

# 团 体 标 准

T/ACEF 009—2020

---

## 汽车维修业大气污染防治 可行技术指南

Guidelines on available techniques of air pollution prevention and control  
for automotive refinishing industry

2020-12-31 发布

2021-01-01 实施

---

中华环保联合会 发布



## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 工艺过程及产污环节 .....	2
5 污染治理技术 .....	3
6 环境管理要求 .....	5
附录 A（资料性附录）汽车维修工艺流程及其产排污节点 .....	7

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中华环保联合会提出并归口。

本文件起草单位：北京市环境保护科学研究院、广汽本田汽车有限公司、深圳市生态环境监测站、北京燕长风汽车销售服务有限公司、北京市理化分析测试中心、中华环保联合会 VOCs 污染防治专业委员会。

本文件主要起草人：李珊珊、陈鹏、区润桦、张月、王冬、刘德全、周志华、邢敏、曾奕聪、熊凯、常春、龙华、邵鹏、吴克食、魏炜、许夏。

# 汽车维修业大气污染防治可行技术指南

## 1 范围

本文件提出了汽车维修业大气污染防治可行技术和环境管理要求。

本文件适用于使用或部分使用溶剂型或水性涂料进行喷涂、烘干等作业的汽车维修企业和集中喷涂中心。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- 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 24409 汽车涂料中有害物质限量
- GB 31571 石油化学工业污染物排放标准
- GB 37822 挥发性无机物无组织排放控制标准
- GB/T 7701.1 煤质颗粒活性炭 气相用煤质颗粒活性炭
- GB/T 16739.1 汽车维修开业条件 第1部分：汽车整车维修企业
- GB/T 16739.2 汽车维修开业条件 第2部分：汽车综合小修及专项维修业户
- GB/T 38597 低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求
- 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技术规范
- HJ/T 1 气体参数测量和采用的固定装置
- 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 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
- DB 11/1228 汽车维修业大气污染物排放标准
- DB 50/661 汽车维修业大气污染物排放标准
- DB 11/T 1426 汽车维修业污染防治技术规范

## 3 术语和定义

GB 31571、GB 37822、DB 11/1228和DB 50/661界定的下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**汽车维修企业** automotive refinishing plant

从事汽车修理、维护和保养服务的企业和个体经营户。本文件中汽车维修企业应符合GB/T 16739.1或GB/T 16739.2中的相关要求。

[来源：DB 50/661-2016，定义3.1]

### 3.2

#### 喷烤漆房 spray booths

可以加热空气介质，并在其中进行喷漆、烘烤作业的装置。

[来源：DB 11/1228-2015，定义3.2]

### 3.3

#### 挥发性有机物 volatile organic compounds

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

[来源：GB 31571-2015，定义3.11]

### 3.4

#### 非甲烷总烃 non-methane hydrocarbons

采用规定的监测方法，氢火焰离子化检测器有响应的除甲烷外的气态有机化合物的总和，以碳的质量浓度计。

[来源：GB 37822-2019，定义3.3]

### 3.5

#### 无组织排放 fugitive emission

大气污染物不经过排气筒的无规则排放，包括开放式作业场所逸散，以及通过缝隙、通风口、敞开门窗和类似开口（孔）的排放等。

[来源：GB 37822-2019，定义3.4]

### 3.6

#### 溶剂型涂料 solvent coating

以有机溶剂为分散介质而得到的涂料。

### 3.7

#### 水性涂料 water-borne coating material

以水为溶剂或以水为分散介质的涂料。

[改编自：DB 11/1228-2015，定义3.14]

## 4 工艺过程及产污环节

4.1 汽车维修工艺流程主要包括检修、装配、喷烤漆等工序。具体的工序主要包括汽车修补部位表面处理、打腻子、喷烤漆（底漆、面漆、罩光清漆）、上蜡打磨等步骤。

4.2 汽车维修工艺过程中会产生废气、噪声、固废等污染，但其主要排放的大气特征污染物为 VOCs。VOCs 主要来自于打腻子工艺和喷烤漆工艺中使用的原辅料溶剂的挥发，以及储存和调配漆料的挥发。主要 VOCs 产生相关原料包括底漆、面漆（色漆）、罩光清漆等，主要辅料包括漆料配套的助剂、稀释剂、固化剂等。

4.3 腻子中溶剂挥发：腻子中含有以苯乙烯为主的挥发性有机物，在使用过程中会挥发到空气中。汽车修理过程中打腻子是在车间中进行的，腻子中的挥发性有机物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。

