更换水帘机的除漆雾废水，废水应采用密闭管道收集处理至达标排放，漆渣应按照危险废物处置，妥善、及时处置次生污染物。

5.3.3 VOCs末端处理技术

底漆和面漆的喷涂工序采用符合规范要求的水性涂料，并单独设置水性漆喷

涂车间收集排放的企业，若VOCs排放达标，可不进行处理；若VOCs排放不达标，可采用吸附技术进行达标处理后排放。采用油性罩光清漆喷涂的密闭车间需单独设置，并参照下述技术要求规范实施达标排放。

鼓励有条件的企业使用蓄热式燃烧（RTO）、蓄热式催化燃烧（RCO）等燃烧法技术，鼓励企业采用活性炭吸附+脱附联合处理技术、将废气作为烘干供热设备油/气焚烧的空气补风直接燃烧等处理技术；推荐使用两种或多种技术组合，包括吸附技术+其他技术组合；对于风量小于1000m³/h，非甲烷总烃浓度低于50mg/m³的，可采用符合下述技术要求的吸附法技术；鼓励企业采用共享喷涂；不建议单独使用低温等离子体法、光解氧化法等低效技术。

汽车修理企业有机废气末端处理技术及要求：

（1）蓄热式燃烧（RTO）

蓄热式燃烧（RTO）利用辅助燃料燃烧所发生热量，把可燃的含VOCs气体温度提高到700-900℃的区间，从而发生氧化分解。由于燃烧设备可于较短时间内进入工作状态，非常适合用于高浓度废气及间歇性排放工艺。处理系统中加温和氧化分解产生的热能利用具有高热容量的陶瓷蓄热体作为蓄热系统，实现换热效率达到90%以上的节能效果。

使用蓄热式燃烧（RTO）时，应注意：

①治理设施的风量按照不低于最大废气排放量的105%进行设计，治理效率达到95%以上。

②应根据废气组分、净化效率等要求确定废气在燃烧室的停留时间，停留时间一般不宜低于0.75s。

③应根据废气组分、净化效率等要求确定燃烧室燃烧温度，燃烧温度一般宜高于760℃。

④气流切换阀门的漏风率应小于0.2%。

⑤燃烧室应设置事故应急排空管，排空装置与冲稀阀、报警联动，确保进入燃烧室的有机废气浓度控制在混合有机物的爆炸极限下限的25%以下。

（2）蓄热式催化燃烧（RCO）

蓄热式催化燃烧（RCO）利用结合在高热容量陶瓷蓄热体上的催化剂，使VOCs在300~400℃的较低温度下，氧化为H₂O和CO₂。处理系统加热和氧化产生

的热量被蓄热体储存并用以加热待处理废气，以提高换热效率。

使用蓄热式催化燃烧（RCO）时，应注意：

①RCO的运行温度宜为250℃-500℃，应根据废气成分与催化剂种类而设定。

②催化燃烧装置的净化效率不得低于97%；热回收效率应不小于85%；压力损失应不大于4000Pa。

③进入催化燃烧装置的废气浓度、流量和温度（低于400℃）应稳定，不宜出现较大波动；颗粒物浓度应低于10mg/m³；不得含有引起催化剂中毒的物质。

④VOCs氧化催化剂应有质检部门出具的合格证明，并符合HJ/T 389中关于催化剂性能的规定。

⑤催化床的设计空速应大于10000h⁻¹，但不应高于40000h⁻¹，应考虑废气成分与催化剂种类等因素而设定。

（3）吸附技术

吸附技术是利用各种固体吸附剂（如活性炭（包括活性炭纤维）、分子筛、活性氧化铝和硅胶等）对排放废气中的VOCs进行吸附，同时达到净化废气的目的。

使用吸附技术时，应注意：

①采用活性炭吸附工艺，进入吸附装置的废气温度应不高于40℃，废气中颗粒物浓度低于1mg/m³。进入吸附装置的易燃、易爆有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的25%以下。

②吸附装置净化效率不低于90%，可与其他治理技术联合使用。由于吸附材料吸附能力接近饱和时，吸附效率显著降低，应进行定期检查，保证尾气达标排放。

③吸附剂应选择具有大比表面积和孔隙率的；具有良好选择性的；吸附能力强，吸附容量大的；易于再生的；机械强度、化学稳定性、热稳定性好的；使用寿命长的。

④更换填料或是运行维护过程中产生的固废及危险废物按照国家固体废物污染环境防治法有关要求进行管理、处置。

⑤固定床吸附器应符合《环境保护产品技术要求工业废气吸附净化装置》（HJ/T 386）的规定。吸附层的风速应根据吸附剂的材质、结构和性能共同确定。

采用颗粒状活性炭时,宜取0.20-0.60m/s,采用蜂窝状活性炭时,宜取0.70-1.20m/s。

表3 部分活性炭物性参数

性质	单位	粒状活性炭	粉状活性炭	活性炭纤维
真密度	g/cm ³	2.0-2.2	1.9-2.2	0.2-0.8
粒密度	g/cm ³	0.6-1.0	-	-
堆积密度	g/cm ³	0.35-0.6	0.15-0.6	0.03-0.05
孔隙率	%	33-45	45-75	50-80
细孔容积	cm ³ /g	0.5-1.1	0.5-1.4	0.6-1.1
平均孔径	Å	1.2-4.0	1.5-4.0	5.0-14.0
比表面积	m ² /g	700-1500	700-1600	800-2000

6 设施设计、运行与管理

6.1 废气采样口设计要点

治理设施应在废气处理设施前后设置永久性采样口,采样口的设置应符合《气体参数测量和采样的固定装置》(HJ/T 1-92)要求,并在排放口周边悬挂对应的标识牌。

采样口应优先设置在垂直管道,避开烟道弯头和断面急剧变化的部位,距弯头、阀门、变径管下游方向不小于6倍直径,和距上述部件上游方向不小于3倍直径处。对矩形烟道,其当量直径 $D=2AB/(A+B)$,式中A、B为边长。采样口所在断面的气流速度最好在5m/s以上。若现场条件很难满足上述要求时,采样口所在断面与弯头等距离至少是烟道直径的1.5倍。

6.2 设施运行要点

(1) 对于催化氧化、蓄热催化氧化、蓄热燃烧处理工艺,需要更换催化剂的,其周期应符合设计文件的要求;蓄热式装置应设置为自动控制,并自动记录温度变化曲线。

(2) 采用催化燃烧装置的设备其运行记录中必须包括催化剂种类、净化效率和空速、催化剂的装填、更换时间和数量。每日记录催化剂床进出口温度、压降等参数。

(3) 吸附装置应记录吸附材料种类、更换/再生周期、更换量,并每日记录操作温度等参数,同时还应记录更换下来后的吸附材料的处置方式。

(4) 其他污染控制设备，应记录保养维护事项，并每日记录主要操作参数。

6.3 企业管理要点

(1) 企业应对治理设施的正常运行和安全管理负责。治理设施的管理应纳入生产管理中，配备专业管理人员和技术人员，并配备安全应急救援人员和器械。

(2) 企业应根据实际生产工况和治理设施的设计标准，明确运行、维护和操作规程，以及耗材的更换周期，并建立与设施相关的记录制度，记录内容主要包括：

- ①治理装置的启动、停止时间；
- ②过滤材料、催化剂等耗材的质量分析数据、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口浓度、出口浓度、吸附（或燃烧）装置内温度数据；
- ④主要设备维修情况；
- ⑤运行事故及维修情况；
- ⑥吸附法产生的危险废物、污水等处置去向情况。

(3) 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，保证设施正常运行。

(4) 按照国家和地方相关污染源监测要求，自行或委托第三方监测单位对厂区有组织排放废气和无组织排放废气进行定期监测，并对治理设施的治理效率定期评估。

6.4 监管部门要点

(1) 检查与企业治理设施相关的运行、维护和操作规程，以及运行过程中的维护记录和台账。

(2) 核查治理设施耗材（过滤材料、催化剂等）的流转记录，包括采购记录（含采购时间、采购量及质量分析数据）、更换时间与更换量的维护记录。

(3) 对于加装有VOCs自动监测系统的企业，检查其在线数据记录。

(4) 核查治理过程产生的危险废物与次生污染物是否得到有效处置。

(5) 督促企业达标排放。

郑州市整车制造行业挥发性有机物污染
控制技术指南
(试行)

2019年8月

目录

1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
4 生产工艺及 VOCs 排放.....	2
4.1 生产工艺及 VOCs 排放节点.....	2
4.2 VOCs 排放特点.....	3
5 治理技术要求.....	4
5.1 源头控制要求.....	4
5.2 生产工艺改进.....	4
5.3 大气污染物 VOCs 处理技术.....	5
5.3.1 废气收集技术.....	5
5.3.2 漆雾预处理技术.....	6
5.3.3 VOCs 末端处理技术.....	6
6 设施设计、运行与管理.....	8
6.1 废气采样口设计要点.....	8
6.2 设施运行要点.....	8
6.3 企业管理要点.....	9
6.4 环保部门监管要点.....	9

