

# 《乘用车整车制造业（涂装工序）挥发性有机物排放分级控制指标要求》

（征求意见稿）

编制说明

标准编制组

二〇二四年二月

# 目 录

1 工作背景 .....	3
1.1 任务来源 .....	3
1.2 工作过程 .....	4
2 标准制订必要性、总体思路及基本原则 .....	6
2.1 必要性 .....	6
2.2 总体思路 .....	8
2.3 基本原则 .....	9
3 行业概况 .....	9
3.1 行业定义 .....	9
3.2 乘用车汽车制造业生产工艺及生产、环保技术 .....	10
4 国内外相关标准研究 .....	18
4.1 国外相关标准调研 .....	18
4.2 国内相关标准调研 .....	20
5 标准主要内容说明 .....	27
5.1 适用范围 .....	27
5.2 结构框架 .....	28
5.3 术语和定义 .....	28
5.4 绩效分级指标 .....	31
5.5 经济与环境效益分析 .....	31
5.6 附录 .....	33
6 征集意见情况及处理 .....	34



## 1 工作背景

### 1.1 任务来源

近年来，臭氧（O<sub>3</sub>）和细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）是国家污染天气发生时的首要污染物，挥发性有机物（VOCs）作为 O<sub>3</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的关键前体物是国家大气污染防治的重点。随着我国城市化进程的推进，原本位于郊区的汽车制造厂旁，设立了越来越多的居住区，且汽车产量也在逐年稳步上升，据中国汽车流通协会数据显示，近 10 年我国汽车制造相关企业注册量呈波动增长趋势，中国汽车产销量已经连续 11 年稳居世界首位，汽车涂装过程中排放上百万吨 VOCs，给人们的生存环境带来越来越严重的不利影响。在汽车工业发达地区，汽车涂装排放的 VOCs 已成为当地产生雾霾源之一，影响周围居民的健康，造成的大气环境污染问题和居民投诉问题日益突显。因此，防治乘用车整车制造业 VOCs 污染是蓝天保卫战的主战场之一，急需进一步的 VOCs 分级控制指标要求来督促、指导企业做好 VOCs 治理问题，为环境保护提供法律依据、政策支撑和行业规范，赢得未来发展主动权和长久竞争优势。

为提高 VOCs 治理的科学性、针对性和有效性，生态环境部印发的《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53 号）中提出“（六）实施差异化管理。综合考虑企业生产工艺、原辅材料使用情况、无组织排放管控水平、污染治理设施运行效果等，树立行业标杆，引导产业转型升级。在重污染天气应对、环境执法检查、政府绿色采购、企业信贷融资等方面，对标杆企业给予政策支持。对治污设施简易、无组织排放管控不力的企业，加大联合惩戒力度。”《2020 年挥发性有机物治理攻坚方案》（环大气〔2020〕33 号）提出“实施差别化管理，对纳入监督执法正面清单的企业减少现场检查频次，

做到无事不扰。综合考虑生产工艺、原辅材料使用、无组织排放控制、污染治理设施运行效果等，树立标杆企业，在政府绿色采购、企业信贷融资等方面给予支持。”在国家大气污染工作精细化要求逐渐提高的背景下，迫切需要制定乘用车汽车制造业 VOCs 的分级控制指标要求，并按照全过程管理的思路，提出明确管理要求。该要求的制定是应对汽车维修行业环保管理、促进环境质量改善的迫切需要，也是完善环境标准体系、提升行业可持续高质量发展的要求。

根据《中华环保联合会关于《乘用车整车制造业（涂装工序）挥发性有机物排放分级控制指标要求》《城镇污水处理厂污泥沼渣好氧处理技术规范》《城镇污水处理厂污泥水热深度脱水技术规程》三项团体标准立项的公告》（中环联字〔2022〕128号）有关要求，中华环保联合会委托广汽本田汽车有限公司组建标准编制组编制《乘用车整车制造业（涂装工序）挥发性有机物排放分级控制指标要求》（以下简称《要求》）团体标准，标准项目信息已在全国团体标准信息平台（<http://www.ttbz.org.cn>）立项公示。

## 1.2 工作过程

该《要求》立项后，广汽本田汽车有限公司成立了标准编制组，并邀请中华环保联合会 VOCs 污染防治专业委员会作为合作单位，河北福赛生物科技发展有限公司、广州检验检测认证集团有限公司、深圳盈和环境物联科技有限公司、丰田汽车技术中心（中国）有限公司、机械工业第九设计研究院股份有限公司作为参编单位，共同开展了标准的编制工作。标准编制组对国内外乘用车汽车制造业 VOCs 相关政策中环保管理技术经验进行了深入的调研；对我国典型地区多家乘用车汽车制造企业开展了线上问卷调研和线下现场调研，主要调研各乘用车汽车制造企业的基本生产情况、涂装工艺、原辅材料信息、

无组织排放情况、废气监测设施信息、环境治理现状等；并结合国家环境保护的具体要求进行了分析与应用结合，形成《要求》（征求意见稿）。

具体工作过程包括：

#### （1）文献、资料调研

包括对国内相关排放标准、污染物控制技术、汽车修补行业发展情况、管理部门控制要求的调研；2022年6月-2022年8月编制组查阅了我国乘用车汽车制造相关的环境管理政策法规、管理目标、产业政策、技术政策，对现有乘用车汽车制造厂的行业现状进行了大致的了解；梳理总结了国外及国内典型地区乘用车汽车制造行业环保管理要求。

#### （2）企业调研

2022年9月-2023年4月，对我国典型地区乘用车汽车制造企业进行筛选，开展了现状调研和行业VOCs排放标准的调研。调研内容包括涂料种类与用量、涂装设备及工艺、VOCs产生环节及排放特点、VOCs污染控制技术及发展等情况，通过分发乘用车汽车制造企业资料调研问卷、企业走访等形式比较详细地了解了部分乘用车汽车制造企业的实际情况。

#### （3）编写初稿并召开论证会

2023年5月-7月，编写本标准初稿和编制说明，组织召开初稿专家论证会，编制组对标准编制的目的意义、基本原则、技术路线、内容框架和实施计划等重要内容进行了详细汇报，听取了与会专家的意见建议。

#### （4）形成标准征求意见稿

2023年8月-9月，主要编制单位对标准适用范围、术语定义、

主要内容等进行逐条讨论与校对，编制形成《乘用车整车制造业（涂装工序）挥发性有机物排放分级控制指标要求》（征求意见稿）及编制说明。

## 2 标准制订必要性、总体思路及基本原则

### 2.1 必要性

#### **（1）制定行业标准是应对复合型大气污染、改善国家大气环境质量的根本要求**

当前，臭氧（O<sub>3</sub>）和细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）是国家多个城市夏季污染天气发生时的首要污染物，对国家空气质量优良天数比率的影响逐年增加，挥发性有机物（VOCs）作为 O<sub>3</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的关键前体物，成为国家大气污染防治的重点。如何有效控制 VOCs 污染，解决由其引发的臭氧超标问题，已成为各级环境管理部门面临的重点任务之一。

