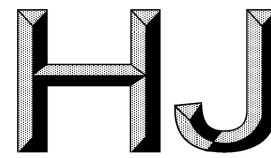


附件 1



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□□—20□□

汽车工业污染防治可行技术指南

Guideline on available techniques of pollution prevention and control for
automotive industry

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部

发布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 行业生产与污染物的产生.....	5
5 污染预防技术.....	8
6 污染治理技术.....	12
7 环境管理措施.....	18
8 污染防治可行技术.....	21
附录 A（资料性附录）汽车工业产品类别、主要产品和零部件清单及其工序组成.....	27
附录 B（资料性附录）汽车工业生产工艺及主要产污节点.....	29
附录 C（资料性附录）汽车工业涂装类材料各组分质量占比参考.....	31
附录 D（资料性附录）汽车工业各工序、产污环节的污染物产生浓度水平及排放方式.....	32
附录 E（资料性附录）汽车工业不同产品单位涂装面积 VOCs 产生和排放水平.....	35

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《中华人民共和国环境噪声污染防治法》等法律，防治环境污染，改善环境质量，推动汽车工业污染防治技术进步，制定本标准。

本标准提出了汽车工业废气、废水、固体废物和噪声污染防治可行技术。

本标准为首次发布。

本标准的附录 A～附录 E 为资料性附录。

本标准由生态环境部科技与财务司、法规与标准司组织制订。

本标准起草单位：机械工业第四设计研究院有限公司、生态环境部环境工程评估中心、北京市环境保护科学研究院、中汽数据有限公司。

本标准生态环境部 20□□年□月□日批准。

本标准自 20□□年□月□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

汽车工业污染防治可行技术指南

1 适用范围

本标准提出了汽车工业废气、废水、固体废物和噪声污染防治可行技术。

本标准可作为汽车工业企业或生产设施建设项目环境影响评价、国家污染物排放标准制修订、排污许可管理和污染防治技术选择的参考。

本标准不适用于汽车工业生产中铸造、电镀工序的污染防治。

2 规范性引用文件

本标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标准。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）适用于本标准。

- GB/T 4754—2017 国民经济行业分类
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 9078 工业炉窑大气污染物排放标准
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB/T 15089 机动车辆及挂车分类
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 17350 专用汽车与专用挂车术语
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
- GB 20952 加油站大气污染物排放标准
- GB 24409 车辆涂料中有害物质限量
- GB 33372 胶粘剂挥发性有机化合物限量
- GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
- GB 38508 清洗剂挥发性有机化合物含量限值
- GB/T 38597 低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求
- GB 50014 室外排水设计规范
- GB 50156 汽车加油加气站设计与施工规范
- GB/T 50934—2014 石油化工工程防渗技术规范
- HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定装置
- HJ 576 厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范

HJ 577 序批式活性污泥法污水处理工程技术规范
HJ 580 含油污水处理工程技术规范
HJ 971 排污许可证申请与核发技术规范 汽车制造业
HJ 1086 排污单位自行监测技术指南 涂装
HJ 1093 蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
HJ 2002 电镀废水治理工程技术规范
HJ 2006 污水混凝与絮凝处理工程技术规范
HJ 2008 污水过滤处理工程技术规范
HJ 2009 生物接触氧化法污水处理工程技术规范
HJ 2010 膜生物法污水处理工程技术规范
HJ 2014 生物滤池法污水处理工程技术规范
HJ 2020 袋式除尘工程通用技术规范
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
HJ 2047 水解酸化反应器污水处理工程技术规范
HJ 2522 环境保护产品技术要求 紫外线消毒装置
AQ 4273 粉尘爆炸危险场所用除尘系统安全技术规范
AQ/T 4274—2016 局部排风设施控制风速检测与评估技术规范
《危险废物转移联单管理办法》（国家环境保护总局令第5号）
《国家危险废物名录》（环境保护部、国家发展和改革委员会、公安部令第39号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

汽车工业 automotive industry

GB/T 4754—2017 中规定的汽车制造业（C36），指制造各种汽车产品、零部件及配件的工业。包括从事汽车用发动机、底盘和车体等主要部件制造和将其组装成为汽车产品的工业，还包括从事汽车各种零部件及配件制造的工业。

3.2

汽车整车 motor vehicle

由动力驱动，具有四个或四个以上车轮的非轨道承载的车辆，主要用于载送人员和（或）货物，牵引输送人员和（或）货物及特殊用途。包括汽、柴油车整车和新能源车整车，可分为乘用车、汽车底盘、载货汽车、客车等。

3.3

汽车用发动机 automotive engine

以气缸和活塞作为转换机构把燃料的化学能转化为机械能并对外输出的机械装置。包括汽、柴油车用发动机及新能源汽车用发动机。

3.4

专用汽车与挂车 special purpose vehicles and trailer

装备有专用设备，具备专用功能，用于承担专门运输任务或专用作业以及其他专项用途的汽车，包括厢式汽车、罐式汽车、专用自卸汽车、仓栅式汽车、起重举升汽车和特种结构汽车等专用运输汽车、专用作业汽车（即改装汽车）或挂车。专用汽车一般在汽车底盘基础上制造完成，挂车仅与牵引车组合后才具有专用汽车的功能。

3.5

零部件及配件 parts and accessories

包括发动机零件、挂车零件、汽车零部件及配件等。从结构、材料与生产工艺可分为总成类部件、铆焊类部件、壳芯类部件、钎焊类部件、树脂类零部件、粉末冶金类零件和其他类零件。

3.6

污染防治可行技术 available techniques of pollution prevention and control

根据我国一定时期内环境质量改善需求和经济水平，在汽车工业污染防治过程中综合采用污染预防技术、污染治理技术和环境管理措施，使污染物稳定达到国家污染物排放标准要求、规模应用的技术。

3.7

喷涂体系 spray painting system

为达到喷涂目的及效果而进行的同种或异种喷涂涂层组合的总称，包括底漆、中涂漆、色漆（或本色面漆）及清漆等涂层的喷涂和烘干。通常以 mCnB 表示，其中 C、B 分别表示喷涂工序和烘干工序，m、n 分别表示喷涂、烘干工序数量。

3.8

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。

3.9

总挥发性有机物 total volatile organic compounds (TVOC)

采用规定的监测方法，对废气中的单项 VOCs 物质进行测量，加和得到 VOCs 物质的总量，以单

项 VOCs 物质的质量浓度之和计。实际工作中，应按预期分析结果，对占总量 90%以上的单项 VOCs 物质进行测量，加和得出。

3.10

非甲烷总烃 non-methane hydrocarbon (NMHC)

采用规定的监测方法，氢火焰离子化检测器（FID）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。

3.11

油雾 oil mist

在汽车、发动机零部件生产过程中，用于如湿式机械加工、金属材料热处理等工序中的矿物油挥发及其受热分解或裂解的产物，其存在形态有蒸汽、液滴等。

3.12

单位涂装面积挥发性有机物排放量 VOCs emission per coating area

完成单位面积涂装的底漆、刮涂腻子、涂胶、溶剂擦洗、打磨、喷涂、烘干、注蜡和修补等工艺过程及设备清洗环节累计排放的 VOCs 量，单位为 g/m²。

3.13

VOCs 物料 VOCs-containing materials

VOCs 质量占比大于等于 10%的原辅材料、产品和废料（渣、液），液体燃料，以及有机聚合物原辅材料和废料（渣、液）。

3.14

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，以及通过缝隙、通风口、敞开门窗和类似开口（孔）的排放等。

3.15

密闭 closed/close

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。

3.16

密闭空间 closed space

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。

4 行业生产与污染物的产生

汽车工业生产车间主要包括机械加工、冲压、焊装、涂装、总装等生产车间及公用工程。汽车工业生产过程包括下料、锻造、铸造、冲压、机械加工、粉末冶金、焊接、铆接、树脂纤维加工、粘接、热处理、电镀、预处理、转化膜处理、涂装、装配、检测试验等 17 个工序。汽车工业主要产品和零部件类型及其生产工序组成参见附录 A，生产工艺及产污节点参见附录 B。

4.1 生产工艺

4.1.1 乘用车生产工艺

乘用车生产过程包括下料、冲压、焊接、粘接、预处理、转化膜处理、涂装、装配和检测试验等工序。下料包括卷板开卷和板材下料。预处理采用化学脱脂工艺；转化膜处理可采用磷化、磷化+钝化、硅烷处理和钝化处理等工艺；涂装包括电泳底漆及烘干，涂胶（涂焊缝密封胶和喷车底保护涂料等），中涂喷涂、色漆喷涂、清漆喷涂、流平（溶剂型涂料）/热流平（水性涂料）及烘干，车身涂层精饰精整、腔体注蜡和漆膜修补等过程；检测试验包括产品密闭性试验和排放尾气检测等过程。总装车间所需要的电池包由外购电池单元组装而成。汽油、柴油及加注液体在厂区设储罐贮存，经由管道输送供应总装车间。

4.1.2 汽车底盘生产工艺

汽车底盘生产过程包括车架生产和底盘装配。车架生产过程包括下料、冲压、机械加工、焊接、铆接、预处理、转化膜处理、涂装、装配、检测试验等工序。预处理采用化学脱脂工艺。涂装包括电泳底漆、喷涂面漆和烘干等过程。底盘装配包括车架组装，及在车架上依次安装发动机、变速箱、车桥等传动、行驶、转向和制动装置并进行整机调试等内容。

