

# 广东省汽车维修业大气污染物排放标准 编制说明

（征求意见稿）

标准编制组

二零二三年九月

# 目 录

1.项目背景.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 编制过程.....	2
2.汽修行业废气排放及控制概况.....	4
2.1 汽修行业概述.....	4
2.1.1 汽修企业的分类.....	4
2.1.2 汽修行业的现状与发展.....	5
2.2 汽修行业与废气排放.....	5
2.2.1 汽修行业工艺及产污环节.....	5
2.2.2 颗粒物排放.....	6
2.2.2 VOCs 排放.....	7
2.3 汽修行业废气防治技术.....	10
2.3.1 源头控制.....	10
2.3.2 过程控制.....	11
2.3.3 末端控制.....	12
2.4 国内外标准梳理.....	15
2.4.1 国外标准.....	15
2.4.2 国内标准.....	19
2.4.3VOCs 含量对比.....	24
3.广东省汽修行业调查.....	29
3.1 广东省汽修企业基本信息.....	29
3.2 广东省汽修行业污染物排放现状.....	30
3.2.1 涂料使用现状.....	31
3.2.2 污染物产生与治理现状.....	32
3.2.3 污染物有组织排放现状.....	40
4.标准制定的必要性.....	41
4.1 贯彻国家政策方针.....	41
4.2 广东省生态环境厅的要求.....	43

4.3 提高行业污染防治技术与监管水平 .....	45
4.4 推动行业持续健康发展 .....	46
4.5 保护环境及人体健康 .....	46
5.标准制定的依据及思路 .....	47
5.1 标准制定的依据 .....	47
5.2 标准制定的思路 .....	48
6.标准主要技术内容 .....	49
6.1 标准适用范围 .....	49
6.2 术语及定义 .....	49
6.3 污染物项目选择 .....	52
6.4 污染物排放限值及控制要求 .....	53
6.4.1 涂料及清洗剂控制要求 .....	53
6.4.2 有组织排放控制要求 .....	55
6.4.3 无组织排放控制要求 .....	58
6.5 污染物监测要求 .....	59
6.5.1 一般要求 .....	59
6.5.2 涂料及清洗剂 VOC 含量检测要求 .....	60
6.5.3 有组织排放监测要求 .....	60
6.5.4 无组织排放监测要求 .....	61
6.5.5 监测方法 .....	62
7.行业建议 .....	63
7.1 污染治理建议 .....	63
7.1.1 油漆水性化替代 .....	63
7.1.2 优化处理工艺 .....	63
7.1.3 改进监测方法 .....	64
7.1.4 采用“分散收集，集中治理”污染治理模式 .....	65
7.2 经营管理建议 .....	65
8.效益分析 .....	66
8.1 经济效益分析 .....	66

8.2 社会效益分析.....	68
9.实施建议.....	69

# 1.项目背景

## 1.1 任务来源

近年来，随着国民经济的飞速发展和人民生活水平的提高，汽车保有量急剧增长，相应的汽车修理养护服务需求不断扩大，汽车修理企业扩展势头迅猛。目前汽车修理企业类型主要有品牌 4S 店、综合修理厂、快修（连锁）店和专项修理店等类型。一般 4S 店和综合修理厂配有喷漆烤漆房，开展喷漆烤漆维修业务，而喷漆烤漆工艺会产生挥发性有机物（VOCs）、颗粒物等大气污染物。

VOCs 在城市群区域大气复合型污染过程中扮演着关键角色。一方面，VOCs 是光化学污染的重要前体物，在一定的光照和温湿度等条件下，活性较强的 VOCs 物种可和氮氧化物发生光化学反应，生成臭氧、过氧化物和醛类等光化学氧化剂，增加大气氧化性，形成光化学污染。另一方面，VOCs 与二次有机气溶胶 SOA 也有着密切的关联。一些活性较强的 VOCs 物种，能与大气中的羟基自由基·OH、O<sub>3</sub> 等氧化剂发生多途径反应，形成有机酸、多官能团羰基化合物、硝基化合物等半挥发性有机物，再通过吸附、吸收等过程进入颗粒相，生成二次有机气溶胶。

此外，VOCs 的排放也是恶臭的主要来源之一。恶臭作为一种感觉污染，对人体的影响分为心理和生理两类。一方面，恶臭会使人的感觉器官收到刺激，使人心情烦躁、压抑。已有研究表明，恶臭物质特别是室内污染物会使人的情绪焦虑不安，最终产生心理健康问题，长时间的恶臭影响甚至会使人的社会行为产生改变，可能诱发犯罪行为从而给家庭和社会都带来危机。另一方面，恶臭对生理的影响是多方面的，主要表现有使人体反射性地抑制吸气，造成呼吸障碍、恶臭对神经系统有较大的毒害作用，若长期受到低浓度恶臭的刺激，会丧失嗅觉，大脑皮层兴奋与抑制的调节功能也会随之失调、打破人体原有的新陈代谢，使分泌和消化系统变得紊乱，造成食欲不振、恶心呕吐等后果。

大气颗粒物污染的危害主要是环境危害和人体危害。颗粒物中 1μm 以下的微粒在大气中沉降慢、存留久，能够被吹送到很远的地方，故颗粒物的污染往

往波及很大区域。粒径在  $0.1\sim 1\mu\text{m}$  的颗粒物，与可见光的波长相近，对可见光有很强的散射作用，是造成大气能见度降低的主要原因。大量的颗粒物干扰太阳和地面的辐射，对地区性甚至全球性的气候发生影响。由细颗粒物造成的雾霾对人体健康的危害甚至比沙尘暴更大。粒径  $10\mu\text{m}$  以上的颗粒物，会被挡在人的鼻子外面；粒径在  $2.5\mu\text{m}$  至  $10\mu\text{m}$  之间的颗粒物，能够进入上呼吸道；而粒径在  $2.5\mu\text{m}$  以下的细颗粒物，直径相当于人的头发  $1/10$  大小，会被吸入人的支气管和肺泡中并沉积下来，引起或加重哮喘、支气管炎等呼吸系统疾病。这些颗粒通过支气管和肺泡进入血液，其中的有毒有害物质对人体健康的伤害更大。

目前我国对汽车维修行业大气污染物排放还未制定具有行业针对性的排放标准，仅有部分省份或城市出台了针对汽修企业的标准，如北京、重庆、深圳上市、江苏，而广东省汽车维修企业执行的是《大气污染物综合排放标准》（DB44/217）或《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》（DB44-2367），该标准仅对汽车修理过程中排放的大气污染物规定了排放限值，但未对大气污染物产生的主要环节喷涂烤漆提出要求，导致各级环保部门对该行业较难开展有效的监管，污染控制效果也不尽如人意。另外，随着污染控制技术的快速发展，汽车维修行业执行的排放标准限值较宽松，已经无法适应当前污染物减排工作的需求，因此迫切需要制定汽车维修行业大气污染物排放标准，明确其生产过程中各类大气污染物的排放限值和 control 要求。

为了填补汽修行业大气污染物排放标准的空白，提升广东省区域空气质量，2021 年 8 月，广东省市场监督管理局发布《广东省市场监督管理局关于征集 2021 年第一批地方标准制修订计划项目的通知》（粤市监标准〔2021〕171 号），由华南理工大学牵头，广汽本田汽车有限公司、广东省道路运输协会、广州环境保护产业协会、广州质量监督检测研究院参与的《汽车维修业大气污染物排放标准》获批立项。

## 1.2 编制过程

本标准相关工作自 2021 年 7 月 28 日立项起开始筹备，于 2021 年 12 月 7 日

召开大气排放标准启动会，成立了标准制定小组，2022年1月20日召开内部第一次会议，明确标准制定工作流程以及各单位分工，开展资料收集和对汽修行业的调研工作，具体安排如下：

（1）2021年9月-2022年3月

成立标准编制小组，完成前期资料调研，总结梳理国内外汽车维修业相关标准。

（2）2022年4-5月

开展线上调研相结合，通过发放问卷的方式，了解广东省181家汽车维修业的基本信息，包括企业的数量，地区分布，初步掌握汽车维修业的污染排放现状、治理现状、监管现状，企业的营收与环保投入等。

（3）2022年5-7月

根据线上调研的结果，筛选出33家汽车维修业开展实地调研，深入了解原辅材料使用情况、排污工艺情况及污染物排放治理现状。

（4）2022年7-10月，2023年2-5月

分析线上线下调研情况，对16家典型汽车维修企业开展现场监测，对原辅材料VOCs含量及调漆、打磨、刮腻子、喷漆、烤漆全过程工艺大气污染物排放情况进行特征物质分析及监测。

（5）2023年6-9月

根据前期获取的所有内容和分析结果，标准编制小组召开研讨会，对标准的框架结构和内容进行充分讨论，完成《广东省汽车维修业大气污染物排放标准》初稿和编制说明，并征求相关管理部门、行业专家和汽修企业等多方的意见。

（6）2023年10-12月

根据收集的相关管理部门、行业专家和汽修企业等多方的意见，完成标准公开征求意见，最终完成并提交《广东省汽车维修业大气污染物排放标准》送审稿及编制说明。

## 2.汽修行业废气排放及控制概况

### 2.1 汽修行业概述

#### 2.1.1 汽修企业的分类

《机动车维修管理规定》实施细则中机动车维修经营包括从事汽车维修、危险货物运输车辆维修、摩托车维修和其他机动车维修（指从事转向作业的轮式车辆和拖拉机运输机组的维修）经营。

我国汽车维修企业根据经营项目和服务能力分为可从事一类维修或者二类维修业务的整车维修企业和可以从事三类维修业务的专项维修企业。一类汽车整车维修企业和二类汽车整车维修企业（GB/T16739.1 汽车维修业开业条件第 1 部分：汽车整车维修企业）是指有能力对所维修车型的整车、各个总成及主要零部件进行各级维护、修理及更换，使汽车的技术状况和运行性能完全（或接近完全）回复到原车的技术要求，并符合相应国家标准和行业标准的规定的汽车维修企业。汽车专项维修业企业（GB/T16739.2 汽车维修业开业条件第 2 部分：汽车专项维修业户）是指从事汽车发动机、车身、电气系统、自动变速器、车身清洁维护、喷涂、轮胎动平衡及修补、四轮定位监测调整、供油系统维护及油品更换、喷油泵和喷油器维修、曲轴修磨、气缸磨、散热器（水箱）、空调维修、汽车装潢（篷布、布垫及内装饰）、汽车玻璃安装等专项维修作业的业户（三类）。如表 2-1 所示。

表 2-1 各类汽车维修行业营业范围

分类	简介
一类	从事汽车大修和总成修理生产的企业，此企业也可从事汽车维护、汽车小修和汽车专项修理生产。
二类	从事汽车一级，二级维护和汽车小修生产的企业。汽车维护是指为维持汽车完好技术状况或工作能力而进行的作业。汽车小修是指用更换或修理个别零件的方法，保证或恢复汽车工作能力的运行性修理。
三类	专门从事汽车专项修理（或维护）生产的企业和个体户，专项修理（或维护）。主要项目为车身修理、涂漆、篷布、坐垫及



	内装装饰修理、电器、仪表修理、蓄电池修理、散热器、油箱修理、轮胎补修、安装汽车门窗玻璃、空调器、暖风机修理、喷油器、化油器修理、曲轴修磨、汽缸镗磨、车身清洁维护等。
--	--

### 2.1.2 汽修行业的现状与发展

汽车维修行业依托我国庞大的汽车后市场，据统计，我国的汽车后市场规模已达万亿，随着汽车总量的提升，汽车维修市场规模将进一步扩大。

随着我国经济形势稳定向好，汽车销售量逐年增长，从2018年的负2.8%，2019年的负8.2%，2020年的负1.9%，到2021年实现正增长，其中新能源车年销量达352.1万辆，同比增长157%，是带动增长的主力军。截至2022年3月底，全国机动车保有量达4.02亿辆，其中汽车3.07亿辆，占机动车总量的76.37%；新能源汽车保有量达891.5万辆，占汽车总量的2.9%，呈高速增长态势。汽车销量的增长势必会带来汽车维修保养业务的提升，汽车维修市场发展潜力巨大。

截止至2022年6月，广东省汽车维修企业数量约占全国43%，分为一、二、三类。一类维修企业包括汽车品牌授权的4S店以及一些规模较大的汽修企业，约占维修企业总量的2%。二类维修企业包括部分4S店所设立的维修服务网点，以及具体一定规模和技术水平的维修企业，约占到总量的10%。三类维修厂是规模较小，技术水平较低的维修企业，约占到总量的88%，其中有喷漆工序的汽修企业占比约10%左右。

## 2.2 汽修行业与废气排放

汽车维修业污染物排放主要包括颗粒物与VOCs，另外，企业在作业过程中，使用的机油、清洗剂、油漆等产生的异味也不容忽视。

### 2.2.1 汽修行业工艺及产污环节

汽车维修是指对车辆的维护和修理，通过技术手段对出现故障的车辆进行排查并找出故障原因，采取措施排除故障并使车辆达到一定的性能和安全标准，在汽车维修的过程中会产生有毒有害的废气，包括过程中产生的颗粒物排放、VOCs 排放。

待维修车辆进入汽修企业，企业首先对车辆进行分类，分为车辆保养与车辆维修，再根据不同分类实行不同的工艺步骤进行维修。汽修行业的颗粒物排放主要集中在打磨找平与打磨抛光环节，VOCs 排放主要集中在涉及油漆作业的喷漆及配套的相关工序，包括油漆调配过程、油漆转移过程、喷漆及干燥过程、腻子涂抹及干燥过程等。

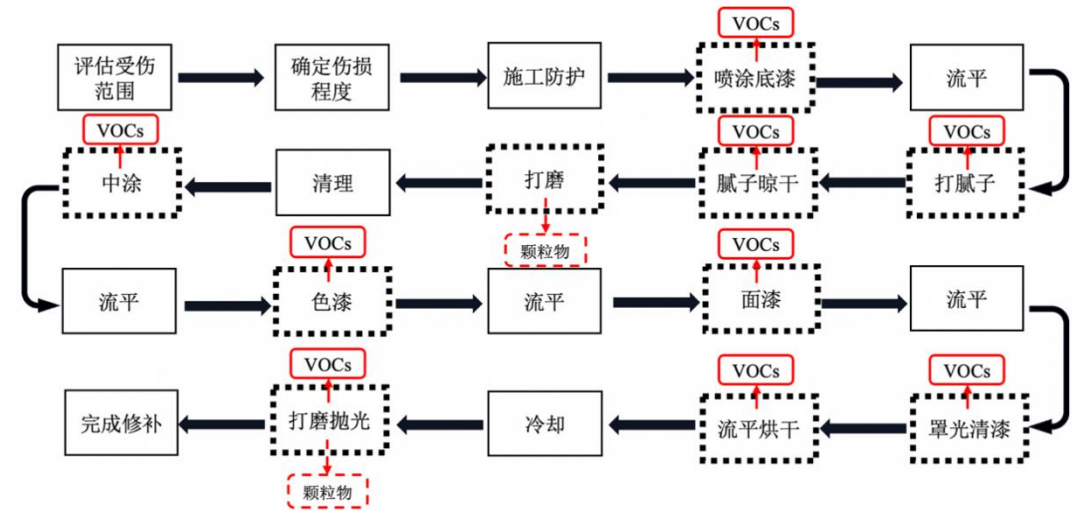


图 2-1 车辆维修工艺及产污环节

### 2.2.2 颗粒物排放

大气颗粒物（Atmospheric Particulate Matters）是大气中存在的各种固态和液态颗粒状物质的总称。各种颗粒状物质均匀地分散在空气中构成一个相对稳定的庞大的悬浮体系，即气溶胶体系，因此大气颗粒物也称为大气气溶胶。根据颗粒物大小，可分为总悬浮颗粒物(Total Suspended Particulate，简称 TSP)、可吸入颗粒物(Inhalable Particles，一般称为  $PM_{10}$ )、细颗粒物(Fine Particles，一般称为  $PM_{2.5}$ )，其中  $PM_{10}$  为可吸入胸部的颗粒物， $PM_{2.5}$  指能够进入人体肺泡的颗粒，二者对人体具有较大的危害。

汽修行业的颗粒物排放主要来自于待维修车辆的表面处理，主要涉及的工序是打磨，采用砂纸、浮石、细石粉等摩擦介质摩擦待维修车辆表面，主要作用是除锈及清除那些旧的、已经遭到破坏了的涂层等。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。打磨环节包括喷漆前的打磨找平与喷漆后的打磨抛光环节，喷漆前的打磨找平环节是为了清除待维修车辆表面的毛刺、浮锈、油雾、灰尘等粗颗粒及杂质，以获得平整的表面，有利于提高后续油漆涂层的附着力；喷漆后的打磨抛光环节是为了提高涂层的光泽度。

### 2.2.2 VOCs 排放

VOCs 是指常温下饱和蒸汽压大于 133.32Pa、标准大气压 101.3kPa 下任何能挥发的有机固体或液体。根据世界卫生组织定义，VOCs 是指在常压下，沸点 50~260℃ 的各种 VOCs。美国联邦环保署（EPA）定义，VOCs 是 CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵以外的任何参加大气光化学反应的碳化合物。

随着 VOCs 的不断排放，针对 VOCs 对人体潜在危害的研究也越来越多。VOCs 是一种会对人类有害的大气污染物之一，如甲醛、苯系物等，长时间暴露其中会损害人的身体健康，严重的甚至可能会致癌。VOCs 是臭氧和 PM<sub>2.5</sub> 生成的重要前体物。较高的 PM<sub>2.5</sub> 会导致灰霾天气，近地大气中的细小颗粒物会发生光化学反应，人会通过呼吸系统吸入 PM<sub>2.5</sub>，造成有毒有害物质沉积，使人体健康受损，尤其容易导致呼吸道方面的疾病。VOCs 和氮氧化物发生光化学反应形成光化学烟雾可损害人的皮肤和呼吸系统，给人体带来极大的伤害。

在整个汽车修理过程中产生 VOCs 污染排放的工艺主要是喷漆及相关配套的工序，包括抹腻子，喷底漆，喷面漆，喷罩光，上蜡打磨等步骤，具体流程见下：

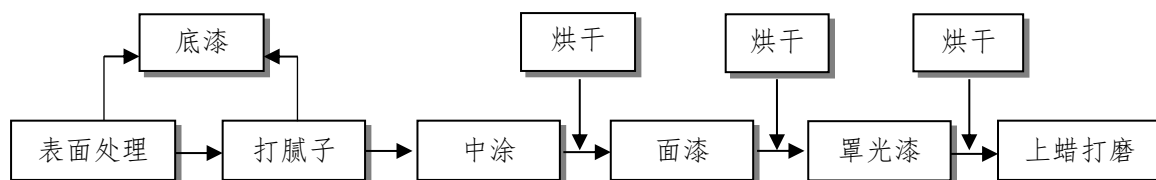


图 2-2 汽车修补生产工艺流程

### (1) 腻子

腻子是一种嵌填材料，能很好地附着在物体表面，并在干燥过程中不产生裂纹，一般在汽修行业用于修补表面的机械凹陷，提高其表面平整度。腻子又被细分为“填眼灰”、“原子灰”等，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。