随着国家产业结构的不断调整，现代制造业所占比重逐年增加，其中汽车制造业发展尤为迅速，已经成为多个城市的支柱产业。据统计，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，中国汽车产销量已经连续 11 年稳居世界首位。

鉴于汽车制造生产工艺特点，生产过程中车身和车架涂装工序的喷漆、烘干等过程产生大量挥发性有机物和漆雾粉尘，对人体呼吸系统、肝脏和神经系统造成极大的危害。同时，这类物质也具有较强的光化学活性，可引发光化学烟雾、有机气溶胶和近地层臭氧浓度过高等，导致区域环境空气质量恶化。因此有必要针对汽车制造业制定行业挥发性有机物分级指标控制要求，以控制 VOCs 排放，这对于改善国家大气环境质量是非常有必要的。

## **(2) 完善分级指标要求，满足提升政府部门环境精细化管理水平的迫切需求**

自 2010 年以来，广东、上海、江苏、重庆、湖北、湖南、北京等地陆续编制了当地的汽车制造业 VOCs 排放标准，对包括汽车制造业各个典型 VOCs 污染源排放环节做出了污染物排放浓度、排放速率及无组织排放点浓度限值规定以及技术和管理规定，并且对单位涂装面积 VOCs 排放量限值作要求，各地方标准在控制挥发性有机物排放、促进汽车制造业发展等方面发挥了重要作用。但随着社会和经济的发展，国家乘用车汽车制造业在生产工艺、主要产品类型、企业规模等方面也发生了很大变化，目前的环境现状也对污染控制提出了更高的要求，原有的行业排放标准已经难以适应当前生态环境质量改善和环境管理要求。

同时，原有的行业标准在精细化方面稍有欠缺，存在“一刀切”的情况，例如治理水平高的企业、排放量较小的企业需参与了应急和采取减产减排措施，对企业造成了一定影响。因此需要提高乘用车汽车制造业 VOCs 管控的科学性、精准性和有效性，让环保绩效水平先进的企业享受政策红利，也让持续提标改造的企业看到希望，从而推动行业治理水平整体升级，改善国家环境空气质量，有效遏制臭氧污染持续升高态势。

## **(3) 利用指标要求引导行业向健康绿色方向发展**

目前针对乘用车汽车制造业的大气污染排放，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。

已有的研究表明，乘用车汽车制造行业采取的 VOCs 控制措施具体分三部分：原材料代替，主要是溶剂型中涂和底色漆由 VOCs 含量低的水性漆所代替。过程控制措施，采用环保高效的换色系统和喷枪。喷漆和烘干工序治理措施，主要通过湿式水帘装置或者干式喷房装置去除漆雾，通过蓄热燃烧或直接燃烧处理烘干室废气。但随着国家对生态环保提出更严格的要求，需要制定更加具体和完善的行业指标要求，可以有效促进企业使用更环保、更先进的生产工艺，实行更规范、更合理的管理制度，采取更高效、更全面的控制措施，使指标要求成为引导汽车制造行业可持续发展的推动力。

综上所述，建立乘用车汽车制造业分级指标控制要求，有利于促进部分 VOCs 管控技术水平低下企业进行转型和改造，部分 VOCs 管控技术水平先进企业享受红利，有利于整个乘用车汽车制造业健康积极可持续发展；有利于提升整个乘用车汽车制造业生态环境治理水平，环境保护主体责任有效落实、行业形象明显改观。有利于乘用车汽车制造业持续不断向好发展。

## 2.2 总体思路

坚持 VOCs 分级差异管控，针对不同 VOCs 治理水平的乘用车汽车制造企业，分类施策。既让环保绩效水平先进的企业持续升级，也让持续提标改造的企业看到希望，从而鼓励“先进”，鞭策“后进”，推动行业治理水平整体升级，促进乘用车汽车制造全行业高质量发展。

加强乘用车汽车制造企业实施全过程、精细化管控 VOCs。推动企业实施源头替代：鼓励使用低 VOCs 含量的涂料、油墨、胶粘剂和清洗剂；加强无组织排放控制：鼓励加强含 VOCs 物料储存、转移和输送密闭管理，鼓励推进使用先进生产工艺，通过采用全密闭、连续化、自动化等生产技术，鼓励遵循“应收尽收”的原则提高废气收集

率，鼓励加强设备与管线组件泄漏控制。推进建设适宜高效的治污设施：鼓励企业依据排放废气特点，合理选择治理技术，提高 VOCs 治理效率，推荐各企业 VOCs 单位排放量与去除效率双重控制。强化环境管理：鼓励企业安装 VOCs 在线监测系统，生产设施及治理设施接入 DCS 或 PLC 系统，加强 VOCs 原辅料台账、废气治理设施运行台账等 VOCs 管理台账管理。

## 2.3 基本原则

在充分调研和参考借鉴国外及地方相关环保管理标准和先进的 VOCs 控制技术的基础上，结合我国环境空气质量要求的具体要求，提出科学的行业环境治理要求。同时，行业标准需考虑到未来全国推广使用时现场执法落地的实际情况，又需满足当前市场需求和创新需要，在充分调研现有控制技术的基础上大胆预测未来 VOCs 治理要求，体现标准的先进性和前瞻性的原则。

本规则制定四个层次的分级，分为“**A 级**”、“**B 级**”、“**C 级**”、“**D 级**”，清晰明了。制定的分级规则依据乘用车汽车制造业生产特点、排放治理水平及国家 VOCs 管控法规要求制定，突出可操作性强。

## 3 行业概况

### 3.1 行业定义

乘用车汽车制造业属于《国民经济行业分类与代码》（GB/T 4754-2017）中 C361 的汽车整车制造业的一部分，汽车整车制造业指由传统燃料动力装置或采用新型动力系统，完全或主要依靠新型能源驱动，具有四个以上车轮的非轨道、无架线的车辆，并主要用于载送人员和（或）货物、牵引输送人员和（或）货物的车辆制造，乘用车是指在其设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和/或临时物品的汽车，包括驾驶员座位在内最多不超过 9 个座位。

本标准主要对以上乘用车汽车制造业的 VOCs 分级指标进行了具体控制和要求。

## 3.2 乘用车汽车制造业生产工艺及生产、环保技术

### 3.2.1 乘用车汽车制造业生产工艺

涂装是一个系统工程，它包括涂装前对被涂物表面的处理、涂布工艺和干燥三个基本工序以及选择适宜的涂料，设计合理的涂层系统，确定良好的作业环境条件，进行质量、工艺管理和技术经济等重要环节。汽车涂装是将涂料覆于基底表面形成具有防护、装饰或特定功能图层的过程。主要分为两个工序，一是涂装前金属的表面处理，对车身进行彻底清洁和去油污以消除车身上所有的污渍，使工件便于施行后续喷涂，也叫前处理技术，二是涂装施工，主要分为喷涂和烘干两道工序，乘用车涂层结构如下图。

