

浙江省挥发性有机物污染防治可行技术指南

汽车维修

浙江省生态环境厅
2021年11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.....	5
6 污染治理技术.....	5
7 环境管理措施.....	6
8 VOCs 污染防治可行技术.....	7
附录 A.....	9
附录 B.....	10

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，推动汽车维修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，可作为浙江省汽车维修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、宁波市生态环境科学研究院、嘉兴市瑞禾环保科技有限公司。

1 适用范围

本指南适用于汽车维修行业汽车修理与维护过程中产生的挥发性有机物污染控制。

2 规范性引用文件

本指南准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 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB 24409	汽车涂料中有害物质限量
GB/T 4754	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
GB/T 38597	低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求
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 1093	蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
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
AQ/T4274	局部排放设施控制风速检测与评估技术规范
DB 33/2146	工业涂装工序大气污染物排放标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

3.1 汽车维修

GB/T 4754-2017 中规定的汽车修理与维护（O8111），指汽车修理厂及路边门店的专业修理服务，包括为汽车提供上油、充气、打蜡、抛光、喷漆、清洗、换零配件、出售零部件等服务，不包括汽车回厂拆卸、改装、大修的活动。

3.2 喷烤漆房

加热空气介质，并在其中对设备表面进行喷漆并烘干的设备或设施，一般用于喷涂和烘烤漆。喷烤漆房一般是由房体、照明系统、送风系统、空气净化系统、加热系统、控制系统和废气净化系统组成的密闭空间。

3.3 涂装

将涂料涂覆于基底表面形成具有防护、装饰或特定功能的涂层过程，又叫涂料施工。

3.4 涂装工序

生产或施工中涂料调配、表面预处理（脱脂、除旧漆、打磨等）、涂覆（含底涂、中涂、面涂、罩光等）、流平、干燥/固化等环节的工序。

3.5 固化

由于热作用、化学作用或光作用产生从涂料形成所要求性能连续涂层的缩合、聚合或自氧化过程。

3.6 喷涂

将涂料雾化并射向工件表面进行涂装的方法。

3.7 干燥

涂层从液态向固态变化的过程。

3.8 溶剂型涂料

以有机溶剂为介质的涂料（或用有机物作为溶剂的涂料）。

3.9 水性涂料

完全或主要以水为介质的涂料。

3.10 即用状态

原料调配好后，即可用于涂装作业的状态。

3.11 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。

3.12 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。

3.13 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。

3.14 无组织排放

大气污染物不经过排气筒的无规则排放。低矮排气筒（高度低于 15 米的排气筒）的排

放属有组织排放但在一定条件下也可造成与无组织排放相同的后果。

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

完整的汽修涂装工艺包括前处理、调漆、喷烤漆等阶段，其中喷烤漆过程是核心工艺，工艺流程图见附录 A。

喷漆、烤漆，均在烤漆房中进行标准化操作。

喷烤漆操作流程为：喷漆—送风—干燥。

送风：外部空气经过初级过滤网过滤后由风机送到房顶——顶部过滤网二次过滤净化后进入房内（房内空气采用沉降式，以一定的速度向下流动，使喷漆后的漆雾微粒不能在空气中停留）——通过底部出风口被排出烤漆房外。

干燥：将风门调至烤漆位置，热风循环（烤房内温度迅速升高到预定干燥温度）——循环加热——恒温保持——达到设定的时间，烤漆结束——烤漆房内的空气经废气处理设备净化后排出。

4.2 VOCs 产排特征

汽车维修行业所产生的挥发性有机物主要来源于汽车维修过程中涂料的使用，产生 VOCs 废气的环节主要包括调漆、喷烤漆、危废处置等阶段。其中喷烤漆工段为核心工段，也是 VOCs 主要产生阶段。

汽车修理的调漆和喷漆工段的 VOCs 排放具有风量大、排放浓度波动大，不连续排放、排放温度波动大（20~80℃）、组分复杂等特征。废气主要来自于汽车油漆、溶剂中的 VOCs 成分，包括甲苯、乙酸乙酯、丁酯、醇类、苯乙烯等。

5 污染预防技术

5.1 原辅料替代技术

使用符合国家有关低 VOCs 含量产品规定的涂料、清洗剂等，有组织和无组织排放浓度稳定达标且排放速率满足相关规定的，相应生产工序可不要求建设 VOCs 末端治理设施。

对于涂料产品，低 VOCs 含量产品指符合 GB/T 38597 的水性涂料。

使用 VOCs 含量（质量比）均低于 10%原辅材料的工序，无组织排放浓度达标的，可不要求采取 VOCs 无组织排放收集和处理措施。如果存在颗粒物等其他非 VOCs 大气污染物，应采取必要的收集处理措施，确保该类大气污染物达标排放。