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。硝基纤维素腻子的组成与硝基纤维素面漆类似，大体由硝基纤维素、醇酸树脂、增韧剂、颜料、填料以及助剂所组成。硝基腻子具有廉价、快感、与各类中间涂料配套性良好等特点；环氧腻子既有双组分环氧树脂型，也有单组分环氧树脂型，双组分环氧树脂采用的固化剂多为多元胺类；单组分环氧酯腻子用的不多，主要是这类腻子的干燥速度，尤其是实干速度太慢；原子灰为填补基材上较大凹陷、焊缝、裂缝等缺陷所采用的一种腻子，实际上这是一类不饱和聚酯树脂型腻子的通称，具有常温干燥、干燥速度快、附着力好、打磨性能良好、刮涂施工方便，是最常用的修补材料。

### (2) 底漆

底漆是涂装在已经过表面处理的车身上的第一道涂料，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，并与上面的面漆具有良好的配套性。国产汽车修补用底漆过去多采用硝基类、环氧酯类、醇酸类等单组分产品。现在国内外普遍采用的是双组分环氧底漆、双组分聚氨酯底漆和磷化底漆等。其中双组分环氧底漆和聚氨酯底漆中采用的防锈颜料大多为铁红和磷酸锌。早期的磷化底漆大多采用碱式铬酸锌（俗称锌黄），现在出于环保考虑，采用其他的磷酸盐类，主要通过多聚磷酸根离子与金属离子生成螯合物，在金属基材表面形成致密的钝化膜。

这类钝化膜难溶于水，硬度高，附着力极强，可有效抑制钢铁等金属的腐蚀。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方式喷涂于待修补部位。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。

### （3）中涂

在复合涂层中，中涂作为承上启下的过渡层，用于提高面漆的丰满度、附着力和其它机械性能及复合涂层的耐候性能，在汽车修补漆行业，中涂漆被称为“苏灰士”（英语 **Surfacer** 的谐音）。并不是所有的工艺都用到中涂，也有部分无中涂的复合涂层工艺，其附着力及其他机械性能也并没有明显的下降。目前常用的中涂漆主要有硝基纤维素类、环氧树脂类、醇酸树脂类、丙烯酸-聚氨酯类等。

### （4）色漆

色漆是汽车修补漆产品中最重要的部分，色漆分为两类，即通用色母体系和调合色母体系。在高颜料比例的色浆中，用通用性强的树脂将颜料稀释到一定比例，使之加入配漆树脂后很易搅拌均匀，这种色浆称为通用色浆，在汽车修补漆中称为色母。所谓调合色母体系就是实色漆和金属底色漆各自行成一套色母体系，直接调色使用，目前，大多数汽修店均需要调色工艺以满足不同客户的需求，调色过程中亦会产生 VOCs 逸散。色母主要由成膜物质、颜料、溶剂和助剂构成，现今市场上的色母按照生产工艺划分，主要包括浓缩色母和平衡色母两种。平衡色母采用传统的主色浆法生产，即将配方中的所有颜料和基料一次性混合，然后进行分散、研磨，至细度合格后，再视需要用某些单色浆进行颜色的微调，配制成漆。而浓缩色母是采用单色浆法进行生产，即预先将配方中的颜料分散至研磨树脂中制成色浆，待使用时根据需要添加成膜物质以制得底色漆或面漆。添加高羟基含量的丙烯酸树脂可以制得面漆，而添加含少量羟基或者其他活性基团的热塑性丙烯酸树脂可制得底色漆。

### （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。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。

#### (6) 清洗剂

在汽修过程中，包括在表面处理中都有可能会使用清洗剂。清洗剂主要用于金属或塑料表面除油、喷枪清洗等，厂家会提供专用的清洗剂，这些清洗剂的 VOCs 含量会稍低，但价格偏高，为了节省成本，企业有可能会选择直接使用稀释剂或其他纯溶剂（香蕉水）担任清洗作用，而这些清洗剂往往 VOCs 含量为 100%，如果不加以控制会产生大量的 VOCs 逸散。

### 2.3 汽修行业废气防治技术

#### 2.3.1 源头控制

源头控制是指提倡使用低 VOCs 含量的原辅材料。汽车维修业 VOCs 排放主要来源于修补用料，包括底漆、色漆、清漆、稀释剂、固化剂。我国的汽车修补漆经历了 5 个发展阶段：第一阶段，20 世纪 50 年代之前，汽车修补漆以室温自干型醇酸漆、硝基喷漆和挥发性丙烯酸漆为主；第二阶段，50 年代之后，主要为热固性氨基烘漆；第三阶段，70 年代，主要为挥发性硝基漆或丙烯酸漆；第四阶段，70 年代之后，对包括汽车修补漆在内的汽车面漆外观要求越来越高；第五阶段，特别是在 80 年代，已将涂层的鲜映性作为汽车面漆的主要考核指标，而对清晰度和平整度的要求也有很大提高，这就大大增加了汽车面漆的修补难度，涂层越亮，其修补难度也就越大，因此此时开始采用双组分丙烯酸聚氨酯修补漆。而水性修补漆市场自 2013 年来受政府相关环保政策的推动增长迅速。汽车维修业涂料使用逐渐向高固化、水性化方向发展。

按照溶剂性质分为水性涂料和溶剂型涂料，溶剂型涂料主要包括：聚酯-聚氨酯类涂料、丙烯酸-聚氨酯类涂料、热塑性丙烯酸树脂类、硝基纤维素类等。修补漆底漆和清漆的溶剂替代主要以水性、高固体份为主，也有少量 UV 漆，而面漆（色漆）主要以水性漆技术为主，现在市场上常用的施工状态下底漆、中涂漆、面漆（色漆）、清漆的溶剂型 VOCs 平均含量和水性 VOCs 含量见表

2-2。

表 2-2 施工状态下修补漆 VOCs 含量

类型	VOCs 含量 (g/L)	
	溶剂型	水性
底漆	520	/
中涂漆	488	/
面漆 (色漆)	767	359
罩光清漆	530	/

如表 2-2 所示，水性面漆（色漆）和稀释剂中 VOCs 含量远低于溶剂型，目前面漆（色漆）是水性漆技术研发的主要方向，水性的底漆、中涂和清漆产品推广依然存在一定的技术限制和操作难度。如水性底漆和中涂的干燥时间、早期打磨性能尚不能满足要求，施工效率和成膜性能也尚待提高。据规模化生产以水为介质的底漆、中涂和清漆还有一定距离。除水性漆外，还有高固体分涂料、粉末涂料等，依照工艺、质量要求选择合适的低 VOCs 含量的原料替代，可以有效的减少 VOCs 的排放。

针对城市建成区域，可以通过建立集中钣喷中心，逐步替代覆盖范围内使用溶剂型涂料的小型汽修喷涂车间，通过集中喷涂、集中治理，从源头控制汽修喷涂的 VOCs 排放。

### 2.3.2 过程控制

汽车修理主要产污环节包括打磨、调漆、喷漆、烤漆、抛光、洗枪等，应针对每个环节的废气排放进行收集。

#### （1）打磨抛光

打磨和抛光过程中产生的主要污染物是颗粒物，可通过设置单独隔离间或隔离帘、配备固定式、摇臂式、移动式等过滤除尘装置、设立集中排烟除尘装置等方式收集处理颗粒物。

#### （2）调漆

在原料漆调漆过程中，存在 VOCs 无组织挥发，因此调漆作业应在密闭空

间内完成，并收集调漆作业产生的 VOCs 至废气治理设施；无法密闭的，应采取局部气体收集措施，采用集气罩的，离开口面最远处的位置的控制风速不应低于 0.3m/s，收集的废气应排至 VOCs 废气收集处理系统。涂料使用过程中随取随开，用后必须马上封闭漆桶以减少挥发，使用完毕的漆桶也必须密封保存。

### (3) 喷烤漆

汽车喷烤漆过程是 VOCs 主要产生阶段，该过程应在喷烤漆房中完成。为减少涂料使用量，应采用高效喷涂设备（喷枪的传递效率 $\geq 50\%$ ），如 RP 喷枪（低流量中气压）、HVLP 喷枪（高流量低气压）等。喷烤漆房在作业过程中应保持密闭，烤漆完成后应及时开启废气治理设施。

### (4) 喷枪清洗

通常在完成喷漆后或更换喷漆颜色时，需要用到清洗剂对喷枪进行清洗，所采用的清洗剂与涂料性质有关，采用油性涂料时需使用油性清洗剂进行清洗，天那水是常用的清洗剂，其 VOCs 含量高，在作业时不得敞开作业且应设置收集系统对洗枪过程中生产的 VOCs 进行收集。而采用水性涂料时一般用水进行清洗。

## 2.3.3 末端控制

汽修行业的主要污染物为颗粒物和 VOCs，对于颗粒物采用过滤的方式将其去除，包括干式与湿式过滤，其中干式过滤即采用单级/多级过滤棉过滤漆雾，并通过定期更换过滤棉的方式保障过滤效率，是目前使用较多的过滤方法；少数 4s 店会采用水幕、文丘里等湿法过滤方法。而对于 VOCs 的净化技术相对复杂，常见的有冷凝法、吸附法、燃烧法、静电法、膜法、吸收法、等离子法、光催化氧化法等，根据《广东省涉挥发性有机物（VOCs）重点行业治理指引》中对表面涂装行业的推荐技术为除尘技术+吸附技术+燃烧技术，典型治理技术路线为“水旋(干式过滤或文丘里)+旋转式分子筛吸附浓缩+RTO”和“水旋(干式过滤或文丘里)+活性炭吸附/旋转式分子筛吸附浓缩+CO”。

汽修行业的末端治理设备主要收集处理喷漆及其烘干过程中的废气，排放特点为间歇式排放，排放峰值浓度约为 100~500mg/m<sup>3</sup>，单个烘烤漆房瞬时风量可达为 15000~25000m<sup>3</sup>/h。目前，市场上，多采用活性炭串联吸附法、喷淋法、



低温等离子体法、光氧催化法以及上述方法的组合技术进行收集废气的末端治理。

### (1) 吸附法

利用吸附剂具有的巨大比表面积的多孔结构，使 VOCs 气体附着于其固体表面上，从而达到去除的目的，适用于处理低浓度有机废气。最常用的吸附剂是活性炭，由煤、木材、果壳、石油焦等原材料制得。吸附剂的吸附能力主要取决于吸附 VOCs 的表面积，一般来说表面积越大吸附能力越大。此外，吸附剂的吸附能力用吸附容量表征，是重要的技术性能参数之一。

### (2) 低温等离子体技术

介质阻挡放电过程中，等离子体内部产生富含极高化学活性的粒子，如电子、离子、自由基和激发态分子等。废气中的污染物质与这些具有较高能量的活性基团发生反应，最终转化为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  等物质，从而达到净化废气的目的。适用范围广，电子能量高，几乎可以和所有的气体分子作用；运行费用低；反应快，设备启动、停止十分迅速，随用随开。缺点是处理效率很低并会次生很多中间副产物，导致 VOCs 成分更复杂，同时设备运行时会产生大量臭氧。且有机废气绝大部分是易燃、易爆的化合物，等离子体运行时的拉弧极易引爆 VOCs，存在安全风险。

### (3) UV 光解氧化技术

其原理是在光催化剂的作用下，废气中的有机物和一氧化碳等进行深度无焰氧化，将 VOCs 气体分子氧化降解成二氧化碳和水等小分子从而达到净化目的的技术。近年来光催化技术在 VOCs 治理中取得了一定成效，光催化剂是光催化过程的关键部分，其活性的高低严重影响光催化效果，因此关于光催化技术的研究也越来越多。由于二氧化钛 ( $\text{TiO}_2$ ) 催化活性较高又不产生光腐蚀、化学性质稳定、催化效率高且费用低，且无毒价廉，已成为目前常用的光催化剂。整体而言此技术处理条件温和、设备简单、运行平稳。在 UV 光催化氧化技术应用中，包括 UV 管的波长、光催化材料、反应时间、相对湿度、灰尘颗粒物等都是处理 VOCs 成败的瓶颈要素。目前普遍认为光催化氧化法能够将 VOCs 完全降解生成无毒无害的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  等，但是在使用中由于反应时间太

短，VOCs在光催化氧化反应会生成酮、醛等更恶毒的中间产物和大量的臭氧。同时存在催化剂易失活，难以固定，且固定后催化效率变低的缺点，需要其他技术配合。

#### （4）喷淋法

其原理是通过喷洒水或药剂（吸收液）增加废气与液体的接触，使废气中的有机物质被吸收液吸收，以达到降低废气中 VOCs 浓度的目的。常用于高水溶性 VOCs 的去除，具有投资成本低的优势，但吸收液的净化效率下降较快，有后续废水处理问题。

#### （5）吸附脱附+催化氧化

废气经过装有活性炭或其他吸附材料的吸附装置处理后排放。吸附饱和或排放废气达到设定值后，将热空气或热氮气通入吸附床对吸附材料进行脱附再生，脱附出来的高浓度废气通入催化氧化床，在催化剂作用下起燃，催化分解过程净化效率可达 97%以上，分解后生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。

#### （6）喷淋+吸附

废气经过喷淋洗涤后废气中的 VOCs 浓度降低，随后废气再经过装有吸附剂的吸附装置进一步降低浓度，最后通过排气筒排放。

收集后的废气进入喷淋塔洗涤后废气中的 VOCs 浓度降低，随后废气再经过装有吸附剂的吸附装置，利用吸附剂固体表面的吸附能力，使喷漆废气中的 VOCs 与大表面的多孔性吸附剂相接触，废气中的污染物被吸附在固体表面上，使其与气体混合物分离，去除有机废气及刺激性异味气体后经排气筒高空排放。

#### （7）吸附浓缩+燃烧

是国内外低浓度、大风量 VOCs 治理的主流技术之一，将吸附技术和催化燃烧技术有机地结合起来的一种组合技术。将一次设备投资和运维费用较高，适合规模大，废气风量大、浓度高或不稳定、排放量高，经济效益好的维修企业选用。气体通过活性炭吸附装置后，将饱和的活性炭解析出来的有机气体通过脱附引风机作用送入净化装置，在较低温度下，在催化剂的作用下使废气中的可燃组分彻底氧化分解，从而使气体得到净化处理的一种废气处理方法。

该项技术更为先进的装置是沸石转轮吸附浓缩+催化燃烧，采用优质的疏水

性石分子筛作为吸附介质，取代活性炭，具有良好的吸附选择性和吸附容量大等特点，原位再生后可重复使用，而无须经常更换介质。但投资费用一般在1000万元以上，难以在汽修行业进行推广。

由于活性炭吸附脱附+固定式焚烧系统的一次性投资成本较大，市场上催生了一套活性炭吸附+移动式小型脱附焚烧炉，该套系统也是将含 VOCs 废气流经装填有活性炭的吸附床，活性炭吸附饱和后，将已经吸附饱和的活性炭装入脱附舱，由经燃烧室预热的空气对活性炭进行脱附，将脱附下来的废气进入燃烧室进行焚烧。该套系统只需要企业一次性投入活性炭装置的成本，不需要购买固定式的脱附设备。当活性炭吸附饱和后，以租用的形式由厂家携带脱附设备上门进行脱附，收取比较适中的脱附费用。该系统适用于处理风量中等、浓度不高的 VOCs 废气，一次性投资成本不高，日常运行成本也较低。但目前实际操作的案例较少。

2.4 国内外标准梳理

2.4.1 国外标准

(1) 美国

美国 EPA National Volatile Organic Compound Emission Standards for Automobile Refinish Coatings (40CFRPart59) 中规定了汽车维修行业中所用涂料含量限值：

表 2-3 EPA 涂料含量限值

涂料类型	VOC 含量 (g/L) <sup>a</sup>
预处理清洗底漆	780
底漆/底漆二道浆	575
底漆密封	550
单级/2 级面漆	600
3 级或更多级面漆	625
特殊涂料 <sup>b</sup>	840

注：a 为 VOC 含量指不含水和豁免化合物的涂料中 VOC 总量。

b 为特殊涂料包括助粘剂、防眩光/安全涂料、金属边饰修补涂料、弹性材

料、耐冲击涂料、车底橡胶沥青涂料、统一修补混合物和焊接后涂料。

EPA 方法 24 详细阐述了测定表面涂料中 VOC 含量、水含量、密度、固含量的方法。

加州 Automotive Refinishing Operations (RULE1116) 中对涂料中的 VOC 含量做了限值规定，见下表：

表 2-4 涂料种类和 VOC 限值

涂料种类	VOC 管理限值 g/L (lb/gal)
	2011-7-1 后生效
助粘剂	540 (4.5)
清漆	250 (2.1)
色漆	420 (3.5)
多彩色漆	680 (5.7)
预处理漆	660 (5.5)
底漆	250 (2.1)
底漆封闭剂	250 (2.1)
单级漆	340 (2.8)
临时保护漆	60 (0.5)
卡车床保护漆	310 (2.6)
车身下方保护漆	430 (3.6)
均一修补漆	540 (4.5)
其他类型漆	250 (2.1)

表 2-5 涂料种类和 VOC 限值

涂料种类	VOC 管理限值 g/L (lb/gal)	
	组 1*2011-7-1 日前	组 2**2011-7-1 日前
预处理清洗底漆	780 (6.5)	780 (6.5)
底漆	250 (2.1)	250 (2.1)
底漆密封	250 (2.14)	340 (2.8)
面漆	340 (2.8)	420 (3.5)
金属面漆	420 (3.5)	420 (3.5)
特殊性能	420 (3.5)	420 (3.5)

注：\*组 1：共用运输车和移动设备，包括但不限于：卡车车身、卡车拖车、通用车身、露营挂车罩、移动式起重机、推土机、道路清扫车、高尔夫球车、农用车等不严格要求颜色匹配的。

\*\*组 2：私人乘用车：大型/中型卡车和底盘重量超过 10000lb 的车辆；轻

型、中型卡车和总重在 10000 磅左右的货车，以及组 1 中要求颜色匹配的车辆。

南 海 岸 SCAQMDMOTORVEHICLEANDMOBILEEQUIPMENTNON-ASSEMBLYLINECOATINGOPERATIONS (Rule1151) 中对汽车修补所用涂料中 VOC 的含量、豁免化合物、转移效率、管理要求等进行了规定：

① 涂料中 VOC 含量

其中组 1 包括大型卡车、公共汽车、移动设备，执行表 2-6 的限值要求；组 2 包括私家轿车、小型卡车/货车、重型卡车/货车、房车、摩托车，执行表 2-7 的限值要求。

表 2-6 VOC 限值 (g/L 去除水和豁免物)

涂料类型		1998-12-12 起	
		g/L	Lb/gal
预处理		780	6.5
底漆/底漆二道浆/底漆密封		250	2.1
面漆	普通	340	2.8
	金属/闪光	340*	2.8*
	多色	685	5.7
	多级	340*	2.8*
特殊漆		840	7.0

\*组 1 中金属/闪光漆和多级面漆现场修理的 VOC 含量限值是 3.5lb/gal (420g/L)

表 2-7 VOC 限值 (g/L 去除水和豁免物)

涂料		1998-12-12 起		1999-7-1 起		1999-10-1 起		
		g/L	Lb/gal	g/L	Lb/gal	g/L	Lb/gal	
预处理		780	6.5	780	6.5	780	6.5	
底漆/底漆二道浆		250	2.1	250	2.1	250	2.1	
底漆密封		340	2.8	340	2.8	340	2.8	
面漆	普通		420	3.5	420	3.5	420	3.5
	金属/闪光		420	3.5	420	3.5	420	3.5
	多色		685	5.7	685	5.7	685	5.7
	多级系统	≥2gal/day <sup>1</sup>	540	4.5	420	3.5	420	3.5
		<2gal/day <sup>2</sup>	540	4.5	540	4.5	420	3.5
	多色多级		420	3.5	420	3.5	420	3.5
特殊漆		840	7.0	840	7.0	840	7.0	