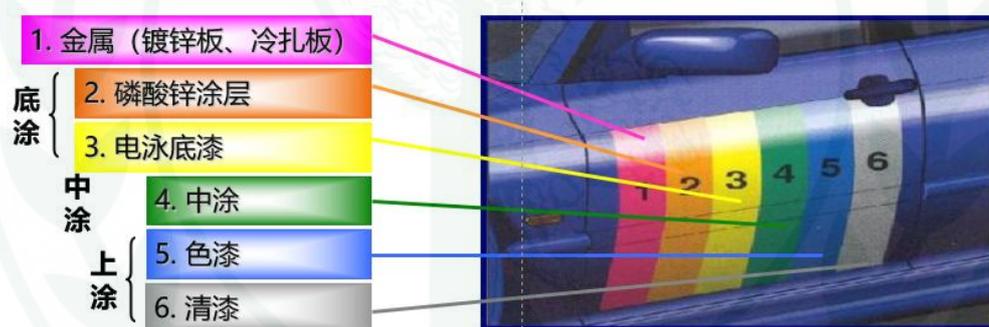


图 乘用车涂层结构

乘用车涂装的底层保护和表面装饰要求比其他车型更高，要求具有优良的防锈性和防腐蚀性，长期使用不会出现锈蚀或脱落。表面光滑无细微的杂质、擦伤、裂纹、起皱、起泡及其他缺陷，并具有足够的机械强度。乘用车生产主要采用国际通用的典型涂装工艺：前外理阴极电泳底漆烘干中涂烘干色漆（闪光或本色、晾干）+罩光清漆烘干（即面漆的双层涂装工艺，也可称为 3C2B 涂装体系）。

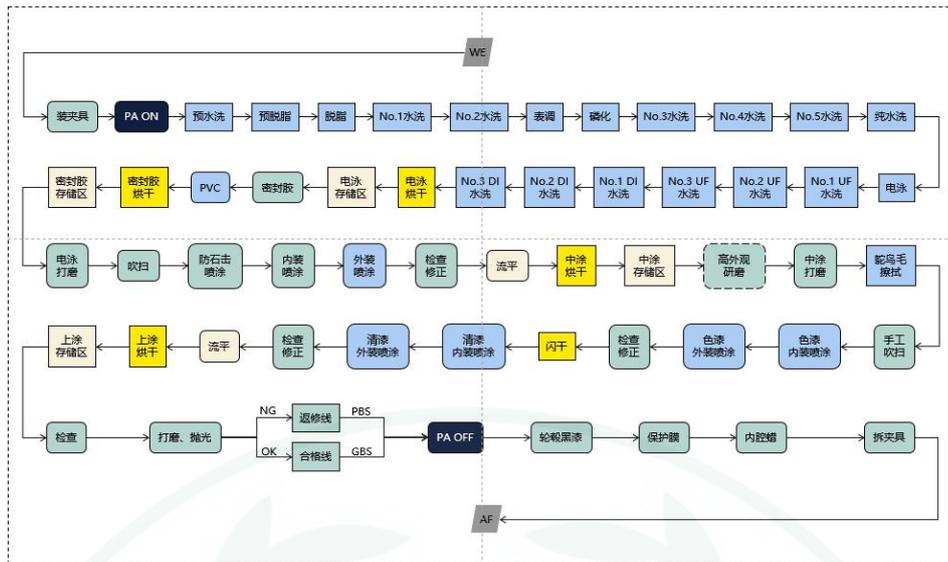


图 乘用车表面涂装工序

### (1) 前处理

前处理是指为了获得优质涂层，在喷漆前对被涂物表面进行的一切准备工作，又称作表面处理。前处理包含了脱脂、表调、磷化等工序：

**脱脂：**涂装前洗净底材油污，其原理为通过皂化、乳化、等化学反应，加以机械力溶解和洗去油污。

**表调：**磷化前的表面调整，增加活性点，其改变底材表面微观状态，以使磷化过程中形成结晶细小、均匀、致密的磷化膜。

**磷化：**形成稳定的磷化膜，从而显著提高涂膜附着力并抑制电化学腐蚀。

### (2) 电泳

电泳是将车身浸渍在稀释的电泳涂料中作为阴极，在槽中另设与之对应的阳极，在两极间通上直流电，在车身表面和内腔上析出均一、不溶于水的涂膜。电泳底漆在全封闭循环系统内运行，以水溶性为主，涂料利用率可达 95%。经过电泳的涂膜具有优良的附着力、防锈能力、耐水性、耐久性。

### (3) 密封胶

由于车身构造的问题，车身上存在着铁板接缝、包边部和尖角位，为了避免这些部位出现漏水、生锈、风噪音、灰尘进入，保持气密性，就需要进行密封。此外，从外观商品性的角度考虑，对于外观可见的部位，需要进行笔延、刮平等处理。

### (4) PVC

车辆在行驶时，小石子可能会撞击车体下部，有时会导致漆膜损伤。为了在漆膜内部弹力吸收石击造成的破坏，会在车身底部喷涂发泡 UBC 或 PVC。发泡 UBC、PVC 是抗震耐磨的涂料，可以提高汽车车身的使用寿命并降低汽车噪声。

### (5) 打磨

在进行中涂或上涂喷涂前，车体均会先进行打磨，分别称为电泳打磨、中涂打磨。其目的为了保证喷涂上涂后的完成品外观品质，对电泳涂层、中涂涂层出现的缺陷需用砂纸打磨去除。

### (6) 中涂喷涂

中涂涂层介于电泳涂层与上涂涂层之间，主要为了实现：

外观：覆盖粗糙的电泳涂层，提供较好涂装的平滑度。

保护：中涂涂膜具有遮断紫外线、水分和生成的腐蚀物的功能，保护电泳涂层

针对机盖前端等石击部位，会先喷涂防石击涂料，从而缓和外部冲击力、防止面涂漆膜损伤剥落。

### (7) 上涂喷涂

上涂工序先后喷涂色漆、清漆，从而实现以下目的：

色漆负责美观，丰富多彩的车体颜色依赖于色漆的选择。

清漆负责保护，带来了耐候性（保护颜色、光泽等不受紫外线影

响)、耐腐蚀性(保护车体不受酸雨等化学物质影响)、耐擦伤性(保护车体抵抗洗车等带来的擦伤)等功能。

#### (8) 流平

喷涂车身受漆后,在密闭隧道内运行 10-15 分钟,称为挥发流平,目的是将湿漆工件表面的溶剂挥发,保证漆膜的平整度和光泽度。

#### (9) 烘干

喷涂工件经流平后进入烘干室,在高温作用下通过树脂的氧化聚合、缩合聚合、加成聚合等化学反应使液体或熔融的低分子树脂转化为固态的高分子化合物,所形成的涂膜不再被溶剂溶解或受热熔化。