4.1.3 载货汽车生产工艺

载货汽车由汽车底盘、驾驶室和车厢或货箱装配而成。轻型载货汽车、中重型载货汽车驾驶室与乘用车生产工艺基本相同，仅喷涂体系有所不同。货箱生产过程包括下料、机械加工、焊接、预处理、涂装、装配等工序。车厢生产过程包括型材与内、外蒙皮薄板下料、冲压、焊接、粘接、树脂纤维加工、涂装、装配等工序。树脂纤维加工主要采用发泡工艺，用于车身保温、隔热层的施工；涂装包括底漆和面漆的喷涂、流平/热流平与烘干等过程。车厢采用成品板材时，涂装包括喷涂面漆和套色漆的喷涂。

4.1.4 客车和电车生产工艺

客车和电车生产过程包括车架、车身生产和整车装配。车身生产过程包括内、外蒙皮薄板下料、冲压、与车架装配、预处理、转化膜处理和涂装等工序。预处理采用化学脱脂工艺。涂装包括底漆，发泡，刮涂腻子及中涂漆、色漆、套色漆、清漆各涂层的喷涂、流平/热流平和烘干等过程。整车装配

在车身成品基础上，依次安装发动机、变速箱（或电机、电池）、车桥、座椅和内饰等。

4.1.5 专用汽车与挂车生产工艺

专用汽车与挂车的生产过程包括车厢、罐体、货箱、仓笼、栅栏、桁架、平板（台）等主要部件和专用作业装置和液压、举升机构的生产及与汽车底盘的装配、调试等。罐体生产过程包括板材下料、焊接、预处理、树脂纤维加工、涂装和装配等工序。仓笼、栅栏、桁架、平板生产过程包括下料、焊接、预处理和涂装等工序。液压机构生产过程包括下料、机械加工、热处理、装配和涂装等工序。预处理工序中的机械预处理可采用抛丸、喷砂和砂轮打磨等工艺。树脂纤维加工包括内部玻璃钢糊制、衬胶等防腐施工等。涂装包括喷涂底漆、面漆和烘干等过程。

4.1.6 汽车用发动机生产工艺

发动机生产过程包括铸造、锻造、机械加工、热处理、装配、检测试验、预处理和涂装等工序。机械加工生产内容包括将外购缸体、缸盖、曲轴、凸轮轴、连杆等铸锻件毛坯或半成品加工成为成品零件，主要包括干式加工、半干式加工和湿式加工及零件清洗等工艺；检测试验可采用冷态试验和热态试验等工艺；缸体、缸盖采用黑色金属铸件的发动机预处理采用溶剂擦洗工艺，涂装包括喷涂面漆和烘干等过程。

4.1.7 零部件及配件生产工艺

4.1.7.1 总成类部件由壳体件和内部运动部件组装而成，生产过程包括下料、锻造、铸造、冲压、机械加工、焊接、装配、预处理、转化膜处理、涂装和检测试验等工序。铆焊类部件生产过程包括型板带材下料、冲压、机械加工、铆接、焊接、预处理、转化膜处理、涂装和装配等工序。壳芯类部件主要由壳体和芯体组装而成，生产过程包括下料、冲压、焊接、预处理、涂装和装配等工序。预处理可采用溶剂擦洗或化学脱脂工艺，涂装包括电泳底漆或喷涂底漆、喷涂面漆和烘干等过程。

4.1.7.2 钎焊类部件生产过程主要包括铝（铜）带（板、管）下料、冲压、焊接、预处理、装配、检测试验等工序。预处理采用化学脱脂工艺，焊接采用钎焊工艺，检测试验主要包括密封性检测等过程。

4.1.7.3 树脂类零部件生产过程包括树脂纤维加工、粘接、预处理、涂装和装配等工序。树脂纤维加工包括注射、挤压、发泡、拉挤和糊制等工艺。预处理可采用化学脱脂或溶剂擦洗工艺。车身外观零部件涂装包括底漆、色漆和清漆的喷涂、流平和烘干等过程；内饰件涂装包括面漆喷涂和烘干等过程。

4.1.7.4 粉末冶金类零件生产过程包括下料、冲压、粉末冶金、机械加工和热处理等工序。下料采用制粉工艺，冲压采用模压工艺，热处理主要采用熔渗处理工艺。

4.1.7.5 其他类零件主要包括机械加工、热处理和电镀类零件。生产过程主要包括下料、锻造、铸造、机械加工、热处理和电镀等工序。

4.1.8 原辅材料及燃料

4.1.8.1 原料主要包括金属板、卷、型材、树脂类材料、铸锻件毛坯及零部件和配件等。树脂类材料

主要包括树脂颗粒、纤维材料和发泡剂等。零部件和配件主要包括发动机、变速器、电机、电池和轮胎等。

4.1.8.2 辅料主要包括焊丝、胶粘剂、预处理材料、转化膜处理材料、涂装类材料、产品试验材料和产品加注液体。化学预处理材料主要包括化学脱脂材料（即脱脂剂）及盐酸、硝酸等酸洗除锈材料等。转化膜处理材料主要包括表调剂、磷化剂、钝化剂、硅烷处理药剂及锆化处理药剂。涂装类材料主要包括底漆、胶粘剂（密封胶）、腻子、中涂漆、色漆、清漆、稀释剂、清洗溶剂和腔体防护蜡等，其固体分和挥发分质量占比参见附录 C。产品试验材料包括汽油、柴油等。产品加注液体主要包括汽油、柴油、防冻液、齿轮油、冷却液、机油等。

4.1.8.3 燃料主要为天然气。

4.2 污染物的产生

4.2.1 废气污染物的产生

4.2.1.1 下料工序中的中厚板及型材切割下料，锻造工序中的锻件机械预处理，粉末冶金工序中的制粉及物料输送，焊接工序中的弧焊、激光焊接及工件打磨，机械加工工序中的铸件毛坯干式加工，预处理工序中的机械预处理及工件干式打磨等过程产生颗粒物。

4.2.1.2 机械加工工序中的半干式加工、湿式加工、零件清洗及热处理工序中的淬火（油）、熔渗过程产生油雾。

4.2.1.3 预处理工序中的酸洗过程可能产生氯化氢、硫酸雾或氮氧化物（ NO_x ）。

4.2.1.4 涂装工序废气污染物主要包括颗粒物（主要为漆雾）、苯、苯系物和 VOCs，其中漆雾产生于喷涂过程，颗粒物产生于腻子打磨过程；苯和苯系物产生于喷涂、流平/热流平及烘干等过程；VOCs 主要产生于喷涂、流平/热流平、烘干、涂胶、电泳槽排风、非金属工件溶剂擦洗、漆膜修补、喷枪清洗、喷漆室清洁维护、喷漆室格栅和工装载具溶剂清理等过程。

4.2.1.5 树脂纤维加工工序中的注射、挤压、发泡、拉挤和糊制等过程产生少量的 VOCs。

4.2.1.6 检测试验工序中的发动机、整车出厂检测及产品研发发动机热态试验，产生颗粒物、 NO_x 和 VOCs。

4.2.1.7 公用工程中的工业炉窑和燃气、燃油加热装置产生颗粒物、二氧化硫（ SO_2 ）和 NO_x 。

4.2.1.8 不同工序的废气污染物产污环节、产生水平及排放方式参见附录 D。

4.2.2 废水污染物的产生

4.2.2.1 冲压工序中的模具擦洗、机械加工工序的零件清洗、热处理工序中的淬火（油）处理及检测试验工序中的产品试验等过程产生含油废水。主要污染物为石油类、化学需氧量（ COD_{Cr} ）和悬浮物（SS）。

4.2.2.2 预处理工序中的酸洗过程产生酸洗废水，主要污染物为酸碱；化学脱脂过程产生脱脂废液、脱脂废水，主要污染物为石油类、 COD_{Cr} 、总磷/磷酸盐和 SS。

4.2.2.3 转化膜处理工序中的表调过程产生含磷废水，主要污染物为总磷/磷酸盐；含镍磷化过程产生磷化废液、废水，主要污染物为 COD_{Cr} 、总镍、总锌、总磷/磷酸盐；含铬钝化过程产生含铬废水，主

要污染物为总铬和六价铬；硅烷、锆化处理过程产生含氟废水，主要污染物为氟化物。

4.2.2.4 涂装工序中的电泳过程产生电泳废液、废水，工件湿式打磨过程产生打磨废水，喷漆室过喷漆雾采用湿式分离方式时产生喷漆废水，喷漆室格栅及工装载具清理过程产生清洗废水，主要污染物为 SS 和 COD_{Cr}。

4.2.2.5 喷漆室空调送风系统及工艺水制备系统产生废水的主要污染物为 SS；设备循环冷却水系统排放废水的主要污染物为 SS 和总磷/磷酸盐。

4.2.2.6 不同工序的废水污染物产污环节、产生水平及排放方式参见附录 D。

4.2.3 固体废物的产生

4.2.3.1 汽车工业生产过程的工业固体废物主要包括金属边角废料、金属切屑（干）、废焊丝、废电池单体、废电池包，以及除尘设备收集的工业粉尘和除尘器更换的废滤袋、废滤筒等。