1 适用范围

本指南适用于郑州市整车制造行业挥发性有机物（VOCs）的控制管理。

2 规范性引用文件

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

GB 14444 涂装作业安全规程喷漆室安全技术规定

GB 20101 涂装作业安全规程有机废气净化装置安全技术规定

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/T 16758 排风罩的分类及技术条件

HJ 2000 大气污染治理工程技术导则

HJ 2537 环境标志产品技术要求水性涂料

HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定位装置

JB/T 13733-2019 工业有机废气蓄热催化燃烧装置

HJ_T 389-2007 环境保护产品技术要求工业有机废气催化净化装置

JB/T 13734-2019 工业有机废气蓄热热力燃烧装置

AQ/T 4274 局部排风设施控制风速检测与评估技术规范

HGJ 229 工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

污染源自动监控管理办法（国家环境保护总局令第28号）

“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案（环大气〔2017〕121号）

《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）

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件：

挥发性有机物（VOCs）

在293.15 K条件下蒸气压大于或等于10 Pa，或者特定适用条件下具有相应挥发性的除CH₄、CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵外，任何参加大气光化学反应的碳化合物。主要包括具有挥发性的非甲烷烃类（烷烃、烯

烃、炔烃、芳香烃)、含氧有机化合物(醛、酮、醇、醚等)、卤代烃、含氮有机化合物、含硫有机化合物等。

溶剂型涂料

以有机溶剂作为溶剂的涂料。

水性涂料

以水为溶剂或以水为分散介质的涂料。

去除效率

治理工程或净化设备捕获污染物的量与处理前污染物的量之比,以百分数表示。计算公式如下:

$$\eta = \frac{C_{进}Q_{进} - C_{出}Q_{出}}{C_{进}Q_{进}} \times 100\%$$

式中:

η ——治理工程或净化设备的去除效率(%) ;

$C_{进}$ 、 $C_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口污染物浓度(mg/m^3) ;

$Q_{进}$ 、 $Q_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口标准状态下干气体流量(m^3/h)。

4 生产工艺及VOCs排放

4.1 生产工艺及VOCs排放节点

载重车、客车等涂装工艺以底漆、面漆两层涂装为主,但已逐渐趋同于轿车涂装,目前主要的涂装工艺流程有三种,如图1所示。

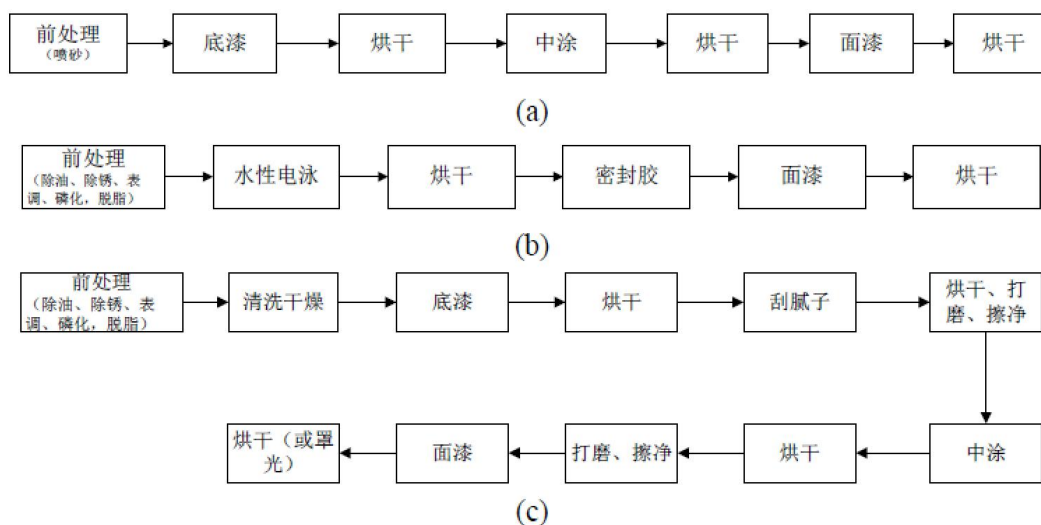


图1 载重车、客车等涂装工序

郑州市整车制造行业中以客车制造为主，其中底、面漆涂装过程大致相同，车身内表面多采用人工喷涂；车身外表面采用自动静电喷涂，个别先进的生产线车内外表面均采用机器人喷涂，少数产量相对小的企业内外表面仍采用全人工喷涂。静电喷涂涂料利用率高，约为60~70%，人工空气喷涂涂料利用率约为30~40%。

整车涂装生产过程中，VOCs的产生工段主要是喷涂工段以及烘干工段，涂装过程需用到涂料、稀释剂、固化剂、清洗剂等含VOCs原辅材料，在涂装、烘干过程中有机溶剂挥发从而污染环境，如图2所示。另外车身的后续补漆和塑料件加工的涂漆工序也是污染环节。

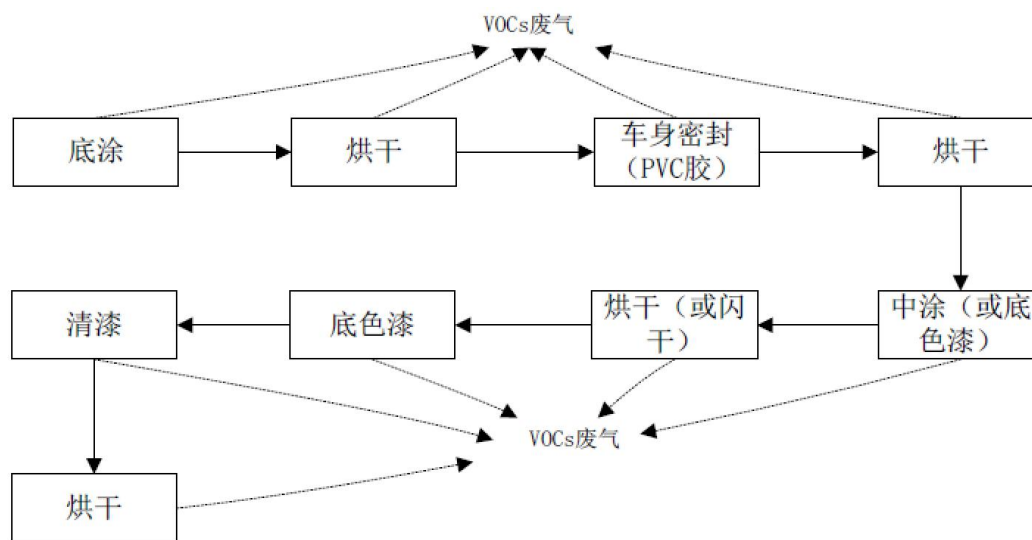


图2 整车制造企业VOCs来源

4.2 VOCs排放特点

(1) 喷漆室废气

根据《涂装作业安全规程喷漆室安全技术规定》(GB14444)规定，为维持喷涂的作业环境，喷漆室应在喷涂作业时连续换风，换风速度应控制在0.25~1m/s的范围内。喷漆室换风排气的废气主要组成为喷漆挥发的有机溶剂，其主要成分为芳香烃、醇醚类、酯类有机溶剂，由于喷漆室的换气量大，使得排放的VOCs废气浓度较低，通常在100 mg/m³以下。另外，喷漆室的排气中经常还含有少量未处理完全的漆雾，可能对VOCs的处理产生不利影响，废气处理前必须预处理将其去除。

(2) 烘干废气

烘干废气的成分比较复杂，除包含有机溶剂、部分增塑剂或树脂单体等挥发成分，还包含热分解生成物、反应生成物。电泳底漆、中涂与面漆烘干均有废气排出，烘干废气属于中、高浓度有机废气，由于工段不同，其成分、浓度与喷漆室废气差异较大。

表1 整车制造业涂装工序VOCs废气特点及收集方式

工序		废气特点及收集方式
电泳漆浸涂		常温、常压气体，整个工序封闭，跟外界换气
涂装工序	油性底漆	整个工序封闭，通过抽风机排出，常温常压废气，流水线长，废气排放量大，在15万~70万m ³ /h，废气浓度低。
	中涂	
	底色漆	
	罩光清漆	
烘干工序	电泳烘干	密闭式，通过抽风系统集中排放，废气温度140℃左右，废气排放量小，在3000~60000m ³ /h，废气浓度相对较高。
	中涂烘干	
	罩光清漆后烘干	

5 治理技术要求

5.1 源头控制要求

(1) 首先从源头控制，鼓励采用水性涂料、粉末涂料或高固体成分涂料等环保型涂料，降低VOCs的排放量。

所使用涂料，需有相应的检测报告，确保属于无（低）VOCs环保型涂料。

(2) 推荐采用静电喷涂、淋涂、辊涂、浸涂等效率较高的涂装工艺；应合理设计喷漆房，减少废气收集和治理设施负荷，禁止无VOCs净化、回收措施的露天喷涂作业。

5.2 生产工艺改进

(1) 改进涂装工艺

通过改进涂装工艺，将传统的4C 3B工艺的涂装和烘干工段减少，变为3C 1B工艺或2C 1B工艺。改进涂装工艺可行技术见表2所示。

表2 改进涂装工艺可行技术

可行技术	工艺流程	改进效果

3C 1B工艺	中涂→色漆→清漆→ 面涂烘干	减少VOCs排放40%左右，降低能耗15%左右， 降低中涂消耗40%左右。
2C 1B工艺	色漆（免中涂）→清漆 →面涂烘干	减少VOCs排放87%左右，废弃物排放减少 40%左右。

(2) 提高涂着效率

提高涂着效率，不仅可以减少VOCs排放量，还能降低涂装成本。提高涂着效率的主要措施包括：

- ①改善和提高喷涂的一次合格率；
- ②提高喷涂操作人员的熟练程度和优化操作手法；
- ③减少换色产生的浪费（减少换色次数及容量）；
- ④垂直对涂面进行喷涂。

