

附件 2

# 汽车零部件制造业（涂装） 挥发性有机物控制技术指南

Guideline for available techniques of VOCs prevention and control for  
miscellaneous vehicle parts coatings

上海市生态环境局

二〇二〇年四月

# 目 次

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 前言 .....                 | iii |
| 1 适用范围 .....             | 1   |
| 2 规范性引用文件 .....          | 1   |
| 3 术语和定义 .....            | 1   |
| 4 行业生产与 VOCs 污染的产生 ..... | 3   |
| 5 污染预防技术 .....           | 4   |
| 6 过程控制技术 .....           | 4   |
| 7 末端治理 .....             | 6   |
| 8 涉 VOCs 危险废弃物及废水 .....  | 7   |

## 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》《上海市环境保护条例》《上海市大气污染防治条例》等法律、法规，落实《国务院办公厅关于印发控制污染物排放许可制实施方案的通知》（国办发〔2016〕81 号），防治环境污染，改善环境质量，指导和规范污染物排放许可证申请和核发工作，制定本标准。

本标准规定了汽车零部件制造业（涂装）挥发性有机物污染防治可行技术。

本规范按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准为首次发布。

本标准由上海市生态环境局组织制定。

本标准起草单位：上海市环境科学研究院。

本规范主要起草人：李凯骐，邬坚平，张钢锋，何校初，丁蔚文，杨超

本标准上海市生态环境局 2020 年 4 月 14 日批准。

请注意本规范的某些内容可能涉及专利。本规范的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准自 2020 年 5 月 1 日起实施。

本标准由上海市生态环境局解释。

# 汽车零部件制造业（涂装）挥发性有机物控制技术指南

## 1 适用范围

本标准规定了汽车零部件制造业（按国民经济行业分类 C366 汽车零部件及配件制造）涂装过程中的挥发性有机物（VOCs）污染排放控制可行技术。

本标准不适用于汽车整车制造、汽车改装及汽车维修涂装工艺大气污染物排放管理。

## 2 规范性引用文件

本标准引用下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准

GB 24409 车辆涂料中有害物质限量

GB/T 5206 色漆和清漆 术语和定义

GB/T 23985 色漆和清漆 挥发性有机化合物(VOC)含量的测定 差值法

DB 31/859 汽车制造业（涂装）大气污染物排放标准

HJ 2300 污染防治可行技术指南编制导则

HJ 2537 环境标志产品技术要求水性涂料

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

### 3.1

**挥发性有机物** Volatile organic compounds

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。

### 3.2

**涂装** coating

液体、糊状或粉末状的一类产品，当其施涂到底材上时，能形成具有保护、装饰和/或其它特殊功能的涂层。

[GB/T 5206—2015, 定义 2.51]

### 3.3

**挥发性有机物含量** volatile organic compound content

在规定条件下，所测得的涂料中存在的挥发性化合物的含量。

注 1：所需考虑的化合物的性质和数量将取决于涂料应用的领域。对于每个应用领域来说，测定或计算的方法以及限量值是通过法规规定或双方约定。

[见 ISO4618:2006]

注 2：如果术语 VOC 是以最高沸点定义的化合物，则将沸点低于限定值的化合物看做 VOC 含量部分，而沸点高于该限定值的化合物看做为非挥发性化合物。

[GB/T23985-009, 定义 3.2]

### 3.4

**溶剂型涂料** SolventCoating material

以有机溶剂为分散介质的涂料。

### 3.5

**水性涂料** water-borne coating material

挥发物的主要成分为水的一类涂料。

[GB/T 5206—2015, 定义 2.274]

### 3.6

**粉末涂料** coatingpowder

粉末状的涂料，在其熔融（也可能要经过固化）后可制得连续的漆膜。

[GB/T 5206—2015, 定义 2.52]

### 3.7

**UV 涂料** UV coating material

暴露在紫外光辐射下固化的涂料。

4 行业生产与 VOCs 污染的产生

4.1 汽车零部件制造业涂装主要生产工艺分为前处理，涂料涂覆，涂料干燥和清洗。根据零部件材料或外观要求的不同，零部件喷涂分为3涂层体系（底漆，色漆，清漆）、2涂层体系（色漆，清漆）和单涂层体系等，主要VOCs污染产生相关的原料包括电泳液、底漆、中涂漆、色漆、清漆、罩光漆、粉末涂料、UV涂料等，主要辅料包括涂料配套的助剂、稀释剂、固化剂。典型3层涂装体系生产工艺流程图示例详见图4-1。