<sup>1</sup>1999 年 7 月 1 日起，任何人每天所使用的底漆、清漆等的总和超过 2 加仑的，应当执行 420g/L（3.5lb/gal）限值要求。

<sup>2</sup>1999 年 10 月 1 日起，任何人每天所使用的底漆、清漆等总和不超过 2 加仑的，应当执行 3.5lb/gal 的标准。

## ②豁免化合物

包括二氯甲烷、四氯化碳、全氯乙烯、环、支、线性的甲基硅氧烷（VMS）。

## ③传递效率

使用涂料是必须采用以下方法：

- a) 静电应用；
- b) 高流量低压喷枪（HVLP）；
- c) 传递效率不低于 HVLP 的其他涂料应用方法；

## ④溶剂清洗操作

清洗应用设备、工具、零件、工作区域等溶剂残留所用的含 VOC 材料的储存和处置应符合 Rule1171-溶剂清洗操作。

## ⑤附加排放控制系统

排放控制系统包括收集和控制设施，控制效率依照所用涂料 VOC 含量，按下面公式计算：

$$C.E. = \left[ 1 + \left\{ \frac{Y \text{VOC}_{LWc} Y}{Y \text{VOC}_{LWn, \text{Max}} Y} \right\} \times \frac{1 + Y \text{VOC}_{LWn, \text{Max}} / D_{n, \text{Max}} Y}{1} \right] \times 100$$

其中：C.E.=控制效率，%

$\text{VOC}_{LWc}$ =VOC 含量限值（扣除水和豁免物）

$\text{VOC}_{LWn, \text{Max}}$ =有处理设施时，所使用的涂料中 VOC 最高含量（扣除水和豁免物）

$D_{n, \text{Max}}$ =所使用 VOC 含量最高涂料的溶剂密度

$D_c$ =相应的 VOC 溶剂密度=880g/L

特殊涂料的用量不应超过所有涂料用量的 10%。

## (2) 欧盟

欧盟 DIRECTIVE2004/42/CE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 21 April 2004 规定了在使用过程中会产生 VOC 排放的汽车修理产品中 VOC 管理的要求。

表 2-8 汽车维修产品 VOC 限值要求

产品子类别	类型	VOC(g/l(*)) (2007.1.1)
准备和清洁	预备	850
	预清洁	200
车身填充/腻子	所有类型	250
底漆	表面修正/填充和普通(金属)底漆	540
	洗涤底漆	780
面漆	所有类型	420
特殊罩光漆	所有类型	840

注：(\*)g/l 除了 (a) 类，产品中的水含量都要扣除

表 2-9 VOC 检测方法

参数	单位	检测	
		方法	发布日期
VOC 含量	g/l	ISO11890-2	2002
具有反应活性的 VOC 含量	g/l	ASTMD2369	2003

## 2.4.2 国内标准

### (1) 北京

北京市于 2015 年发布了汽车维修业大气污染物排放标准，该标准对汽车维修过程中使用的处于即用状态的涂料 VOCs 含量限值（以单位体积涂料中 VOCs 的质量浓度计，g/L）做出了规定，以 2017 年 1 月 1 日为界限，分为 2 个阶段执行，在第二阶段的限值中，各类油漆的 VOCs 含量已收严至行业领先水平。

表 2-10 涂料 VOCs 含量限值（单位：g/L）

涂料种类	I 时段	II 时段
底涂	670	540
中涂	550	540
底色漆（效应颜料漆，实色漆）	750	420
罩光清漆	560	480
本色面漆	580	420

标准中规定第一时段最高允许排放浓度为非甲烷总烃 30mg/m<sup>3</sup>、苯 1mg/m<sup>3</sup>、苯系物 20mg/m<sup>3</sup>；第二时段最高允许排放浓度为非甲烷总烃 20mg/m<sup>3</sup>、苯 0.5mg/m<sup>3</sup>、苯系物 10mg/m<sup>3</sup>。

无组织排放按照现有标准北京市《大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2007）中的非甲烷总烃 2mg/m<sup>3</sup>、苯 0.1mg/m<sup>3</sup>、苯系物 1mg/m<sup>3</sup>。并将无组织排放监测点位设于车间门口或操作工位旁 1 米处。

该标准对工艺措施和管理提出了一定的要求，例如：含 VOCs 原辅料在运输和储存过程中应保持密闭，使用过程中随取随开，用后应及时密闭，以减少挥发；应设置专门的调漆室，并安装集气系统，保证调配环节产生的 VOCs 经由集气系统导入 VOCs 控制设施，达标排放；使用溶剂型涂料的喷枪，应密闭清洗等。

## （2）深圳

深圳市于 2015 年 8 月 1 日发布《汽车维修行业喷涂涂料及排放废气中挥发性有机化合物含量限值》的技术规范。技术规范中提到，汽车维修企业经营者应每月记录使用含挥发性有机化合物的原料名称、挥发性有机化合物含量、购入量、使用量和输出量等资料，以供主管单位核查汽车涂装生产线挥发性有机化合物排放总量控制情况。同时汽车维修企业喷涂使用的涂料必须具备 VOCs 检测报告，检测报告由有资质的检测结构出具，如更换涂料，则 VOCs 含量检测报告也需要相应更新。同时技术规范中也提出了 VOCs 原辅料的使用和操作应在密闭空间或设备中进行，产生的 VOCs 经由密闭排气系统导入污染控制设备或排放管道，产生 VOCs 的生产工艺和装置应设立气体收集系统和集中净化处理装置，废气收集装置和治理装置必须按照设计和调试确定的参数条件运行等要求，也规定了排气筒限值、无组织排放限值、监测方法、采样方法、分析



方法等。

技术规范中给出了 VOCs 含量限值要求与排气筒 VOCs 排放限值。

表 2-11 深圳汽修行业技术规范规定涂料中 VOCs 含量限值

涂料类型		VOCs 含量 (g/L)	限用溶剂含量 (%)
溶剂型 涂料	底漆	≤670	苯≤0.3 甲苯、乙苯和二甲苯总量≤40 乙二醇甲醚、乙二醇乙醚、乙二醇甲醚醋酸酯、乙二醇乙醚醋酸酯、二乙二醇丁醚醋酸酯总量≤0.03
	中涂	≤550	
	色漆	≤750	
	清漆	≤560	
水性涂 料	底漆、中涂	≤540	乙二醇甲醚、乙二醇乙醚、乙二醇甲醚醋酸酯、乙二醇乙醚醋酸酯、二乙二醇丁醚醋酸酯总量≤0.03
	色漆	≤420	

### (3) 重庆

重庆市于 2016 年 1 月 22 日发布《汽车维修业大气污染物排放标准》DB50/661，规定了重庆市含有喷涂、烘干等作业环节的汽修企业在汽车修理过程中大气污染物排放的控制要求，以及标准的实施与监督等相关规定。在标准中提出了大气污染物排放控制要求，自本标准实施之日起至 2016 年 12 月 31 日止，现有污染源执行第 I 时段的排放限值。自 2017 年 1 月 1 日起，现有污染源执行第 II 时段的排放限值，且自标准实施之日起，新建污染源执行第 II 时段的排放限值。在生产工艺与管理要求中，该标准希望推广水性涂料，并且规定汽修过程喷涂和烘干必须在装有密闭排气系统的空间内作业，产生的 VOCs 应经密闭排气系筒进入 VOCs 末端处理系统。

表 2-12 重庆排气筒排放大气污染物的最高允许排放浓度

项目	排气筒排放浓度限值 (mg/m <sup>3</sup> )			
	I 时段		II 时段	
	城市建成区	其他区域	城市建成区	其他区域
苯	1	1	1	1
苯系物	45	50	30	35
非甲烷总烃	100	120	50	60
颗粒物	20	50	10	20

### (4) 江苏

江苏省于 2020 年 7 月 2 日，由江苏省生态环境厅与江苏省市场监督管理局联合发布了 DB32/3814-2020《汽车维修行业大气污染物排放标准》，该标准将从 2021 年 2 月 1 日开始实施。标准中规定了汽车维修行业喷漆，烘干等工艺过程中大气污染物排放控制要求，监测和监督管理要求。标准适用于现有汽车维修经营者大气污染物排放控制，以及新改扩建汽车维修经营者建设项目的环境影响评价、环境保护工程设计、竣工环境保护验收及其投产后的大气污染物排放控制。

表 2-13 排气筒大气污染物排放限值

序号	项目	排放限值（mg/m <sup>3</sup> ）	污染物排放监控位置
1	苯	1	车间或生产设施排气筒
2	苯系物 <sup>a</sup>	18	
3	非甲烷总烃	25	
4	颗粒物	10	
a. 苯系物包括苯、甲苯、二甲苯（间、对二甲苯和邻二甲苯）、三甲苯（1,2,3-三甲苯、1,2,4-三甲苯和 1,3,5-三甲苯）、乙苯和苯乙烯			

#### (5) 上海

上海市于 2021 年 4 月 7 日，由上海市生态环境局、上海市市场监督管理局发布联合发布了 DB31/1288-2021《汽车维修行业大气污染物排放标准》，该标准将从 2021 年 6 月 1 日开始实施。标准中规定了汽车维修行业喷漆，烘干等工艺过程中大气污染物排放控制要求，标准的适用对象包括从事汽车修理、维护和保养服务的企业。标准中汽车维修企业指符合 GB/T16739.1 或 GB/T16739.2 的要求并含有涂漆工序的汽车维修企业，不包括从事油罐车、化学品运输车等危险品运输车辆维修的企业。

表 2-14 喷烤漆房排气筒大气污染物排放限值

污染物项目	浓度限值 (mg/m <sup>3</sup> )
苯	0.5
苯系物	10
非甲烷总烃	20
颗粒物	10

(6) 香港

香港《空气污染管制（挥发性有机化合物）规例》中规定了洗车修补漆中挥发性有机化合物含量的禁令及规定：

**部：5A 关于受规管汽车修补漆料的挥发性有机化合物含量的禁令及规定**  
**L.N.107of2009(2010.01.01)**

条：16A 禁止生产及输入：受规管汽车修补涂料

条：16B 显示某些资料的规定：受规管汽车修补漆料

受规管汽车修补漆料的生产或进口商提供物料安全资料、商品目录、包装或容器上，显示以下资料：

- (1) 该漆料所属的受规管汽车修补漆料类别；
- (2) 该漆料的生产日期；
- (3) 该漆料按何密度或比重出售；
- (4) 该漆料在处于即用状态时的挥发性有机化合物含量；
- (5) 生产商就以溶剂或稀释剂稀释及将组分混合作出的建议，以及建议稀释比例及混合比例。

**条：16C 提交报告的规定：受规管汽车修补漆料**

受规管汽车修补漆的生产商或进口商需每年提交报告，包括：

- (1) 该漆料的生产商或进口商的名称；
- (2) 生产或输入的该漆料所属的受规管汽车修补漆料类别；
- (3) 该漆料的品牌及全名；
- (4) 该漆料按何体积或重量出售；
- (5) 该漆料按何密度或比重出售；
- (6) 该漆料在处于即用状态时的挥发性有机化合物含量；及在处于即用状态（将水分体积视为零而断定者）时的挥发性有机化合物含量；
- (7) 在减除包装及容器后，由该生产商或进口商在香港出售或自用的该漆料的总体积或总中粮。

表 2-15 香港汽车修补涂料挥发性有机物含量限值

单位：g/L

项	受规管汽车修补涂料	挥发性有机化合物含量的最高限值
1	黏合促进剂	840
2	透明涂料（非亚光装饰）	420
3	透明涂料（亚光装饰）	840
4	彩色涂料	420
5	多彩涂料	680
6	预处理涂料	780
7	底漆	540
8	单级涂料	420
9	临时保护涂料	60
10	纹理及柔软效果涂料	840
11	卡车货斗衬热涂料	310
12	车身底部涂料	430
13	均匀装饰涂料	840
14	其他汽车修补涂料	250

**条：16D 挥发性有机化合物含量的断定：受规管汽车修补漆料**

本规例第 16A 条适用的受规管汽车修补涂料的挥发性有机化合物含量的最高限值以每公升涂料含有多少克挥发性有机化合物表述，并按照第 3 部断定的以下挥发性有机化合物含量的最高限值，是为处于即用状态的以下受规管汽车修补涂料而指明着。

### 2.4.3 VOCs 含量对比

#### （1）涂料 VOCs 含量限值对比

目前来说，针对油性漆国内外对相应的油漆种类都设置了限值要求，但是对于水性漆却没有作相关要求，直到近年来江苏、上海新出的标准才对水性漆作出限值要求。

表 2-16 国内外汽修涂料 VOCs 含量限值对比

单位：g/L

涂料类型	欧洲	美国	国家		北京	香港	深圳	江苏	上海
			GB24409	GBT38597					
底涂	540	780	580	540	540	540	570	540	540
中涂	540	--	560	540	540	--	550	540	540
底色漆	420	420	770	--	420	420	750	--	540
罩光清漆	420	450	哑光 630 其他 480	420	480	420	560	420	420
本色面漆	--	420	580	540	420	420	--	540	540
清洗剂	200	--	--	--	--	--	--	--	--
腻子	250	--	--	--	--	--	--	--	--
特殊涂料	840	840	--	--	--	--	--	--	--
（金属表面）蚀洗用涂料	780	--	--	--	--	--	--	--	--
水性底漆	--	--	420	380	--	--	540	380	--
水性本色面漆	--	--	420	380	--	--	--	380	380
水性底色漆	--	--	--	--	--	--	--	--	380
水性中涂	--	--	--	--	--	--	540	--	--
水性色漆	--	--	--	--	--	--	420	--	--

## （2）排放限值对比

北京、重庆、深圳三地分时段设置排气筒大气污染物排放限值，另重庆、江苏根据地域对城市建成区等重点区域和其他区域分别设置限值。上海未对时间和地域有特殊要求。5个省市均以特征物种与综合性指标共同控制，特征物种以苯系物为主，5个地区均设置了苯，而其他指标略有不同。北京、重庆、江苏、上海4个省市设置苯系物作为控制指标，深圳采用甲苯与二甲苯合计的指标来控制。综合性指标方面，上海、北京、重庆、江苏4个省市采用非甲烷总烃作为综合性指标，深圳采用VOCs作为综合性指标。另外，重庆设置了颗粒物指标。

针对无组织排放，上海、北京、重庆、江苏4个省市采用苯和苯系物指标

来控制，综合性指标方面，上述 4 个省市均采用非甲烷总烃作为综合性指标，这四个省市也将颗粒物纳入控制指标。深圳将苯、甲苯、二甲苯作为控制指标，将 VOCs 设置为综合性控制指标。

表 2-17 喷烤漆房排气筒大气污染物排放限值对比

单位：g/L

地方	时段	苯	甲苯	二甲苯	甲苯与二甲苯	苯系物	非甲烷总烃	VOCs	颗粒物	备注
北京	I	1				20	30			
	II	0.5				10	20			
重庆	城市建成区	I	1			45	100		20	设立了推荐性限值，不作为强制性执行规定（苯：0.5；苯系物 10；非甲烷总烃 20；颗粒物 10）
		II	1			30	50		10	
	其他区域	I	1			50	120		50	
		II	1			35	60		20	
深圳	I	1			30			120		规定了不同排气筒高度对应的最高允许排放速率
	II	1			18			75		
江苏		1				18	25		10	
	重点区域	0.5				10	20		10	
上海		0.5				10	20		10	

表 2-18 无组织排放限值情况对比

单位：g/L

地方	监控位置	苯	甲苯	二甲苯	甲苯与二甲苯	苯系物	非甲烷总烃	VOCs	颗粒物
北京	厂房门或窗口或露天 操作工位旁 1m 处	0.1				1.0	2.0		1.0
重庆	生产厂房或场地边界 外 1m 处	0.1				1.0	2.0		1.0
深圳	下风向厂界	0.1	0.6	0.2				1.8	
江苏	厂界	0.4							
	厂房门窗或通风口、 其他开口（孔）等排 放口外 1m	0.1				1.0	2.0（1h 平均浓度） 8.0（任意一次浓度值）		1.0
上海	厂房外	0.1				1.0	2.0（1h 平均浓度） 8.0（任意一次浓度值）		0.5



### 3.广东省汽修行业调查

#### 3.1 广东省汽修企业基本信息

根据广东统计年鉴，2021 年广东省民用汽车拥有量为 2702.5 万辆，约占全国的 9.2%，同比增长 8.1%。其中，珠三角地区民用汽车拥有量最大，为 1929.2 万辆，占比为 71.4%；其次为山区、东翼和西翼地区，其民用汽车拥有量分别为 295.7、247.9 和 229.7 万辆。从城市来看，深圳、东莞、广州、佛山和惠州市民用汽车拥有量最大，分别为 372.7、363.9、319.8、316.4 和 156.5 万辆，共约占全省的 56.6%。

根据广东省道路运输协会统计，截至 2023 年 1 月，广东全省共有 51915 家汽车维修企业，其中，珠三角地区的企业数量占比为 71%，与民用汽车拥有量占比基本相同，非珠三角地区为 29%。从城市来看，东莞、佛山、深圳和广州市较多，分别为 8442、6320、5622 和 4835 家，共约占全省的 48.6%；从企业类型来看，主要为三类企业，占比高达 88.0%；其次为二类企业，占比为 10.1%；而一类企业仅占 1.8%。