4.2.3.2 汽车工业生产过程的危险废物主要包括废切削液、废矿物油及其他含矿物油类废物，废胶粘剂、废溶剂型涂料、废有机溶剂、沾染具有危险特性物质的废弃包装物及容器、漆渣、废活性炭、废离子交换树脂、废催化剂、转化膜处理磷化工序废水处理产生的污泥、磷化渣等，以及其他列入《国家危险废物名录》或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物。

4.2.4 噪声的产生

汽车工业生产过程的噪声主要产生于生产设备（如下料、机械加工、冲压、焊接、涂装、装配、检测试验等）和辅助生产设备（如输送机械、风机、水泵等）的运行。

5 污染防治技术

5.1 大气污染防治技术

5.1.1 原辅材料替代技术

5.1.1.1 高固体分溶剂型涂料替代技术

该技术主要适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车及其他冲压焊接件的涂装工序。高固体分溶剂型涂料以有机溶剂为分散介质，以合成低聚物替代天然或人工合成树脂作为成膜物质并以此降低涂料粘度和减少有机溶剂用量，辅以各种颜料、填料和助剂，经过一定的配漆工艺制作而成。高固体分溶剂型涂料应满足 GB 24409 的产品技术要求。高固体分溶剂型涂料包括高固体分溶剂型色漆和高固体分溶剂型清漆，其 VOCs 质量占比一般分别为 50%~65%和 35%~45%。汽车工业采用高固体分溶剂型色漆、高固体分溶剂型清漆替代溶剂型色漆和清漆，VOCs 产生量一般可减少 20%以上。

5.1.1.2 水性涂料替代技术

该技术主要适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车和其他冲压焊接件的涂装工序。水性涂料以水作为溶剂或分散介质，以天然或人工合成树脂作为成膜物质，辅之以各种颜料、填料及助剂，经过一定的配漆工艺制作而成。水性涂料应满足 GB 24409 的产品技术要求。水性涂料包括水性中涂漆和

水性色漆，其 VOCs 质量占比一般分别为 5%~12%和 12%~17%。汽车工业采用水性中涂漆、色漆替代溶剂型中涂漆和色漆，VOCs 产生量一般可分别减少 60%和 70%以上。

5.1.1.3 水性清洗溶剂替代技术

该技术适用于涂装工序中的非金属工件的擦洗及水基涂料供应管线和喷涂设备的清洗，喷漆室清洁维护、喷漆室格栅和工装载具清理等。水性清洗溶剂由与水混溶的醇、乙二醇或胺等溶剂、表面活性剂和水配制而成。水性清洗溶剂中 VOCs 质量占比一般为 10%~15%。汽车工业采用水性清洗溶剂替代溶剂型溶剂，VOCs 产生量一般可减少 60%以上。水性清洗溶剂价格较高，用于工件擦洗时一般需要烘干。

5.1.1.4 紫外光（UV）固化涂料替代技术

该技术适用于汽车内饰件及灯具的涂装工序。UV 固化涂料借助于紫外光辐射照射，使涂料内的连结料发生交联反应，从而由液态转变为固态。辐射固化涂料应满足 GB 24409 的产品技术要求，辐射固化涂料的 VOCs 质量占比一般为 5%~10%。汽车内饰件及灯具涂装采用辐射固化涂料替代溶剂型涂料，VOCs 产生量一般可减少 80%以上。采用汞灯作为紫外光源照射时会产生臭氧。

5.1.1.5 粉末涂料替代技术

该技术主要适用于零部件及配件的涂装工序。粉末涂料由固体树脂、颜料、填料及助剂等组成，不含有机溶剂。未喷涂到工件上的粉末涂料经回收后可循环利用。粉末涂料 VOCs 质量占比小于 1%。使用粉末涂料进行涂装宜配合使用静电喷涂技术。采用粉末涂料替代溶剂型涂料，VOCs 产生量一般可减少 95%以上。

5.1.1.6 低 VOCs 腔体保护蜡替代技术

该技术适用于乘用车、载货汽车及驾驶室涂装工序的腔体防护过程。低 VOCs 腔体保护蜡主要包括水性蜡、高固体分蜡、固态蜡等，其 VOCs 质量占比一般分别低于 10%、5%和 1%。采用低 VOCs 腔体保护蜡替代溶剂型保护蜡（VOCs 质量占比一般为 30%~60%）可大幅度减少 VOCs 的产生量。

5.1.1.7 天然气燃料替代技术

该技术主要适用于涂装车间空调送风系统、涂装烘干室及燃烧法 VOCs 治理技术的加热装置。采用天然气替代燃煤、燃油一般可使烟气中颗粒物、SO₂ 产生浓度分别低于 20 mg/m³ 和 50 mg/m³。与低氮燃烧技术联合使用，一般可使 NO_x 产生浓度低于 200 mg/m³。

5.1.1.8 冷态试验技术

该技术适用于汽、柴油发动机的出厂检测试验。采用压缩空气或电能代替燃油、燃气驱动汽、柴油或其他燃料发动机进行检测试验。该技术可避免因燃料燃烧产生颗粒物、NO_x 等废气污染物。

5.1.2 设备或工艺革新技术

5.1.2.1 喷涂体系优化技术

a) 该技术主要适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车及车身零部件的涂装工序。该技术通过喷涂涂料、喷涂技术和成膜工序的优化组合,可降低投入、节约能源、减少 VOCs 产生量和提高生产效率。采用该技术替代传统的 3C2B (SSS) 喷涂体系(工艺过程主要包括溶剂型中涂漆喷涂、中涂烘干、溶剂型色漆和溶剂型清漆喷涂及面漆烘干等), VOCs 产生量一般可减少 30%~50%。

b) 新建乘用车涂装生产线应采用水性中涂漆、水性色漆或高固体分溶剂型色漆、高固体分溶剂型清漆的喷涂体系,包括紧凑型 3C1B (WWS) (工艺过程主要包括水性色漆 1 喷涂、水性色漆 2 喷涂、色漆热流平、溶剂型清漆喷涂和烘干)、3C1B (WWS) (工艺过程主要包括水性中涂漆喷涂、中涂热流平、色漆喷涂、色漆热流平、清漆喷涂和烘干)、3C1B (SHH) (工艺过程主要包括溶剂型中涂漆喷涂、中涂流平、高固体分色漆喷涂、色漆流平、高固体分清漆喷涂和烘干)、3C2B (WWS) (工艺过程主要包括水性中涂漆喷涂、中涂烘干、水性色漆喷涂、色漆热流平、清漆喷涂和面漆烘干)等。现有乘用车涂装生产线改造应采用 3C1B (SHH)、3C2B (SWS) 喷涂体系。乘用车树脂类车身零部件(如保险杠)应采用 3C1B (SSS) (工艺过程主要包括溶剂型导电底漆喷涂、溶剂型色漆喷涂、清漆喷涂和烘干)喷涂体系。

c) 新建载货汽车或载货汽车驾驶室涂装应采用紧凑型 3C1B (WWS)、3C1B (WWS)、3C1B (SHH)、3C2B (WWS)、2C1B (WS) (工艺过程主要包括水性中涂漆喷涂、中涂热流平、溶剂型本色面漆喷涂和烘干)等喷涂体系。现有载货汽车及其驾驶室涂装生产线改造应采用 3C1B (SHH)、3C2B (SWS)、2C1B (HS)、1C1B (S)、1C1B (W) 等喷涂体系。2C1B、1C1B 在 3C2B、3C1B 生产线进行生产,但根据产品要求仅采用了部分工序。

d) 新建客车涂装生产线应采用中涂漆和色漆为水性涂料或高固体分涂料的 mCnB (m>3) 喷涂体系,主要包括 mCnB (WSSS) (工艺过程包括水性中涂漆、中涂烘干、溶剂型色漆、溶剂型套色漆、套色漆烘干、溶剂型清漆、面漆烘干)、mCnB (WWSS)、mCnB (SHSS),套色漆可能存在多次喷涂和烘干。

5.1.2.2 阴极电泳技术

该技术适用于年生产 5000 台以上、结构复杂的车身焊接类零部件和车架铆焊类部件的底漆施工。依靠电场力的作用,使槽液中带正电荷的涂料颗粒涂覆在阴极工件表面。该技术 VOCs 产生量低,生产效率高,施工状态电泳槽液 VOCs 质量占比一般为 1%~2%,涂料附着率一般为 97%~99%。

5.1.2.3 自动喷涂技术

该技术主要适用于连续自动化生产的汽车整车和车身零部件的涂装工序,也适用于汽车整车和车身零部件的涂胶工序。该技术利用电机或机械设备自动控制喷枪。汽车工业企业常用的自动喷涂设备主要包括机器人和往复式喷涂机等。与人工喷涂相比,该技术喷涂速度稳定,涂层均匀,通过提高涂料利用率可减少涂料用量和 VOCs 产生总量。该技术通过采用集中输漆工艺,可减少废涂料的产生量。

5.1.2.4 静电喷涂技术

该技术适用于各种汽车产品及零部件水性涂料、溶剂型涂料和粉末涂料的喷涂工序。该技术使涂

料在高压电场的作用下荷电后均匀吸附于工件表面。该技术通常与自动喷涂技术联合使用。采用该技术可使液体涂料利用率达到 50%~85%；通过粉末涂料回收利用可使涂料利用率达到 98%以上。