企业环评文件及批复或排污许可证中对 VOCs 排放总量有控制要求的，从其规定。

推广使用环境友好型原辅料。鼓励使用水性涂料等低 VOCs 含量的环境友好型涂料。

对于大型汽车维修单位，如汽车 4S 店、大型汽车维修厂、集中喷涂中心等，鼓励采用水性涂料替代。

对新建、改建、扩建的汽车维修行业喷漆生产线，建议优先使用水性涂料。

5.2 提升工艺装备水平

加快已有生产线的改造。积极对原有技术落后的生产线进行技术改造，推广采用涂着效率高的涂装工艺，鼓励使用自动调漆、配漆工艺，配备标准化烤漆房，喷漆、流平和烘干等工艺操作应置于喷烤漆房内，禁止露天和敞开式喷涂作业，使用溶剂型涂料的喷枪应密闭清洗，产生的 VOCs 废气应集中收集和治理。建议全面安装使用与生态环境部门联网的 VOCs 实时在线监测设备。

城市建成区域，应优先推行集中式喷涂中心，鼓励在集中式喷涂中心覆盖范围内逐步取消使用溶剂型涂料的小型汽修喷涂车间。集中式喷涂中心应配备至少 4 个喷漆房。

6 污染治理技术

6.1 一般原则

应加强对汽修行业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。

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。

挥发性有机物治理技术主要包括低温冷凝技术、吸收技术、吸附技术、焚烧技术、催化燃烧技术等。根据涂料的类型不同，VOCs 处理技术也不尽相同。汽车维修的调漆、喷漆工序以及危废处置车间是 VOCs 产生的主要工序，因此根据喷漆工序 VOCs 产生特征，可以采用固定床吸附技术、催化燃烧技术和水喷淋吸收技术等。

6.2 吸附法

该技术利用吸附剂（活性炭、分子筛等）吸附废气中的 VOCs，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。建议汽修行业采用固定床吸附技术。以活性炭为吸附剂的宜采用颗粒炭，不建议年溶剂型原辅料使用量大于 5 吨的汽车维修企业采用一次性活性炭吸附抛弃法。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

该技术适用于调漆、喷涂、烤漆或混合废气的治理。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。汽修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°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。该技术的参数应满足 HJ 2026 的相关要求。该技术的参数应满足 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。

6.3 燃烧法

通过热力燃烧或催化燃烧的方式，使废气中的 VOCs 反应转化为二氧化碳、水等物质，简称燃烧技术。汽修行业常用的燃烧技术一般为催化燃烧技术（CO）。采用燃烧法处理含卤化物废气时，应采用高效大孔树脂吸附装置等进行预处理。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。

6.3.1 催化燃烧技术（CO）

该技术适用于烘干废气的治理。在催化剂作用下，废气中的 VOCs 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。当废气中含有硫化物、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。该技术的参数应满足 HJ 2027 的相关要求。

6.4 水喷淋吸收技术

该技术适用于汽修行业水性涂料废气的治理。利用水性涂料中 VOCs 组分易溶解于水的特点，在废气通过水喷淋塔时，吸收易溶解组分，达到净化目的。

7 环境管理措施

7.1 一般原则

企业应根据实际情况优先采用污染预防技术，若仍无法稳定达标排放，应采用适合的末端治理技术。

新建、改建、扩建项目应优先使用水性涂料等污染物产生水平较低的涂料。

规范原料、有机化学品储存。所有含 VOCs 原辅料应采取密封存储和密闭存放，以减少 VOCs 无组织排放。属于危化品的管理应符合危化品储存相关规定。

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，以及溶剂回收量等信息。台账保存期限不少于五年。

7.3 无组织排放控制措施

7.3.1 储存和贮存过程控制措施

对所有有机溶剂和含有机溶剂的原辅料采取密闭存储和密闭存放，减少使用小型桶装涂料、稀释剂，减少无组织废气排放。

7.3.2 原料调配和喷漆、烤漆过程控制措施

溶剂型涂料、稀释剂等调配作业应在密闭间内完成，调配结束后应将剩余的所有涂料及含 VOCs 的辅料送回储存间。

7.3.3 喷漆、烤漆过程控制措施

喷涂、烤漆等工序应在有效 VOCs 收集系统的密闭空间内进行，喷涂、烤漆结束后应将剩余的所有涂料及含 VOCs 的辅料送回储存间。

7.4 污染治理设施的运行维护

企业应按照相关法律法规、标准和技术规范等要求运行污染治理设施，并定期进行维护和管理，保证治理设施正常运行，污染物排放应符合 GB 16297、GB 37822、GB 14554、DB33 2146 等的要求。