(3) 鼓励采用自动化、智能化喷涂设备替代人工喷涂

5.3 大气污染物VOCs处理技术

5.3.1 废气收集技术

(1) 鼓励采用整体密闭的生产线，密闭区域内换风次数原则上不少于20次/小时；采用车间整体密闭换风，车间换风次数原则上不少于8次/小时。所有产生VOCs的密闭空间应保持微负压。

(2) 对所有产生VOCs的工序推荐配备密闭收集系统，有机废气收集率应不低于90%；原则上VOCs低浓度废气与高浓度废气应分开进行收集、处理。

(3) 对于只能采用吸风罩收集的工序，排风罩设计应满足《排风罩的分类及技术条件》（GB/T 16758-2008）要求。

(4) 喷漆室设计除满足安全通风外，任何湿式或干式喷漆室的控制风速应满足《涂装作业安全规程喷漆室安全技术规定》（GB 14444-2006）中表1的要求，即下表3。

表3 喷漆室的控制风速

操作条件（工件完全在室内）	干扰气流 m/s	类型	控制风速m/s	
			设计值	范围
静电喷漆或自动无空气喷漆（室内无人）	忽略不计	大型喷漆室	0.25	0.25~0.38
		中小型喷漆室	0.50	0.38~0.67
手动喷漆	≤0.25	大型喷漆室	0.50	0.38~0.67

		中小型喷漆室	0.75	0.67~0.89
手动喷漆	≤0.50	大型喷漆室	0.75	0.67~0.89
		中小型喷漆室	1.00	0.77~1.30

注：大型喷漆室一般为完全密闭的围护结构体，作业人员在室内操作，同时设置机械送排风系统；中小型喷漆室一般为半密闭的围护结构体，作业人员面对敞开口在室外操作，仅设排风系统。

(5) 收集系统应与生产设备同步启动，集气方向与污染气流运动方向一致，管路应有明显的颜色区分及走向标识。

5.3.2 漆雾预处理技术

漆雾捕集装置一般可设置在喷漆室的格栅底板下或喷漆室一侧的排风通道中，包括干式和湿式漆雾捕集装置，可行技术见表4。

表4 漆雾捕集系统可行技术

可行技术	名称	应用范围（或技术要求）
干式漆雾捕集系统	过滤棉、无纺布等	适用于涂料用量少的涂装线
	石灰石为滤料	
湿式漆雾捕集系统	静电漆雾捕集装置	适用于涂料用量大的大批量生产涂装线
	湿式漆雾捕集装置	

漆雾预处理技术要求：

- (1) 去除效率：95%以上；
- (2) 颗粒物排出量：<10mg/m³；
- (3) 目测见不到排风管的排气色（即排风管出口风帽不被所喷涂料着色）；
- (4) 湿式漆雾捕集系统应进行水循环利用，减少耗水量，废水需处理达标后方可排放，漆渣（HW12，HW49）应统一收集后交由有资质的危险废物处理公司处理。

鼓励企业采用干式漆雾捕集系统配合喷漆室循环排风系统，实现涂装车间空气循环利用。

5.3.3 VOCs末端处理技术

整车制造企业VOCs废气可分为两部分，一部分为烘干废气，温度在140℃左右，风量在3000~60000 m³/h，属于中小风量高浓度废气。另一部分为喷涂废气，为常温常压，风量在15万~70万m³/h，属于大风量低浓度废气。废气成分复杂，

主要为芳香烃、醇醚类、酯类、醇类及少量的酮类。

整车制造企业有机废气末端处理技术及要求：

(1) 蓄热式燃烧 (RTO)

蓄热式燃烧 (RTO) 利用辅助燃料燃烧所发生热量，把可燃的含VOCs气体温度提高到700~900℃的区间，从而发生氧化分解。

使用蓄热式燃烧 (RTO) 时，应注意：

①治理设施的风量按照不低于最大废气排放量的105%进行设计，治理效率达到95%以上。

②应根据废气组分、净化效率等要求确定废气在燃烧室的停留时间。停留时间一般不宜低于0.75 s。

③应根据废气组分、净化效率等要求确定燃烧室燃烧温度。燃烧温度一般宜高于760℃。

④气流切换阀门的漏风率应小于0.2%。

⑤燃烧室应设置事故应急排空管，排空装置与冲稀阀、报警联动，确保进入燃烧室的有机废气浓度控制在混合有机物的爆炸极限下限的25%以下。

(2) 蓄热式催化燃烧 (RCO)

蓄热式催化燃烧 (RCO) 利用结合在高热容量陶瓷蓄热体上的催化剂，使VOCs在300~400℃的较低温度下，氧化为H₂O和CO₂。

使用蓄热式催化燃烧 (RCO) 时，应注意：

①RCO的运行温度宜为250℃~500℃，应根据废气成分与催化剂种类而设定。

②催化燃烧装置的净化效率不低于97%；热回收效率不小于85%；压力损失不大于4000 Pa。

③进入催化燃烧装置的废气浓度、流量和温度（低于400℃）应稳定，不宜出现较大波动；颗粒物浓度应低于10 mg/m³；不得含有引起催化剂中毒的物质。

④VOCs氧化催化剂应有质检部门出具的合格证明，并符合HJ/T 389中关于催化剂性能的规定。

⑤催化床的设计空速应大于10000 h⁻¹，但不应高于40000 h⁻¹，应考虑废气成分与催化剂种类等因素而设定。

根据郑州市整车制造行业有机废气排放特点及治理技术的适用性，本指南推

荐表5中的治理技术。

表5 整车制造行业VOCs末端处理技术推荐

治理技术	单套装置适用气体流量范围 (m ³ /h)	适用VOCs浓度范围 (mg/m ³)	适宜废气温度范围(°C)	适用生产工艺
蓄热式直接焚烧法 (RTO)	<100000	1000~1/4LEL	<800	适用于烘干室废气
蓄热式催化燃烧法 (RCO)	<5000	1000~1/4LEL	<350	
吸附浓缩-(催化)燃烧法	10000~180000	100~2000	<45	适用于喷涂废气

在不产生二次污染，治理效率高（不低于95%），能耗低的基础上，也鼓励新的治理技术的开发应用。

6 设施设计、运行与管理

6.1 废气采样口设计要点

治理设施应在废气处理设施前后设置永久性采样口，采样口的设置应符合《气体参数测量和采样的固定装置》（HJ/T 1-92）要求，并在排放口周边悬挂对应的标识牌。

采样口应优先设置在垂直管道，避开烟道弯头和断面急剧变化的部位，距弯头、阀门、变径管下游方向不小于6倍直径，距上述部件上游方向不小于3倍直径处。对矩形烟道，其当量直径 $D=2AB/(A+B)$ ，式中A、B为边长。采样口所在断面的气流速度最好在5 m/s以上。若现场条件很难满足上述要求时，采样口所在断面与弯头等距离至少是烟道直径的1.5倍。

6.2 设施运行要点

对于需要更换催化剂的处理工艺，其周期应符合设计文件的要求；蓄热式装置应设置为自动控制，并自动记录温度变化曲线。

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，并实现连锁控制。

6.3 企业管理要点

(1) 企业应对治理设施的正常运行和安全管理负责。治理设施的管理应纳入生产管理中，配备专业管理人员和技术人员，并配备安全应急救援人员和器械。

(2) 企业应根据实际生产工况和治理设施的设计标准，明确运行、维护和操作规程，以及耗材的更换周期，并建立与设施相关的记录制度，记录内容主要包括：

- ①治理装置的启动、停止时间；
- ②过滤材料、催化剂等耗材的质量分析数据、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口浓度、出口浓度、吸附（或燃烧）装置内温度数据；
- ④主要设备维修情况；
- ⑤运行事故及维修情况；

(3) 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，保证设施正常运行。

(4) 按照国家和地方相关污染源监测要求，自行或委托第三方监测单位对厂区有组织排放废气和无组织排放废气进行定期监测，并对治理设施的治理效率定期评估。

6.4 环保部门监管要点

(1) 检查与企业治理设施相关的运行、维护和操作规程，以及运行过程中的维护记录和台账。

(2) 核查治理设施耗材（过滤材料、催化剂等）的流转记录，包括采购记录（含采购时间、采购量及质量分析数据）、更换时间与更换量的维护记录。

(3) 对于加装有VOCs自动监测系统的企业，检查其在线数据记录。

(4) 核查治理过程产生的危险废物与次生污染物是否得到有效处置。

(5) 督促企业达标排放。

郑州市包装印刷行业挥发性有机化合物污染
控制技术指南
(试行)

2019年8月

目 录

1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
4 生产工艺及 VOCs 排放.....	3
4.1 平版印刷工艺及 VOCs 排放.....	4
4.2 凸版印刷工艺及 VOCs 排放.....	4
4.3 凹版印刷工艺及 VOCs 排放.....	4
4.4 孔版印刷工艺及 VOCs 排放.....	5
4.5 复合工艺及 VOCs 排放.....	5
5 治理技术要求.....	6
5.1 源头控制.....	6
5.2 过程控制.....	6
5.3 大气污染物 VOCs 处理技术.....	7
5.3.1 废气收集技术.....	7
5.3.3 VOCs 末端处理技术.....	7
6 设施设计、运行与管理.....	10
6.1 废气采样口设计要求.....	10
6.2 设施运行要点.....	10
6.3 企业管理要求.....	11
6.4 环保部门监管要求.....	11