5.1.2.5 低氮燃烧技术

该技术适用于燃气工业炉窑和燃气加热装置。低氮燃烧技术指采用扩散燃烧器和预混燃烧器等低氮燃烧器、炉膛整体空气分级燃烧、烟气再循环等技术，可减少燃烧过程 NO_x 等废气污染物的产生量。该技术可使烟气中 NO_x 产生浓度低于 200 mg/m^3 。

5.2 水污染预防技术

5.2.1 无镍、无铬转化膜处理技术

该技术适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车和各种车身类焊接零部件和车架类铆焊结构件的转化膜处理工序。主要包括无镍磷化技术、无铬钝化技术、采用氟锆酸的锆化处理技术和采用有机硅烷的硅烷处理技术。与含镍磷化或含镍磷化+含铬钝化技术相比，该技术不产生总镍、六价铬和总铬等车间或车间处理设施排放口控制废水污染物。采用锆化处理技术和硅烷处理技术替代含镍磷化技术，可使危险废物产生量减少 90%以上。该技术的缺点为对工件表面质量要求较高，可能会增加中涂工序的 VOCs 等废气污染物产生量。

5.2.2 槽液质量控制技术

该技术适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车、各种车身类焊接零部件和车架类铆焊结构件的化学脱脂、转化膜处理、电泳及工件清洗等工序。采用机械过滤、油水分离、磁性分离、超滤或其他技术对槽液进行处理，槽液经除杂（渣）、净化后返回工作槽循环使用。该技术可通过改善槽液质量、提高材料利用率、提高工序产品质量，减少废水及废水污染物产生量。电泳工序采用超滤技术，可使电泳材料利用率达到 98%以上，超滤液用于工件清洗可减少清洗工序新水用量 80%以上。

5.2.3 逆流清洗技术

该技术适用于酸洗、化学脱脂、转化膜处理、电泳等工序的工件清洗。在二级或二级以上的清洗槽组成的串联清洗自动线，由末级槽进水、第一级槽排出清洗废水，其水流方向与工件清洗移动方向相反。与全部采用新水清洗相比，该技术可减少废水产生量 30%以上。

5.2.4 干冰清洗技术

该技术适用于树脂类零部件和冲压模具的清洗。借助压缩空气将干冰颗粒喷射到工件表面，依靠高速运动的干冰颗粒的动量变化及升华、熔化能量转换，使工件表面油污发生凝结、脆化、剥离并随气流带出，成为矿物油类废物。该技术不产生废水，仅产生少量含废矿物油危险废物。

5.2.5 切削液过滤技术

该技术适用于各种零部件及配件的湿式加工。采用磁性分离、离心分离、纸带过滤或其他过滤技术，对冷却介质切削液进行收集、净化后循环使用。该技术包括集中过滤技术和分散过滤技术，其中

集中过滤技术适用于大规模生产，分散过滤技术适用于小规模生产。采用该技术可改善切削液品质，提高工序产品质量，且废切削液产生量一般可减少 75%以上。

5.2.6 半干式加工技术

该技术也称微量润滑技术，适用于发动机缸体等复杂工件的关键工序的机械加工。将压缩气体（空气、氮气等）与微量的润滑油汽化混合形成液滴油雾，通过喷嘴高速喷射到工件与刀具的接触部位，达到冷却和润滑的目的。采用该技术替代湿式加工技术，切削液使用量一般可减少 95%以上，且不产生废切削液。

6 污染治理技术

6.1 大气污染治理技术

6.1.1 一般原则

6.1.1.1 应根据生产工艺、操作方式、废气性质和污染物类型，对工艺废气实施分类收集、分质处理。

6.1.1.2 对产生废气污染物的设施和生产过程，宜采用密闭或负压操作措施，实现有组织排放。当无法采用密闭或负压操作时，宜选择排风柜、整体密闭罩、局部密闭罩或外部集气罩等，并尽可能包围或靠近污染源，减少污染物外逸。

6.1.1.3 涂装自动作业工序宜采用“循环风”技术。将喷涂等工序产生的有组织废气，经去除漆雾、调温、调湿后作为送风回用到非人工作业区，减小废气排风量，提高废气 VOCs 污染物浓度，降低末端治理设施的投资和运行成本。

6.1.1.4 具有爆炸危险性的场合，废气污染治理设施的设计应符合 AQ 4273 的规定。

6.1.2 油雾治理技术

6.1.2.1 机械过滤技术

该技术主要适用于湿式加工、热处理工序产生的含油雾废气的治理。采用金属丝网滤芯、纤维滤芯或多层过滤毡等作为过滤材料，使油雾从废气中分离。用于热处理工序产生的含油雾废气处理时，应配套自动喷淋或润湿装置，对过滤层进行清洗，保持过滤元件的高效过滤、分离性能。汽车工业企业使用的机械过滤装置的过滤风速通常低于 0.5 m/s、系统阻力通常低于 1200 Pa，油雾去除效率通常可达到 90%以上。

6.1.2.2 静电净化技术

该技术适用于湿式加工工序产生的含油雾废气的治理。废气先经过滤去除大颗粒油雾，再进入荷电区使油雾颗粒被空气电离产生的大量正负离子荷电，然后在电场力的作用下，荷电后的油雾颗粒沉积在与其极性相反的收集板上，最终依靠重力实现油雾与空气的分离。汽车工业企业使用的静电净化装置的电场电压通常为 10 kV~15 kV、气体流速通常低于 1.2 m/s、系统阻力通常低于 300 Pa，油雾去除效率通常可达到 90%以上。

6.1.3 颗粒物治理技术

6.1.3.1 漆雾处理技术

该技术适用于涂装工序产生的漆雾的治理及 VOCs 治理的预处理。适用于大规模喷涂工序产生的漆雾处理技术包括纸盒过滤漆雾处理技术、石灰石粉漆雾处理技术、静电漆雾处理技术和文丘里湿式漆雾处理技术等，漆雾去除效率可达到 95%以上。适用于小规模喷涂工序产生的漆雾处理技术包括水旋喷漆室、水帘喷漆室和漆雾过滤毡（袋）等，漆雾去除效率可达到 85%以上。文丘里、水旋喷漆室、水帘喷漆室等湿式漆雾处理技术会产生废水和漆渣的二次污染问题，若后续配套 VOCs 治理设施则应进行除湿，减少废气中水汽对 VOCs 治理设施的影响。石灰石粉漆雾处理技术会产生含有漆渣的废石灰粉；纸盒过滤漆雾处理技术会产生含有漆渣的废纸盒。静电漆雾处理技术对设备运行管理要求较高。

6.1.3.2 漆雾高效过滤技术

该技术可用作吸附法 VOCs 治理技术中吸附材料的保护性措施。经漆雾处理后的 VOCs 废气，通过由粗、中、高效过滤材料组成的精密过滤装置，进一步滤除废气中的漆雾和细微颗粒物。该技术可使废气中颗粒物浓度低于 1 mg/m³，满足 HJ 2026 的要求。该技术需定期更换滤料。

6.1.3.3 旋风除尘技术

该技术适用于下料、机械预处理和粉末喷涂等工序废气颗粒物的预处理，去除重质颗粒物或浓度较高的颗粒物。该技术利用气流切向引入形成的旋转运动，使具有较大惯性离心力的固体颗粒甩向外壁面，进而与气体分离，可用于捕集直径 10 μm 以上的颗粒物，对轻质颗粒物处理效果不佳。

6.1.3.4 袋式除尘技术

该技术可作为下料、干式加工、机械预处理、焊接、粉末冶金制粉及粉料输送等工序的除尘技术，也可作为零部件企业粉末涂料喷涂工序废气的二级治理技术。袋式除尘技术性能稳定可靠、操作简单。汽车工业企业使用的袋式除尘器的过滤风速通常低于 1.1 m/min，系统阻力通常低于 1500 Pa，除尘效率通常可达 95%以上。对于抛丸清理、清理滚筒、喷砂清理及粉末涂料喷涂工序废气，宜增加旋风预除尘措施。袋式除尘技术的技术参数应满足 HJ 2020 的相关要求。该技术需定期清理或更换滤袋。

6.1.3.5 滤筒除尘技术

该技术可作为下料、机械预处理、干式加工、焊接等工序的除尘技术。该技术空间利用率高，使用寿命较长，容易维护。汽车工业企业使用的滤筒除尘器的过滤风速通常低于 0.7m/min，系统阻力通常低于 800 Pa，除尘效率通常可达 95%以上。该技术需定期清理或更换滤筒。

6.1.4 吸附法 VOCs 治理技术

利用吸附剂（活性炭、分子筛等）吸附废气中的 VOCs 污染物，使之与废气分离的方法技术，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。汽车

工业常用的吸附技术为固定床吸附技术和旋转式吸附技术。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，不宜采用吸附技术。

6.1.4.1 固定床吸附技术

该技术适用于喷涂、流平/热流平和其他工序工艺废气的治理。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。汽车工业一般使用活性炭作为吸附材料。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%。该技术的技术参数应满足 HJ 2026 的相关要求。活性炭吸附材料一般通过解吸而循环利用，脱附的 VOCs 可通过燃烧技术进行销毁。