#### (10) 黑漆、保护膜、内腔蜡

进行黑漆涂装是为了与周边其他部件颜色基本一致,减少对比度,使车体更加美观,提高商品性。

保护膜主要张贴于水平面(如机盖、车顶等),起到保护车体漆面免遭酸雨、鸟粪等腐蚀性物质的侵蚀。它不损害漆面品质且易撕除,直至顾客确定购买前都保持张贴状态。

针对四门铰链、车顶流水槽等位置,注入内腔蜡填补零件缝隙,隔绝水和腐蚀物质积聚。

### 3.2.2 乘用车汽车制造业环保技术

乘用车汽车制造业全流程 VOCs 治理技术可分为源头减排、过程控制和末端治理,分别可以采取以下技术。

#### (1) 源头减排

生产企业宜使用环保涂装工艺:

3C1B 涂装工艺,又称湿碰湿工艺,就是指中涂、金属底色漆、罩光清漆“湿碰湿”喷涂后一起烘干的工艺,取消了 3C2B 涂装的中涂烘干和中涂打磨工序的工艺,并且保证 3C1B 的涂膜性能基本等到

同于 3C2B 的涂膜性能。因此极大的缩短了线体长度、减少占地面积、减少设备投资和能源消耗，减少了原材料成本，节约了劳动力成本。同时，3C1B 工艺的油漆膜厚较 3C2B 降低大约 10%—15%，膜厚的降低有效的减少了油漆消耗，既节约单车成本又减少了 VOC 排放，达到节能环保双重目的。

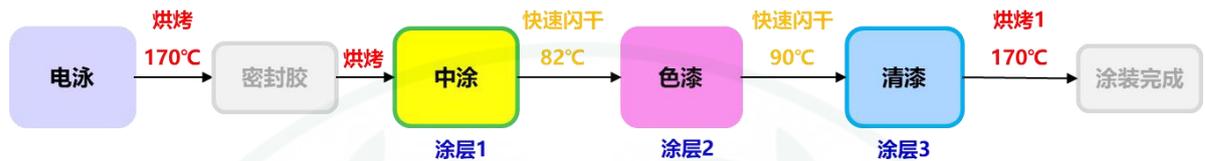


图 乘用车 3C1B 涂装工艺

2C1B 涂装工艺，又称无中涂工艺，2C1B 工艺的主要特点在于取消中涂喷涂及烘干工序，采用具有中涂功能的 B1 组份和具有色漆功能的 B2 组分来代替原中涂和色漆，大大减少了涂料的使用量和能源消耗，其中，2C1B 工艺在不同涂料厂家的命名情况不同，杜邦称为 Ec-concept，巴斯夫称为 IP II 集成工艺，PPG 称为 B1B2 紧凑工艺。其中 B1 涂层具有一定的中涂功能，B1 施工完成之后需要在室温下闪干 4—6min，然后内框、外表进行 B2 喷涂，最后进行清漆施工和烘干。2C1B 涂装工艺相对于传统工艺来说，涂料的消耗量占原有工艺的 80%，能源消耗量占 70%，从源头上大幅减少 VOCs 的排放，二氧化碳的排放量减少 10%~15% 之间，危险废物废弃量降低，以上都 2C1B 涂装工艺这项免中涂技术的显著优势。



图 乘用车 2C1B 涂装工艺

水性工艺，建立中涂或中涂、色漆为水性涂料的涂装体系，减少挥发性有机物的排放。生产企业使用涂料需符合 GB 24409 中有害物

质含量限值规定，宜采用低 VOC 型涂料（符合 GB/T 38597），电泳、中涂、色漆宜选用水性涂料，清漆宜选用高固份涂料。密封胶宜通过挤出技术和无气喷涂进行涂覆，粘结材料的有机溶剂含量不应超过 5%。发泡材料宜使用水性发泡材料，有机溶剂含量不应超过 5%。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。

## （2）过程控制

喷漆、烘干等相关工序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；涂料涂覆过程宜选用高效涂覆工艺；电泳涂装应采用浸涂方式进行涂覆，将车身全部浸没在盛有涂料的槽中，再从槽中取出，并将多余的涂液重新流回槽内，浸涂法涂料损失较少，提升涂料的使用率；中涂、色漆、清漆应采用自动往复喷涂或机器人喷涂车身外表面，喷涂方式宜采用高流低压喷涂工艺（HVLP）、静电高速旋杯/盘喷涂、静电辅助的压缩空气喷涂、无气喷涂等，高效喷涂使涂料使用率达到 45%-60%；涂料应使用集中油漆循环系统，通过密封管道压送至喷涂工位；粘结剂涂覆、注蜡、点修补等无法实现局部全密闭的工序，应在喷涂工位配备排风系统；已开盖的或非密封的含挥发性有机物的物料，应配备废气收集及净化系统；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；企业应实行最小化原辅物料损耗管理；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；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；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；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;喷涂、颜色混合、换色、供漆/清洗剂宜采用自动化系统;清洗工序应设置溶剂回收装置,将废清洗剂密闭收集。

### (3) 末端治理

实用的 VOCs 末端治理技术众多,主要包括吸附、燃烧(高温焚烧和催化燃烧)、吸收、冷凝、生物处理及其组合技术。各类技术都有其一定的适用范围,其对废气组分及浓度、温度、湿度、风量等因素有不同要求,因此企业在选用治理技术时,应从技术可行性和经济性多方面进行考虑。

对于低浓度的 VOCs(通常为小于 1000ppm),目前有很多的治理技术可以选择,如吸附浓缩后处理技术、吸收技术、生物技术等.在大多数情况下需要采用组合技术进行深度净化。吸附浓缩技术(固定床或沸石转轮吸附)近年来在低浓度 VOCs 的治理中得到了广泛应用,视情况既可以对废气中价值较高的有机物进行冷凝回收,也可以采用催化燃烧或高温焚烧工艺进行销毁。在吸收技术中,采用有机溶剂为吸收剂的治理工艺由于存在安全性差和吸收液处理困难等缺点目前已较少使用。采用水吸收目前主要用于废气的前处理,如去除漆雾和大分子高沸点的有机物、去除酸碱气体等。另外,对于水溶性高的 VOCs,可采用生物滴滤法和生物洗涤法,水溶性稍低的可采用生物滤床。

对于高浓度的 VOCs(数千 ppm 范围),当无回收价值时,一般采用催化燃烧(CO/RCO)和高温焚烧(TO/TNV/RTO)技术进行治理。在该浓度范围内,催化燃烧和高温燃烧技术的安全性和经济性是较为合理的,因此是目前应用最为广泛的治理技术。蓄热式催化燃烧(RCO)和蓄热式高温燃烧技术(RTO)近年来得到了广泛的应用提高了催化燃烧和高温燃烧技术的经济性,使得催化燃烧和高温燃烧技术可以在