1 适用范围

本指南适用于郑州市包装印刷企业生产过程中挥发性有机物（VOCs）的控制管理。

2 规范性引用文件

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

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/T 16758 排风罩的分类及技术条件

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

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标准规范

HJ 2027 催化燃烧法工业有机废气治理工程标准规范

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 388 环境保护产品技术要求 湿法漆雾过滤净化装置

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/T37 环境标志产品技术要求 凹印油墨和柔印油墨

HJ/T370 环境标志产品技术要求 胶印油墨

DB44/815 印刷行业挥发性有机化合物排放标准

HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定位装置

“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案（环大气〔2017〕121号）

《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）

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件：

挥发性有机物（VOCs）

在20℃条件下蒸气压大于或等于10Pa，或者特定适用条件下具有相应挥发性

的除CH₄、CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵外，任何参加大气光化学反应的碳化合物。主要包括具有挥发性的非甲烷烃类（烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃）、含氧有机化合物（醛、酮、醇、醚等）、卤代烃、含氮有机化合物、含硫有机化合物等。

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。

印刷生产

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。

印刷油墨

印刷油墨指用于印刷过程中在承印物上呈色的物质。

承印物

指能接受呈色剂/色料（如油墨）影像的最终载体。

凸版印刷

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。

平版印刷

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。

凹版印刷

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。

孔版印刷

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。

复合

使用胶粘剂，将不同的基材通过压贴粘合形成两种或多种材料组合的一种印后加工方式。

醇溶性油墨

以醇溶性合成树脂、溶剂及颜料组成的油墨。

溶剂型油墨

由溶剂基连接料组成的油墨。

水性油墨

由水基连接料组成的油墨。

植物基油墨

用植物油作为连接料的油墨。常指为大豆油油墨。

紫外光固化油墨

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。

4 生产工艺及VOCs排放

包装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：VOCs来源于所使用的油墨及稀释剂（印刷不透气承印物需添加稀释剂，如金属印刷、塑料印刷）、复合用胶粘剂（仅限于部分存在复合工艺的印刷企业）及设备清洗剂，可能的排放途径有：油墨调配过程溶剂挥发、印刷过程油墨溶剂挥发、烘干阶段、复合过程及设备清洗过程等。

印刷生产工艺流程及主要VOCs产生环节如图1 所示：

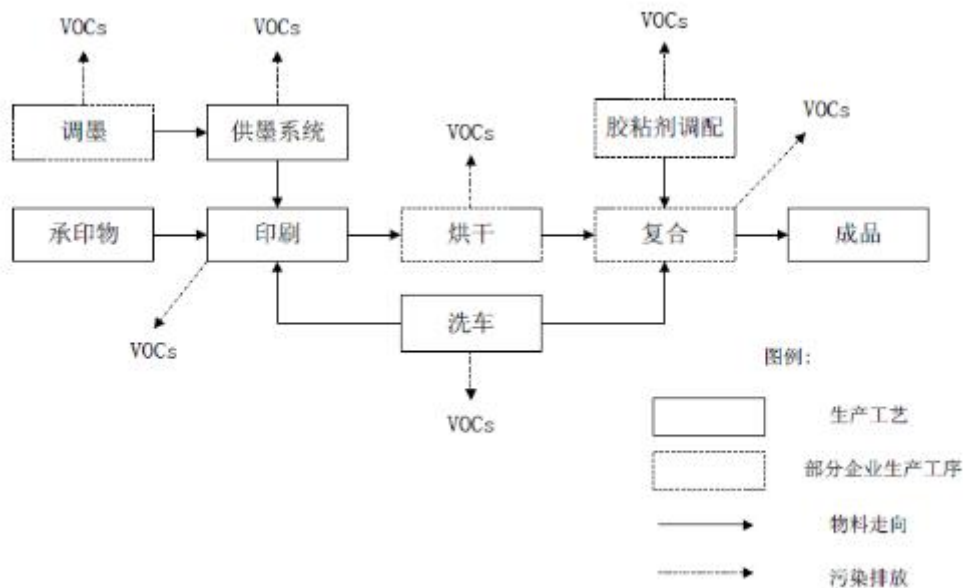


图1 印刷企业的典型生产流程

4.1 平版印刷工艺及VOCs排放

平版印刷（平印）又称为胶版印刷（胶印），其特征是印版的图文着墨部分和空白部分几乎在同一平面上。

平版印刷企业所使用的油墨包括溶剂型油墨、植物大豆油墨，UV油墨和水性油墨，其中溶剂型油墨挥发性有机化合物含量较高，是平版印刷企业主要的VOCs排放源。此外，平版印刷在生产过程中所使用的有机溶剂型洗车水及润版液等也是VOCs排放源之一。

4.2 凸版印刷工艺及VOCs排放

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醇溶性油墨，印刷过程产生VOCs污染。

4.3 凹版印刷工艺及VOCs排放

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、复合材料及纸张等介质，通常使用低粘度、高VOCs含量的油墨，印制过程产生大量的VOCs，且成分复杂。

4.4 孔版印刷工艺及VOCs排放

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VOCs主要来源于油墨及清洗剂，使用溶剂型油墨时VOCs排放浓度相对较高。

4.5 复合工艺及VOCs排放

复合工艺是指使用胶粘剂将不同的基材通过压贴粘合形成两种或多种材料组合的一种印后加工方式。包含干式复合、湿式复合、挤出复合、热熔复合等工艺，其中干式复合工艺需要使用大量的胶粘剂和稀释剂，VOCs排放量较大，且成分单一。

印刷工艺与含VOCs原辅材料及VOCs排放特征见表1。

表1 印刷工艺与VOCs排放特征

工艺类型	主要含VOCs原辅材料	VOCs排放特征	VOCs特征污染物
平版印刷	溶剂型油墨、植物大豆油墨，UV油墨和水性油墨	印刷与干燥过程排放，使用溶剂型油墨，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
凸版印刷	醇溶性油墨、水性油墨、UV油墨	印刷过程排放，使用水性油墨，VOCs排放浓度较低；使用醇溶性油墨，VOCs排放浓度高	醇类
凹版印刷	溶剂型油墨、水性油墨	印刷与干燥过程排放VOCs，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
孔版印刷	溶剂型油墨、水性油墨、UV油墨	印刷与洗版过程排放VOCs，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
复合	胶粘剂、水性胶粘剂	复合过程排放VOCs，使用溶剂型胶粘剂VOCs，排放浓度高；使用水性胶粘剂，VOCs排放浓度较低	乙醇、乙酸乙酯

5 治理技术要求

5.1 源头控制

(1) 使用低挥发性清洁环保原辅材料，包括使用水性油墨、水性胶黏剂、植物基（大豆）油墨、单一组分溶剂的油墨、紫外光固化（UV）油墨、无/低酒精化学溶剂（酒精含量不多于5%）等通过中国印刷技术协会绿色印刷产品认证和中国环境标志产品认证的环境友好型原辅料。

(2) 承印物清洗、设备洗车时采用低挥发和高沸点的清洗剂（环保洗车水）替代汽油等溶剂。

(3) 鼓励使用环保密闭型生产成套装置，如复合工序采用水性胶粘剂及无溶剂复合工艺，软包装复合工艺采用无溶剂的预涂膜覆膜技术或氮气保护全紫外光干燥技术等。

5.2 过程控制

(1) 规范稀释剂、清洗剂储存。鼓励采用储罐集中存放，并采用管道输送。储罐排放的废气须收集、处理后达标排放。

(2) 规范原料调配、转运与使用。鼓励采用中央供墨系统；溶剂型油墨、稀释剂、溶剂型胶水等调配应在独立密闭间内进行，并将废气收集处理；转运过程应采用密闭的盛装容器。

5.3 大气污染物VOCs处理技术

5.3.1 废气收集技术

(1) 包装印刷行业的VOCs废气宜根据工段分别设置废气收集系统，印刷工段和烘干工段推荐采用全面排风收集方式，洗车工段、调墨工段和复合工段可采用局部排风收集方式。采用局部排风时使用集气罩的，应保持罩口呈负压状态，且罩内负压均匀，距集气罩开口面最远处的VOCs排放位置控制风速应保证不小于0.3m/s；

(2) 排风罩设计应满足《排风罩的分类及技术条件》（GB/T 16758-2008）要求；

(3) 采用车间整体密闭收集处理的，排风设计应满足GBZ 1、GBZ 2.1以及GB 50019的设计规范，同时车间换风次数原则上不少于8次/小时，所有产生VOCs的密闭空间应保持微负压；

(4) 收集系统能与生产设备同步启动，集气方向与污染气流运动方向一致，管路应有明显的颜色区分及走向标识。

5.3.2 VOCs末端处理技术

使用水性油墨、植物大豆油墨、单一组分溶剂的油墨等绿色环保原辅材料的企业，鼓励采用水/溶剂吸收+活性炭吸附处理技术；使用溶剂型油墨、胶黏剂的生产线，鼓励使用燃烧法等高效技术，包括：蓄热式燃烧（RTO）、蓄热式催化燃烧（RCO）、将废气作为烘干供热设备油/气焚烧的空气补风直接燃烧处理技术；推荐使用两种或多种技术组合，包括吸收技术、吸附技术、燃烧技术等技术组合或采用吸附+脱附联合处理技术；不建议单独使用低温等离子体法、光解氧化法等低效技术。

包装印刷企业有机废气末端处理技术及要求：

(1) 蓄热式燃烧（RTO）

蓄热式燃烧（RTO）利用辅助燃料燃烧所发生热量，把可燃的含VOCs气体温度提高到700~900℃的区间，从而发生氧化分解。由于燃烧设备可于较短时间内进入工作状态，非常适合用于高浓度废气及间歇性排放工艺。处理系统中加温和氧化分解产生的热能利用具有高热容量的陶瓷蓄热体作为蓄热系统，实现换热效率达到90%以上的节能效果。