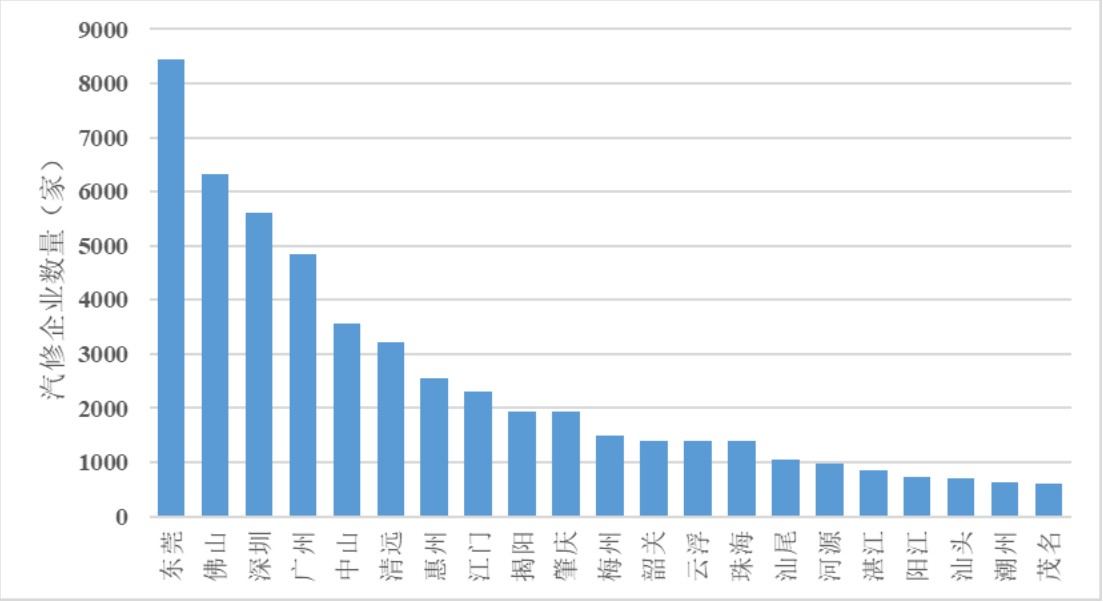


图 3-1 广东省各地市汽修企业数量分布

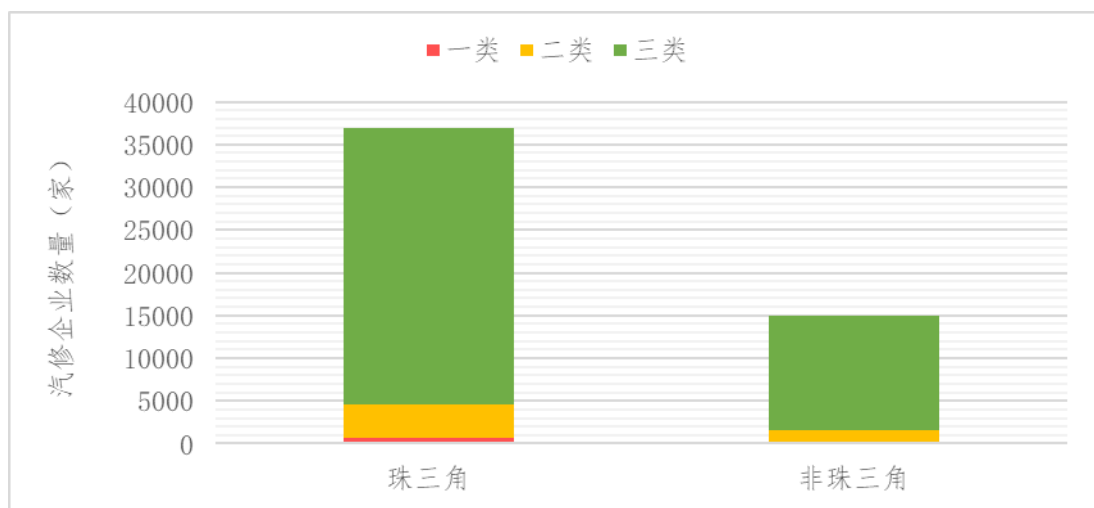


图 3-2 广东省汽修企业类型分布

根据广东省汽车维修企业的地区分布和企业类型分布，选取广州、佛山、东莞、深圳、中山、潮州、汕头、韶关、湛江等城市 181 家企业开展线上和现场调研，收集统计企业维修车辆数量、使用的涂料类型以及采用的末端治理设施等信息；选择 16 家典型企业进行现场监测，掌握企业排气筒排放和车间边界等无组织排放情况；同时，多次与各区市环保局和企业技术人员就汽车维修行业治理与监管现状、生产工艺改进及排放控制技术提升潜力等进行深入交流，掌握企业实际排放与治理监管情况。

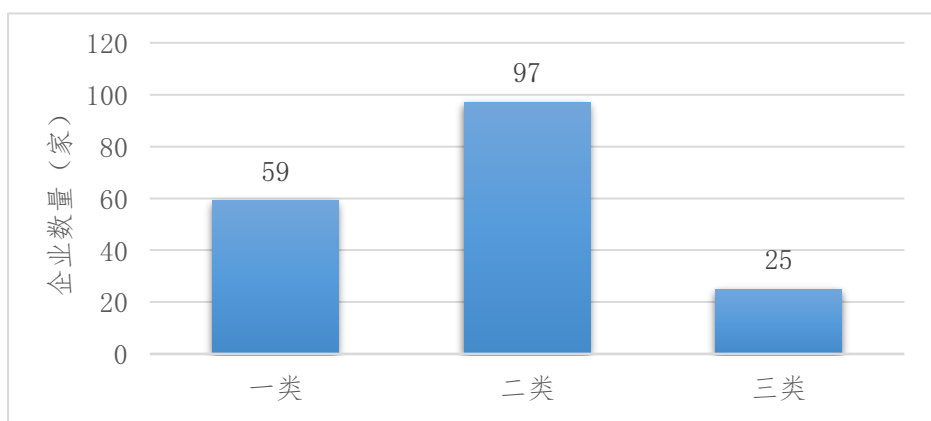


图 3-3 调研企业类型分布

### 3.2 广东省汽修行业污染物排放现状

### 3.2.1 涂料使用现状

对 181 家企业调研结果进行统计分析，其使用的涂料品牌情况如图 3-4 所示，主要包括 PPG、巴斯夫、艾仕得、立邦、雅图、高飞和阿克苏等，共约占 87.8%。其中，一类企业水性涂料使用占比最大，为 55.5%；其次为二类企业，占比为 41.5%；三类企业水性涂料使用占比最小，仅为 28.0%，具体如图 3-4 和图 3-5 所示。

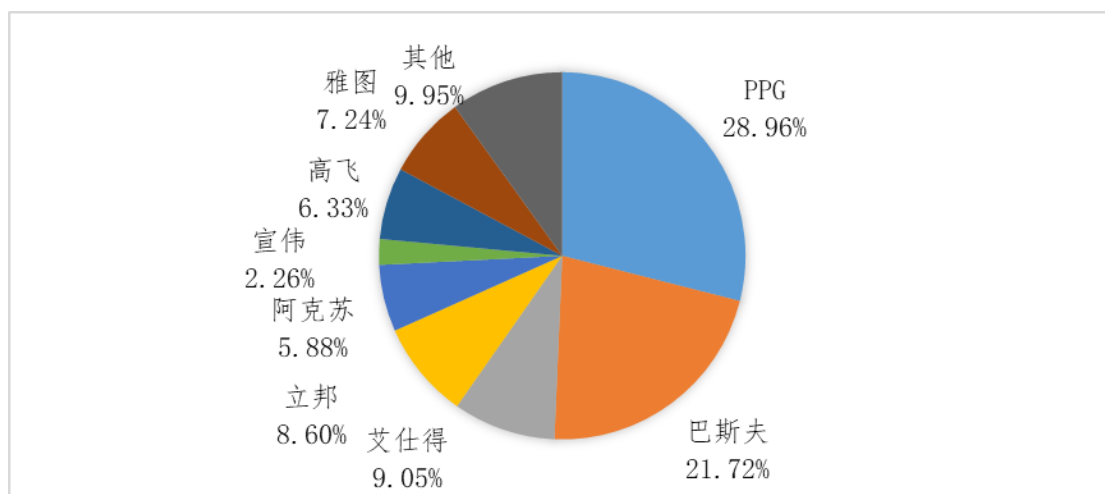


图 3-4 涂料品牌使用情况

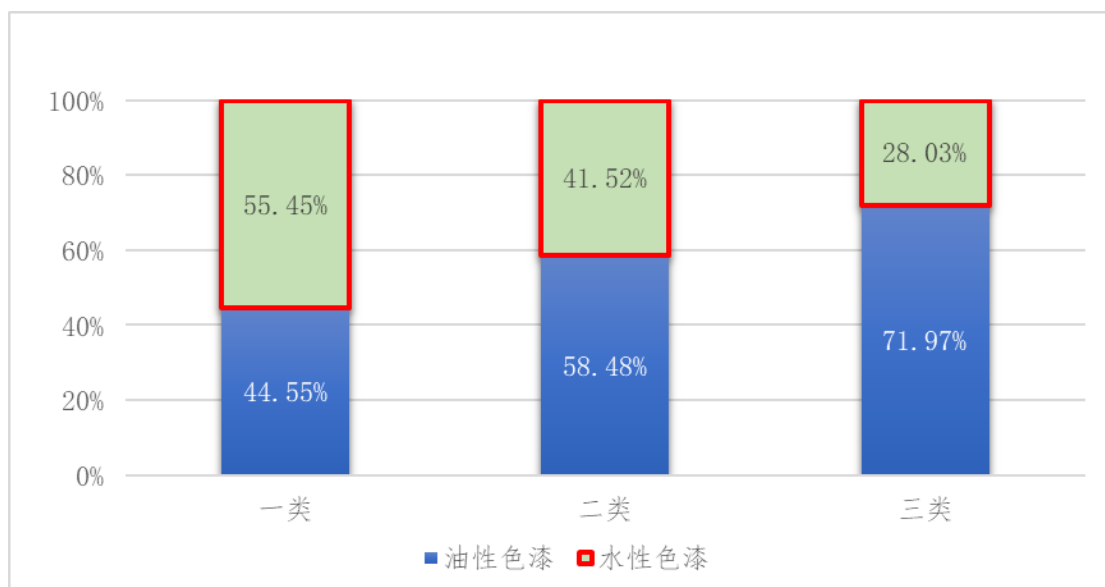


图 3-5 各类企业水性涂料使用情况

根据《色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样》（GB/T 3186-2006）、《色漆和清漆 挥发性有机化合物（VOC）含量的测定 差值法》（GB/T 23985-

2009) 和《色漆和清漆 挥发性有机化合物 (VOC) 含量的测定 气相色谱法》(GB/T 23986-2009) 等标准, 对 PPG、巴斯夫、艾仕得等最常用品牌中的 41 种涂料即用状态下的 VOCs 含量进行测量, 其中, 油性色漆即用状态下的 VOCs 含量的均值最大, 为 767.2g/L; 而水性色漆即用状态下的 VOCs 含量的均值大幅降低, 为 358.7g/L; 其次为清漆和中涂漆, 其即用状态下的 VOCs 含量的均值分别为 529.8 和 485.3g/L; 腻子即用状态下的 VOCs 含量的均值最小, 为 65.1 g/L, 具体如图 3-6 所示。

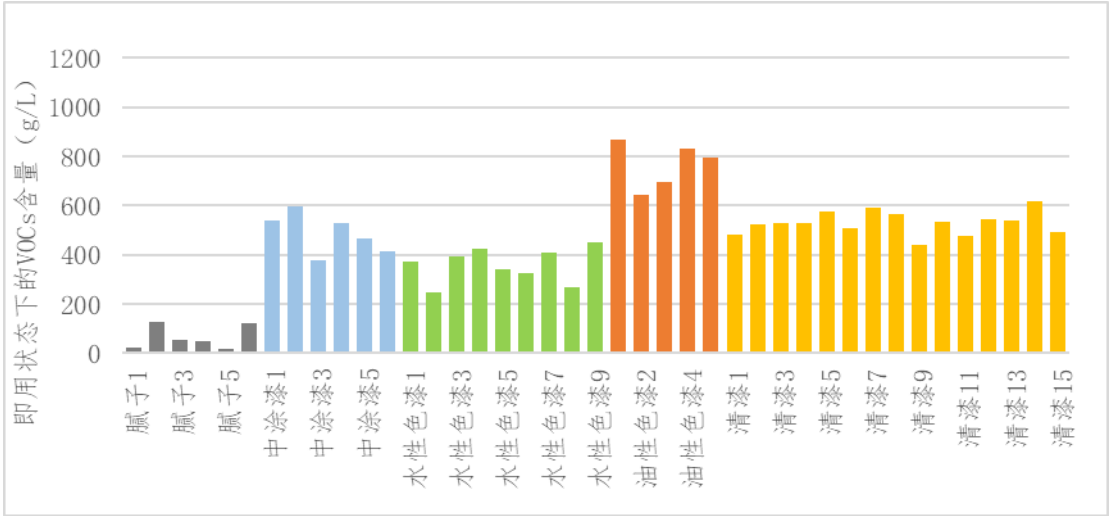


图 3-6 各类涂料即用状态下的 VOCs 含量实测结果

根据实测即用涂料 VOCs 含量×实际调研的涂料用量, 维修一辆车 VOCs 产生量×汽车保有量×汽车平均维修频次两种方法估算得到广东省汽修行业 VOCs 产生量约为 3.4±0.1 万吨。

3.2.2 污染物产生与治理现状

汽修行业的颗粒物排放主要集中在打磨找平与打磨抛光环节, VOCs 排放主要集中在涉及油漆作业的喷漆及配套的相关工序, 包括油漆调配过程、油漆转移过程、喷漆及干燥过程、腻子涂抹及干燥过程等。

3.2.2.1 颗粒物产生与治理现状

调研企业中, 125 家企业对打磨废气进行了收集处理, 约占 69.1%, 其中, 76 家企业采用移动式集尘器, 42 家企业采用中央集尘系统, 7 家企业采用水磨系统; 56 家企业未对打磨环节废气进行收集处理, 废气直接无组织排放。废气

收集治理情况如图 3-7 和 3-8 所示。

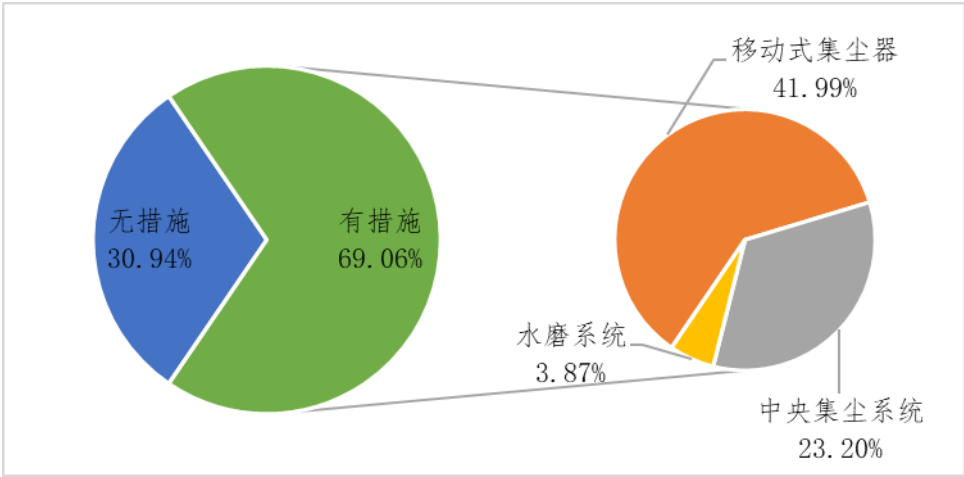


图 3-7 调研企业打磨环节废气收集治理情况



图 3-8 移动式干磨机（左）和中央集尘系统（右）

选择典型企业开展现场监测，结果如图 3-9 和图 3-10 所示。企业基本未设置专门的打磨间，打磨作业周边颗粒物浓度为  $0.05\text{--}0.39\text{mg}/\text{m}^3$  不等,均值为  $0.14\text{mg}/\text{m}^3$ ；颗粒物有组织排放浓度为  $0.25\text{--}6.69\text{mg}/\text{m}^3$  不等，均值  $3.27\text{mg}/\text{m}^3$ 。

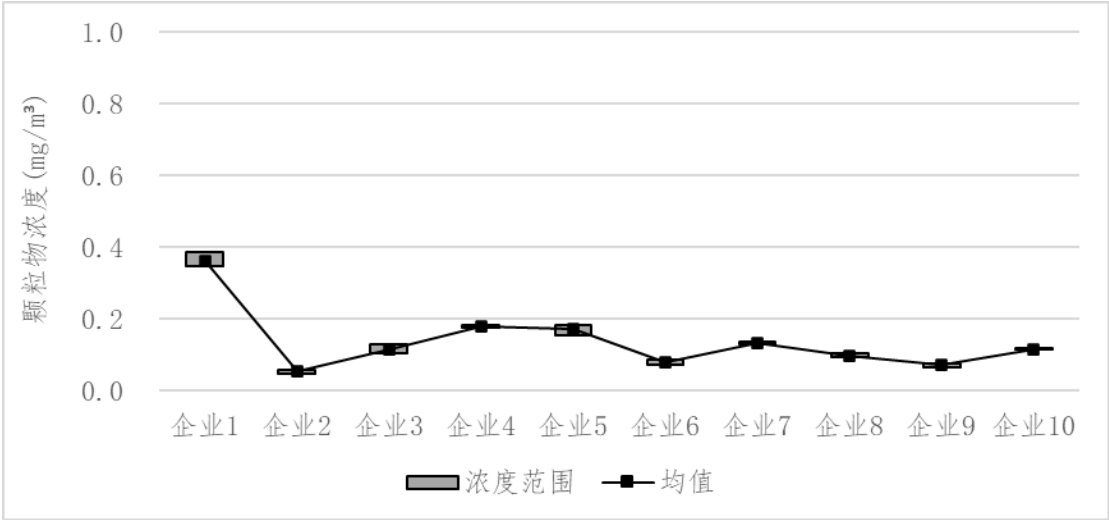


图 3-9 典型企业打磨作业周边颗粒物浓度

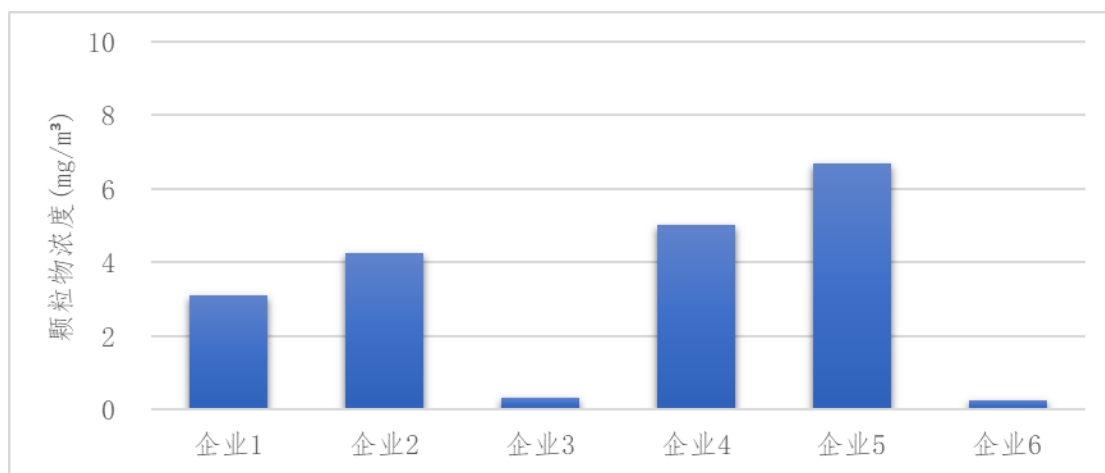


图 3-10 典型企业颗粒物有组织排放浓度

### 3.2.2.2 VOCs 产生与治理现状

#### (1) VOCs 控制现状

汽修行业 VOCs 排放环节主要包括调漆、腻子涂抹及干燥、底漆、中涂漆、色漆和清漆的涂装及干燥等过程。调研企业中，88 家企业对调漆废气进行了收集处理，约占 48.6%；53 家企业仅对调漆废气进行了收集而未处理；约 22.1% 的企业未对调漆废气进行收集处理，废气直接无组织排放，如图 3-11 所示；调研过程中还发现部分企业调漆间门窗长期打开。调研企业基本未设置专门的腻子涂抹及干燥间，腻子涂抹及干燥过程的废气基本未收集处理；调研企业基本设置有密闭的喷烤房，但仍有部分企业存在露天喷涂和晾干的现象，现场调研情况如图 3-12 至图 3-14 所示。