更低的浓度下使用。当废气中的有机物具有回收价值时,通常选用活性炭/活性炭纤维吸附+水蒸气/高温氮气再生+冷凝工艺对废气中的有机物进行回收,从技术经济上进行综合考虑,如果废气中有机物的价值较高,回收具有效益,吸附回收技术也常被用于废气中较低浓度有机物的回收。对于水溶性高的 VOCs(如醇类化合物)也可采用吸收法回收溶剂。

废气流量也是考虑的因素之一,对于废气流量。当废气流量较大时,可以采用多套设备分开进行处理,吸附浓缩+脱附排气高温焚烧/催化燃烧组合技术适用于大风量低浓度 VOCs 废气的治理;生物法适用于中等风量较低浓度 VOCs 废气的治理,吸附法(更换活性炭)适用于小风量低浓度 VOCs 废气的治理;活性炭/活性炭纤维吸附溶剂回收适用于中大风量中低浓度 VOCs 废气的治理;催化燃烧法、高温燃烧治理技术适用于中小风量中高浓度 VOCs 废气的治理;冷凝回收法适用于中低风量高浓度 VOCs 废气的治理,高浓度的 VOCs 废气一般都不能只靠单一的技术来进行治理,一般都是利用组合技术来进行一个有效的治理,如采用冷凝回收+活性炭纤维吸附回收技术等。

综合以上所述,乘用车汽车制造工厂涂装车间的废气适宜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。喷漆废气漆雾捕集装置宜采用纸盒式吸附、石灰粉式吸附、文丘里式和高压静电等漆雾处理装置。喷漆废气宜使用浓缩+氧化方式处置,吸附装置包括固定式吸附床装置、流化床吸附装置和转轮吸附装置,吸附介质宜采用活性炭与沸石,氧化装置宜使用直燃式热氧化、催化氧化、蓄热氧化(三床、多床或旋转式)。烘房应配备废气焚烧加热系统(TNV)或蓄热式热氧化(RTO)处理烘烤废气,宜使用天然气加热废气,氧化分解挥发性有机气体并

回收热能。点修补、PVC涂胶、强冷等废气宜使用吸附方式处置。

## 4 国内外相关标准研究

截止目前，国内外尚未针对乘用车汽车制造业应如何开展VOCs分级指标控制制定专项标准和要求。

关于乘用车涂料中VOCs含量限值和单位涂装面积VOCs排放值，国内外均有不同标准和限值。

### 4.1 国外相关标准调研

美国、英国、德国早在20年前就通过制定大气净化法(CAA: Clean Air Act)、环境保护法、排出防止法(TA-Luft)，但由于各国对VOCs定义的不同，因此控制对象和内容等方面存在一定的差异。

针对乘用车涂料中VOCs含量限值，美国和欧盟提出了不同的要求。

#### (1) 美国

美国通过规定涂料中VOCs含量和单位涂装面积VOCs排放值要求对汽车表面涂装的VOCs排放进行管制。1998年9月，美国制定了国家车辆表面喷涂涂料中VOCs含量的相关要求如表4-1所示，而在这之前只有一些州际法案中有相关的规定。

表4-1 美国车辆表面喷涂VOCs含量标准

涂层分类	VOCs含量(克/升)
预处理洗物	780
油性底漆	580
封填底漆	550
单面漆/二道单面漆	600
三或多道单面漆	630
多色单面漆	680
特种涂层	840

#### (2) 欧盟

欧盟通过涂料指令(2004/42/CE)从产品源头规定了建筑涂料、

汽车涂料中的 VOCs 含量 (g/L) 通过对汽车涂料等规定 VOCs 含量限值, 要求工业企业采用清洁的原材料, 实现清洁生产, 也有助于工业生产活动 VOCs 排放控制目标的落实, 实现了规范的 VOCs 源头管理。

表 4-2 是欧盟对汽车涂料中 VOCs 含量限值的規定。

表 4-2 汽车涂料中 VOCs 含量限值

序号	产品类型	涂料	VOC 含量 (g/L)
1	前处理和清洗	前处理	850
		预清洗	200
2	车身腻子 and 填料	所有类型	250
3	底漆	中涂漆和一般性 (金属) 底漆	540
		清洗漆	780
4	面漆 (基础漆、单光漆)	所有类型	420
5	专用单面漆 (金属漆、珠光漆等)	所有类型	840

欧洲汽车工业发展较早, 自 20 世纪 80 年代起, 欧洲汽车工业发达国家先后颁布环保法令, 对汽车涂装 VOCs 排放量进行控制, 其规定了现有涂装生产线和新建涂装车间单位涂装面积的 VOCs 排放量, 并要求限期达标, 见表 4-3:

表 4-3 欧美国家汽车乘用车涂装单位面积 VOCs 排放限值比较

国家或地区	法规 (实施年份)	污染源或设施类别	执行时间			最终目标值
			1990	1995	2000	
欧洲	EUEE 指令	现有源	/	/	90	45
		新建源	/	45	/	45
德国	TA-Luft (1998)	现有源	/	45	35	30
		新建源	45	35	/	30
英国	EPA (1990)	现有源	/	/	60	60
		新建源	/	60	/	60
美国	CAA (1990) RAC	现有源	/	/	/	50
	CAA (1990) BAC	新建源	/	/	/	42
	CAA (1990) LAE	新建源	/	/	/	35

除上述环保法令外, 欧盟涉及汽车涂装 VOCs 排放的相关指令主

要有综合污染预防与控制指令（1996/61/EC）、有机溶剂使用指令（1999/13/EC）和涂料指令（2004/42/EC），其中有机溶剂使用指令（1999/13/EC）依据溶剂使用量、生产车型和汽车产量，设置不同排放限值，如表 4-4、表 4-5 所示。

表 4-4 欧盟汽车表面涂装（>15 吨/年溶剂使用量）VOCs 排放浓度限值

活动类别 (溶剂耗 量, 吨/年)	汽车产量 (参照年报被 涂件产量)	总 VOCs 排 放 限 值	
		新源	现有源
汽车表面涂 装 (>15)	>5000	45g/m <sup>2</sup> 或 1.3kg/ 车 身 +33g/m <sup>2</sup>	60g/m <sup>2</sup> 或 1.9kg/ 车 身 +41g/m <sup>2</sup>
	≤5000 单壳 体车身或 >3500 底盘车 身组合件	90g/m <sup>2</sup> 或 1.5kg/ 车 身 +70g/m <sup>2</sup>	90g/m <sup>2</sup> 或 1.5kg/ 车 身 +70g/m <sup>2</sup>

表 4-5 欧盟汽车表面涂装（(0.5~15)吨/年溶剂使用量）、修补喷涂 VOCs 排放浓度限值

溶剂使用 量 (吨/年)	有 组 织 排 放 VOCs 浓度限值 (mg C/N m <sup>3</sup> )	无组织排放 VOCs 浓度限值 (溶 剂量百分比)	
		新源	现有源
0.5~15	50	25	/