使用蓄热式燃烧（RTO）时，应注意：

①治理设施的风量按照不低于最大废气排放量的105%进行设计，净化效率达到95%以上。

②应根据废气组分、净化效率等要求确定废气在燃烧室的停留时间，停留时间一般不宜低于0.75 s。

③应根据废气组分、净化效率等要求确定燃烧室燃烧温度，燃烧温度一般宜高于760℃。

④气流切换阀门的漏风率应小于0.2%。

⑤燃烧室应设置事故应急排空管，排空装置与冲稀阀、报警联动，确保进入燃烧室的有机废气浓度控制在混合有机物的爆炸极限下限的25%以下。

（2）蓄热式催化燃烧（RCO）

蓄热式催化燃烧（RCO）利用结合在高热容量陶瓷蓄热体上的催化剂，使VOCs在300~400℃的较低温度下，氧化为H₂O和CO₂。处理系统加热和氧化产生的热量被蓄热体储存并用以加热待处理废气，以提高换热效率。

使用蓄热式催化燃烧（RCO）时，应注意：

①RCO 的运行温度宜为250℃~500℃，应根据废气成分与催化剂种类而设定。

②催化燃烧装置的净化效率不得低于97%；热回收效率应不小于85%；压力损失应不大于4000 Pa。

③进入催化燃烧装置的废气浓度、流量和温度（低于400℃）应稳定，不宜出现较大波动；颗粒物浓度应低于10 mg/m³；不得含有引起催化剂中毒的物质。

④VOCs氧化催化剂应有质检部门出具的合格证明，并符合HJ/T 389中关于催化剂性能的规定。

⑤催化床的设计空速应大于10000 h⁻¹，但不应高于40000 h⁻¹，应考虑废气成

分与催化剂种类等因素而设定。

(3) 吸附技术

吸附技术是利用各种固体吸附剂（如活性炭（包括活性炭纤维）、分子筛、活性氧化铝和硅胶等）对排放废气中的VOCs进行吸附，同时达到净化废气的目的。

使用吸附技术时，应注意：

①采用活性炭吸附工艺，进入吸附装置的废气温度应不高于40℃，废气中颗粒物浓度低于1 mg/m³。进入吸附装置的易燃、易爆有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的25%以下。

②吸附装置净化效率不低于90%，可与其他治理技术联合使用。由于吸附材料吸附能力接近饱和时，吸附效率显著降低，应进行定期检查，保证尾气达标排放。

③吸附剂应选择具有大比表面积和孔隙率的；具有良好选择性的；吸附能力强，吸附容量大的；易于再生的；机械强度、化学稳定性、热稳定性好的；使用寿命长的。

④更换填料或是运行维护过程中产生的固废及危险废物按照国家固体废物污染环境防治法有关要求进行管理、处置。

⑤固定床吸附器应符合《环境保护产品技术要求工业废气吸附净化装置》（HJ/T 386）的规定。吸附层的风速应根据吸附剂的材质、结构和性能共同确定。采用颗粒状活性炭时，宜取0.20~0.60 m/s，采用蜂窝状活性炭时，宜取0.70~1.20 m/s。

表2 部分活性炭物性参数

性质	单位	粒状活性炭	粉状活性炭	活性炭纤维
真密度	g/cm ³	2.0~2.2	1.9~2.2	0.2~0.8
粒密度	g/cm ³	0.6~1.0	-	-
堆积密度	g/cm ³	0.35~0.6	0.15~0.6	0.03~0.05
孔隙率	%	33~45	45~75	50~80
细孔容积	cm ³ /g	0.5~1.1	0.5~1.4	0.6~1.1
平均孔径	Å	1.2~4.0	1.5~4.0	5.0~14.0

比表面积	m ² /g	700~1500	700~1600	800~2000
------	-------------------	----------	----------	----------

(4) 吸收法

吸收法主要是利用水或溶剂来捕捉工艺过程中形成的油墨气溶胶。油墨气溶胶主要由颗粒污染物及挥发的有机废气为主要污染物，其中有机废气主要成份为苯类、酯类等。其工作原理为：在排风机引力的作用下，含有油墨气溶胶的空气进入吸收装置的内部，气体流向与水流方向相反，充分接触后，大部分油墨气溶胶会被吸附。

使用吸收法时，应注意：

- ①吸收设施的风量按照最大废气排放量的120%进行设计，净化效率不得低于90%；
- ②净化装置的压力损失不大于2kPa；
- ③净化装置应设置吸收填料的清洗设施。

6 设施设计、运行与管理

6.1 废气采样口设计要求

治理设施应在废气处理设施前后设置永久性采样口，采样口的设置应符合《气体参数测量和采样的固定位装置》（HJ/T 1-92）要求，并在排放口周边悬挂对应的标识牌。

采样口应优先设置在垂直管道，避开烟道弯头和断面急剧变化的部位，距弯头、阀门、变径管下游方向不小于6倍直径，和距上述部件上游方向不小于3倍直径处。对矩形烟道，其当量直径 $D=2AB/(A+B)$ ，式中A、B为边长。采样口所在断面的气流速度最好在5 m/s以上。若现场条件很难满足上述要求时，采样口所在断面与弯头等距离至少是烟道直径的1.5倍。

6.2 设施运行要点

(1) 对于催化氧化、蓄热催化氧化、蓄热燃烧处理工艺，需要更换催化剂的，其周期应符合设计文件的要求；蓄热式装置应设置为自动控制，并自动记录温度变化曲线。

(2) 采用催化燃烧装置的设备其运行记录中必须包括催化剂种类、净化效率和空速、催化剂的装填、更换时间和数量。每日记录催化剂床进出口温度、压

降等参数。

(3) 吸附装置应记录吸附材料种类、更换/再生周期、更换量，并每日记录操作温度等参数，同时还应记录更换下来后的吸附材料的处置方式。

(4) 其他污染控制设备，应记录保养维护事项，并每日记录主要操作参数。

6.3 企业管理要求

(1) 企业应对治理设施的正常运行和安全管理负责。治理设施的管理应纳入生产管理中，配备专业管理人员和技术人员，并配备安全应急救援人员和器械。

(2) 企业应根据实际生产工况和治理设施的设计标准，明确运行、维护和操作规程，以及耗材的更换周期，并建立与设施相关的记录制度，记录内容主要包括：

- ①治理装置的启动、停止时间；
- ②过滤材料、催化剂等耗材的质量分析数据、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口浓度、出口浓度、吸附（或燃烧）装置内温度数据；
- ④主要设备维修情况；
- ⑤运行事故及维修情况；
- ⑥吸附法产生的危险废物、污水等处置去向情况。

(3) 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，保证设施正常运行。

(4) 按照国家和地方相关污染源监测要求，自行或委托第三方监测单位对厂区有组织排放废气和无组织排放废气进行定期监测，并对治理设施的净化效率定期评估。

6.4 环保部门监管要求

(1) 检查与企业治理设施相关的运行、维护和操作规程，以及运行过程中的维护记录和台账。

(2) 核查治理设施耗材（过滤材料、催化剂等）的流转记录，包括采购记录（含采购时间、采购量及质量分析数据）、更换时间与更换量的维护记录。

(3) 对于加装有VOCs自动监测系统的企业，检查其在线数据记录。

- (4) 核查治理过程产生的危险废物与次生污染物是否得到有效处置。
- (5) 督促企业达标排放。

郑州市家具制造行业挥发性有机物污染
控制技术指南
(试行)

2019年8月

目录

1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	2
4 生产工艺及 VOCs 排放.....	3
4.1 生产工艺及 VOCs 排放节点.....	3
4.1.1 木制家具生产工艺及 VOCs 排放.....	3
4.1.2 软体家具生产工艺及 VOCs 排放.....	4
4.1.3 金属家具生产工艺及 VOCs 排放.....	5
4.1.4 其他家具生产工艺及 VOCs 排放.....	6
4.2 家具制造行业 VOCs 排放特点.....	6
5. 治理技术要求.....	8
5.1 源头控制.....	8
5.2 过程控制.....	9
5.3 大气污染物 VOCs 处理技术.....	10
5.3.1 废气收集技术.....	10
5.3.2 漆雾预处理技术.....	11
5.3.3 VOCs 末端处理技术.....	11
6 设施设计、运行与管理.....	13
6.1 废气采样口设计要点.....	13
6.2 设施运行要点.....	14
6.3 企业管理要点.....	14
6.4 环保部门监管要点.....	15

1 适用范围

本指南适用于郑州市家具制造行业挥发性有机物（VOCs）的控制管理。

2 规范性引用文件

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

GB 14444 涂装作业安全规程喷漆室安全技术规定

GB 20101 涂装作业安全规程有机废气净化装置安全技术规定

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/T 16758 排风罩的分类及技术条件

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

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

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气体治理工程技术规范

HJ 2537 环境标志产品技术要求水性涂料

HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定位装置

HJ/T 220 环境标志产品技术要求胶粘剂

HJ/T 2537环境标志产品技术要求家具

HJ/T 414环境标志产品技术要求室内装饰装修用溶剂型木器材料

HJ/T 517环境标志产品技术要求人造板及其制品

HJ/T 459环境标志产品技术要求木质门和钢质门

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 388 环境保护产品技术要求湿法漆雾过滤净化装置

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

JB/T 13733-2019 工业有机废气蓄热催化燃烧装置

HJ_T 389-2007 环境保护产品技术要求工业有机废气催化净化装置

JB/T 13734-2019 工业有机废气蓄热热力燃烧装置

AQ/T 4274 局部排风设施控制风速检测与评估技术规范

HGJ 229 工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

污染源自动监控管理办法（国家环境保护总局令第28号）

“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案（环大气〔2017〕121号）

《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）

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件：

挥发性有机物（VOCs）

在293.15 K条件下蒸气压大于或等于10 Pa，或者特定适用条件下具有相应挥发性的除CH₄、CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵外，任何参加大气光化学反应的碳化合物。主要包括具有挥发性的非甲烷烃类（烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃）、含氧有机化合物（醛、酮、醇、醚等）、卤代烃、含氮有机化合物、含硫有机化合物等。