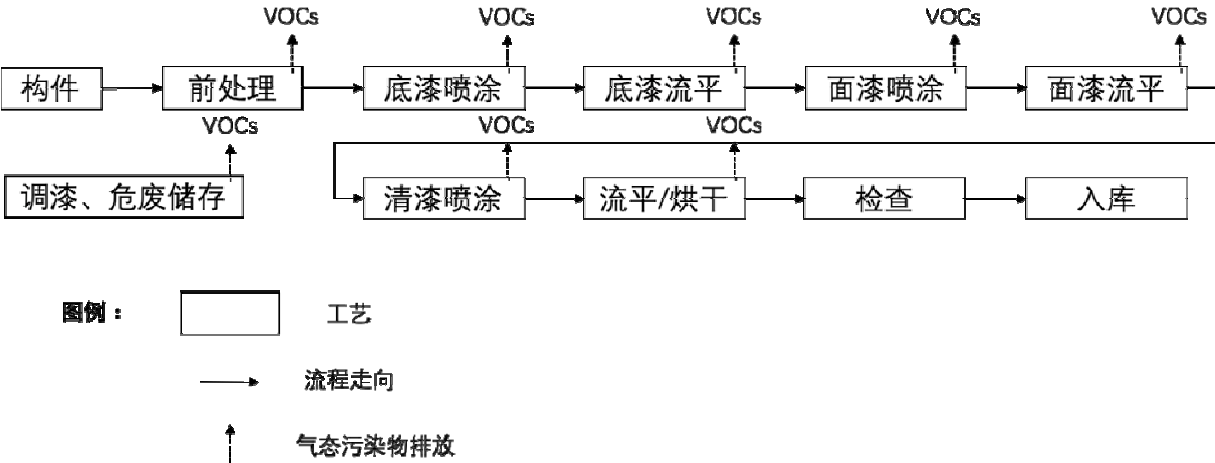


图 4-1 典型 3 层涂装体系生产工艺流程图

4.2 预处理工序：

4.2.1 金属工件预处理工序分为：碱性或酸性清洗、水冲洗、磷酸盐处理（通常为磷酸铁）、水冲洗、在碱性或酸性清洁中冲洗等步骤，将金属部件或产品喷洒或浸入清洁溶液中以溶解和去除油，油脂和污垢。清洁溶液可以是碱性或酸性的，通常包括一种或多种其他成分，如表面活性剂或缓蚀剂。之后对部件进行磷酸盐处理，为金属部件的表面提供耐腐蚀性，磷盐处理后续涂覆防锈剂或粘合促进剂。在每个处理步骤之后，通常金属部件或产品串联通过几个冲洗阶段。清洁化学品中含有 VOCs。

4.2.2 喷丸预处理，该操作使用金属小球（细颗粒）来磨蚀去除污垢和油脂，以及平滑粗糙边缘和焊缝。

4.2.3 塑料部件或产品的表面处理工序，首先对工件进行打磨以去除毛刺或其他不一致性，可能需要腻子来填充塑料部件中的任何间隙或小裂缝。对于预涂底漆的塑料部件，可能需要进行一些修补。用水或浸有酒精的抹布擦去灰尘，并去除任何剩余的表面残留物。丙酮或热水和砂砾材料溶液也可用于去除任何胶带粘合剂，污垢或灰尘。清洁化学品中含有 VOCs。

4.3 涂覆/干燥，在金属或塑料部件上涂覆涂层，然后固化或干燥涂层来完成表面涂覆，以烘干或自然晾干的方式固化涂层。涂层本身可以是液体或粉末的形式。不同类型的涂覆技术来施加涂层，涂覆技术的选择可以对所使用的涂层量和由此产生的 VOC 排放产生显著影响。涂覆和干燥是零部件生产中的主要 VOCs 排放来源。

4.4 清洗，使用清洗剂对涂覆操作有关的设备中去除涂料残余物或其他不需要的材料，包括清洁喷枪，传输线（例如管道或管道），罐和喷涂室的内部。清洗剂通常为 VOCs 溶剂。