## 4.2 国内相关标准调研

### 4.2.1 国家层面标准

#### (1) 清洁生产标准

国家为指导和推动涂装行业依法实施清洁生产，提高资源利用率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，制定了《涂装行业清洁生产评价指标体系》。指标体系将清洁生产指标分为五类，即生产工

艺及设备要求、资源和能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标和清洁生产管理指标。体系依据综合评价所得分值将清洁生产等级划分为三级，I级为国际清洁生产领先水平；II级为国内清洁生产先进水平；III级为国内清洁生产基本水平，具体见表4-4。

表 4-6 《涂装行业清洁生产评价指标体系》对汽车涂料和 VOC 产生量要求如下：

指标	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
原辅材料			
底漆	应满足以下条件之一：①低温固化电泳漆；②节能、低沉降型、无铅、无镉电泳漆	应满足以下条件之一：①电泳漆；②自泳漆	
中涂	VOCs 含量≤30%	VOCs 含量≤40%	VOCs 含量≤55%
色漆	VOCs 含量≤50%	VOCs 含量≤65%	VOCs 含量≤75%
罩光漆	VOCs 含量≤55%	VOCs 含量≤60%	VOCs 含量≤65%
单位面积VOCs产生量，(g/m <sup>2</sup> )			
乘用车	≤35	≤40	≤45
商用车	≤40	≤60	≤80

(2) 《环保标志产品技术要求 水性涂料》(HJ 2537-2014)

2014年3月31日，原国家环境保护部颁发《环保标志产品技术要求 水性涂料》(HJ 2537-2014)，并于2014年7月1日正式实施。该标准规定了建筑涂料和工业涂料(含汽车涂料)所有申请环境标志的产品的有害物质限量，提高了水性涂料中VOCs含量限值。按照该标准的规定工业水性涂料中VOCs含量限值以不扣水核算的表达式计算结果，罩光漆由于没有水性商品涂料的使用，该标准没有对罩光水性涂料的限值要求，见表4-5。但是环保标志产品标准属于引领性标准，不具有强制性作用，同时根据行业反馈意见，除电泳底漆可能满足HJ 2537的要求外，面漆很难达到该标准规定的要求。但是该标准的发布与实施起到了推动汽车水性涂料产品发展的作用。

表 4-7 水性汽车漆 VOCs 含量限值—水性涂料环境标志产品技术要求

汽车涂料(水性)	底漆	中涂	面漆
----------	----	----	----

VOCs 含量限值	≤75g/L	≤100 g/L	≤150 g/L
-----------	--------	----------	----------

### (3) 《车辆涂料有害物质限量》（GB 24409-2020）

随着空气质量改善压力的增大，2018年6月27日，国务院出台“关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知”（国发〔2018〕22号），其中明确要求：2019年底前，完成涂料、油墨、胶粘剂、清洗剂等产品 VOCs 含量限值强制性国家标准制定工作，加大涂料、油墨以及胶粘剂等产品及其使用过程中 VOC 的控制力度。在该通知的指导下，国家标准化委员会下达了相关标准制修订计划，并启动一系列产品标准的编制工作。2020年3月4日，国家市场监督管理总局和国家标准化委员会联合发布了《车辆涂料有害物质限量》（GB 24409-2020）等三项原辅材料相关标准。GB 24409-2020 在涂料管控内容上，覆盖了溶剂型涂料、水性涂料、辐射固化涂料和粉末涂料；在适用范围上，由 GB 24409-2009 的汽车涂料，扩展到各类车辆涂料，包括汽车涂料、轨道交通车辆、摩托车、自行车、其他车辆（专项作业车、低速车、挂车等）以及车辆用零部件等产品使用的涂料。针对乘用车汽车制造涂料 VOCs 含量限值见表 4-6。

表 4-8 GB 24409-2020 中乘用车涂料挥发性有机物含量限值

单位：g/L

涂料类别	产品类别	产品类型		限量值	
水性涂料	汽车原厂涂料（乘用车、载货汽车）	电泳底漆		≤250	
		中涂		≤350	
		底色漆		≤530	
		本色面漆		≤420	
溶剂型涂料	汽车原厂涂料（乘用车、载货汽车）	中涂		≤530	
		底色漆		≤750	
		本色面漆		≤550	
		清漆	哑光清漆[光泽(60°) ≤60 单位值]		≤600
			其他	单组分	≤550
				双组份	≤500

涂料类别	产品类别	产品类型	限量值
辐射固化涂料	水性	喷涂	≤400
		其他	≤150
	非水性	喷涂	≤550
		其他	≤200

(4) 《低挥发性有机物化合物含量涂料产品技术要求》(GB/T 38597-2020)

根据《中华人民共和国大气污染防治法》的规定：“工业涂装企业应当使用低挥发性有机物含量的涂料”，但是对于低挥发性有机物含量涂料一直没有明确的规定。在该背景下，2020年3月31日，国家市场监督管理总局和国家标准化委员会发布了《低挥发性有机物化合物含量涂料产品技术要求》(GB/T 38597-2020)的综合性标准，其中针对乘用车汽车制造用涂料低VOCs含量限值见表4-7。

表4-9 GB 38597-2020 中乘用车涂料VOCs含量限值

单位：g/L

涂料类别	涂料类型		限量值 (g/L)	
水性涂料	汽车原厂涂料 (乘用车、载货汽车)	电泳底漆	≤200	
		中涂	≤300	
		底色漆	≤420	
		本色面漆	≤350	
溶剂型涂料	汽车原厂涂料 (乘用车)	本色面漆	≤500	
		清漆	单组分	≤480
			双组份	≤420
辐射固化涂料	金属基材与塑胶基材	喷涂	≤350	
		其他	≤100	

这些标准的发布补充和完善了 VOCs 源头管控的技术依据，为本标准的制定和实施提供了政策和技术支撑。

#### 4.2.2 地方或地区性标准

##### (1) 香港

2009 年 10 月香港特区政府修订了《“空气污染管制（挥发性有机化合物）规例》（即“VOC 管理规例”），以此作为实现 VOC 减排目标的一部分。根据修订内容，将从 2010 年 1 月 1 日起，分阶段加大控制力度，控制范围也将扩大到十四种车辆修补漆和涂料、三十六种船舶和工艺品油漆和涂料以及四十七种粘合剂和密封剂。采用的控制方法与美国加州相似，这将使香港成为限制所涉产品 VOC 含量方面处于领先的城市。

##### (2) 台湾

台湾行政院环境保护署于 2005 年 12 月 16 日发文（发文字号：环署空字第 0940100938 号），依据空气污染控制法第二十条第二项、第二十二条、第二十三条以及第四十四条第三项规定制订了《汽车制造业表面涂装作业空气污染物排放标准》。