家具制造业

用木材、金属、塑料、竹、藤等材料制作的，具有坐卧、凭倚、储藏、间隔等功能，可用于住宅、旅馆、办公室、学校、餐馆、医院、剧场、公园、船舰、飞机、机动车等任何场所的各种家具的制造。

溶剂型涂料

以有机溶剂作为溶剂的涂料。

水性涂料

以水为溶剂或以水为分散介质的涂料。

UV涂料

紫外光固化涂料，能在紫外线照射作用下瞬间固化的涂料。

粉末涂料

100%固体的涂料，通常使用静电喷涂工艺，把微细、干燥的粉末涂装到表面上，然后加热融化，使颗粒流动融合或者形成固化。

净化效率

治理工程或净化设备捕获污染物的量与处理前污染物的量之比，以百分数表

示。计算公式如下：

$$\eta = \frac{C_{进}Q_{进} - C_{出}Q_{出}}{C_{进}Q_{进}} \times 100\%$$

式中：

η ——治理工程或净化设备的净化效率（%）；

$C_{进}$ 、 $C_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口污染物浓度（ mg/m^3 ）；

$Q_{进}$ 、 $Q_{出}$ ——治理工程或净化设备进口、出口标准状态下干气体流量（ m^3/h ）。

4 生产工艺及VOCs排放

家具按照使用的主要材料、加工工艺等可分为木质家具、软体家具、金属家具、塑料家具、玻璃家具和竹藤家具。

4.1 生产工艺及VOCs排放节点

4.1.1 木制家具生产工艺及VOCs排放

木制家具生产是选取一种或几种木质材料为基料，按照设计要求进行加工、组装，然后在基料表面涂装一层或几层涂料，形成产品；也可以是加工后，先对各个组件进行涂装，然后组装成产品。典型生产工艺如图1所示。根据材质及最后成品质量要求，底漆、面漆一般涂饰1~2遍。

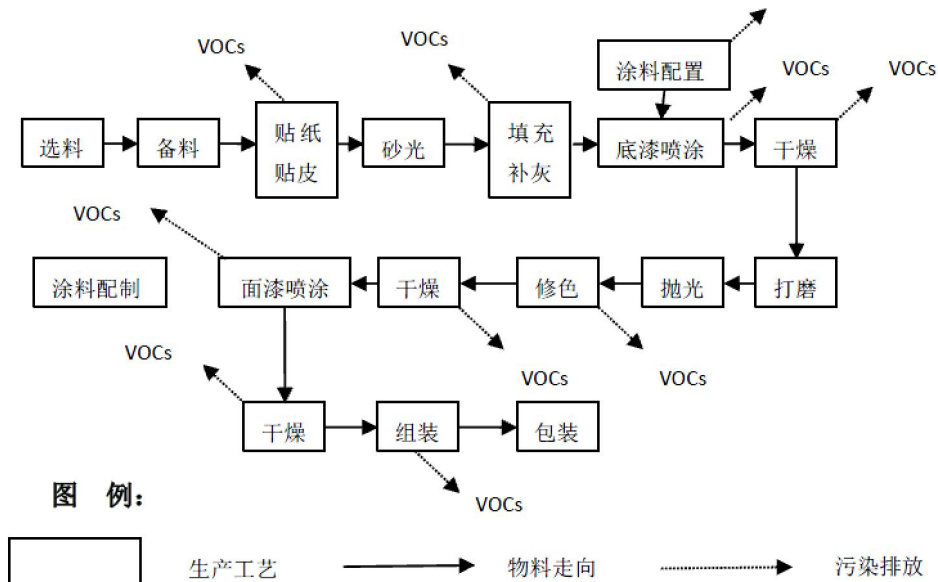


图1 家具生产工艺流程及VOCs排污节点

木质家具制造企业VOCs主要来源于涂装工序的涂料、稀释剂、固化剂等含

VOCs原辅材料的使用。涂料类型包括不饱和聚酯涂料（PE漆）、聚氨酯涂料（PU漆）、硝基涂料（NC漆）、水性涂料、紫外光固化涂料（UV漆）等。涂料在使用过程中需按比例与固化剂和稀释剂进行调配。为保证良好的涂装效果，一般会先涂底漆、修色、再涂面漆，每次涂漆需干燥后进入下一环节。因此，按工艺及功能将车间分为调漆房、底漆房、面漆房、干燥室。

（1）调漆房用于油漆的调配，存在VOCs排放。

（2）底漆是涂料系统的第一层漆，作用是增加上层涂料的附着力和面漆的装饰性，涂装过程产生大量含气溶胶（漆雾）的有机废气。底漆涂装对漆房环境要求不高，一般采用封闭或敞开式漆房，废气携带漆雾和家具打磨后的粉尘，颗粒物浓度高。

（3）面漆是涂料系统的最外层漆，起装饰和保护作用，涂装过程产生大量含气溶胶（漆雾）的有机废气。面漆涂装对漆房环境要求较高，要求无尘且通风良好，一般采用封闭式漆房，空气经送风系统除尘后进入面漆房，含气溶胶（漆雾）的有机废气经水帘柜等除漆雾装置后排放。

（4）涂料干燥大部分采用自然风干，有与喷涂车间相连，同在一个密封空间内，也有独立封闭或敞开的车间。

（5）部分涉及贴纸、贴皮、基材填充、补灰和组合等工艺过程也会使用相关胶合剂，产生VOCs废气排放。

4.1.2 软体家具生产工艺及VOCs排放

软体家具一般是指由弹性材料和软质材料制成，富有一定弹性的坐卧家具的总称，如沙发、床垫和其它软质坐卧具等。软体家具制造的主工序包括钉内架、粘海绵、面料缝接和扞皮等工序，具体工艺流程及VOCs排放如图2所示。软体家具的弯边、扶手、脚架仍以木质材料为主，在制作过程中也需涂装底漆、面漆等，涂装工艺及涂料类型与木质家具相同。软体家具制造企业VOCs主要来源于胶粘剂、涂料、稀释剂、固化剂等含VOCs原辅材料的使用。

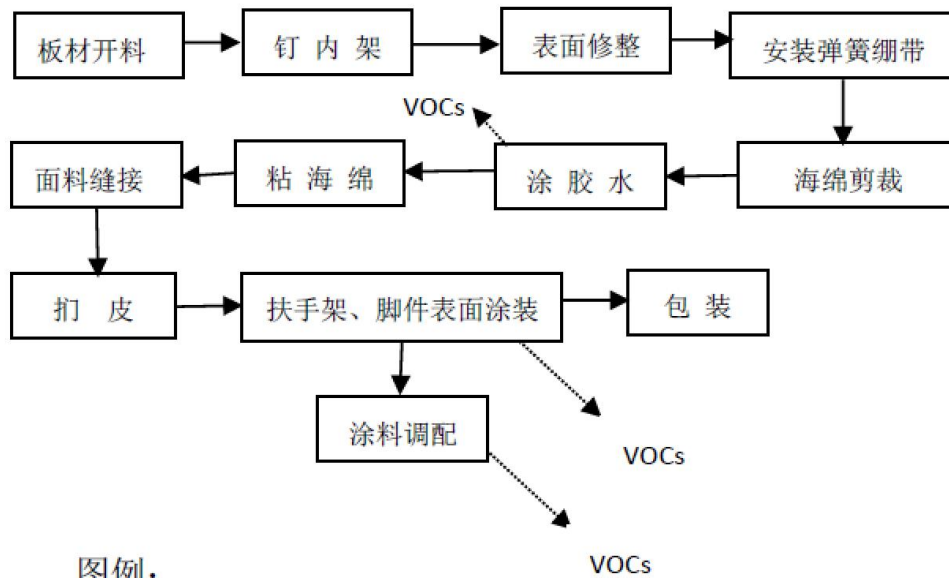


图2 软体家具生产工艺流程及VOCs排放

4.1.3 金属家具生产工艺及VOCs排放

金属家具指支（框）架及主要部件以铸铁、钢材、钢板、钢管、合金等金属为主要材料，结合使用木、竹、塑料等材料，配以人造革、尼龙布、泡沫塑料等其他辅料制作的家具。生产工艺流程及VOCs排放见图3。表面处理采用电镀或涂装的方式将涂料涂覆在金属表面，涂料包括液体涂料和粉末涂料，其中粉末涂料具有不含溶剂、低VOCs污染、节能和涂膜机械强度高等特点；液体涂料主要为金属涂料、电泳涂料等，是金属家具制造企业VOCs的主要来源。涂装方式包括空气喷涂、静电喷涂、浸涂。