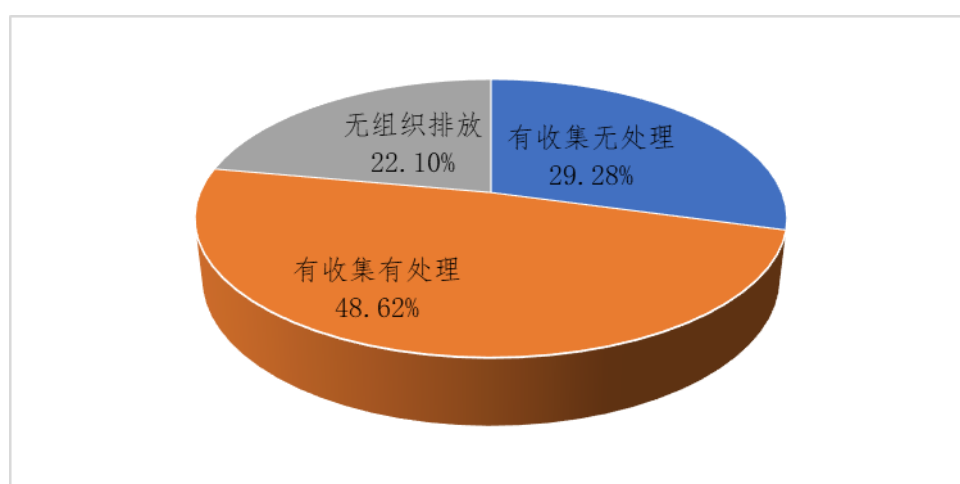


图 3-11 调研企业调漆间废气收集处理情况





图 3-12 部分调研企业调漆间门窗常开



图 3-13 腻子涂抹及干燥过程废气基本未收集处理

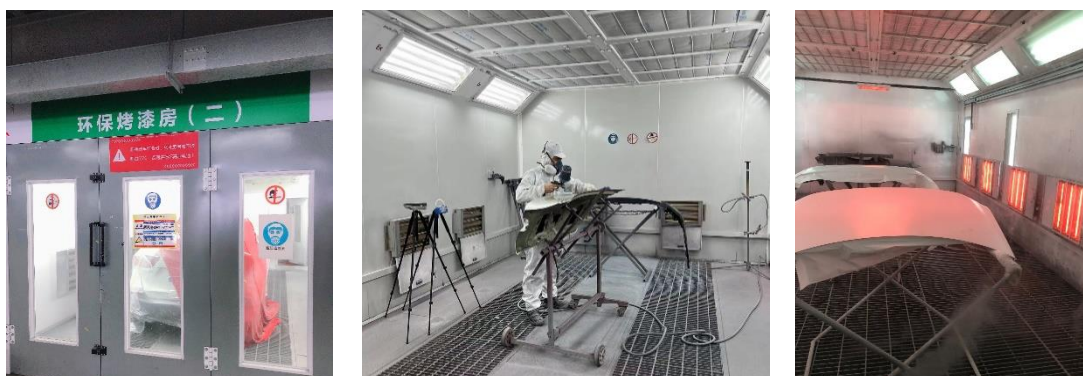


图 3-14 密闭的喷烤漆间

调研企业中，173 家企业安装了 VOCs 废气处理设施，约占 95.6%，其中，大多数企业以非燃烧技术为主，占比高达 83.4%，且主要为活性炭、光催化氧化及其组合技术（不含燃烧），占比为 76.2%；仅 8 家企业未安装 VOCs 治理设施，具体如图 3-15 所示。

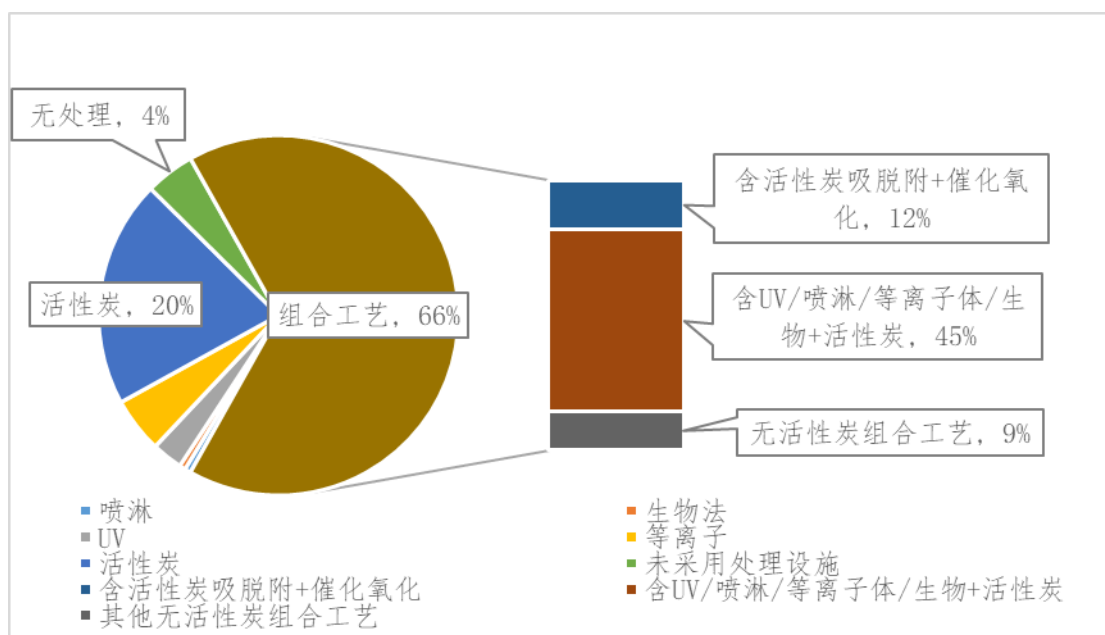


图 3-15 调研企业 VOCs 治理情况

综合考虑企业规模、环境管理水平等因素，选取典型企业开展现场监测，以获得各 VOCs 治理技术在实际应用中对 VOCs 的处理效果。VOCs 治理技术的去除效率计算公式如下：

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

式中， $\eta$  为 VOCs 治理装置的去除效率，%； $C_{\text{进}}$ 、 $C_{\text{出}}$  为装置进、出口 VOCs 的浓度， $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ； $Q_{\text{SN进}}$ 、 $Q_{\text{SN出}}$  为进、出口标准状态下干气体流量， $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

结果显示，汽修行业常用 VOCs 治理技术的去除效率普遍较低，平均值仅为 25.8%。此外，即使使用同一技术，当废气浓度和成分、治理装置设计、建设、运行和维护水平不一时，其去除效率亦有较大差异，其中，测得的喷淋+光催化氧化+活性炭吸附技术 VOCs 去除效率差异最大，其极差高达 54.8%，具体如图 3-16 所示。现场发现企业活性炭填装量不够、过滤棉及活性炭更换不及时、设备密封性较差等 VOCs 治理设施运行不规范现象较为常见；此外，台账和危废等管理仍有待加强。



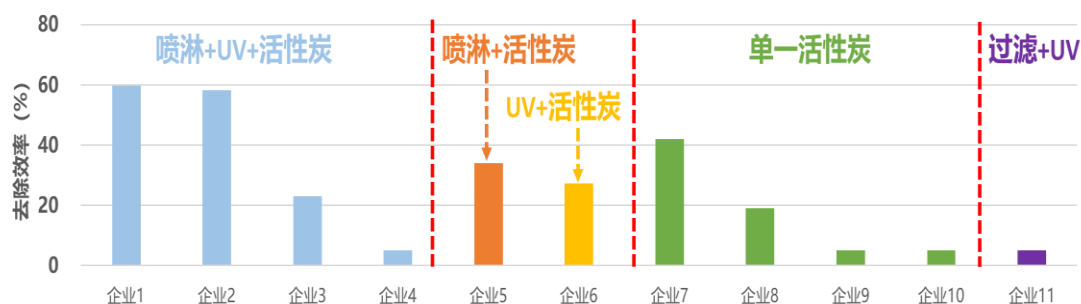


图 3-16 常用 VOCs 治理技术的实测去除效率

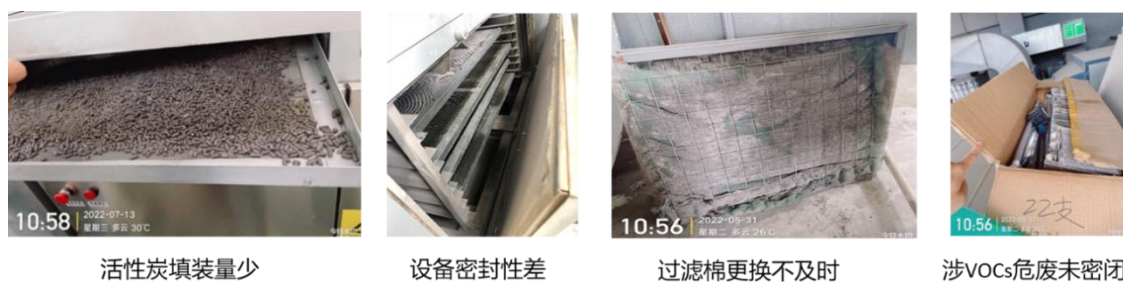


图 3-17 企业运行不规范管理不到位现象

## (2) VOCs 排放情况

对调漆间外和腻子涂抹干燥作业周边等无组织排放以及排气筒有组织排放的 VOCs 浓度进行测量，结果显示，调漆间外非甲烷总烃浓度为 0.99-13.52mg/m<sup>3</sup> 不等，均值为 3.79mg/m<sup>3</sup>；腻子涂抹干燥作业周边非甲烷总烃浓度为 0.40-15.1mg/m<sup>3</sup> 不等，均值为 5.90mg/m<sup>3</sup>；现场监测企业有组织排放的非甲烷总烃浓度最大值为 0.09-313.19mg/m<sup>3</sup> 不等，均值为 0.04-80.71mg/m<sup>3</sup> 不等；具体如图 3-18 至 3-20 所示。

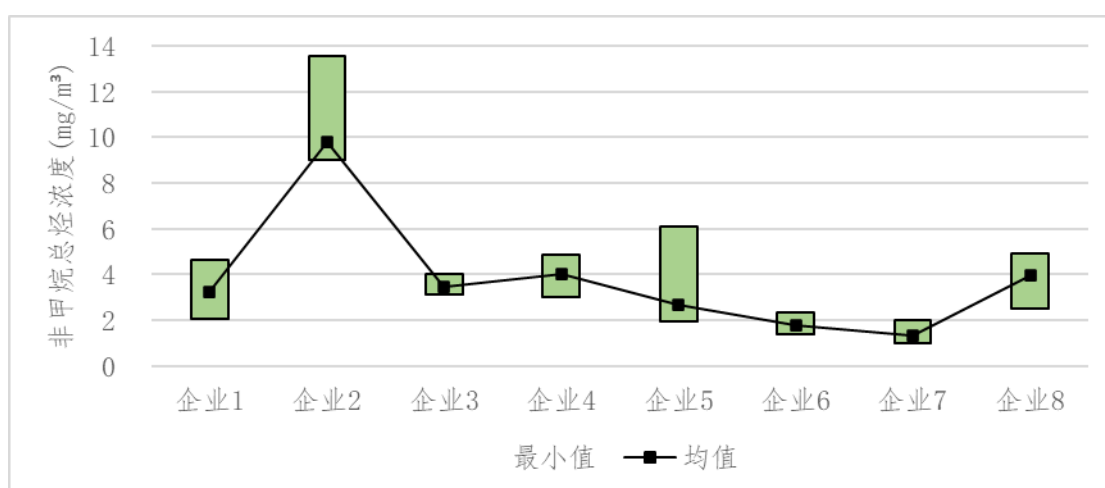


图 3-18 典型企业调漆间外非甲烷总烃浓度

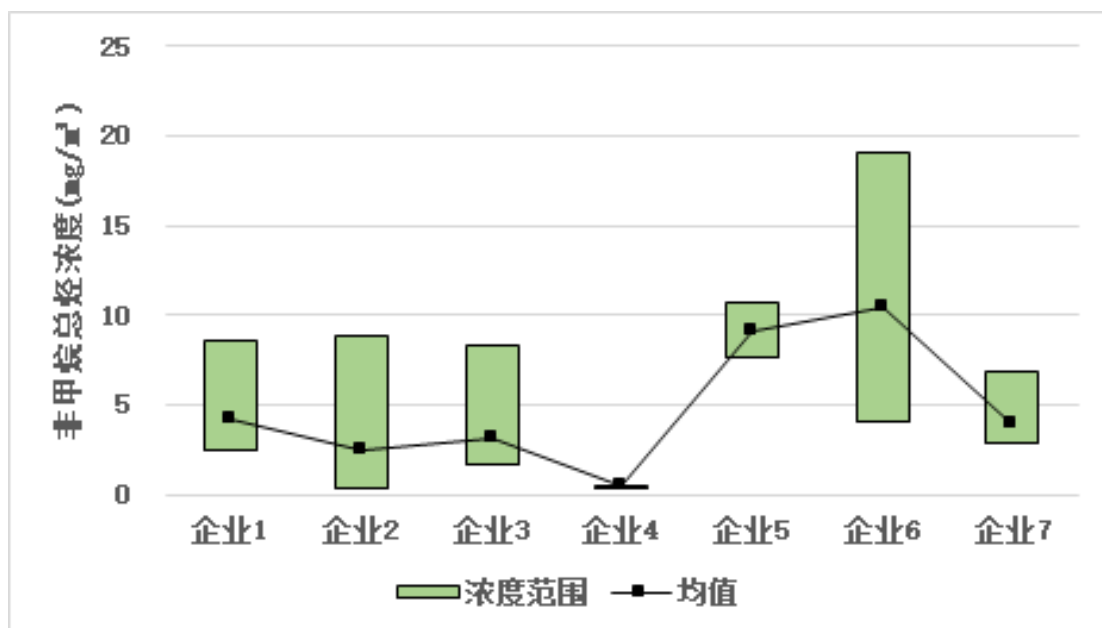


图 3-19 典型企业腻子涂抹干燥作业周边非甲烷总烃浓度

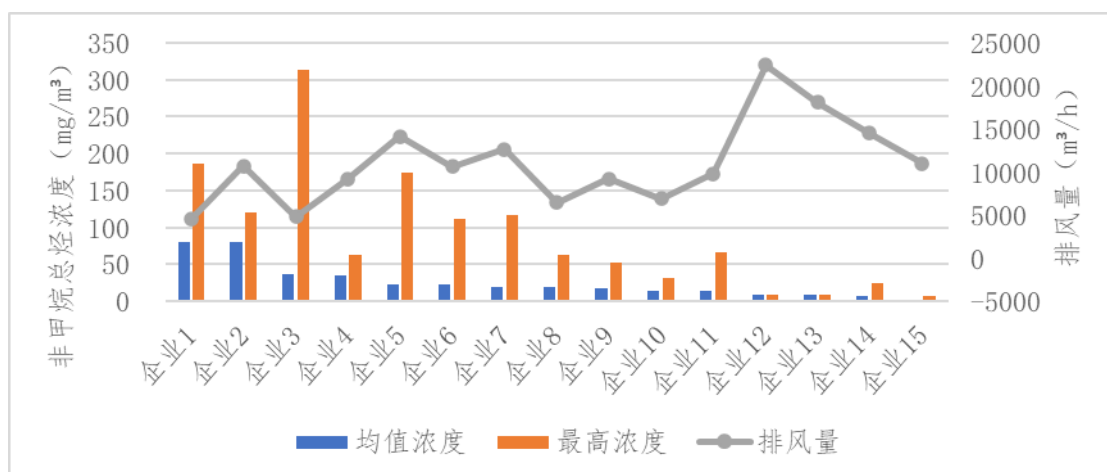


图 3-20 典型企业有组织排放非甲烷总烃浓度

进一步对各类涂料涂装环节产生的 VOCs 物种组成进行分析，各类涂料涂装过程中产生的 VOCs 物种有所差异，其中，腻子涂抹环节主要为苯乙烯；中涂漆涂装环节以苯系物和酯类物质为主，其特征物质主要为二甲苯和乙酸丁酯；水性色漆涂装环节以醇酯类物质为主，其特征物质主要为正戊醇和乙酸丁酯；油性色漆涂装环节以苯系物和酯类物质为主，其特征物质主要为二甲苯、乙酸丁酯和丙二醇甲醚醋酸酯；清漆涂装环节以苯系物和酯类物质为主，且与中涂漆相比，酮类占比更大，其特征物质主要为二甲苯、乙酸丁酯、环己酮、甲基异丁酮等。这些物质中，苯乙烯、二甲苯、乙苯、乙酸丁酯、正戊醇、丙二醇甲醚醋酸酯、环己酮和甲基异丁酮均具有低毒性。各环节 VOCs 成分谱如图 3-

Figure 1: Composition of VOCs in five enterprises. The chart shows the percentage contribution of various VOCs to the total for each enterprise. Benzene is the dominant component in all cases, typically accounting for over 90% of the total. Other components like Toluene, Xylene, Ethylbenzene, Styrene, Butyl Acrylate, and Cyclohexadiene are present in much smaller proportions, often less than 5% each.