6.1.4.2 旋转式吸附技术

该技术适用于工况相对连续稳定的喷涂、流平/热流平和其他工序等工艺废气的治理。吸附过程中废气与吸附剂床层呈相对旋转运动状态，对废气中的 VOCs 污染物进行吸附分离，一般包括转轮式和转筒（塔）式。汽车工业一般使用憎水性分子筛作为吸附材料，对低浓度 VOCs 废气进行预浓缩，浓缩倍数一般在 10 倍以上，脱附废气一般采用燃烧技术进行治理。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）低于 80%。该技术的技术参数应满足 HJ 2026 的相关要求。

6.1.5 燃烧法 VOCs 治理技术

通过热力燃烧或催化燃烧的方式，使废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳和水等物质，简称燃烧技术。主要包括蓄热燃烧技术（Regenerative Thermal Oxidation, RTO）、热回收燃烧技术（Thermische Nachverbrennung, TNV）、催化燃烧技术（Catalytic Oxidation, CO）和蓄热催化燃烧技术（Regenerative Catalytic Oxidation, RCO）。

6.1.5.1 蓄热燃烧技术

该技术适用于涂装工序电泳、喷涂、涂胶等烘干过程产生的含 VOCs 高温废气及其他过程产生的高浓度 VOCs 废气的治理。采用燃烧的方法使废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质，并利用蓄热体对燃烧产生的热量蓄积、利用。汽车工业企业采用的 RTO 燃烧室温度通常大于 700°C 、停留时间通常大于 1.0 s，两室 RTO 的 VOCs 去除效率通常可达 90%以上，三室及以上 RTO 和旋转式 RTO 的 VOCs 去除效率通常可达 95%以上。汽车工业企业采用的典型治理技术路线为“循环风+RTO”和“吸附/脱附浓缩+RTO”。该技术的技术参数应满足 HJ 1093 的相关要求。

6.1.5.2 热回收燃烧技术

该技术适用于涂装工序电泳、喷涂、涂胶等烘干过程产生的含 VOCs 高温废气及其他过程产生的高浓度 VOCs 废气的治理，同时可使高温烟气通过换热装置回收热量，用于生产中其他工序。汽车工业企业采用的 TNV 燃烧室温度通常大于 700°C 、停留时间通常大于 1.0 s，VOCs 去除效率通常可达 95%以上。

6.1.5.3 催化燃烧技术

该技术适用于汽车零部件涂装工序烘干过程产生的含 VOCs 高温废气或其他过程产生的高浓度 VOCs 废气的治理。在催化剂作用下，废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳和水等物质。该技术反应温度低、不产生热力型 NO_x 。汽车工业采用的典型治理技术路线为“循环风+CO”和“吸附/脱附浓缩+CO”。CO 的 VOCs 去除效率通常可达到 95%以上。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。该技术的技术参数应满足 HJ 2027 的相关要求。

6.1.5.4 蓄热催化燃烧技术

该技术适用于汽车零部件涂装工序烘干过程产生的含 VOCs 高温废气或其他过程产生的高浓度 VOCs 废气的治理。在催化剂作用下，废气中的 VOCs 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质，并利用蓄热体对反应产生的热量蓄积、利用。该技术反应温度低、不产生热力型 NO_x 。汽车工业企业采用的典型治理技术路线为“循环风+RCO”和“吸附/脱附浓缩+RCO”。RCO 的 VOCs 去除效率通常可达 95%以上。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。该技术的技术参数应满足 HJ 1093 和 HJ 2027 相关要求。

6.1.6 柴油发动机 NO_x 治理技术

6.1.6.1 选择性催化还原技术（SCR）

该技术适用于柴油发动机出厂检测与产品研发热态试验废气的处理。发动机试验废气经滤除颗粒物、调节温度后，在催化剂的作用下，废气中的 NO_x 与喷入的还原剂尿素反应转化为氮气和水等物质。汽车用柴油发动机制造企业采用的选择性催化还原装置的废气入口温度通常为 $300^\circ\text{C}\sim 400^\circ\text{C}$ ，氨氮摩尔比通常为 0.8~0.85，空间速度通常为 $2500\text{ h}^{-1}\sim 3000\text{ h}^{-1}$ ， NO_x 去除率通常可达到 70%以上。采用该技术可协同去除一氧化碳和 VOCs 等污染物。

6.1.6.2 碱液吸收净化技术

该技术适用于柴油发动机出厂检测与产品研发热态试验废气和酸洗废气的处理。该技术可使废气中的 NO_x 与碱反应转化为硝酸盐而从废气中去除。该技术可使 NO_x 去除率达到 60%以上。采用双氧水等氧化剂促进一氧化氮（NO）转化为二氧化氮（ NO_2 ），可提高 NO_x 的去除效率。采用该技术可协同去除废气中的颗粒物。

6.2 水污染治理技术

6.2.1 一般原则

6.2.1.1 应根据工艺废水特点和污染物浓度水平，对工艺废水进行分类收集、调量均质、分质处理。

6.2.1.2 对于工艺生产废水需采用预处理+生物处理技术相结合的处理技术，对排放水质要求较高时应增加深度处理技术。

6.2.1.3 合理设计废水储存设施，确保废水处理站事故及检修期间生产废水不外排。

6.2.1.4 厂区雨水宜收集后资源化利用。

6.2.2 预处理技术

6.2.2.1 混凝沉淀技术

该技术适用于冲压、化学脱脂预处理、转化膜处理、热处理、涂装、检测试验等工序的各种废液、废水的预处理。设计工艺参数混凝速度梯度为 $600\text{ s}^{-1}\sim 1000\text{ s}^{-1}$ 、絮凝速度梯度为 $7\text{ s}^{-1}\sim 20\text{ s}^{-1}$ 、沉淀水力负荷为 $0.6\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 2.0\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。该技术的技术参数应满足 HJ 2006 和 GB 50014 的要求。含镍废水通过投加氢氧化钠或氢氧化钙控制反应 pH 值在 11 以上，可使出水总镍浓度低于 1.0 mg/L ；含三价铬 (Cr^{3+}) 废水控制 pH 值通常在 7~8、沉淀时间在 1 h 左右时，可使出水总铬浓度低于 1.5 mg/L ；含氟废水通过投加氯化钙和铝盐絮凝剂控制 pH 值为 6.5~7.0，可使出水氟化物浓度低于 $10\text{ mg/L}\sim 20\text{ mg/L}$ ；电泳废液、废水和喷漆废水等，采用该技术 COD_{Cr} 去除率可达到 25% 以上；含磷废水通过投加铁盐、铝盐或钙盐作为沉淀剂，可使出水总磷/磷酸盐浓度低于 0.5 mg/L ，该技术也适用于作为全厂混合废水间接排放时的总磷/磷酸盐污染治理技术。

6.2.2.2 氧化还原技术

该技术适用于含六价铬 (Cr^{6+}) 废水的预处理。通过向废水中投加亚硫酸盐、硫酸亚铁等还原剂将 Cr^{6+} 还原为 Cr^{3+} ，再采用混凝沉淀技术去除铬污染物。采用该技术通常控制 pH 值在 2.5~3.0、反应时间为 20 min~30 min。该技术的技术参数应满足 HJ 2002 的要求。

6.2.2.3 除油技术

该技术适用于含油废水的预处理。利用油与水的比重差异，通过油的自身重力或外加浮力达到与水分离的过程，主要技术类型包括隔油和气浮除油。隔油适用于高浓度含油废水处理，宜采用间歇式，并设置废油收集和油泥排除装置，停留时间通常大于 24 h。气浮适用于化学脱脂、清洗等低浓度含油废水处理。该技术的技术参数应满足 HJ 580 的要求。

6.2.2.4 离子交换技术

该技术适用于含镍废水的处理。利用离子交换剂中的阳离子与镍离子发生交换反应，使废水中的镍离子吸附在树脂上而从废水中去除。吸附饱和的树脂应按危险废物进行处置，或采取树脂再生的方式，使树脂恢复活性后重复使用。该技术的技术参数应满足 HJ 2002 的要求。该技术可使出水中镍离子浓度低于 0.4 mg/L 。

6.2.3 生物处理技术

6.2.3.1 水解酸化技术

该技术适用于全厂混合废水的处理。在厌氧条件下，使结构复杂的不溶性或溶解性高分子有机物，经水解酸化转化为简单低分子有机物。该技术的技术参数应满足 HJ 2047 的要求。该技术控制水力停留时间为 4 h~12 h， COD_{Cr} 去除率一般为 10%~30%。

6.2.3.2 好氧技术

该技术适用于全厂混合废水的处理。在好氧条件下，使废水中的好氧菌利用溶解氧对水中的污染物进行降解。常用的好氧生物处理技术主要包括生物接触氧化法、缺氧好氧活性污泥法（A/O法）、序批式活性污泥法（SBR法）、膜生物反应器（MBR法）和曝气生物滤池法（BAF法）。COD_{Cr}、氨氮（NH₃-N）去除率分别大于60%和50%。汽车工业采用的典型治理技术路线为好氧生物处理技术、水解酸化+好氧+混凝沉淀组合技术和水解酸化+好氧+过滤+消毒组合技术等。该技术的技术参数应满足HJ 2009、HJ 576、HJ 577、HJ 2010和HJ 2014的要求。

6.2.4 深度处理技术

6.2.4.1 过滤技术

该技术适用于去除水中低浓度的细微悬浮物质或脱稳物质。利用砂滤、纤维过滤、活性炭过滤、多介质过滤等滤除水中杂质的过程。该技术的技术参数应满足HJ 2008的要求。采用该技术控制滤速在8m/h~16m/h，COD_{Cr}去除效率通常为10%~30%。