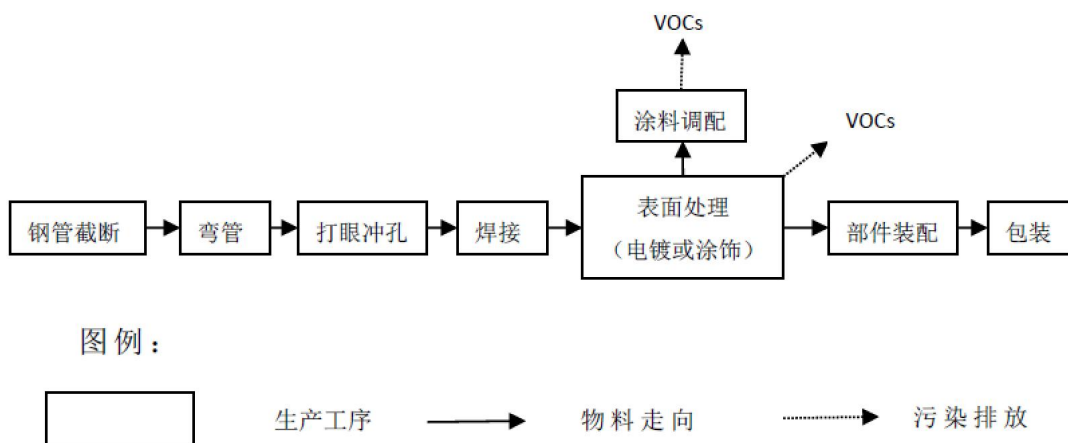


图3 金属家具生产工艺流程及VOCs排放

4.1.4 其他家具生产工艺及VOCs排放

塑料家具大致可分为热固性塑料家具和热塑性塑料家具，通过注塑或模压、挤压等方法一次成型。

玻璃家具的主要材料是高硬度的强化玻璃和金属框架，金属框架根据需要进行截断、弯管、喷漆等操作，玻璃表面清理干净后，根据需要进行喷漆操作。

竹藤家具是利用竹材和藤材及其他辅料制作而成，必要时需经过打光、上光油涂抹。

4.2 家具制造行业VOCs排放特点

家具制造过程产生的VOCs主要来源于涂装过程，由于家具类型不同，涂料的类型和涂装工艺会有所不同，挥发性有机化合物的排放也会不同。涂料中的溶剂和辅料中的有机成分是VOCs主要来源，产生的挥发性有机化合物主要为：苯、甲苯、二甲苯、甲醛、酚类、漆雾及其他VOCs，其VOCs主要来源及排放特点见表1。

表1 各类家具制造企业VOCs排放特点

家具类型	主要含VOCs原辅材料	VOCs排放特征	VOCs特征污染物
木质家具	溶剂型涂料、水性涂料、UV涂料、粉末涂料、稀释剂、固化剂、胶合剂	调漆、涂装及干燥过程存在VOCs排放，使用溶剂型涂料VOCs排放浓度较高，使用水性涂料、UV涂料、粉末涂料等VOCs排放浓度较低；贴纸、贴皮、基材填充、补灰和组合等工艺过程胶合剂，产生VOCs。	甲苯、二甲苯、乙苯、乙酸仲丁酯、乙酸乙酯、环己酮、乙酸正丁酯、甲基环己烷等
软体家具	胶粘剂、溶剂型涂料、水性涂料、UV涂料、稀释剂、固化剂	喷胶、调漆、涂装及干燥过程存在VOCs排放，使用溶剂型涂料和胶粘剂VOCs排放浓度较高，使用水性涂料和胶粘剂、UV涂料等VOCs排放浓度较低。	甲苯、二甲苯、乙苯、乙酸仲丁酯、乙酸乙酯、环己酮、乙酸正丁酯、甲基环己烷等
金属家具	金属涂料、电泳涂料、粉末涂料	调漆、涂装及干燥过程存在VOCs排放，使用金属涂料VOCs排放浓度高，使用粉末涂料VOCs排放浓度较低。	甲苯、二甲苯、三甲苯、乙酸乙酯、乙酸丁酯、二氯乙烷、环己烷、甲基戊烷，丁酮、甲基异丁基甲酮、丙酮等

根据家具类别的不同，涂装技术有所不同。木质家具涂装技术包括喷涂、刷涂、辊涂、淋涂及浸涂等，塑料家具、玻璃家具涂装工艺主要为刷涂与喷涂，金属家具常见涂装工艺有刷涂、喷涂。

当家具生产时采用先涂装、再组装的方式，并且家具的组成部件较为平整或相对平整时，可以采用平整表面的涂装技术，主要包括刷涂、滚涂、淋涂及浸涂等方法。采用该工艺时，过量的涂料可以直接回收而重复利用，所以涂料的利用率高，尤其是淋涂及浸涂法，涂料利用率可以超过60%。

喷涂工艺包括空气喷涂法、无空气喷涂法、静电喷涂法等方法，采用该方法可以在家具组装完成后再进行涂装。空气喷涂是利用压缩空气流过喷枪喷嘴孔形成负压，负压使漆料从吸管吸入，经喷嘴喷出，形成漆雾，漆雾喷射到被涂饰零部件表面上形成均匀的漆膜。空气喷涂法与刷涂相比具有较高的生产效率，可以产生均匀的漆，涂层细腻光滑；对于零部件的较隐蔽部件（如缝隙、凹凸），也可均匀地喷涂。此喷涂技术的缺点是涂料利用率较低，大约在30%~50%，尤其是喷涂框架结构家具时，涂料利用率仅为25%~35%，产生的挥发性有机废气量

较大。静电喷涂法适用于金属家具的制造，该方法对涂料的损耗较少，涂装相同面积产生的挥发性有机物少于空气喷涂法。

郑州市的家具制造企业基本上以木制家具制造为主。涂装技术多采用空气喷涂法，部分金属家具制造企业采用静电喷涂法。

5. 治理技术要求

5.1 源头控制

(1) 采用无（低）VOCs环保型原辅材料，包括水性涂料、高固体分涂料、粉末涂料、紫外光固化涂料、水性胶粘剂或无溶剂胶粘剂等，实施清洁原料替代。

所使用原辅材料，需有相应的检测报告，确保属于无（低）VOCs环保型原辅材料。

(2) 推荐采用静电喷涂、淋涂、辊涂、浸涂等效率较高的涂装工艺；应合理设计喷漆房，减少废气收集和治理设施负荷，禁止无VOCs净化、回收措施的露天喷涂作业。

表2 可选无（低）VOCs环保型原辅材料和涂装工艺

家具企业产品特征	可选无（低）VOCs涂料	可选涂装工艺	备注
形状规则平整的木质家具（地板、门、板式家具等）	UV涂料	辊涂	喷涂工序废气收集、除尘后如达标可直接排放。
	水性涂料	喷涂	
形状不规则的木质家具（餐椅、沙发等）	底漆使用水性涂料；面漆使用油性涂料	空气喷涂	底漆涂装需要改装水性喷涂设备，改变干燥环境，喷涂工序废气收集后如达标可直接排放；面漆涂装无需改装工艺，喷涂工序废气需经收集、处理达标后排放。
	水性涂料	空气喷涂	喷涂工序废气收集、除尘后如达标可直接排放
	粉末涂料	粉末喷涂	
软体家具	水性胶粘剂	刷涂	喷涂工序废气收集后如达标可直接排放
金属家具	电泳涂料	浸涂	喷涂工序废气收集、除尘后如达标可直接排放
	水性涂料	静电喷涂	
	粉末涂料	静电喷涂	

5.2 过程控制

生产过程的控制包含两个方面，其一是加强对涂装过程的管理，避免造成原辅材料不必要的损失，产生过多的VOCs废气；其二是使用先进的生产工艺，在保证产品质量的前提下，积极改造涂装工艺和生产线，使用与低VOCs含量原辅材料相配套的生产工艺。

(1) 加强对涂装过程的管理；

(2) 规范原料调配和转运。生产过程中使用密闭容器存放涂料，在涂料和有机溶剂的调配、转运、临时储存过程避免溶剂泄露或挥发，一旦发现泄露点要尽快恢复，形成完善的管理机制；

(3) 原辅材料集中存放并设置专职管理人员，根据日生产量配发涂料用量并做好记录，便于日后优化用量；

(4) 废涂料桶、废有机溶剂、涂料渣以及其它接触过含有有机物的废材料，弃用后须收纳到密闭的容器中，最终按危险废弃物处置要求进行处理。

5.3 大气污染物VOCs处理技术

5.3.1 废气收集技术

家具制造行业VOCs排放主要在调漆、涂装、喷胶和干燥等工段，从车间功能来看，集中在喷漆房（包括底漆、面漆、清漆）、调漆房、干燥房、喷胶房（主要针对软体家具）。为减少无组织排放，最大限度的控制VOCs排放量，需做好有机废气收集工作。

(1) 使用溶剂型涂料、溶剂型胶粘剂的喷漆房和喷胶车间应密闭；

(2) 干燥车间应密封，换气风量根据车间大小确定，保证VOCs废气捕集率不低于95%；

(3) 对于只能采用吸风罩收集的工序，排风罩设计应满足《排风罩的分类及技术条件》（GB/T 16758-2008）要求；

(4) 采用整体密闭的生产线，密闭区域内换气次数原则上不少于20次/小时；采用车间整体密闭换气，车间换气次数原则上不少于8次/小时；所有产生VOCs的密闭空间应保持微负压；

(5) 喷漆室设计除满足安全通风外，任何湿式或干式喷漆室的控制风速应满足《涂装作业安全规程喷漆室安全技术规定》（GB 14444-2006）中表1的要求，即下表3。