## 5 污染预防技术

5.1 生产企业使用涂料应符合 GB24409 中有害物质含量限值规定，宜采用低 VOC 型涂料替代传统的溶剂型涂料，根据工艺情况宜使用其他种类的低 VOCs 涂料（高固体份涂料、水性涂料、粉末涂料、UV 涂料）替代传统涂料，水性涂料应符合 HJ 2537 中汽车涂料中 VOCs 浓度含量限值。

5.2 根据清洗对象的不同，清洗剂宜选用低 VOCs 清洗剂，VOCs 含量约为 5%-20%，部分清洗剂不含挥发性有机物。

## 6 过程控制技术

6.1 涂装过程相关工序，包括调漆、涂装、烘干，涂料储存等，应在密闭的设施中实施，并配备专用的换气与废气收集系统

6.2 液体涂料宜使用集中油漆循环系统，通过密封管道压送至喷涂工位。

6.3 已开盖的或非密封的含挥发性有机物的物料须设置专门的收纳储存场所，并设有排气及净化系统。

6.4 设置专门指定的调漆进行油漆的配置和调色，调漆间按负压设计要求设置排气净化系统。

6.5 无法实现局部全密闭的工序，应在喷涂工位配备排风系统。

6.6 已开盖的或非密封的含挥发性有机物的物料须设置专门的收纳储存场所，并设排气及净化系统。

6.7 涂料涂覆过程宜选用自动化、高效涂覆工艺。

6.7.1 高流低压（HVLP），油漆材料和压缩空气被引入到喷漆中，喷枪中的涂料被雾化，排出的空气将油漆颗粒输送到表面上，HVLP雾化与传统喷涂技术相比，由于施加了降低的空气压力，雾化的小涂料颗粒的数量较少。HVLP枪雾化达到了原材料使用率为40-80%，并且可以适用于任何表面。

6.7.2 静电辅助的压缩空气、无气喷涂，对于静电辅助压缩空气、无空气和空气辅助喷涂，除了无空气技术之外，涂料材料雾化类似于常规压缩空气喷涂。无气或空气辅助的无气技术的物料流量可达3000ml/min。涂覆效率约为85%。

6.7.3 静电高速旋杯/盘喷涂，可以达到高达70%的效率。与传统的喷涂相比，降低了产生的残留物、喷涂室污染、清洁剂。

6.7.4 浸涂，将被涂物体全部浸没在盛有涂料的槽中，经过很短的时间，再从槽中取出，并将多余的涂液重新流回槽内，这种方法称为浸涂法。多适用于金属零件，涂覆效率大于90%。

6.7.5 流化床喷涂（粉末），将待涂覆的部件加热至高于粉末熔点的温度。然后将热部件浸入粉末的流化床中，使粉末与其接触熔化并在部件上形成连续涂层，与浸渍槽操作相比，使用更少的涂层并且蒸发的溶剂更少。

6.7.6 辊涂，使用薄板或扁平型工具通过2个或多个水平安装的刚性辊子，由此涂料被转移涂布至薄板或工件的一面或双面的涂装工艺，应用于高粘度涂料，特别是粘合剂和小表面积，涂覆效率高。

6.7.7 锌弧喷涂，锌弧喷枪通过将两根锌线机械地送入喷枪的尖端进行操作，在那里它们通过电弧熔化。高压空气喷嘴将熔融锌颗粒吹到金属或塑料部件的表面上。

6.8 企业应实行最小化原辅物料损耗管理。

6.8.1 加强工艺与生产管理，提高色漆的分色率，减少喷涂设备切换不同颜色的清洗频次。

6.8.2 缩短涂料输送线的长度，减少换色时浪费的涂料用量和清洗剂的用量。

6.8.3 精确控制油漆用量，使用油漆回流系统，将残余在管内未使用的多余油漆回流至密闭分离模块或调漆模块，进行回收或回用，不同种类、颜色的油漆宜分开设置分离模块。