4.4 喷烤漆工艺油漆溶剂挥发：喷烤漆工艺产生了汽车维修过程中主要 VOCs 排放。喷烤漆工序包括了底漆、面漆、罩光清漆的喷涂，所有操作均在喷烤漆房内完成，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，通过处理设备处理从排气筒有组织排放至空气中。

4.5 储存及调配油漆溶剂的挥发：喷涂前漆料的储存及调配也会产生 VOCs。储存过程中一经开盖的漆料其挥发性有机物就会挥发至环境中，未加盖和密封不严的漆料挥发量会增加；调配、取用漆料过程中也会有 VOCs 挥发至空气中；操作过程中遗撒到桌面、地面的漆料 VOCs 也会完全挥发至空气中。

## 5 污染治理技术

### 5.1 一般规定

5.1.1 汽修企业喷烤漆工艺必需在喷烤漆房内完成，喷烤漆房应严格密闭，产生的废气由收集装置收集后通过处理装置进行处理后，通过排气筒进行排放。

5.1.2 汽修企业废气在进行 VOCs 处理前应先去漆雾和颗粒物，应设置有效的漆雾预处理装置，一般分为干法和湿法两大类。一般汽修企业可采用干式去除法，即使用过滤棉过滤漆雾和颗粒物，并且定期更换过滤棉；大型汽修企业可采用湿式去除法，如湿式水帘，文丘里法等，湿式水帘须满足 HJ/T 388 的相关要求。

5.1.3 汽修企业 VOCs 末端处理技术包括吸附法、吸收法、燃烧法和联用的活性炭吸附+催化燃烧法、转轮吸附浓缩+催化燃烧法，其技术难易程度、设备成本和运行成本不尽相同。考虑到汽修企业 VOCs 排放属于中低浓度排放，不适用于燃烧法。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。

表1 不同VOCs废气处理工艺对比

技术名称	技术难易程度	设备成本	运行成本
吸附法	易	低	中
吸收法	易	低	中
燃烧法	难	高	高
活性炭吸附+催化燃烧法	难	中	中
转轮吸附浓缩+催化燃烧法	难	高	高

### 5.2 吸附法

5.2.1 吸附法是利用各种固体吸附剂(如活性炭、分子筛、活性氧化铝和硅胶等)对排放废气中的 VOCs 进行吸附，从而达到净化废气的目的。

5.2.2 对于风量小于 1000 m<sup>3</sup>/h，非甲烷总烃浓度低于 50 mg/m<sup>3</sup> 的汽修企业，可采用符合技术要求的吸附法。

5.2.3 吸附法净化效率不低于 90%，可与其他治理技术联合使用。由于吸附剂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。

5.2.4 活性炭吸附仅适用于采用溶剂型涂料的汽修企业，采用水性涂料的汽修企业采用活性炭吸附时需在前处理阶段采取疏水处理，也可采用沸石作为吸附剂。

5.2.5 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/m<sup>3</sup>。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。

5.2.6 吸附工艺应该满足 HJ 2026 的规范要求，固定床吸附装置应符合 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。

5.2.7 吸附装置应按照 GB 20101 要求在进出口的风管应设置压差计，以测定经过设施的气流阻力（压降），压差宜控制在 300~350 Pa，超出该压力范围时应对处理设施进行维护。

5.2.8 吸附剂应具有较大比表面积和孔隙率，具有良好的选择性，具有较强的吸附能力和较大的吸附容量，满足机械强度、化学稳定性和热稳定性好、易于再生、使用寿命长等要求。采用煤质颗粒活性炭为吸附剂时，其性能参数应符合 GB/T 7701.1 的要求。

5.2.9 更换填料或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和处置。异位再生或废弃的活性炭在转移处理之前应采用密闭容器贮存，防止被吸附的挥发性有机物挥发。

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 <sup>3</sup>	2.0~2.2	1.9~2.2	0.2~0.8
粒密度	g/cm <sup>3</sup>	0.6~1.0	-	-
堆积密度	g/cm <sup>3</sup>	0.35~0.60	0.15~0.60	0.03~0.05
孔隙率	%	33~45	45~75	50~80
细孔容积	cm <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> /g	700~1500	700~1600	800~2000

### 5.3 活性炭吸附+催化燃烧法

5.3.1 活性炭吸附+催化燃烧治理技术主要由预处理、吸附、脱附和催化燃烧装置组成。预处理阶段废气集中收集后进入预处理器，经过预处理后，废气中的颗粒物含量和温度、湿度被控制在合适范围内。吸附阶段将经过预处理后的废气均匀分配至各组活性炭吸附单元，有机废气通过活性炭进行吸附净化后，通过主风机经排气筒达标排放。脱附阶段是利用热空气对饱和的活性炭吸附单元进行脱附再生。脱附后的废气经过催化燃烧装置进行处理后达标排放。