企业应按照 GB/T 16157 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。

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

类型	可行技术	技术适用范围
预防技术	水性涂料替代技术	对于大型汽车维修单位，如汽车4S店、大型汽车维修厂、集中喷涂中心等，鼓励采用水性涂料替代。 对新建、改建、扩建的汽车维修行业喷漆生产线，建议优先使用水性涂料
	集中喷涂中心	城市建成区域，应优先推行集中式喷涂中心，鼓励在集中式喷涂中心覆盖范围内逐步取消使用溶剂型涂料的小型汽修喷涂车间。集中式喷涂中心应配备至少4个喷漆房
治理技术	分散吸附-集中再生活性炭法	适用于不具备建设集中式喷涂中心条件的地区汽修单位的调漆、喷涂、烤漆工序废气的VOCs治理
	多级过滤（仅针对喷涂废气）+活性炭/固定床分子筛吸附浓缩+CO	适用于大型汽车维修单位的调漆、喷涂、烤漆或混合废气的VOCs治理
	水喷淋吸收法	适用于水性涂料使用生产线废气治理

附录 A

(资料型附录)

汽车维修工艺流程

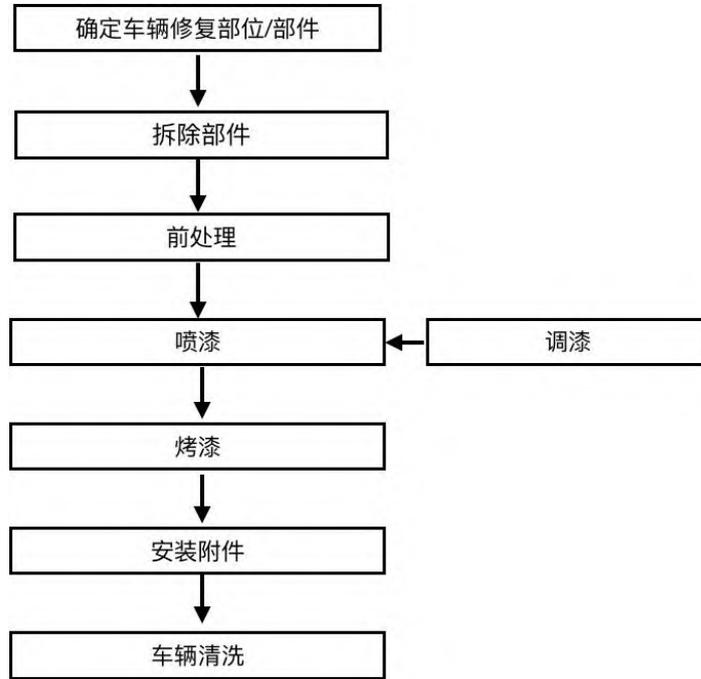


图 A.1 汽车维修工艺流程示意图

附录 B

(资料型附录)

汽车修理废气收集技术

B.1 废气收集的一般规定

汽车维修行业产生废气的生产工序是调漆、喷烤漆和危废处理过程。为减少无组织排放，最大限度的控制 VOCs 排放量，应做好废气收集工作。

应根据废气性质、排放方式及污染物种类、浓度等，分类收集工业涂装工序产生的废气。

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 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（如涂装车间、烘干车间、流平晾干车间等），换风次数应满足设计要求。密闭区域内换风次数原则上不少于 20 次/h，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。

采用整体收集并且有人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。

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。

纯颗粒物的收集系统应独立于 VOCs 收集系统，收集处理应符合相关规范要求。VOCs 废气中的漆雾及颗粒物进入收集系统前应先进行除尘预处理。水帘柜（或水幕）需定期换水时，应做好换水台帐记录（包括换水水量、时间等），并确保换水废水达标排放。如颗粒物有爆炸危险性，收集系统应符合 AQ 4273 的规定。

VOCs 污染气体的收集和输送应满足 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。涂装工艺设计及废气收集应注意满足安全作业相关规定。

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。

废气收集系统不宜跨越防火分区，如无法避免，在跨越处的风管应设置防火阀并符合 GB 50016 的规定。

B.2 工艺过程废气收集

调漆、喷烤漆和危险废物处理过程必须在封闭空间中进行，配备废气收集设施。密闭操作空间内换风次数不少于 20 次/小时；若采用车间整体密闭换风，车间换风次数不少于 8 次/小时。

废气收集设施推荐采用密闭罩或半密闭罩的方式，保证有机废气总收集效率不低于 90%。

a) 采用密闭收集时，应满足的条件为：四周墙壁或门窗等密闭性好，收集总风量能确保开口处保持微负压（敞开截面处的吸入风速不小于 0.5m/s），保证废气不外泄。

b) 采用半密闭罩收集时，应满足的条件为：污染物产生点（面）处，往吸入口方向的控制风速不小于某一数值（喷漆不小于 0.75m/s，其余不小于 0.5m/s）。

收集系统与生产设备自动同步启动，调漆间、喷漆间、危废储存车间的废气经收集后统一送入到废气处理设施集中处理。

废气收集设施出口设置便于采样、监测的采样口和采样监测平台，并预留采样接地电源。