企业	苯	甲苯	二甲苯	乙苯	苯乙烯	乙酸丁酯	环辛四烯
企业1	98%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
企业2	95%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
企业3	95%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
企业4	95%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
企业5	90%	1%	0%	0%	0%	5%	0%

[illegible]

39

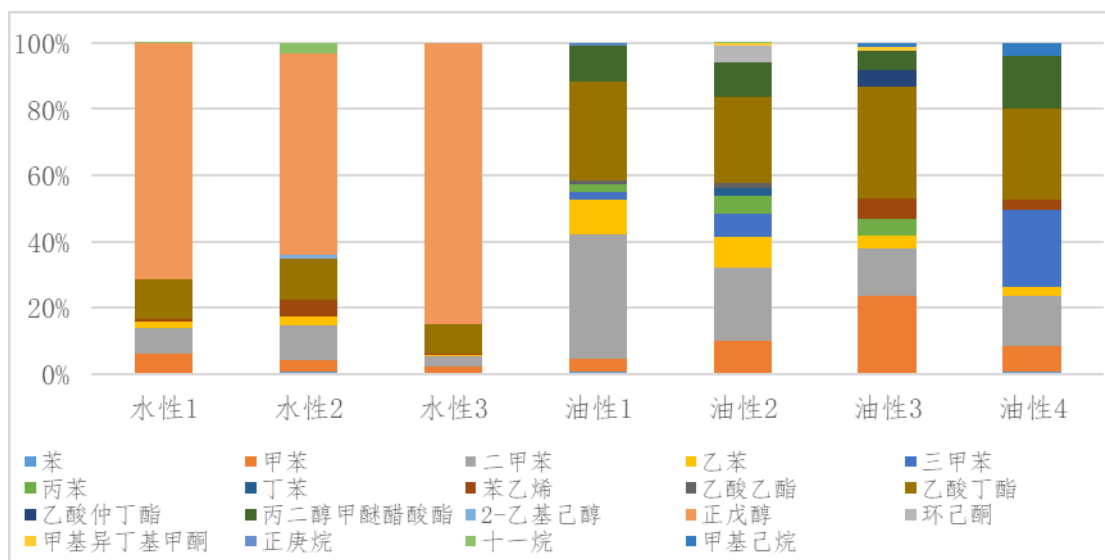


图 3-23 典型企业色漆涂装环节 VOCs 成分谱

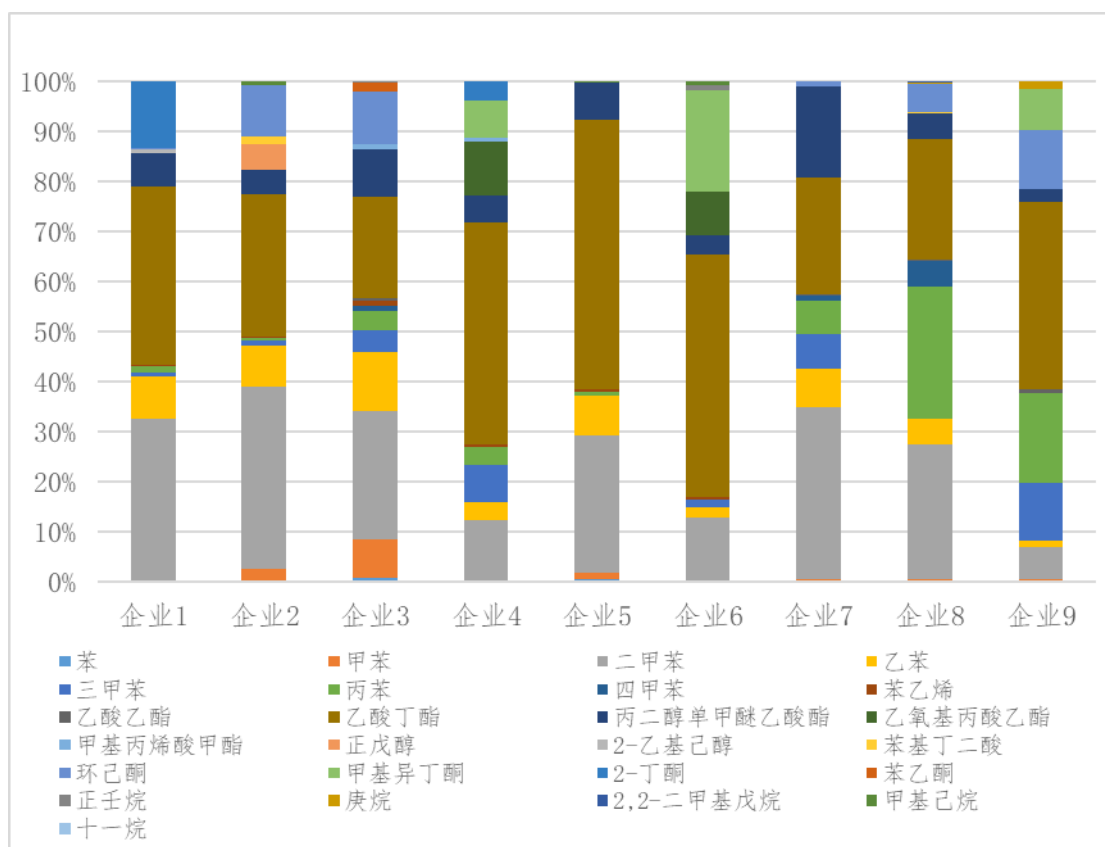


图 3-24 典型企业清漆涂装环节 VOCs 成分谱

### 3.2.3 污染物有组织排放现状

汽修行业主要污染物为 VOCs，调研企业中，75 家已安装 VOCs 自动监测

系统，且大多分布在珠三角地区，其中，52 家已与生态环境主管部门联网，占比约为 28.7%；106 家企业未安装 VOCs 自动监测系统，占比约为 58.6%，仍占大多数。此外，每年开展 1-2 次自行监测的企业最多，为 100 家，占比为 55.3%；其次为未开展自行监测和每年开展 3-4 次自行监测的企业，分别为 44 和 22 家；每年开展自行监测 4 次以上的企业最少，为 15 家，占比为 8.3%，如图 3-25。现场调研发现部分企业存在自动监测设备运维台账缺失或长期未填写，自行监测报告不规范等问题。

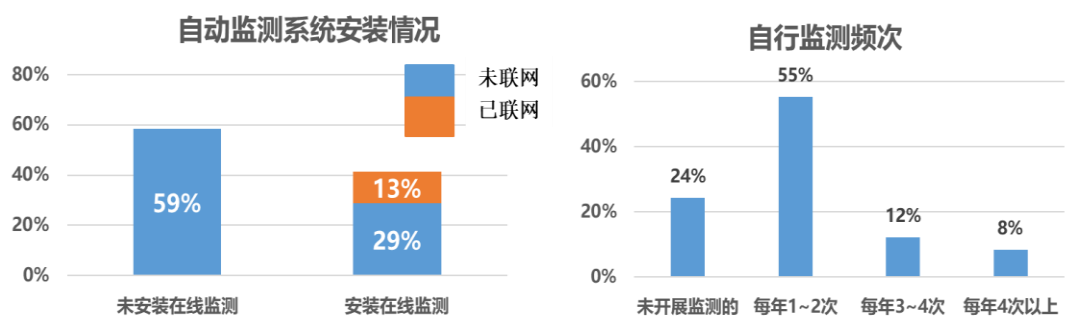


图 3-25 调研企业 VOCs 监测情况

## 4.标准制定的必要性

### 4.1 贯彻国家政策方针

#### （1）切实做好汽修行业 VOCs 治理工作

2020 年中国汽车维修协会发布《汽车维修行业有效实施 VOCs 治理的指导意见》，为贯彻落实党中央、国务院《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，根据国家生态环境部发布的《重点行业挥发性有机物综合治理方案》、《挥发性有机物无组织排放控制标准》等大气污染防治的标准、文件精神，切实做好汽车维修行业 VOCs 排放治理工作，中国汽车维修行业协会经过广泛调研，组织专家深入研讨、论证，制定了《汽车维修行业有效实施 VOCs 治理的指导意见》。

#### （2）贯彻落实生态环境部对重点行业 VOC 综合治理的要求

为打赢“蓝天保卫战”，生态环境部于 2019 年陆续发布了《挥发性有机物无

组织排放控制标准》（GB37822—2019）、《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53号），“对涂装类企业集中的工业园区和产业集群，如家具、机械制造、电子产品、汽车维修等，鼓励建设集中涂装中心，配备高效废气治理设施，代替分散的涂装工序。对石化、化工类工业园区和产业集群，推行泄漏检测统一监管，鼓励建立园区 LDAR 信息管理平台。对有机溶剂使用量大的工业园区和产业集群，如包装印刷、织物整理、合成橡胶及其制品等，推进建设有机溶剂集中回收处置中心，提高有机溶剂回收利用率。对活性炭使用量大的工业园区和产业集群，鼓励地方统筹规划，建设区域性活性炭集中再生基地，建立活性炭分散使用、统一回收、集中再生的管理模式，有效解决活性炭不及时更换、不脱附再生、监管难度大的问题，对脱附的 VOCs 等污染物应进行妥善处置”，对各个重点行业 VOCs 的治理提出明确要求，VOCs 综合治理工作在重点行业全面展开。在汽修行业，由于作业中使用到涂料，喷涂过程中会产生大量的 VOCs，且汽修行业存在很多不规范作业，废气收集与治理不到位的问题，导致大量 VOCs 的排放，汽车维修行业成为国家 VOCs 重点治理的行业之一。

### （3）助力国家碳达峰碳中和目标实现

力争于 2030 年前实现碳达峰，是党中央作出的重大决策，也是习近平总书记向国际社会作出的庄严承诺。2021 年 9 月 22 日，中共中央、国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（以下简称中央意见）。10 月 24 日，国务院印发《2030 年前碳达峰行动方案》（以下简称国家行动方案），明确了我国 2030 年前实现碳达峰的主要目标和重点任务。

当前我国生态文明建设同时面临实现生态环境根本好转和碳达峰碳中和两大战略任务，生态环境多目标治理要求进一步凸显，协同推进减污降碳已成为我国新发展阶段经济社会发展全面绿色转型的必然选择。面对生态文明建设新形势新任务新要求，基于环境污染物和碳排放高度同根同源的特征，必须立足实际，遵循减污降碳内在规律，强化源头治理、系统治理、综合治理，切实发挥好降碳行动对生态环境质量改善的源头牵引作用，充分利用现有生态环境制度体系协同促进低碳发展，创新政策措施，优化治理路线，推动减污降碳协同

增效。在“双碳”目标引领下，环保产业应从过去的“治污”为主，进入减污、降碳协同增效，绿色生产、绿色生活和良好生态协同推进的新阶段。

VOCs 是形成 PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub> 等二次污染物的重要前体物，进而引发灰霾等大气环境问题。随着我国工业化和城市化的快速发展以及能源消费的持续增长，以 PM<sub>2.5</sub> 和 O<sub>3</sub> 为特征的区域性复合型大气污染日益突出，区域内空气重污染现象大范围同时出现的频次日益增多，严重制约社会经济的可持续发展，威胁人民群众身体健康。为了根本解决 PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub> 等污染问题，切实改善大气环境质量。国家应积极推进其关键前体物 VOCs 的污染防治工作。作为环境保护重要的一部分，管控 VOCs 的排放和治理，减少 VOCs 排放和治理过程中的能耗，将为双碳目标起到积极的推动作用。

## 4.2 广东省生态环境厅的要求

### (1) 减排、整治需求

严格 VOCs 新增污染排放控制。按照“消化增量、消减存量、控制总理”的方针，将 VOCs 排放是否符合总量控制要求作为环评审批的前置条件，并依法纳入排污许可管理，对排放 VOCs 的建设项目实行区域内减量替代。推动低（无）VOCs 含量原辅材料替代和工艺技术升级。

抓好重点地区和重点城市 VOCs 减排。臭氧污染问题较为突出的珠三角地区为全省 VOCs 减排的重点地区。VOCs 排放量较大的广州、深圳、佛山、东莞、茂名、惠州市为 VOCs 减排重点城市。

#### (一) 加强源头控制。

鼓励维修企业利用科学的方法、使用环保材料，以降低维修全过程中的 VOCs 排放。在涂装作业中，应使用低 VOCs 含量涂料，替代溶剂型涂料，从源头减少 VOCs 产生。含 VOCs 物料应妥善储存，防止泄露。

#### (二) 加强过程控制。

##### 1. 加强维修过程中 VOCs 的排放控制。

对于汽车空调系统维修，要按照《汽车空调制冷剂回收、净化、加注工艺

规范》（JT/T774-2010）要求，规范作业，减少 VOCs 的随意排放；对于维修车间内产生的 VOCs 要经过科学合理的处理，到达相关标准后再予以排放。

维修企业对容易产生 VOCs 的涂装作业要在密闭的空间进行，并按照规定安装、使用污染防治设施；对于涂料及辅料、制冷剂等内容含有 VOCs 材料在使用过程中，应加强对管道、设备进行日常维护，减少物料泄漏，对泄漏的物料应当及时收集处理。通过采取设备与场所密闭、工艺改进、废气有效收集等措施，削减 VOCs 无组织排放。

## 2.加强涂装作业中 VOCs 控制。

含 VOCs 物料转移应采用密闭容器等；在进行油漆的调配时，应采取有效收集措施并在密闭的调漆间中操作；前处理、中涂、喷涂、流平、烘干等工序及喷枪清洗等作业区域，应在密闭空间中操作，所产生的废气，遵循“应收尽收”的原则，科学设置废气收集管道集中收集，并导入 VOCs 处理系统。

3.使用先进技术和生产工艺，降低 VOCs 排放水平。鼓励采用全密闭、自动化、智能喷漆机器人等先进喷涂技术，以及高效工艺设备等，控制漆雾产生量，减少工艺过程中 VOCs 无组织排放。

## （三）深化末端处理。

维修企业在生产过程中，应按照所在地省市的地方或行业相关 VOCs 排放标准，制订相应控制 VOCs 排放措施；结合维修行业 VOCs 排放特点，安装具备处理漆雾、过滤粉尘、去除异味、高效净化有机废气功能的污染防治设施，鼓励采用“干式过滤+吸附浓缩+脱附催化燃烧”的组合式末端废气处理技术，实现 VOCs 的有效处理和达标排放。

## （四）开展 VOCs 在线监测工作

推进维修行业 VOCs 在线监测工作，鼓励一、二类机动车维修企业按照在线连续监测安装的有关要求，规范安装在线检测设备，并按要求做好在线监测设施的运行维护，确保数据真实、有效。

## （2）广东省汽修行业的主要生态问题

汽车维修行业排放的大气污染物主要包括颗粒物与 VOCs，其中 VOCs 排放最为突出，也是本标准研究的重点指标，同时 VOCs 中存在的某些污染物质引



起的异味问题也不容忽视。据初步测算，2021 年广东省人为源排放的 VOCs 总量 198.32 万吨，约占全国人为源排放的 19%，是广东省重点控制的大气污染物，也是大气污染防治工作中最为薄弱的环节之一。VOCs 是导致城市灰霾和光化学烟雾的关键因子之一，可直接对人体健康造成一定的危害。

企业布局不合理现象普遍，对城市居民健康影响大。汽车维修企业分布散、数量多，维修过程尤其是喷涂操作过程中涉及到多种有机溶剂的使用，调漆、运输等过程管理不到位，极易造成 VOCs 挥发逸散产生无组织排放。汽修企业与人口分布具有明显的重合，虽然方便了客户，但是人口密集区的环境敏感性也较高，部分汽修店距离居民楼不足 50 米，严重危害周边居民健康。汽修企业大气污染物多为低空排放，周围林立的建筑物不利于污染物的扩散。

### 4.3 提高行业污染防治技术与监管水平

#### （1）行业污染防治

目前针对汽修行业的大气污染排放，主要采取源头削减、过程控制、末端治理的手段，其中以末端治理为主。在当前经济发展形势下，末端治理是企业采取的最为普遍的污染治理手段，但事实上，末端治理是迫不得已的选择。从源头上削减污染物的产生，在过程中减少污染物的排放，对整个大气治理来说，是更为有效且长久的手段。

源头上，使用 VOCs 含量更低的涂料来替代溶剂型涂料，减少 VOCs 的产生。过程中，调漆房密闭使用、对挥发的 VOCs 进行收集、采用环保高效的喷枪、对活性炭等危险废物密封处置等，减少 VOCs 的逸散。最后，在末端治理上，定期检查处理设备的运行状态、及时更换过滤棉和活性炭、活性炭装填量足、紫外灯管更换等，确保排污口气体达标排放。推动整个行业的生产工艺、污染治理水平向更好的方向发展。

#### （2）行业监管水平

调研结果表明，各地市对汽修行业的监管存在缺失，在生产过程中，汽修企业多存在不规范的操作，这就导致整个汽修行业在污染管控方面的混乱和无

序，标准的推出有利于各地市环保部门对汽修行业进行规范的监管，有据可依，从而提升整个汽修行业的监管水平，使汽修行业的污染防控变得有序和可控。

依据标准持续开展环境保护排查整治。通过联合检查与单独检查、专项检查与日常监督检查相结合的方式，对重点汽车维修企业进行环保隐患排查，并形成闭环管理，建立健全汽修行业相关监管制度。

依据标准敦促汽修企业相关人员认真学习相关法律法规和相关文件，严格按照《危险废物产生单位规范化管理指标》，开展企业自查，及时查漏补缺。加强危险废物现场管理，保持现场卫生，分区分类贮存，做好“三防措施”。落实专人，做好内业工作，建立健全相关生产台账，完善制度，规范管理。严格要求涉喷漆业务企业，及时更换活性炭、吸附棉，做好更换记录，保障治污设施有效运行。

#### **4.4 推动行业持续健康发展**

目前，广东省汽修行业的发展参差不齐，环保投入和污染治理能力有限，标准的推出可以促进小中型企业进行转型和改造，淘汰部分规模小、污染严重、技术水平低下的汽修企业，有利于整个汽修行业健康积极可持续发展。

通过开展环境保护提升行动，全面清理核查汽车维修市场，打击环境保护违法违规行为，重点整顿备案条件不达标、环境污染严重的企业，推动全行业维修服务质量明显提高、环境保护主体责任有效落实、行业形象明显改观。有利于汽修行业持续不断向好发展。

#### **4.5 保护环境及人体健康**

汽车维修行业涉及多种污染物产生工艺，如喷漆、清洗、废油处理等，这些活动可能释放挥发性有机化合物（VOCs）、颗粒物等有害物质，这些物质如果不受控制，可能渗入土壤和水体，对生态系统造成危害，影响植被、水源和野生动植物的健康。同时也会对空气质量产生负面影响，导致臭氧层破坏、酸

雨、雾霾和全球气候变化等问题。

在汽车维修工作场所，作业场员工有化学品暴露的风险，可能对其健康造成危害。同时，不少汽车维修企业建在居民区，污染物排放可能导致空气中的有害物质浓度升高，对附近居民的健康构成威胁。这些污染物与呼吸系统疾病、心血管问题和癌症等健康问题有关。

因此，制定和执行汽车维修行业的大气污染控制标准对于维护环境可持续性发展、保护人体健康、减少资源浪费以及促进社会公平都至关重要。标准将有助于减少污染物排放，改善空气质量，提高工作场所安全性，最终创造更加健康和可持续的社会环境。

## 5.标准制定的依据及思路

### 5.1 标准制定的依据

#### （1）广东省环境保护条例

为了保护和改善环境，防治污染和其他公害，保障公众健康，推进生态文明建设，促进经济社会可持续发展，根据《中华人民共和国环境保护法》等法律法规，结合本省实际，制定本条例。本条例适用于本省行政区域内保护和改善环境、防治污染和其他公害以及监督管理等活动。各级人民政府应当促进经济发展方式转变，鼓励发展循环经济，支持环境保护科学技术研究、开发和利用，建设资源节约型、环境友好型社会，使经济社会发展与环境保护相协调。各级人民政府对本行政区域的环境质量负责，应当采取措施持续改善环境质量。

县级以上生态环境主管部门对本行政区域的环境保护工作实施统一监督管理。县级以上人民政府有关部门依法对资源保护和污染防治等环境保护工作实施监督管理。乡镇人民政府、街道办事处和基层群众性自治组织应当协助生态环境主管部门做好本区域的环境保护工作。

公民、法人和其他组织依法有享受良好环境、知悉环境信息、参与及监督环境保护的权利，有权对污染环境和破坏生态的行为进行举报，有保护和改善

环境的义务。各级人民政府及其有关部门应当完善公众参与程序，为公民、法人和其他组织参与和监督环境保护提供便利，鼓励和支持社会组织和志愿者依法从事环境保护公益活动。各级人民政府及其有关部门应当鼓励和支持基层群众性自治组织、社会组织、企业事业单位和其他生产经营者等开展环境保护宣传普及，提高公众的环境保护意识和素质。

(2) 广东省《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》

经广东省人民政府同意，广东省市场监督管理局、广东省生态环境厅近日联合发布省级地方标准《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》，编号为 DB44/2367-2022，自 2022 年 9 月 1 日起实施。

该文件规定了固定污染源 VOCs 有组织排放、无组织排放、企业厂区内及边界污染的控制要求、监测和实施与监督要求，适用于现有工业固定污染源 VOCs 排放管理，以及新建、改建、扩建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、排污许可证核发及其投产后的 VOCs 排放管理。

5.2 标准制定的思路



(1) 通过资料调研、线上调研、现场调研，掌握当前广东省汽修行业基本现状，了解汽修行业经营现状，整体污染排放水平、治理水平、监管现状。

(2) 通过现场监测，结合线上及现场调研数据，估算整个汽修行业大气污染排放现状。

(3) 提出汽修行业大气污染治理的总体要求。

(4) 针对不同时段，不同原辅材料（底漆，中涂，色漆，清漆、清洗剂等）的不同，确定不同的 VOCs 含量限值，对油漆房的使用、喷烤漆过程、废气收集、危险废物存储等方面给出要求，对排气口排放浓度确定非甲烷总烃排放限值，从源头、过程、末端三个维度制定标准，削减汽修行业 VOCs 的排放量。