该标准规定了汽车制造程序使用的挥发性有机物质应记录其购置、贮存、使用及处理等资料。每月做成报告书，向主管机关申报挥发性有机物的排放量。

该标准还规定了干燥室 VOCs 去除率应达到 90%以及汽车涂装程序相关作业的的 VOCs 排放标准为  $110\text{g}/\text{m}^2$ 。

##### (3) 国内其他地区

国内有 17 个省市发布了表面涂装工序 VOCs 排放标准或汽车汽车制造涂装工序 VOCs 排放标准或工业企业 VOCs 排放控制标准等。这些标准基本都设置了汽车制造单位涂装面积 VOCs 排放量。下表 4-8 汇

总了国内已发布的汽车制造相关排放标准的省市，表 4-9 是对各地方乘用车排放标准汽车单位涂装面积 VOCs 排放量的要求统计。



表 4-10 国内各地已发布汽车制造相关排放标准汇总

省份	标准名称
北京市	汽车整车制造业（涂装工序）大气污染物排放标准（DB 11/1227-2023）
	工业涂装工序大气污染物排放标准（DB 11/1226-2015）
天津市	工业企业挥发性有机物排放控制标准（DB12/ 524-2020）
河北省	工业企业挥发性有机物排放控制标准（DB13/ 2322-2016）
辽宁省	工业涂装工序挥发性有机物排放标准（DB21/ 3160-2019）
上海市	汽车制造业（涂装）大气污染物排放标准（DB31/ 859-2014）
江苏省	表面涂装（汽车制造业）挥发性有机物排放标准（DB32/ 2862-2016）
	表面涂装（汽车零部件）大气污染物排放标准（DB32/3966-2021）
浙江省	工业涂装工序大气污染物排放标准（DB33/ 2146-2018）
福建省	工业涂装工序挥发性有机物排放标准（DB35/ 1783-2018）
江西省	挥发性有机物排放标准第 5 部分：汽车制造业
山东省	挥发性有机物排放标准第 1 部分：汽车制造业（DB 37/ 2801. 1-2016）
河南省	工业涂装工序挥发性有机物排放标准（DB41/ 1951-2020）
湖北省	表面涂装（汽车制造业）挥发性有机物排放标准（DB42/ 1539-2019）
湖南省	表面涂装（汽车制造及维修）挥发性有机物、镍排放标准（DB 43/1356-2017）
广东省	表面涂装（汽车制造业）挥发性有机化合物排放标准（DB 44/816-2010）
重庆市	汽车整车制造表面涂装大气污染物排放标准（DB50/577-2015）
四川省	固定污染源大气挥发性有机物排放标准（DB51/2377-2017）
陕西省	挥发性有机物排放控制标准（DB 61/ T1061-2017）

表 4-11 地方标准中单位涂装面积挥发性有机物排放量限值

单位: g/m<sup>2</sup>

省份		车型范围
		小汽车
北京		10
上海		35
重庆	主城区	35
	其他区域	40
	自愿性 <sup>①</sup>	20
浙江		20
广东		20
江苏		35
山东		35
陕西		35
四川		35
福建		35
江西		35
湖北		30
湖南		35
<p>注 1: 各标准中, 除陕西采用季度的数据考核外, 其余省份均采用每月的数据考核, 单位涂装面积挥发性有机物排放量 (g/m<sup>2</sup>) = 涂装工序每月 (季) 挥发性有机物排放总量 (即: 输入量-溶剂回收量-削减量) / 每月 (季) 底涂总面积。</p>		
<p><sup>①</sup>为自愿性排放限值, 由企业自愿使用, 申请政府相关激励措施评定依据之一, 其中排放限值来源于国内已制定实施标准中的最严格限值, 单位面积 VOCs 排放总量限值来源于国际及国内已制定实施标准中最严格限值。</p>		

## 5 标准主要内容说明

### 5.1 适用范围

本文件规定了乘用车汽车制造业生产过程中涂装作业的挥发性有机化合物 (VOCs) 排放控制要求和分级指标要求。

本文件适用于乘用车汽车制造业的清洁生产审核和清洁生产潜力与机会的判断, 可作为清洁生产绩效评定和 VOCs 重点企业分级管理评定等其他类型的环保绩效分级评审认定参考。

## 5.2 结构框架

该章的主要内容包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、绩效分级指标（各级企业分级规则、原辅材料要求、涂装工艺技术要求、末端污染治理技术要求、单位涂装面积VOCs排放量要求、无组织排放要求、监测监控水平要求、环保管理水平要求）等。

## 5.3 术语和定义

该章规定了适用于本标准的相关术语和定义。部分重要的术语和定义引用自相关标准和规范，部分术语定义结合实际工作经验总结，其定义适用于本标准。

### (1) 乘用车 **passenger car**

设计、制造和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和/或临时物品,包括驾驶员座位在内最多不超过9个座位的汽车。[来源：GB/T 3730.1-2022]

### (2) 汽车整车制造业 **automobile manufacturing industry**

由从事GB/T 4754—2017中规定的汽车制造业（C36）生产活动的工业。

### (3) 涂装 **coating**

将涂料、胶粘剂和蜡等原辅材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。。

[来源：HJ/T 293—2006，3.2，有修改]

### (4) 挥发性有机物 **volatile organic compounds (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。

[来源：GB 37822—2019，3.1]

#### (5) VOCs物料 VOCs-containing materials

挥发性有机物含量占比大于等于10%的物料，以及有机物聚合物材料，包括含VOCs原辅材料、含VOCs产品、含VOCs废料（渣、液）等。

[来源：GB 37822—2019，3.7，有修改]

#### (6) 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有机化合物的含量。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。

[来源：GB/T 23985-009，3.2，有修改]

#### (7) 溶剂型涂料 solvent coating

以有机溶剂为分散介质而得到的涂料。(8) 水性涂料 water-borne coating material

挥发物的主要成分为水的一类涂料。

#### (9) 无组织排放 fugitive emission

大气污染物不经过排放口的无规则排放，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]

(10) 无组织排放监控点位 **monitoring points for fugitive emission**

为判别无组织排放是否达标而设立的监测点。

[来源：GB 16297—1996，定义3.5，有修改]

(11) 单位涂装面积VOCs排放量 **VOCs emission per coating area**  
汽车制造企业涂装生产线（包括电泳或底涂，密封胶以及阻尼胶等、中涂、面涂、罩光、修补、注蜡等）所有工艺阶段的VOCs排放量，以及利用溶剂进行工艺设备(喷漆室、其他固定设备)清洗(既包括在线清洗也包括停机清洗)的VOCs排放量总和与底涂总面积或涂装设计数模面积之比。