表3 喷漆室的控制风速

操作条件（工件完全在室内）	干扰气流 m/s	类型	控制风速m/s	
			设计值	范围
静电喷漆或自动无空气喷漆（室内无人）	忽略不计	大型喷漆室	0.25	0.25~0.38
		中小型喷漆室	0.50	0.38~0.67
手动喷漆	≤0.25	大型喷漆室	0.50	0.38~0.67
		中小型喷漆室	0.75	0.67~0.89
手动喷漆	≤0.50	大型喷漆室	0.75	0.67~0.89
		中小型喷漆室	1.00	0.77~1.30

注：大型喷漆室一般为完全密闭的围护结构体，作业人员在室体内操作，同时设置机械送排风系统；中小型喷漆室一般为半密闭的围护结构体，作业人员面对敞开口在室外操作，仅设排风系统。

(6) 收集系统能与生产设备同步启动，集气方向与污染气流运动方向一致，

涂装工艺设计及废气收集应注意同时满足安全的相关规定，管路应有明显的颜色区分及走向标识。

(7) 废气收集系统材质应防腐防锈，定期维护，存在泄露时需及时修复。

5.3.2 漆雾预处理技术

喷涂废气应设置有效的漆雾预处理装置，可采用干式过滤高效除漆雾、湿式水帘+多级过滤除湿联合装置、静电漆雾捕集等除漆雾装置。湿式水帘须满足《环境保护产品技术要求湿法漆雾过滤净化装置》（HJ/T 388-2007）要求。

应定期检查水帘机设备运行情况，保证设备光滑度，调整水量大小，确保形成有效的水帘除漆雾效果。

应定期更换处理水帘机的除漆雾废水，废水应采用密闭管道收集处理至达标排放，漆渣应按照危险废物处置，妥善、及时处置次生污染物。

5.3.3 VOCs末端处理技术

鼓励企业使用燃烧法等高效技术，包括：蓄热式燃烧（RTO）、蓄热式催化燃烧（RCO）、将废气作为烘干供热设备油/气焚烧的空气补风直接燃烧处理技术；鼓励企业采用共享喷涂；建议采用两种或多种技术组合工艺，包括吸附技术+其他技术组合或采用吸附+脱附联合处理技术；不建议单独使用低温等离子体法、光解氧化法等低效技术。

家具制造企业有机废气末端处理技术及要求：

(1) 蓄热式燃烧（RTO）

蓄热式燃烧（RTO）利用辅助燃料燃烧所发生热量，把可燃的含VOCs气体温度提高到700~900℃的区间，从而发生氧化分解。由于燃烧设备可于较短时间内进入工作状态，非常适合用于高浓度废气及间歇性排放工艺。处理系统中加温和氧化分解产生的热能利用具有高热容量的陶瓷蓄热体作为蓄热系统，实现换热效率达到90%以上的节能效果。

使用蓄热式燃烧（RTO）时，应注意：

①治理设施的风量按照不低于最大废气排放量的105%进行设计，净化效率达到95%以上。

②应根据废气组分、净化效率等要求确定废气在燃烧室的停留时间，停留时间一般不宜低于0.75 s。

③应根据废气组分、净化效率等要求确定燃烧室燃烧温度，燃烧温度一般宜高于760℃。

④气流切换阀门的漏风率应小于0.2%。

⑤燃烧室应设置事故应急排空管，排空装置与冲稀阀、报警联动，确保进入燃烧室的有机废气浓度控制在混合有机物的爆炸极限下限的25%以下。

(2) 蓄热式催化燃烧 (RCO)

蓄热式催化燃烧 (RCO) 利用结合在高热容量陶瓷蓄热体上的催化剂，使 VOCs 在 300~400℃ 的较低温度下，氧化为 H₂O 和 CO₂。处理系统加热和氧化产生的热量被蓄热体储存并用以加热待处理废气，以提高换热效率。

使用蓄热式催化燃烧 (RCO) 时，应注意：

①RCO 的运行温度宜为 250℃~500℃，应根据废气成分与催化剂种类而设定。

②催化燃烧装置的净化效率不得低于 97%；热回收效率应不小于 85%；压力损失应不大于 4000 Pa。

③进入催化燃烧装置的废气浓度、流量和温度（低于 400℃）应稳定，不宜出现较大波动；颗粒物浓度应低于 10 mg/m³；不得含有引起催化剂中毒的物质。

④VOCs 氧化催化剂应有质检部门出具的合格证明，并符合 HJ/T 389 中关于催化剂性能的规定。

⑤催化床的设计空速应大于 10000 h⁻¹，但不应高于 40000 h⁻¹，应考虑废气成分与催化剂种类等因素而设定。

(3) 吸附技术

吸附技术是利用各种固体吸附剂（如活性炭（包括活性炭纤维）、分子筛、活性氧化铝和硅胶等）对排放废气中的 VOCs 进行吸附，同时达到净化废气的目的。

使用吸附技术时，应注意：

①采用活性炭吸附工艺，进入吸附装置的废气温度应不高于 40℃，废气中颗粒物浓度低于 1 mg/m³。进入吸附装置的易燃、易爆有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的 25% 以下。

②吸附装置净化效率不低于 90%，可与其他治理技术联合使用。由于吸附材料吸附能力接近饱和时，吸附效率显著降低，应进行定期检查，保证尾气达标排

放。

③吸附剂应选择具有大比表面积和孔隙率的；具有良好选择性的；吸附能力强，吸附容量大的；易于再生的；机械强度、化学稳定性、热稳定性好的；使用寿命长的。

④更换填料或是运行维护过程中产生的固废及危险废物按照国家固体废物污染环境防治法有关要求进行管理、处置。

⑤固定床吸附器应符合《环境保护产品技术要求工业废气吸附净化装置》（HJ/T 386）的规定。吸附层的风速应根据吸附剂的材质、结构和性能共同确定。采用颗粒状活性炭时，宜取0.20~0.60 m/s，采用蜂窝状活性炭时，宜取0.70~1.20m/s。

表4 部分活性炭物性参数

性质	单位	粒状活性炭	粉状活性炭	活性炭纤维
真密度	g/cm ³	2.0~2.2	1.9~2.2	0.2~0.8
粒密度	g/cm ³	0.6~1.0	-	-
堆积密度	g/cm ³	0.35~0.6	0.15~0.6	0.03~0.05
孔隙率	%	33~45	45~75	50~80
细孔容积	cm ³ /g	0.5~1.1	0.5~1.4	0.6~1.1
平均孔径	Å	1.2~4.0	1.5~4.0	5.0~14.0
比表面积	m ² /g	700~1500	700~1600	800~2000

6 设施设计、运行与管理

6.1 废气采样口设计要点

治理设施应在废气处理设施前后设置永久性采样口，采样口的设置应符合《气体参数测量和采样的固定装置》（HJ/T 1-92）要求，并在排放口周边悬挂对应的标识牌。

采样口应优先设置在垂直管道，避开烟道弯头和断面急剧变化的部位，距弯头、阀门、变径管下游方向不小于6倍直径，和距上述部件上游方向不小于3倍直径处。对矩形烟道，其当量直径 $D=2AB/(A+B)$ ，式中A、B为边长。采样口所在断面的气流速度最好在5 m/s以上。若现场条件很难满足上述要求时，采样口所在断面与弯头等距离至少是烟道直径的1.5倍。

6.2 设施运行要点

(1) 对于催化氧化、蓄热催化氧化、蓄热燃烧处理工艺，需要更换催化剂的，其周期应符合设计文件的要求；蓄热式装置应设置为自动控制，并自动记录温度变化曲线。

(2) 采用催化燃烧装置的设备其运行记录中必须包括催化剂种类、净化效率和空速、催化剂的装填、更换时间和数量。每日记录催化剂床进出口温度、压降等参数。

(3) 吸附装置应记录吸附材料种类、更换/再生周期、更换量，并每日记录操作温度等参数，同时还应记录更换下来后的吸附材料的处置方式。

(4) 其他污染控制设备，应记录保养维护事项，并每日记录主要操作参数。

6.3 企业管理要点

(1) 企业应对治理设施的正常运行和安全管理负责。治理设施的管理应纳入生产管理中，配备专业管理人员和技术人员，并配备安全应急救援人员和器械。

(2) 企业应根据实际生产工况和治理设施的设计标准，明确运行、维护和操作规程，以及耗材的更换周期，并建立与设施相关的记录制度，记录内容主要包括：

- ①治理装置的启动、停止时间；
- ②过滤材料、催化剂等耗材的质量分析数据、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口浓度、出口浓度、吸附（或燃烧）装置内温度数据；
- ④主要设备维修情况；
- ⑤运行事故及维修情况；
- ⑥吸附法产生的危险废物、污水等处置去向情况。

(3) 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，保证设施正常运行。

(4) 按照国家和地方相关污染源监测要求，自行或委托第三方监测单位对厂区有组织排放废气和无组织排放废气进行定期监测，并对治理设施的净化效率定期评估。

6.4 环保部门监管要点

(1) 检查与企业治理设施相关的运行、维护和操作规程，以及运行过程中的维护记录和台账。

(2) 核查治理设施耗材（过滤材料、催化剂等）的流转记录，包括采购记录（含采购时间、采购量及质量分析数据）、更换时间与更换量的维护记录。

(3) 对于加装有VOCs自动监测系统的企业，检查其在线数据记录。

(4) 核查治理过程产生的危险废物与次生污染物是否得到有效处置。

(5) 督促企业达标排放。

主办：郑州市污染防治攻坚战领导小组办公室

郑州市污染防治攻坚战领导小组办公室

2019年8月8日印发