(5) 本标准规定了汽修企业原辅材料储存和使用、主要 VOCs 排放工艺环

节要遵守的运营及监控要求。

## 6.标准主要技术内容

### 6.1 标准适用范围

本文件规定了汽车维修企业涂料及清洗剂控制要求、有组织排放控制要求、无组织排放控制要求、污染物监测要求和实施与监督要求。

本文件适用于现有汽车维修企业的大气污染物排放管理，以及新、改、扩建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、排污许可证核发及其投产后的大气污染物排放管理。其中，汽车维修企业指符合 GB/T 16739.1 或 GB/T 16739.2 的要求并含有涂漆工序的汽车维修企业，不包括从事油罐车、化学品运输车等危险品运输车辆维修的企业。

### 6.2 术语及定义

本标准术语和定义共有 20 个。具体如表 6-1 所示

表 6-1 标准术语来源及定义

名称	参考定义	参考来源	本标准定义	备注
汽车维修业	从事汽车修理、维护和保养服务的企业。本标准中汽车维修企业指符合 GB/T 16739.1-2004 要的一类 and 二类汽车整车维修企业，不包括从事油罐车、化学品运输车等危险品运输车辆维修的企业。	GB 26877—2011, 3.1	从事汽车修理、维护和保养服务的企业。本文件中的汽车维修企业指符合 GB/T 16739.1 和 GB/T 16739.2 中的要求并含有涂漆工序的汽车维修企业，不包括从事油罐车、化学品运输车等危险品运输车辆维修的企业。	有修改
涂漆工序	采用合适的施工方法和工艺技术,将不同种类的涂料涂覆在物体表面并牢固附着于被涂物体的涂料成膜工艺。包括涂料调配、机械预处理(抛	HJ 1086—2020, 3.1	采用合适的施工方法和工艺技术，将不同种类的涂料涂覆在物体表面并牢固附着于被涂物体的涂料成膜工艺，包括涂料调配、机械预处理（打磨、清理	有修改

	丸、打磨、喷砂、喷丸、清理等)、化学预处理(溶剂擦洗、酸洗除锈、擦洗除锈和化学脱脂等)、转化膜处理(磷化、钝化、锆化、硅烷化、化学氧化等)、涂覆(含底漆、中涂、面漆、清漆、胶)、流平、固化成膜等生产环节的工序。		等)、化学预处理(擦洗、除锈、脱脂等)、涂覆(含腻子、底漆、中涂、面漆、清漆、胶)、流平、固化成膜等环节的工序。	
涂料	涂于工件表面形成具有腐蚀保护,装饰或特殊性能(如标示,绝缘,耐磨等)的连续固态涂膜的一类液体或固态材料的总称。	GB/T 8264—2008, 2.3	涂于工件表面形成具有腐蚀保护,装饰或特殊性能(如标示,绝缘,耐磨等)的连续固态涂膜的一类液体或固态材料的总称。	无修改
清洗剂	在工业生产和服务活动中,利用化学溶解、络合、乳化、润湿、渗透、分散、增溶、剥离等原理,去除装置、设备、设施、产品表面的污垢(包括油脂、涂料、油墨、胶质、积碳、粉尘等)而使用的液体化学品或制剂。	GB 38508—2020, 3.1	在工业生产和服务活动中,利用化学溶解、络合、乳化、润湿、渗透、分散、增溶、剥离等原理,去除装置、设备、设施、产品表面的污垢(包括油脂、涂料、油墨、胶质、积碳、粉尘等)而使用的液体化学品或制剂。	无修改
挥发性有机物	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。	GB 37822—2019, 3.1	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,采用非甲烷总烃(以 NMHC 表示)作为污染物控制项目。	有修改
非甲烷总烃	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。	GB 37822—2019, 3.3	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。	无修改
施工状态	在施工方式和施工条件满足相应产品技术说明书中的要求时,产品所有组分混合后,可以进行施工的状态。	GB/T 38597—2020, 3.5	在施工方式和施工条件满足相应产品技术说明书中的要求时,产品所有组分混合后,可以进行施工的状态。	无修改

底漆	多层涂装时，直接涂到底材上的涂料。	GB 24409—2020，3.15	多层涂装时，直接涂到底材上的涂料。	无修改
中涂	多层涂装时，施涂于底涂层（或腻子层）与面涂层之间的涂料。	GB 24409—2020，3.16	多层涂装时，施涂于底涂层（或腻子层）与面涂层之间的涂料。	无修改
底色漆	表面需涂装清漆的色漆。	GB 24409—2020，3.17	表面需涂装清漆的色漆。	无修改
本色面漆	表面不需涂装清漆的实色漆。	GB 24409—2020，3.19	表面不需涂装清漆的实色漆。	无修改
清漆	不含着色物质的一类涂料。	GB 24409—2020，3.20	不含着色物质的一类涂料。	无修改
喷烤漆房	用于汽车车身涂装修复的封闭式作业设备。	JT/T 324—2022，3.1	用于汽车车身涂装修复的封闭式作业设备。	无修改
现有企业	本标准实施之日前已建成投产或环境影响评价文件已通过审批或备案的工业企业或生产设施。	GB 37822—2019，3.16	本文件实施之日前已建成投产或环境影响评价文件已通过审批或备案的企业或设施。	有修改
新建企业	自本标准实施之日起环境影响评价文件通过审批或备案的新建、改建和扩建的工业建设项目。	GB 37822—2019，3.17	自本文件实施之日起环境影响评价文件通过审批或备案的新建、改建和扩建的建设项目。	有修改
排气筒高度	自排气筒（或主体建筑构造）所在的地平面至排气筒出口计的高度，单位为 m。	GB 37822—2019，3.19	自排气筒（或主体建筑构造）所在的地平面至排气筒出口计的高度，单位为 m。	无修改
标准状态	温度为 273.15 K，压力为 101.325 Pa 时的状态。本标准规定的大气污染物排放浓度限值均以标准状态下的干气体为基准。	GB 37822—2019，3.30	温度为 273.15 K，压力为 101.325 Pa 时的状态。本文件规定的各项大气污染物浓度限值均以标准状态下的质量浓度。	有修改
完整喷烤漆时段	采用合适的施工方法和工艺技术,将不同种类的涂料涂覆在物体表面并牢固附着于被涂物体的涂料成膜工艺。包括涂料调配、机械预处理(抛丸、打磨、喷砂、喷丸、清理等)、化学预处理(溶剂擦洗、酸洗除锈、擦洗除锈和化学脱脂等)、转化膜处理(磷	HJ 1086—2020，3.1	汽车在喷烤漆房内进行涂覆（含腻子、底漆、中涂、面漆、清漆、胶）、流平、固化成膜等涂装工序中，从涂覆开始到固化成膜结束的时间段。	有修改

	化、钝化、锆化、硅烷化、化学氧化等)、涂覆(含底漆、中涂、面漆、清漆、胶)、流平、固化成膜等生产环节的工序。			
无组织排放	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。	GB 37822—2019，3.4	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。	无修改
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。	GB 37822—2019，3.5	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。	无修改

### 6.3 污染物项目选择

本标准在深入分析汽车维修行业产排污现状的基础上，参考国内外有关标准以及其他指导文件，遵循如下原则筛选污染物控制项目：

- a) 优先控制汽车维修过程中具有较大产生量（或排放量），并较为广泛地存在于环境中的物质；
- b) 优先控制急性或慢性毒性效应大的化学物质，国际上公认的致癌物质和国家优先控制名单上的物质；
- c) 优先控制容易造成臭氧生成的物质，主要考虑 MIR 值（最大臭氧生成潜势）；
- d) 充分考虑控制指标的监测分析方法的可操作性；
- e) 国内外相关标准中列为控制因子的污染物；
- f) 对于毒性较小、光化学活性弱的 VOCs 物种，在综合指标（非甲烷总烃）中能予以控制的污染物，考虑由综合指标控制，从而减少特征污染物控制指标，便于标准执行和排放管理。

综上，本标准采用“综合指标+特征污染物+常规污染物”的形式，对汽车维



修行业的大气污染物进行控制。综合指标包括 NMHC，特征污染物为苯、苯系物，常规污染物为颗粒物。控制项目筛选依据如表 6-2 所示。

表 6-2 控制项目筛选依据

序号	控制项目	是否有监测方法	其他标准是否包含	纳入理由
1	非甲烷总烃	是	是	综合性指标，易监测，反应挥发性有机物排放水平
2	苯	是	是	具有强致癌性
3	苯系物	是	是	光化学活性强，排放浓度较大，具有一定的毒性
4	颗粒物	是	是	打磨、焊接等环节无组织排放

注：苯系物包括苯、甲苯、二甲苯（间、对二甲苯和邻二甲苯）、三甲苯（1,2,3-三甲苯、1,2,4-三甲苯和 1,3,5-三甲苯）、乙苯和苯乙烯。

## 6.4 污染物排放限值及控制要求

### 6.4.1 涂料及清洗剂控制要求

#### 6.4.1.1 VOCs 含量限值要求

汽车维修涂料主要包括腻子、底漆、中涂漆、色漆和清漆，在使用过程中还会添加稀释剂、固化剂等，限制即用状态下涂料的 VOCs 含量可直接从源头减少 VOCs 的产生。其中，底漆和中涂漆仅在汽车伤痕较严重、金属表面有裸露时才使用，一般情况下，只使用腻子、色漆和清漆。根据现场采样监测结果，即用状态下，各类涂料 VOCs 含量分别为腻子 18-127g/L，均值为 65.1g/L；中涂漆 376-594g/L，均值为 485.3g/L；水性色漆 245-448g/L，均值为 358.7g/L；油性色漆 641-869g/L，均值为 767.2g/L；清漆 441-618g/L，均值为 529.8g/L。

基于本省实际情况，参考国内外及北京、江苏、上海等地方汽修行业相关标准，确定汽车维修行业即用状态下的涂料 VOCs 含量限值(以单位体积涂料中 VOCs 的质量浓度计，g/L)，如表 6-3 所示。

表 6-3 涂料及清洗剂 VOCs 含量限值

单位：g/L

项目	含量限值
----	------

底漆	≤540
中涂	≤540
色漆（底色漆、本色面漆）	≤540
清漆	≤480
清洗剂	≤900
注：水性涂料不考虑水的稀释比例。溶剂型涂料按产品明示的施工状态下的施工配比混合后测定。如多组分的某组分使用量为某一范围时，按照产品施工状态下的施工配比规定的最大比例混合后进行测定。当涂料产品适用于多种场合时，按最严格的限值执行。	

注：底漆、中涂、色漆限值参考《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB T 38597-2020）中表 2 汽车修补用涂料限值，清漆参考《车辆涂料中有害物质限量》（GB 24409-2020）中表 2 汽车修补用涂料限值。清洗剂限值参考《清洗剂挥发性有机化合物含量限值》（GB 38508-2020）中表 1 有机溶剂清洗剂限值。

表 6-4 涂料及清洗剂 VOCs 含量推荐限值

单位：g/L

项目	推荐限值
底漆	≤250
中涂	≤380
色漆（底色漆、本色面漆）	≤380
清漆	≤420
注：水性产品不考虑水的稀释比例。所有产品按产品明示的施工状态下的施工配比混合后测定。如多组分的某组分使用量为某一范围时，按照产品施工状态下的施工配比规定的最大比例混合后进行测定。当产品适用于多种场合时，按最严格的限值执行。	

注：底漆推荐限值参考《车辆涂料中有害物质限量》（GB 24409-2020）中表 1 汽车原厂涂料（乘用车、载货汽车）限值，调研发现行业已有水性中涂技术，为实现行业有效减排，中涂涂料的限值参考《低挥发性有机化合物含量涂料产

品技术要求》（GB T 38597-2020）中表 1 汽车修补用涂料色漆限值，色漆推荐限值参考，清漆推荐限值参考《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB T 38597-2020）中表 2 汽车修补用涂料限值。

#### 6.4.1.2 管控要求

目前汽车维修企业原辅材料 VOCs 含量限值台账形式多样，因此考虑通过有资质的第三方原辅材料 VOCs 监测报告来判断符合表 6-3 中涂料含量限值类型。其他管控要求参考《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822）。

所有汽车维修企业需要做以下记录，记录随时可供环保管理监督部门查看，并至少保存三年。记录包括但不限于以下内容：

（1）每月各类涂料、稀释剂、固化剂、清洗剂等含 VOCs 原辅材料的使用量，回收和处置量，回收和处置方式；

（2）每种处于施工状态下含 VOCs 原辅材料的 VOCs 含量报告和使用说明，其中 VOCs 含量报告以有资质检测单位出具的为准；

（3）各类含 VOCs 原辅材料的来源及使用证明等资料。

#### 6.4.2 有组织排放控制要求

以当前汽车维修行业采用的较先进技术（包括源头、过程和末端及其组合技术）所能达到的排放水平作为确定限值的基本依据；同时，充分考虑企业生产装备水平和污染控制技术的经济技术可行性，并在实测数据的基础上，参考国外及北京、江苏、上海等地方汽修行业相关标准（如表 2-17），综合考虑确定标准限值。

##### 6.4.2.1 排放限值要求

广东省汽车维修行业实测各类污染物有组织排放浓度范围分别为：非甲烷总烃浓度最大值为 0.09-313.19mg/m<sup>3</sup>，均值 0.04-80.71mg/m<sup>3</sup>；颗粒物浓度为 0.25-6.69mg/m<sup>3</sup>，均值 3.27mg/m<sup>3</sup>；苯浓度为 0.1-0.5mg/m<sup>3</sup>，均值 0.2mg/m<sup>3</sup>；苯系物浓度为 2.43-89.39mg/m<sup>3</sup>，均值 35.23mg/m<sup>3</sup>。基于本省实际情况，并参考表 2-17 北京、浙江、上海、江苏、重庆等地汽修业大气污染物有组织排放浓度限值，确定各类污染物的有组织排放限值，如表 6-5 所示。

表 6-5 大气污染物有组织排放浓度限值

单位：mg/m<sup>3</sup>

序号	项目	I 时段	II 时段	污染物排放监控位置
1	非甲烷总烃	30	20	车间排气筒出口或生产设施排气筒出口
2	苯	1	0.5	
3	苯系物 <sup>a</sup>	20	10	
4	颗粒物	20	10	
a. 苯系物包括苯、甲苯、二甲苯（间、对二甲苯和邻二甲苯）、三甲苯（1,2,3-三甲苯、1,2,4-三甲苯和 1,3,5-三甲苯）、乙苯和苯乙烯。				

## 6.4.2.2 排气筒设置要求

排气筒具体高度及距周围建筑物的距离按批复的环境影响评价文件确定，排气筒高度不低于 15m，且不得低于喷烤漆房高度。确因安全考虑或其他特殊工艺要求，排气筒低于 15m 时，有组织排放要求按照表 6-5 限值的 50% 执行。

## 6.4.2.3 VOCs 治理设施效率要求

广东省汽车维修行业大部分企业均安装了 VOCs 处理设施，但以非燃烧技术为主，占比高达 83.4%；且主要为活性炭、光催化氧化及其组合技术（不含燃烧），占比为 76.2%。行业常用治理技术现场实测去除效率为 5.0%-59.8% 不等，均值仅为 25.8%。

实现 VOCs 减排，可以从使用低 VOCs 含量的原辅材料及提高 VOCs 治理设施处理效率两个方面出发，因此对于 VOCs 治理设施的处理效率，参考《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822）设定 VOCs 治理设施的处理效率如表 6-6 所示，现有企业和新建企业均执行第 I 时段的要求，实施 24 个月后，执行第 II 时段的要求。当企业全部涂料的 VOCs 含量均满足表 6-4 中推荐含量限值的要求时，可不执行此要求。

表 6-6 VOCs 治理设施效率要求

序号	项目	I 时段	II 时段	污染物排放监控位置
1	VOCs 治理设施处理效率	≥60%	≥80%	VOCs 治理设施进出口

注：当企业全部涂料的 VOCs 含量均满足表 6-4 中推荐限值时，可不执行此要求。

处理效率，指 VOCs 治理设施去除污染物的量与处理前污染物的量之比，可通过同时测定处理前后废气中污染物的排放浓度和标准状态下的排气量，以被去除的污染物与处理之前的污染物的质量百分比计。当处理设施为多级串联处理工艺时，处理效率为多级处理的总效率，即以第一级进口为“处理前”，最后一级出口为“处理后”进行计算；当处理设施处理多个来源的废气时，应以各来源废气的污染物总量为“处理前”，以处理设施总出口为“处理后”进行计算。当污染物控制设施有多个排放出口，则以各排放口的污染物总量为“处理后”。具体按式（1）。

$$\eta = \frac{C_{前} \times Q_{前} - C_{后} \times Q_{后}}{C_{前} \times Q_{前}} \times 100\% \cdots \cdots \text{式（1）}$$

式中：

$\eta$  ——VOCs 治理设施的处理效率，%；

$C_{前}$  ——处理前的 NMHC 浓度，mg/m<sup>3</sup>；

$Q_{前}$  ——进入废气处理系统前标准状态下的排气流量，Nm<sup>3</sup>/h；

$C_{后}$  ——处理后的 NMHC 浓度，mg/m<sup>3</sup>；

$Q_{后}$  ——经最终处理后排入环境空气标准状态下的排气流量，Nm<sup>3</sup>/h；

#### 6.4.2.4 管控要求

有组织排放管控要求参考《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）。

（1）废气收集和处理系统应符合 HJ 2000、HJ 2026、HJ 2027 等相关技术规范 and 导则的要求。

（2）废气收集处理系统应先于生产工艺设备运行，后于生产工艺设备关闭。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，待检修完毕后投入使用。废气收集处理系统应记录保养维护事项，并每日记录主要操作参数。

（3）采用更换式吸附处理工艺时，若有在线监测设备或便携式监测设备等

可判断达到吸附剂吸附饱和状态或寿命的，应及时更换吸附剂，或按设计文件要求确定吸附剂的使用量及更换周期。

(4) 汽车维修企业应建立 VOCs 处理系统台账，每月记录运行维护资料，并至少保存 3 年，供主管部门查验。需记录的数据包括：a)过滤材料的更换和处置记录；b)采用 VOCs 吸附装置，应记录吸附剂种类、更换/再生周期、更换量，并每日记录主要操作参数；c)采用其他 VOCs 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。

### 6.4.3 无组织排放控制要求

#### 6.4.3.1 排放限值要求

广东省汽车维修行业大气污染物无组织排放较为普遍，现场调研企业中约 30.9%的企业未对打磨环节产生的颗粒物进行收集处理，直接无组织排放；约 22.1%的企业未对调漆环节产生的 VOCs 进行收集处理，直接无组织排放；腻子涂抹及干燥过程产生的 VOCs 基本均未收集处理；部分企业还存在露天喷涂和晾干的现象。现场实测的打磨作业周边颗粒物浓度为 0.05-0.39mg/m<sup>3</sup> 不等,均值为 0.14mg/m<sup>3</sup>；调漆间外非甲烷总烃浓度为 0.99-13.52mg/m<sup>3</sup> 不等，均值为 3.79mg/m<sup>3</sup>；腻子涂抹干燥作业周边非甲烷总烃浓度为 0.40-40.70mg/m<sup>3</sup> 不等，均值为 5.90mg/m<sup>3</sup>。基于本省实际情况，并参考表 2-18 北京、浙江、上海、江苏、重庆等地汽修业大气污染物无组织排放限值，确定各类污染物的无组织排放限值，如表 6-7 及表 6-8 所示。