(12) 3C2B涂装工艺 **3C2B painting process**

3C2B涂装工艺是指三个涂层和两次烘烤的涂装工艺，其中三个涂层指的是中涂涂层、色漆涂层和清漆涂层，两次烘烤指的是中涂烘干和清漆烘干。

(13) 3C1B涂装工艺 **3C1B painting process**

3C1B涂装工艺是指三个涂层和一次烘烤的涂装工艺，其中三个涂层指的是中涂涂层、色漆涂层和清漆涂层，一次烘烤指的是清漆烘干。

(14) B1B2涂装工艺 **B1B2 painting process**

2C1B涂装工艺是指两个涂层和一次烘烤的涂装工艺，其中两个涂层指的是色漆涂层和清漆涂层，一次烘烤指的是清漆烘干。

## 5.4 绩效分级指标

该章节提出了乘用车汽车制造行业（涂装工序）的全流程挥发性有机物排放管控水平分级和绩效分级指标，具体包括以下内容：

### （1）指标分级说明

将乘用车整车制造业涂装工序挥发性有机物排放管控水平划分为A、B、C、D四个级别，分别代表不同的VOCs排放水平和行业地位，并且在分级评定时执行“短板原则”，需满足每项差异化指标级别中规定的各项要求才能评定相应级别，有一项要求未满足的，降级评定。

### （2）指标要求

将乘用车整车制造业涂装工序挥发性有机物排放分级控制指标划分为原辅材料、涂装工艺技术、末端污染治理技术、单位涂装面积VOCs排放强度、无组织排放、监测监控水平和环保管理水平七项差异化指标，并明确每项差异化指标对A级企业、B级企业、C级企业和D级企业的具体要求。

## 5.5 经济与环境效益分析

本要求对乘用车整车制造业涂装工序的全流程治理领域均提出了具体的要求，各项治理技术的经济、技术可行性分析如下：

### （1）源头控制

使用低挥发性有机物含量的原料可从源头有效降低VOCs产生量。其中，底漆、中涂、面漆的水性涂料替代技术成熟、效果显著，替代后VOCs产生量可减少30~50%左右，其余的清漆也有可行的高

固体份涂料可替代。换用低 VOCs 含量涂料成本大约上升 20%-40%。  
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，采用高流量低压力(HVLP)喷涂、静电高速旋杯喷涂、静电辅助的压缩空气喷涂或无气喷涂等高效涂装技术，使用“三涂一烘”“两涂一烘”或免中涂等紧凑型涂装工艺，做好有机溶剂的密闭存储、运输与取用、采用油漆回流系统、涂装工序在密闭设备或密闭负压空间内操作等措施，与传统溶剂型涂料相比，使用低挥发性有机物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，再配备专用的低挥发性有机物含量原料供给系统、涂料喷涂系统和室体、配套搬送、送排风系统，在工艺技术上可行的，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，如与 3C2B 涂装工艺相比，3C1B 涂装工艺可降低 15~20%能耗，可降低 30~40%的 VOCs 排放量；双底色无中涂涂装施工工艺简化了车身涂装工艺，不仅能减少 20%的 VOCs 和 CO<sub>2</sub> 排放，还能降低 20%~30%的能源消耗和 10%~30%的新建涂装线一次性投资；且均可以缩短了涂装生产线的长度，节省投资；节省涂料使用量，降低涂料成本。

## (3) 末端治理

漆雾捕集技术应用喷漆室喷涂废气干式纸盒高效漆雾处理装置，在除净喷漆室排风中的漆雾时，不再需要将水作为漆雾的捕集介质，无需漆雾水洗装置和循环水处理，漆雾捕集后可直接收集，不再要复

杂的漆渣处理系统及相应的化学药品（絮凝剂），在节省水和能源的同时简化了漆雾捕集装置的设备结构。

VOCs 处理技术采用 RTO 燃烧或沸石转轮吸附浓缩+RTO 燃烧，其中沸石转轮吸附系统可将废气体积压缩至 1/14~1/25，浓度提升至 14~25 倍，高浓缩有机废气再送至 RTO 系统焚烧处理，一次设备投资和运维费用较高，处理效率可达到 90%以上单套设备成本（3 万 m<sup>3</sup>/h）最低可控制在 300 万元-500 万元之间，运行费用 400 元/小时。

按照要求开展管理可强化企业环保合法合规性，降低违规成本，虽然导入相关设备设施可能会导致企业短期的治理成本有所上升，但是，通过源头治理、节约能源等管理技术和方法的导入，可促进企业的长期运营成本削减以及污染物排放量，而且可降低对周边环境的损害，有利于营造和谐的营商环境，实现经济效益和社会效益双赢。

## 5.6 附录

该章提供了以下附录：

附录 A.单位涂装面积 VOCs 排放量核算；该资料性附录主要参考表面涂装（汽车制造业）挥发性有机化合物排放标准（DB44/816-2010）、汽车整车制造表面涂装大气污染物排放标准（DB50/577-2015）、表面涂装（汽车制造业）挥发性有机物排放标准（DB42/1539-2019）和汽车整车制造业（涂装工序）大气污染物排放标准（DB11/1227-2023）中的相关内容修改而来。

附录 B.涂装工序各工段 VOCs 产生量占比；该资料性附录主要参考污染源源强核算技术指南汽车制造（HJ1097—2020）和汽车整车

制造业（涂装工序）大气污染物排放标准（DB11/1227-2023）中的相关内容修改而来。

附录 C.不同废气收集方式收集效率参考值；该资料性附录主要参考污染源源强核算技术指南汽车制造（HJ1097—2020）中的相关内容修改而来

附录 D.废气污染治理技术及去除效率参考值；资料性附录主要参考广东省工业源挥发性有机物减排量核算方法（2023 年修订版）和污染源源强核算技术指南汽车制造（HJ1097—2020）中的相关内容修改而来。

企业在计算指标时可参考这些附录进行单位涂装面积 VOCs 排放量核算。

## 6 征集意见情况及处理

编制组于 2024 年□月□日至□月□日于全国团体标准信息平台和中华环保联合会网站面向社会公开征求意见。共收到□□家单位□□条反馈意见，其中：除去重复意见，共□□条，其中采纳□□条，部分采纳□□条，不采纳□□条。

## 7 主要参考文献和标准

- [1] GB/T 3730.1 汽车和挂车类型的术语和定义
- [2] GB/T 4754-2017 国民经济行业分类与代码
- [3] GB/T 5206 色漆和清漆 术语和定义
- [4] GB 16297 大气污染物综合排放标准

- [5] 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
- [6] GB 24409 车辆涂料中有害物质限量
- [7] GB/T 35602 绿色产品评价 涂料
- [8] GB 37822—2019 挥发性有机物无组织排放控制标准
- [9] GB/T 38597 低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求
- [10] HJ/T 293—2006 清洁生产标准 汽车制造业（涂装）
- [11] HJ 1097—2020 污染源源强核算技术指南 汽车制造
- [12] HJ 2537 环保标志产品技术要求 水性涂料
- [13] “空气污染管制（挥发性有机化合物）规例
- [14] 汽车制造业表面涂装作业空气污染物排放标准