6.2.4.2 消毒技术

该技术适用于废水经处理后回用的情形。采用有效氯消毒技术、紫外线消毒技术或其他消毒技术对废水进行处理，使病原菌灭活。采用二氧化氯、次氯酸钠消毒时，有效氯的投加浓度通常控制在5mg/h~10mg/L，接触时间通常控制在30min以上。采用紫外线消毒时，该技术的技术参数应满足HJ 2522的要求。

6.3 固体废物利用和处置技术

6.3.1 固液机械分离技术

该技术适用于湿式加工金属切屑、污水处理污泥、漆渣等固体废物的减量化处理，主要包括机械离心分离技术和压力过滤技术。采用机械离心分离技术可基本去除金属切屑表面附着的切削液。采用机械离心分离技术和压力过滤技术可将废水处理产生的浮渣、污泥以及湿式漆雾处理产生的漆渣等固体废物的含水率降低到85%以下。

6.3.2 废液超滤浓缩技术

该技术适用于废切削液的浓缩。采用超滤技术使废切削液进行油、水分离并达到废液浓缩。采用膜孔径0.15μm~0.5μm的内压式管式膜超滤时，可使废切削液体积浓缩至原体积的10%以下。超滤后产生的浓缩液作为危险废物处置，透过液排入废水处理系统处理。

6.3.3 废液减压蒸发浓缩技术

该技术适用于废切削液的浓缩。采用减压蒸发技术使废切削液中的水分蒸发，达到废液浓缩的过程。该技术的工作温度低于100℃，废切削液可浓缩为原体积的10%以下。减压蒸发后产生的浓缩液作为危险废物处置，冷凝水排入废水处理系统处理。

6.3.4 污泥干化技术

该技术适用于漆渣、磷化渣等危险废物的减量化处理。采用余热或其他能源对污泥进行加热，使其中的水分蒸发，实现固体废物减量。该技术可使固体废物的含水率降低到 60%以下。

6.3.5 溶剂蒸馏技术

该技术适用于单组分溶剂型涂料的废清洗溶剂的回收再利用。采用加热或减压蒸馏等方式使有机溶剂组分沸腾、汽化和冷凝，实现溶剂与浓缩液的分离。分离出来的溶剂仅可作为清洗溶剂回用，浓缩液作为危险废物处置。该技术可减少清洗溶剂用量 0.3 kg/台车~0.6 kg/台车。

6.3.6 安全处置措施

汽车工业企业中产生的危险废物，应委托有资质的单位进行安全处置，并满足 GB 18597 和《危险废物转移联单管理办法》等文件的要求。

6.4 噪声污染治理技术

企业规划布局宜使主要噪声源远离厂界和噪声敏感点。由汽车生产设备和辅助设备的振动、摩擦和撞击等引起的机械噪声，可通过采取减振基础及在设备基础周围设置减振地沟减缓噪声产生；对高噪声设备采取隔声罩、全封闭或设备间等利用围护结构进行隔声；将某些设备传动的硬连接改为软连接或弹性连接。在车间或设备间内壁安装吸声板。对风机、空压机的空气动力学噪声，在设备进、出口安装消声器。

7 环境管理措施

7.1 一般原则

7.1.1 应根据实际情况优先采用污染防治技术，若仍无法稳定达标排放，应采用适合的末端治理技术。

7.1.2 汽车产品应优化设计，在满足产品功能要求的前提下选用清洁原辅材料，并尽量减少涂装涂层数量和涂膜厚度。

7.1.3 零部件及配件成型应尽量采用原材料利用率高、尺寸精度高、后续加工量少、能源消耗低的精密成型工艺。

7.1.4 预处理工序中的化学脱脂宜选用低磷、无毒无害的原辅材料及低温等清洁生产工艺。涂装工序宜选择基于环保型涂料的节能涂装工艺和技术。

7.1.5 应采取措施控制或处理污染治理设施产生的二次污染物。

7.2 环境管理制度

7.2.1 企业应按 HJ 971 建立、健全和落实环境管理制度，并定期评估环境管理制度的运行效果及适用性，以持续改善企业环境绩效。环境管理制度主要包括环境保护责任制度、环境管理台账制度、污染治理设施运行维护及岗位培训制度、无组织控制措施管理制度、自行监测管理制度、环境信息公开和排污许可证执行报告制度等。

7.2.2 企业应按照 HJ 971 的要求建立并保存台账。

7.2.3 企业应按照国家有关技术规范要求，及时开展涂装工序的溶剂平衡核算工作。

7.3 原料采购管理

7.3.1 选用环境友好型原辅材料，使用的含 VOCs 的涂料、胶粘剂、清洗剂等原辅材料应满足 GB 24409、GB 33372、GB 38508 的要求，涂料宜满足 GB/T 38597 的要求。

7.3.2 建立原辅材料即时管理系统，确保订购的原辅材料数量。

7.4 无组织排放控制措施

7.4.1 储存或贮存过程控制措施

7.4.1.1 汽、柴油及其他液态 VOCs 物料埋地储罐应采用双层罐或设置防渗池。油罐卸油口应装设快速接头及密封盖。卸油油气回收管道宜采用自闭式快速接头或应在靠近快速接头的管道上安装阀门。

7.4.1.2 加油站卸油、储油和加油时排放的油气，应采用以密闭收集为基础的油气回收方法进行控制。加注机应具备回收油气的功能。

7.4.1.3 VOCs 物料应储存于密闭的容器、包装袋中，在分装容器中的盛装量宜小于 80%。

7.4.1.4 储存含 VOCs 原辅材料的容器材质应结实耐用，无破损、泄漏，封闭良好。盛装 VOCs 物料的容器或包装袋应存放于室内，或存放于设置有雨棚、遮阳和防渗设施的专用场地。盛装 VOCs 物料的容器或包装袋在非取用状态时，应加盖、封口，并保持密闭。

7.4.1.5 废涂料、废清洗剂、废活性炭、废抹布等含 VOCs 危险废物应分类贮存于贴有标识的容器或包装袋内。盛装 VOCs 危险废物的容器或包装袋和存放过含 VOCs 原辅材料及含 VOCs 废物的容器或包装袋，应加盖、封口，保持密闭，存放于安全、合规场所，并及时转运、处置。危险废物的贮存应满足 GB 18597 的要求。

7.4.2 调配过程控制措施

7.4.2.1 涂料调配过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作。

7.4.2.2 批量、连续生产的涂装生产线，应使用全密闭自动调配装置进行计量、搅拌和调配。

7.4.2.3 间歇、小批量的涂装生产，应减少现场调配和待用时间；调漆应在密闭空间内进行，采用排气柜或集气罩收集调漆废气。

7.4.3 输送过程控制措施

7.4.3.1 汽、柴油及其他液态 VOCs 物料应采用浸没式卸油方式，油罐进油管应伸到罐内距罐底 50 mm~100 mm 处，进油管底端应为 45° 斜切口或 T 型管口卸油管出油口距罐底高度应小于 200 mm。厂区埋地加油管道应采用双层管道。

7.4.3.2 液态 VOCs 物料应采用密闭管道输送。采用非管道输送方式转移液态 VOCs 物料时，应采用密闭容器。

7.4.3.3 批量、连续的涂装生产线，宜采用集中输调漆系统。主色系涂料宜设单独的涂料罐、供给泵及单独的输送管线；其他色系涂料可共用输送管线，并配备清洗系统。

7.4.3.4 涂装工序工艺设计应优化输调漆系统布置，尽可能减少输漆干管和管路长度。

7.4.4 工艺生产过程控制措施

7.4.4.1 涂装工序使用 VOCs 物料的擦洗、喷涂、流平/热流平、烘干等过程和树脂纤维加工工序中，使用有机聚合物的挤出、拉挤、注射、糊制、发泡等过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，废气应集中收集；无法密闭的，应采取局部气体收集措施。

7.4.4.2 涂装工序采用整体密闭措施收集废气时，检查门窗应保持关闭状态；工件进、出口及干净作业区与污染作业区之间，应设置风幕或采取其他隔离措施；并设置有组织送、排风系统收集工艺废气，控制送、排风量，保持各室体为微负压（-5 Pa~-10 Pa）。

7.4.4.3 采用局部排风罩收集废气时，排风罩（集气罩）的设置应满足 GB/T 16758 的规定，并按 GB/T 16758 和 AQ/T 4274—2016 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无组织排放位置，控制风速不应低于 0.3 m/s。

7.4.4.4 大型工件（如客车车身）间歇涂装作业，应减少工件在不同作业室间的转移。

7.4.4.5 采用废溶剂回收装置回收换色和清洗过程中产生的废涂料及废清洗溶剂，并用专用容器密闭贮存。

7.4.4.6 批量、连续的涂装生产线，应优化喷涂生产组织，设立分色区，同色车型集中喷涂，减小换色清洗次数；调整长、短清洗程序，减少清洗溶剂用量。

7.4.4.7 尽可能组织涂装车间集中安排生产，通过提高原料利用率、污染物收集率及污染治理设施对污染物的去除效率，减少 VOCs 的无组织排放。

7.4.5 清洗过程管理措施

7.4.5.1 根据生产需要，制定喷涂设备清洁及生产设施保洁维护的工作规程及溶剂消耗定额，合理控制清洗溶剂的使用量。

7.4.5.2 工装载具清洁作业应在密闭装置或空间内进行，清洗工序的废气应设置废气收集系统收集。

7.4.5.3 手工喷涂设备清洁及喷漆室保洁维护工作中，沾染有清洗剂的废抹布等应放入密闭容器储存，防止 VOCs 的无组织排放。

7.4.6 敞开液面管理措施

废水储存或处理设施敞开液面上方 100 mm 处 VOCs 浓度大于 $\geq 200 \mu\text{mol/mol}$ （重点地区 $\geq 100 \mu\text{mol/mol}$ ）的应该采用顶盖密闭，产生的废气应收集至 VOCs 废气收集处理系统。