5.3.2 该技术适用于喷漆业务较多的大型汽修企业或集中喷涂中心，适宜净化的废气浓度小于 200 mg/m<sup>3</sup>。

5.3.3 该技术去除效率为 80%~90%，活性炭使用寿命约 1~3 年，催化剂使用寿命约 3~5 年。因活性炭可脱附再生，装填量偏少。宜使用蜂窝状活性炭，阻力较小约 600~800 Pa。

5.3.4 吸附装置的应用要求同吸附法。配套的原位再生手段（脱附）设施，应有规范的管理制度，明确再生周期，并有相应的记录；根据废气浓度、废气排放量、吸附剂的使用量以及企业的生产时间，明确吸附剂的再生周期，定期进行吸附剂再生。

5.3.5 催化燃烧工艺应该满足 HJ 2027 的规范要求，装置的基本性能应该满足 HJ/T 389 的要求。催化燃烧装置运行温度宜为 250℃~500℃，应根据废气成分与催化剂种类而设定。

5.3.6 催化燃烧装置的净化效率不得低于 97%，压力损失应不大于 4000 Pa。

5.3.7 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/m<sup>3</sup>；不得含有引起催化剂中毒的物质。

5.3.8 VOCs 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。

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

#### 5.4 转轮吸附浓缩+催化燃烧法

5.4.1 转轮吸附浓缩+催化燃烧治理技术主要由预处理设备、分子筛转轮、吸附风机、脱附风机和催化燃烧装置组成。废气经预处理后，在确保进入分子筛转轮的废气温度不超过 40℃，相对湿度不超过 80%的情况下，首先经过吸附区吸附，达标废气在吸附风机的作用下由排气筒排放。另一部分预处理后的废气，按照浓缩比进入到脱附后的冷却区，经过冷却的废气，通过脱附换热器加热，将温度加热到 180℃~200℃后进入脱附区，再经过脱附作业后，转轮表面的 VOCs 废气全部进入到脱附废气，随后进入预热加热器进行加热作业，确保废气温度达到催化燃烧装置的最低要求。整个转轮按照吸附、脱附、冷却三个作业模式，不停旋转，从而确保排放的废气始终稳定达标。

5.4.2 该技术适用于集中喷涂中心，较适合连续运行的工况。适宜净化的废气浓度小于 1000 mg/m<sup>3</sup>。

5.4.3 该技术去除效率为 85%~95%，转轮使用寿命约 10 年，催化剂使用寿命约 3~5 年。转轮为蜂窝结构，阻力较小，约 800~1000 Pa。

5.4.4 VOCs 废气首先经过预处理段，使废气中的粉尘含量不超过 1 mg/m<sup>3</sup>，确保进入转轮的废气温度不超过 40℃，相对湿度不超过 80%。

5.4.5 催化燃烧装置相关要求同 5.3 中的要求一致。

## 6 环境管理要求

### 6.1 源头及过程控制要求

6.1.1 汽车维修过程中使用的处于即用状态的涂料挥发性有机物含量应符合 GB 24409 要求，推荐使用符合 GB 38597 的漆料。

6.1.2 按照 GB 37822 中相关要求对原料的储存、运输、调配及使用过程进行管理。

6.1.3 喷漆作业要采用 RP 喷枪和 HVLP 喷枪等高效喷涂设备，宜根据涂料性质差异选择相应规格的喷枪。使用有机溶剂清洗喷枪时，应在密闭设施内清洗并配备挥发性有机物处理设施。

6.1.4 喷烤漆工序以外的其他工序的废气污染防治参照 DB 11/T 1426 执行。

### 6.2 治理设施运行维护要求

6.2.1 治理设施的管理应纳入企业的生产管理中，需配备管理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。

6.2.2 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，保证设施正常运行。主要维护记录内容包括：

- a) 治理装置的启动、停止时间。
- b) 吸附剂、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。
- c) 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装置内温度数据。
- d) 主要设备维修情况。
- e) 运行事故及维修情况。
- f) 吸附法产生的危险废物、污水等处置情况。

### 6.3 监测要求

6.3.1 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 HJ/T 1 要求，并在排放口周边悬挂对应的标识牌。

6.3.2 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宜在 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。

6.3.3 厂区内 VOCs 无组织排放监控按 GB 37822 规定执行。

## 附录 A

(资料性附录)

## 汽车维修工艺流程及其产排污节点