表 6-7 厂区内大气污染物无组织排放限值

单位：mg/m<sup>3</sup>

序号	项目	浓度	限值含义	无组织排放监控点位置
1	颗粒物	0.5	监控点处 1 小时平均浓度值	在厂区生产厂房外设置 监控点
2	非甲烷总烃	2		
3		8	监控点处任意一次浓度值	

表 6-8 企业边界大气污染物无组织排放限值

单位：mg/m<sup>3</sup>

序号	项目	浓度	限值含义	无组织排放监控点位置
1	颗粒物	1	监控点处 1 小时 平均浓度值	场地边界外 1m 处
2	非甲烷总烃	4		

#### 6.4.3.2 管控要求

无组织排放管控要求参考《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822）。

（1）涂料、稀释剂、胶黏剂、固化剂、清洗剂等含 VOCs 原辅材料在运输和储存中应保持密闭，盛装含 VOCs 原辅材料的容器或包装袋应存放于密闭空间，在物料非取用状态时应加盖、封口，保持密闭。

（2）废溶剂、废吸附剂、沾有涂料或溶剂的棉纱/抹布等废弃物应放入具有标识的密闭容器中,定期处理，并记录处理量和去向，相关来源及使用证明至少保存 3 年。

（3）6.2.3 调漆工序应在专门的调漆室内操作，打磨、清洗、调漆、烘干、流平等工序应采用收集设备或在密闭空间内操作，以上工序产生的废气应排至废气处理系统，清洗后的废液应密闭收集，并交由具有处理资质的单位进行处理。密闭空间的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。禁止露天或在开放式空间内进行调漆、喷漆、烘干、清洗等作业。VOCs 无组织排放废气收集系统应满足 GB 37822 要求。

### 6.5 污染物监测要求

#### 6.5.1 一般要求

（1）汽车维修企业应按照有关法律、《环境监测管理办法》、HJ 819 和 HJ 1086 等规定，建立企业监测制度，制定监测方案，对污染物排放状况及其对

周边环境质量的影响开展自行监测，保存原始监测记录，并公布监测结果。

(2) 7.1.2 企业安装在线监测系统的，应按照排污许可证规定的要求执行。

(3) 汽车维修企业应按照环境监测管理规定和技术规范的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台和排污口标志。

(4) 对于竣工环境保护验收的监测应当按照相关验收规范或指引执行（查找具体文件）。常规监测和监督性监测，按本文件规定的要求执行。

### 6.5.2 涂料及清洗剂 VOC 含量检测要求

按照 GB/T 3186 的规定对施工状态的涂料及清洗剂进行取样，VOC 含量测定应按照表 6-9 规定的方法执行，按要求根据 GB/T 23985-2009 的 8.4 和 GB/T 23986-2009 的 10.4 核算。

表 6-9 涂料及清洗剂 VOC 含量测定方法

序号	类型	标准名称	标准号
1	涂料及清洗剂	色漆和清漆挥发性有机化合物（VOC）含量的测定差值法	GB/T 23985
2		色漆和清漆挥发性有机化合物（VOC）含量的测定气相色谱法	GB/T 23986

### 6.5.3 有组织排放监测要求

有组织排放监测要求参考国外及北京、江苏、上海等地方汽修行业相关标准，特别说明排气筒中有组织排放污染物浓度和 VOCs 治理设施处理效率的采样监测，考虑汽车维修行业大气污染物间歇式排放特征，大部分污染物在喷烤漆时段产生并排放，根据实际监测数据表明，连续喷烤漆时段基本大于 5 分钟，因此考虑在排气大于 5 分钟的完整喷烤漆时段内采用便携式监测方式进行连续性监测或等时间间隔手工采集多个样品方式，计算平均值，作为企业排放检测值。同样地使用该方式，在 VOCs 治理设施进出口进行监测，作为治理效率计



算数值。

(1) 排气筒中大气污染物的监测采样应当按照 GB/T 16157、HJ/T 397、HJ/T 373、HJ/T 732、HJ 836 的规定执行。

(2) VOCs 治理设施的进口和排气筒应设置永久采样监测孔、采样平台及其相关设施，应符合 HJ/T 1 和 HJ/T 397 的要求，并满足 GB/T 16157 和 HJ 836 规定的采样条件和 HJ/T 373 规定的质量保证。若处理设施处理多个来源的废气时，应在废气合并后进入处理设施前的总管上设置采样孔。

(4) 本文件规定的排气筒中有组织排放污染物浓度限值是指喷烤漆作业时段内浓度平均值不得超过的值，可以在大于 5 分钟的完整喷烤漆时段内且有废气排放时采用符合 HJ 1012 和 HJ 1013 规定的便携式监测仪器实行连续监测，或在大于 5 分钟的完整喷烤漆时段内且有废气排放时以等时间间隔采集 3~4 个样品，计算平均值，或在 3~4 次大于 5 分钟的完整喷烤漆时段内且有废气排放时采集 3~4 个样品，计算平均值。

(5) 本文件规定的 VOCs 治理设施处理效率应同时在 VOCs 治理设施进口和排气筒出口同时采集废气的流量和 NMHC 的样品，可以在大于 5 分钟的完整喷烤漆时段内且有废气排放时采用符合 HJ 1012 和 HJ 1013 规定的便携式监测仪器实行连续监测，或在大于 5 分钟的完整喷烤漆时段内且有废气排放时以等时间间隔采集 3~4 个样品，计算平均值，或在 3~4 次大于 5 分钟的完整喷烤漆时段内且有废气排放时采集 3~4 个样品，计算平均值。

#### 6.5.4 无组织排放监测要求

(1) 大气污染物无组织排放监测应按 HJ/T 55 的规定执行。

(2) 对厂区内大气污染物无组织排放进行监控时，在调漆房、喷烤漆房等密闭场所的门窗或通风口、其他开口（孔）等排放口外 1m，距离地面 1.5m 以上位置处进行监测。若调漆房、喷烤漆房等密闭场所不完整（如有顶无围墙），则在操作工位下风向 1m，距离地面 1.5m 以上位置处进行监测。

(3) 厂区内 NMHC 任何 1 小时平均浓度的监测采用 HJ 604 规定的方法，

以连续 1 小时采样获取平均值，或者在 1 小时内以等时间间隔采集 3~4 个样品计平均值。厂区内 NMHC 任意一次浓度值的监测，按便携式监测仪器相关规定执行。

(4) 企业边界污染物监测按 HJ/T 55、HJ 194 的规定执行。

### 6.5.5 监测方法

对大气污染物排放浓度的测定采用表 6-10 所列的监测方法或生态环境主管部门认定的等效方法，本文件实施后国家发布的污染物监测方法标准，如适用性满足要求，同样适用于本文件相应污染物的测定。

表 6-10 大气污染物测定方法

序号	污染物	标准名称	标准号
1	苯	固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 734
		固定污染源废气 苯系物的测定 气袋采样 直接进样-气相色谱法	HJ 1261
2	苯系物	固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 734
		固定污染源废气 苯系物的测定 气袋采样 直接进样-气相色谱法	HJ 1261
3	NMHC	环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法	HJ 604
		固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法	HJ 38
		环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法	HJ 1012
		固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法	HJ 1013
4	颗粒物	环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法	HJ 1263
		固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法	HJ 836

## 7.行业建议

### 7.1 污染治理建议

#### 7.1.1 油漆水性化替代

建议企业逐步完成油漆的水性化替代，根据前期调研结果可知，油漆水性化替代的优势主要体现在以下 3 个方面：

##### （1）满足环保法规政策要求

近几年，我国颁布和实施了一系列限制溶剂型涂料和鼓励支持水性涂料的政策法规，推广水性漆符合环保法规标准，有助于避免汽车维修企业面临罚款或其他处罚，提高企业的合规性。

##### （2）减污降碳

传统溶剂型漆含有较多的 VOCs，VOCs 是空气污染的主要来源之一，推广油漆水性化替代可以从源头上减少大气污染物的产生。相对于传统溶剂型漆，水性漆的使用量更少，涂装过程中产生的废物和副产品较少，有助于减少固体废物的产生。

##### （3）增加企业竞争力

随着消费者环保意识的提高，对环保产品的需求也在增加。推广水性漆符合市场趋势，有助于企业在激烈的竞争中脱颖而出，吸引更多环保意识较强的消费者，增加市场份额。

汽车维修企业油漆水性化替代的必要性不仅在于满足环保法规要求和减污降碳，更是应对市场需求和提高企业竞争力的重要举措。

#### 7.1.2 优化处理工艺

在标准中，污染物排放限值中新增了一些污染物项目，针对这些污染物将给出一些治理方法的建议，可有效对排放的污染物进行合理处置后安全排放。

##### （1）生物净化处理工艺技术

生物净化处理工艺在常温常压下使有机废气经过设备中的微生物生物膜吸附和吸收降解，有机物质被微生物代谢成为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。在处理设备中气态的 VOCs 分子在生物膜表面被吸附而进入膜表面的水层中成为液态，创造被微生物细胞吸收降解的条件。生物净化处理设备中需要有生物填料供微生物附着形成生物膜，对处理的 VOCs 浓度有较大的适应范围，因为可以通过调节填料的多少来控制生物膜的数量。运营过程中依靠微生物的自我繁殖进行，适宜处理的 VOCs 质量浓度为  $1000\text{mg}/\text{m}^3$  以下，适宜的操作温度为  $15\text{-}40^\circ\text{C}$ 。营运费用低，无二次污染。

### (2) 活性炭吸附净化处理工艺技术

活性炭吸附法去除 VOCs 的原理是利用比表面积非常大的具有多孔结构的活性炭将 VOCs 分子截留。当废气通过吸附床时，VOCs 就被吸附在孔内，使排放的气体 VOCs 物质减少。吸附法实际上并没有使污染物得到降解，只是转移到了吸附剂上，所以需要消耗大量的吸附剂。在大量处理工艺废气的过程中需要定期更换吸附剂，随着吸附剂的容量逐步饱和容易出现处理效率快速下降的情况。吸附饱和后的吸附剂属于固体废弃物，需按固体废弃物进行处置。

### (3) 废气燃烧净化处理工艺技术

一般的有机废气均为可燃气体，VOCs 分子经燃烧后被降解转化，在完全燃烧后的情况下转发为  $\text{CO}_2$  和其他组分的氧化物。燃烧设备比较多样，但是基本上要求有机废气浓度较高和一定数量的催化剂。燃烧反应在较高的温度条件下进行，释放大量的热量，具有一定的营运风险，同时还有产生二次污染的可能性。废催化剂属于固体废弃物，需要按照固体废弃物要求进行处理处置。

## 7.1.3 改进监测方法

在本工作过程中，针对汽修行业的废气排放特征，监测方法设置如下：

### (1) 工艺流程全过程废气采样

工艺流程：打磨抛光→喷漆→烘烤

采样流程：颗粒物采集→非甲烷总烃监测→无组织监测→固定源排气筒监

测

#### ① 打磨抛光

根据企业打磨抛光所产颗粒污染物的特征，采样方式设置如下：

采样点位：厂房外 1m 处，高度 1.5 米。

便携式颗粒物采集器，可直观读取当前颗粒物浓度。

#### ② 喷烤漆

根据企业喷漆、烘烤废气的排放特征，采样方式设置如下：

采样点位：处理设备进口、排气口

采样方法：非甲烷总烃监测仪、吸附管（吸附管采样）

### 7.1.4 采用“分散收集，集中治理”污染治理模式

传统的 VOCs 处理模式为对各企业的 VOCs 排放源设置就地净化系统，就地处理排放，这种方法针对污染排放负荷较大、连续排放的污染源非常有效。但目前还存在许多企业，其生产特点为：生产工序间歇、排放点零散；排放气体的特点为：风量较大、浓度较低。在这种情况下，传统就地处理模式的投资和运行费用均较高。

汽修行业存在多点源、VOCs 排放速率不大、间歇排放的场合，为降低汽修企业或工业园区内单个企业治污的成本，可采用“分散收集，集中治理”的 VOCs 治理新模式：可在企业或界定范围的工业园区建设集中的 VOCs 处置中心，提供 VOCs 治理净化服务，按企业排放风量和排污量进行收费，减小每个企业一次性投入和后期运行成本，降低每个企业工程建设和管理成本，同时有利于集中监管，控制污染排放总量。

## 7.2 经营管理建议

（1）转变经营模式。传统汽车公司的销售和售后服务交给代理商，以 4S 店的形态提供包括展示、销售、交付和售后为一体化的服务。与传统 4s 店销售

经营的模式不同，新势力造车企业则把展示、销售、交付和售后功能拆分，在城市里建设体验店、体验中心、交付中心和售后中心，通过商超的高流量来实现更大的用户触达和销量规模。并通过建立数字化体系，通过网络将各个功能集成，便于管理和盈利。汽修企业可参考新势力造车企业的经营模式，将各个功能拆分，做到专店专精。明确各个店的自身优势，将优势发挥出价值，明确定位，专注投入，汽修企业才能做大做强。

（2）推行绿色维修。使用环保材料和工艺，选择符合环保标准的零部件和维修材料，如环保型润滑油、再生橡胶制品等，选择对环境影响较小的维修方法，减少有害物质的排放。推进节能措施，选择高效低耗的维修设备和环保治理设施，减少资源消耗。

（3）建立环保管理体系。汽车维修企业可通过成立环保团队、制定环境管理制度和管理目标，主动参与绿色认证或 ISO 14001 环境管理体系认证等，通过独立第三方认证机构的审核，增强企业环保形象和可信度。

## 8.效益分析

### 8.1 经济效益分析

汽修企业应根据企业经营情况，VOCs 不同治理技术的适用性、投资运行成本结合以期达到的即将出台的汽车维修 VOCs 排放标准限值，合理选用 VOCs 污染防治技术。各项治理技术的经济、技术可行性分析如下：

#### （1）源头控制

使用低 VOCs 含量的原料可从源头有效降低汽车维修行业 VOCs 产生量。其中，色漆的水性涂料替代技术成熟、效果最为显著，替代后 VOCs 产生量可减少 50%左右，其余的底漆、中涂和清漆也有可行的低 VOCs 含量的油漆可替代。与传统溶剂型涂料相比，使用低 VOCs 含量的涂料喷涂工艺的要求比较严格，需要对喷漆房的空气条件、温度条件、湿度条件进行严格的控制，再配备

专用的低 VOCs 含量原料喷枪、吹风枪、洗枪机，并对涂装工艺人员进行培训，因此工艺改造的难度不大，且在工艺技术上可行的。换用低 VOCs 含量涂料成本大约上升 20%-40%，喷枪、洗枪机等设备升级改造、涂装工作人员培训等产生的成本约需 1-5 万元不等。但水性涂料相对于溶剂型油漆，产生的有害废弃物较少，能够减少有害废弃物的处置成本，涂料替代的经济性较好，可操作性强，且能获得很好的环境效益。

## （2）过程管理

按照标准要求的工艺措施与管理要求，做好有机溶剂的密闭存储、运输与取用，调漆、喷枪清洗废气收集处理等措施，加强对喷漆工的培训和宣传，经济、技术方面可行性强，对降低 VOCs 产生量、控制无组织排放具有很好的效果。

## （3）末端治理

由于汽车维修 VOCs 废气在工业 VOCs 中属于中低浓度排放，排放量相对较小，企业可接受的成本也有限。目前，单级处理技术存在难以达到治理要求或不经济的问题。根据不同治理技术的优势，采用组合工艺不仅可以满足排放要求，同时可降低设备运行费用。推荐的治理技术包括：

对于有机溶剂年用量在 1t 以下的小微型企业可全面采用水性、高固体份等低 VOCs 含量涂料替代技术后加装活性炭吸附等较为简单的治理设施达标排放。单套活性炭装置投资费用在 3 万元左右，年运行费用在 0.5 万元左右。

对于其他大中型汽修企业，可采用以下处理技术达标排放：

①吸附浓缩+燃烧：国内外低浓度 VOCs 治理的主流技术之一，也是本标准推荐的处理技术。一套活性炭吸附浓缩+催化燃烧装置（1 万  $\text{m}^3/\text{h}$ ），投资成本在 25 万元/套左右，运行成本 5-6 万元/年。

治理效率更高的是沸石转轮吸附浓缩+催化燃烧或 RTO 燃烧，一次设备投资和运维费用较高，适合规模大，废气风量大、浓度高或不稳定、排放量大，经济效益好的维修企业选用。处理效率可达到 90%以上。单套设备成本（3 万  $\text{m}^3/\text{h}$ ）最低可控制在 200-300 万元之间，运行费用 400 元/小时。适用于大型钣喷中心或区域集中喷涂中心的末端治理。

②活性炭吸附脱附+催化氧化：目前市场已有专门为汽修行业量身定制的采用该工艺的废气处理系统，该设备高度集成，占比面积少，便于整体运输搬迁；设置多个温控点和多套冷却系统，保障设备和人员的安全；安装投资成本和运行适中，适合规模较小、排放量不高，经济效益也不高的企业维修企业选用。实际处理效率可达到 50%-70%，对于源头替代措施实施较到位的企业可采用该技术达标排放，单套设备投资成本在 10-15 万之间，运行成本约 3-5 万元/年。

## 8.2 社会效益分析

### （1）减少 VOCs 排放

本标准实施后，将促进重视并开展企业对汽车修理工作过程中所产生的 VOCs 的治理工作，通过全部使用低 VOCs 含量的原辅材料，可以减少 VOCs 排放约 50%~60%；通过提高 VOCs 治理设施治理效率至 80%，可以减少 VOCs 排放约 50%~60%。通过无组织排放控制措施，可以进一步减少操作过程中的 VOCs 产生量，虽然企业的治理成本会不同程度的增加，但是在大气污染物减排方面效果显著，标准实施的环境效益显著。

### （2）改善企业职工工作环境

标准发布后，规范企业在生产过程中存在的不当操作，减少在作业过程中大气污染物的产生和逸散。减少打磨抛光产生的颗粒物，使得车间更为干净整洁，较少粉尘对人体的损害；减少油漆使用过程中 VOCs 的逸散，避免对感官和人体带来的不适和损伤；提高喷漆房的废气收集效率，减少 VOCs 逸散，使得整个车间环境得到改善，从各方面改善企业职工工作环境。

### （3）优化周边居民居住环境

在标准实施后，从源头、过程及末端治理方面，减少大气污染物的产生，提高大气污染物的收集和处理效率，减少 VOCs 和恶臭向厂区外的逸散，优化周边居民居住环境。

### （4）增强公众参与意识

环境污染治理需要公众积极参与，提高汽修行业 VOCs 整治和法律法规相



关知识的认识，从而使公众也能够成为监督者之一。

## 9.实施建议

（1）出台政策鼓励汽修企业从源头削减污染物的产生，如使用低 VOCs 含量的涂料、采用高效喷漆设备等清洁生产技术，从而减轻后期治理压力，节约社会成本。制定激励政策，鼓励企业和科研单位开发更高效经济的污染治理技术和设备。

（2）集中规划汽修钣喷中心，制定钣喷中心环境管理标准。

（3）强化汽修企业监管，对违法违规行为进行严格整治，确保汽修行业的公平竞争。

（4）为汽修企业实施标准提供技术支撑，应配套汽修行业大气污染防治技术规范等技术指导文件，指导企业的生产管理、废气收集和污染治理工作。