6.8.4 车间中喷枪、喷嘴、管线和油漆桶等应按需清洗，根据颜色清洗的难易程度，调整不同色漆清洗时清洗剂用量的设定。

6.8.5 喷涂、颜色混合、换色、供漆/清洗剂宜采用自动化系统。

6.9 清洗工序应设置溶剂回收装置，将废清洗剂密闭收集。

## 7 末端治理

7.1 喷漆室废气应通过有机废气处理系统处理挥发性有机物，采用吸附、吸附浓缩、氧化等工艺处理有机废气前应先去颗粒除。

7.2 喷漆废气漆雾捕集装置宜采用水帘、折流板、文丘里、静电等漆雾处理装置。

7.3 含挥发性有机物废气宜采用吸附、氧化、冷凝等或其组合工艺处理有机废气。

### 7.3.1 吸附工艺

7.3.1.1 活性炭吸附技术是利用活性炭具有很多微孔及很大的比表面积，依靠分子引力和毛细管作用的特点，使有机废气的挥发性物质吸附在其表面，从而达到净化废气的目的。活性炭吸附饱和或废气出口浓度不能满足要求时应对活性炭进行更换或再生。

- a. 入口废气颗粒物浓度宜低于  $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，温度 $\leq 40^\circ\text{C}$ 。
- b. 活性炭可作为浓缩介质，常用工艺有活性炭吸附+热蒸汽/空气解吸+冷凝回收/催化燃烧或活性炭吸附+热氮气解吸+冷凝回收

7.3.1.2 沸石/分子筛转轮是利用沸石制备而成的具有一定厚度的圆形吸附装置，一般用于中低浓度 VOCs 废气的预浓缩。沸石/分子筛转轮可分为处理区、再生区、冷却区，持续以每小时 1-6 转的速度旋转，废气浓缩倍数 15-20 倍。

- a. 入口废气非甲烷总烃浓度宜为  $50\sim 800\text{mg}/\text{m}^3$ ，颗粒物浓度宜低于  $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，相对湿度 $\leq 75\%\text{RH}$ ，温度 $\leq 40^\circ\text{C}$
- b. 脱附废气一般用催化燃烧或蓄热燃烧技术进行处理。

### 7.3.2 氧化工艺

7.3.2.1 蓄热燃烧装置（RTO）是指将工业有机废气进行燃烧净化处理，并利用蓄热体对待处理废气进行换热升温、对净化后排气进行换热降温的装置。蓄热燃烧装置通常由换向设备、蓄热室、燃烧室和控制系统等组成。入口废气 VOCs 浓度大于  $1.5\text{g}/\text{m}^3$  时，一般可达到自持燃烧。当废气浓度在低于  $1.5\text{g}/\text{m}^3$  或 RTO 设备不能达到自持燃烧时，宜采用循环风回用技术降低废气排风量、提高废气浓度。两室 RTO 的净化效率 $\geq 95\%$ ，多室或旋转式 RTO 的净化效率 $\geq 98\%$ 。

7.3.2.2 直燃式燃烧装置（TO）的燃烧最低温度为  $700^\circ\text{C}$ ，一般燃烧温度在  $700\sim 900^\circ\text{C}$ 。VOCs 净化效率 $\geq 97\%$ 。

7.3.2.3 催化燃烧装置（CO）是指利用固体催化剂将废气中的污染物通过氧化作用转化为二氧化碳和水等化合物、净化废气中污染物的设备及其附属设施；蓄热催化燃烧装置（RCO）是指采用蓄热式换热器进行直接换热的催化燃烧装置；废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等致催化剂中毒物质时，不宜采用此技术，或进行预处理去除中毒物质后使用。

7.3.3 冷凝工艺：冷凝回收技术是利用物质在不同温度下具有不同的饱和蒸汽压的性质，采用降低系统温度或提高系统压力，使处于蒸汽状态的污染物冷凝从废气中分离出来的过程，适用于单一溶剂排放且浓度较高的企业，或用于浓缩脱附废气冷凝。

## 8 涉 VOCs 危险废弃物及废水

8.1 涉 VOCs 危险废弃物包括废油漆、废油漆桶、塑料溶胶、废溶剂、过喷油漆（漆渣/油漆污泥）、沾染涂料/溶剂的物品等，应按照相关要求对危险废物进行管理、记录、贮存、处置。

8.2 涉 VOCs 废水包括电泳废水、电泳倒槽液、湿式漆雾处理装置废水等，在输送、暂存、处理过程中应密闭或加盖。