7.4.7 泄漏检测管理措施

厂区埋地油罐及加油管道应安装油罐及管道泄漏在线监测系统。采用液体传感器监测时，传感器的检测精度不应大于 3.5 mm。其他设置应满足 GB 20952、GB 50156 和 GB/T 50934—2014 的要求。

7.5 VOCs 无组织排放废气收集处理系统要求

汽车工业涂装、树脂纤维加工等工序的 VOCs 无组织排放废气收集处理系统应满足 GB 37822 的要求。

7.6 污染治理设施的运行维护管理

7.6.1 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 9078、GB 37822、GB 20952、GB 8978、GB 14554、GB 18597、GB 18599 和 GB 12348 等的要求。地方有更严格排放标准的，还应满足地方排放标准要求。

7.6.2 企业应按照 HJ/T 1 的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台和排放口标志。

7.6.3 按照 HJ 1086 和 HJ 971 等的要求，定期对污染物排放情况进行监测、对在线监控设备进行校验和比对，使废气、废水污染治理设施在设计参数下运行，确保污染治理设施对污染物的去除效率。

7.6.4 制订固体废物管理清单。不能明确固体废物性质的，根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法进行危险特性认定，按认定的类别进行管理。危险废物厂内收集、运输、暂存、利用和处置应避免产生二次污染，转移执行联单管理制度。

7.6.5 制订环境风险管理应急预案，配备人力、设备、通讯等资源，预留应急处置的条件或设施。

8 污染防治可行技术

8.1 大气污染防治可行技术

8.1.1 废气污染防治可行技术

8.1.1.1 下料、干式加工、焊接、机械预处理、粉末冶金工序废气污染防治可行技术

下料、干式加工、焊接、机械预处理、粉末冶金等工序废气污染防治可行技术见表 1。

表 1 下料、干式加工、焊接、机械预处理、粉末冶金工序废气污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)	技术适用条件
			颗粒物	
可行技术 1	—	①旋风除尘技术 ^a +②袋式除尘技术	< 30	适用于下料、干式加工、焊接、机械预处理、粉末冶金制粉及粉料输送等工序。袋式除尘技术需定期清理和更换滤袋
可行技术 2	—	滤筒除尘技术	< 30	适用于下料、干式加工、焊接、机械预处理、粉末冶金制粉及粉料输送等工序。滤筒除尘技术需定期清理或更换滤筒

^a适用于抛丸清理、清理滚筒、喷砂清理等工艺废气的预除尘。

8.1.1.2 湿式加工、淬火（油）热处理工序废气污染防治可行技术

湿式加工、淬火（油）热处理等工序废气污染防治可行技术见表 2。

表 2 湿式加工、淬火（油）热处理工序废气污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)	技术适用条件
			油雾	
可行技术 1	—	机械过滤技术	< 10	适用于所有企业湿式加工、淬火（油）等工序大风量含油雾废气处理。采用金属丝网滤芯、纤维滤芯或多层过滤毡等过滤方式去除油雾。该技术用于热处理废气处理时，应配套自动喷淋或润湿装置，以及时清洗过滤层
可行技术 2	—	静电净化技术	< 10	适用于所有企业湿式加工单机、小风量含油雾废

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)		技术适用条件
			油雾		
					气处理

8.1.1.3 酸洗预处理工序废气污染防治可行技术

酸洗预处理工序废气污染防治可行技术见表 3。

表 3 酸洗预处理工序废气污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)			技术适用条件
			氯化氢	硫酸雾	NO _x	
可行技术	—	碱液吸收净化技术	< 30	< 30	< 200	适用于所有企业采用盐酸、硫酸和硝酸等酸洗工序的废气处理

8.1.1.4 涂装、树脂纤维加工工序废气污染防治可行技术

涂装、树脂纤维加工工序废气污染防治可行技术见表 4。乘用车（含车身及保险杠等外观零部件）、载货汽车及驾驶室、客车等不同汽车产品废气污染防治技术组合的单位涂装面积总挥发性有机物（TVOC）的产生和排放水平参见附录 E，计算方法见 HJ 971。

表 4 涂装、树脂纤维加工工序废气污染防治可行技术

可行技术	工序类型	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)				技术适用条件
				颗粒物	苯	苯系物 ^a	NMHC	
可行技术 1	涂装	阴极电泳技术	—	—	—	—	10~60	适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车及车身等焊接类零部件和车架铆焊类部件的电泳底漆工序。该技术采用阴极电泳底漆替代溶剂型底漆和阴极电泳技术实现源头减排
可行技术 2		①水性清洗溶剂替代技术+②高固体分溶剂型涂料替代技术/水性涂料替代技术+③自动喷涂技术+④静电喷涂技术+⑤低 VOCs 腔体保护蜡替代技术 ^b	①漆雾处理技术+②燃烧技术	<5	<1	<20	10~60	适用于乘用车车身、载货汽车及驾驶室、客车及车身薄板焊接零部件自动喷涂、循环风比例大于 85%的溶剂型涂料、高固体分溶剂型涂料及水性涂料喷涂废气 ^c 处理。典型治理技术路线为漆雾处理+RTO/TNV
可行技术 3		①水性清洗溶剂替代技术+②高固体分溶剂型涂料替代技术/水性涂料替代技术+③自动喷涂技术+④静电喷涂技术+⑤低 VOCs 腔体保护蜡替代技术 ^b	①漆雾处理技术+②漆雾高效过滤技术+③吸附技术+④燃烧技术	<5	<1	<20	10~60	适用于乘用车车身、载货汽车及驾驶室、客车及车身薄板焊接零部件溶剂型涂料、高固体分溶剂型涂料及循环风比例为 50%~85%的水性涂料喷涂废气 ^c 处理。整车企业典型治理技术路线为：①漆雾处理+漆雾高效过滤+旋转式吸附/脱附浓缩+RTO/TNV；②漆雾处理+漆雾高效过滤+活性炭吸附/脱附浓缩+RTO/TNV。零部件企业典型治理技术路线为：①漆雾处理+漆雾高效过滤+活性炭吸附/脱附浓缩+RCO/CO；②漆雾处理+漆雾高效过滤+旋转式吸附/脱附浓缩+RCO/CO。后期维护需定期清理或更换过滤材料，根据污染物处理量、处理要求等定时再生或更换吸附材料
可行技术 4		①水性清洗溶剂替代技术+②水性涂料替代技术+③自动喷涂技术+④静电喷涂技术+⑤低 VOCs 腔体保护蜡替代技术 ^b	漆雾处理技术	<5	<1	<10	20~80	适用于乘用车车身、载货汽车及驾驶室、客车及车身薄板焊接零部件循环风比例不大于 50%的水性漆喷涂废气 ^c 处理
可行技术 5		①水性清洗溶剂替代技术+②静电喷涂技术	①漆雾处理技术+②漆雾高效过滤技术+③吸附技术	<5	<1	<20	20~80	适用于间歇、小规模采用溶剂型涂料的喷涂生产线。典型治理技术路线为漆雾处理+漆雾高效过滤+固定床吸附。后期维护需定期清理或更换过滤材料，根据污染物处理量、处理要求等定时再生或更换吸附材料
可行技术 6		①水性清洗溶剂替代技术+②粉末涂料替代技术+③静电喷涂技术	①旋风除尘技术+②袋式除尘技术	10~30	—	—	—	适用于零部件及配件的涂装
可行技术 7		①UV 固化涂料替代技术+②静电喷涂技术	漆雾处理技术	<5	—	—	10~30	适用于汽车内饰件、灯具等零部件的涂装
可行技术 8		—	燃烧技术	—	<1	<20	10~60	适用于除粉末及 UV 固化涂料以外的各种涂料烘干（含电泳烘干）。典型治理技术路线为 RTO/TNV/CO/RCO
可行技术 9		糊制	—	①吸附技术+②燃烧技术	—	—	—	10~60

^a 苯系物指单环芳烃中的苯、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、苯乙烯等合计。

^b 低 VOCs 腔体保护蜡替代技术仅适用于车身、驾驶室。

^c 流平/热流平废气及涂装工序其他产污环节废气纳入喷涂废气处理系统处理。水性涂料喷涂废气可以与溶剂型涂料喷涂废气一并处理。

8.1.1.5 检测试验工序废气污染防治可行技术

检测试验工序废气污染防治可行技术见表 5。

表 5 检测试验工序废气污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)			技术适用条件
			颗粒物	NO _x	NMHC	
可行技术 1	冷态试验技术	—	—	—	—	适用于汽、柴油发动机出厂检测
可行技术 2	—	SCR	< 5	< 180 ^a	< 60	适用于柴油发动机出厂检测、产品研发台架热态试验废气的处理
可行技术 3	—	碱液吸收净化技术	< 10	< 240	< 100	适用于柴油发动机出厂检测及产品研发台架热态试验废气的处理。采用双氧水等氧化剂将 NO 氧化为 NO ₂ ，可提高 NO _x 去除率

^a指折算至发动机排放基准烟量下的浓度。基准排气量根据 HJ 971 确定。

8.1.1.6 工业炉窑废气污染防治可行技术

工业炉窑废气污染防治可行技术见表 6。

表 6 工业炉窑废气污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)			技术适用条件
			颗粒物	SO ₂	NO _x	
可行技术	①天然气燃料替代技术+②低氮燃烧技术	—	< 20	< 50	<200	适用于新建工业炉窑、加热装置及现有燃油等工业炉窑、加热装置的改造

8.2 废水污染防治可行技术

车间或车间处理设施排放口控制污染物废水污染防治可行技术见表 7，全厂总排放口控制污染物废水污染防治可行技术见表 8。

8.3 固体废物污染防治可行技术

固体废物污染防治可行技术见表 9。

8.4 噪声污染防治可行技术

噪声污染防治可行技术见表 10。

表 7 车间或车间处理设施排放口控制污染物废水污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/L)			技术适用条件
			总 Ni	Cr ⁶⁺	总 Cr	
可行技术 1	无镍、无铬转化膜处理技术	—	—	—	—	适用于汽车整车及车身焊接类零部件和车架铆焊类部件的转化膜处理
可行技术 2	①槽液质量控制技术+②逆流清洗技术	混凝沉淀技术	< 1.0	—	—	适用于汽车整车及车身焊接类零部件和车架铆焊类部件的转化膜处理中的磷化工艺。该技术适用一般排放要求
可行技术 3		①混凝沉淀技术+②离子交换技术	< 0.4	—	—	适用于汽车整车及车身焊接类零部件和车架铆焊类部件转化膜处理工序中的磷化工艺。该技术适用特别排放要求
可行技术 4		①氧化还原技术+②混凝沉淀技术	—	< 0.5	< 1.5	适用汽车整车转化膜处理工序中的含铬钝化工艺

表 8 全厂总排放口控制污染物废水污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/L)				技术适用条件
			COD _{Cr}	SS	NH ₃ -N	总磷/磷酸盐	
可行技术 1	①无镍、无铬转化膜处理技术+②槽液质量控制技术+③逆流清洗技术+④切削液过滤技术+⑤干冰清洗技术 ^a +⑥半干式加工技术 ^b	①预处理技术（混凝沉淀技术 ^{c,d} +除油技术 ^d ）+②生物处理技术（好氧技术）	< 500	< 100	< 25	< 8	适用于所有企业废水处理后的间接排放。该工艺组合采用预防技术从源头减排，末端治理各种废水经分类收集、分质预处理及调量匀质后，再采用好氧生物处理技术处理
可行技术 2		①预处理技术（混凝沉淀技术 ^{c,d} +除油技术 ^d ）+②生物处理技术（水解酸化技术+好氧技术）+③深度处理技术（混凝沉淀技术）	< 100	< 50	< 10	< 0.5	适用于所有企业废水处理后的直接排放。该工艺组合采用预防技术从源头减排，末端治理各种废水经分类收集、分质预处理及调量匀质后，采用水解酸化+好氧生物处理技术去除有机污染物，再采用混凝沉淀技术除磷
可行技术 3		①预处理技术（混凝沉淀技术 ^{c,d} +除油技术 ^d ）+②生物处理技术（水解酸化技术+好氧技术）+③深度处理技术（过滤技术+消毒技术）	< 60	< 5	< 10	— ^e	适用于所有企业废水处理后的中水回用。该工艺组合采用预防技术从源头减排，末端治理各种废水经分类收集、分质预处理及调量匀质后，采用水解酸化+好氧生物处理技术去除有机污染物，再采用过滤+消毒技术以满足中水水质要求

a 适用于冲压、树脂类零部件预处理。
b 适用于复杂工件的关键工序的机械加工。
c 适用于含氟废水、电泳废水、喷漆废水和制件车间酸洗废水预处理。
d 适用于含油废水预处理。
e 中水水质对总磷/磷酸盐有严格要求时，需增加混凝沉淀技术。

表 9 固体废物污染防治可行技术

序号	产污环节	预防技术	治理技术	污染防治效果	技术适用条件
1	湿式加工	切削液过滤技术	①超滤技术+②安全处置措施	缩减体积 90%以上	适用于缸体、缸盖等零部件大规模湿式加工工序的废切削液的处置。浓缩液需委托有资质单位安全处置
2	湿式加工	切削液过滤技术	①减压蒸发技术+②安全处置措施	缩减体积 90%以上	适用于缸体、缸盖等零部件大规模湿式加工工序的废切削液的处置。蒸发残液需委托有资质单位安全处置
3	湿式加工	—	①固液机械分离技术+②安全处置措施	可避免金属切屑中矿物油类物质的二次污染	适用于缸体、缸盖等零部件湿式加工工序的金属切屑的处置。适用的技术类型是机械离心分离技术。分离出的矿物油类物质应按危险废物管理
4	转化膜处理、喷涂	—	①固液机械分离技术+②污泥干化技术+③安全处置措施	含水率低于 60%	适用于转化膜处理工序磷化渣及湿式喷漆室漆渣的脱水减量
5	喷涂	静电喷涂技术	①漆雾治理技术+②安全处置措施	固体废物产生量减少 80%以上	适用于各种产品水性涂料、溶剂型涂料喷涂工序的漆雾分离。典型污染治理技术路线为静电喷涂技术+纸盒漆雾过滤技术/漆雾过滤毡（袋）过滤技术
6	废水处理	—	①固液机械分离技术+②污泥干化技术+③安全处置措施	含水率低于 60%	适用于各种工业废水处理污泥的脱水减量。典型污染治理技术路线为：①机械离心分离+污泥干化；②机械压滤+污泥干化。干污泥需委托有资质单位安全处置
7	溶剂型涂料喷涂及采用溶剂型溶剂清洗	—	①溶剂蒸馏技术+②安全处置措施	回收率大于 60%	适用于单组分溶剂型涂料的废清洗溶剂的回收再利用

表 10 噪声污染防治可行技术

序号	噪声源	噪声特性与产生特点	噪声源声级水平 (dB (A))	可行技术	治理效果 (dB (A))
1	锻造设备	机械噪声，间断	110~120	减振基础、减振地沟、吸声板	降噪量 20~30
2	冲压设备	机械噪声，间断	90~105	减振基础、减振地沟、全封闭	降噪量约 20
3	风机	流体性噪声，连续	80~95	隔声罩或单独设备间、吸声板、消声器、软连接	降噪量约 20
4	水泵	流体性噪声，连续	80~95	设备间、吸声板、弹性连接	降噪量约 20
5	空压机	流体性噪声，连续	80~95	减振基础、设备间、消声器、吸声板、弹性连接	降噪量约 25
6	柴油发动机试验	机械噪声，间断	85~95	减振基础、减振地沟、单独设备间、消声器	降噪量约 25
7	抛丸、喷砂、清理滚筒设备	机械噪声，连续	80~95	单独设备间	降噪量约 15

附录 A
(资料性附录)

汽车工业产品类别、主要产品和零部件清单及其工序组成

表 A.1 汽车产品类别、主要产品及零部件清单

产品类别		主要产品及零部件
汽车整车		乘用车、汽车底盘、载货汽车、客车、电车
汽车用发动机		汽、柴油车用发动机、新能源汽车用发动机
专用汽车及挂车 ^a	专用汽车（即改装汽车）	厢式汽车、罐式汽车、自卸汽车、仓栅式汽车、起重举升汽车、特殊结构汽车等
	挂车	厢式挂车、罐式挂车、自卸挂车、仓栅式挂车、起重举升挂车、特殊结构挂车等
零部件及配件（以主要生产工艺分类）	总成类部件	变速器（箱）、车桥、离合器、水泵、机油泵、涡轮增压器、风扇、燃油泵等
	铆焊类部件	车身、车架、底架、车厢或货箱、储气筒、轮毂等
	壳芯类部件	消声器、催化转换器、滤清器等
	钎焊类部件	散热器、中冷器、机油冷却器等
	树脂类零部件	保险杠、翼子板、仪表盘、内饰件、水箱、燃油箱、通风管、软垫和安全带等
	粉末冶金类零件	进排气门座、同步器锥环、连杆、齿轮和减震器零件等
其他类零件		曲轴、凸轮轴、连杆、气缸套、飞轮及齿圈、活塞、发动机齿轮和气门室罩等
注：表中内容覆盖《国民经济行业分类》（GB/T 4754—2017）中汽车制造业（C36）的全部内容。		
^a 依据 GB/T 17350 的分类。		

表 A.2 汽车产品及零部件的工序组成一览表

产品类型	工序名称																
	下料	锻造	铸造	冲压	机械加工	粉末冶金	焊接	铆接	树脂纤维加工	粘接	热处理	电镀	预处理	转化膜处理	涂装	装配	检测试验
乘用车	●			●			●			●			●	●	●	●	●
汽车底盘	●			●	○		●	○					●	●	●	●	●
载货汽车	●			●	○		●	○		○			●	●	●	●	●
客车和电车	●			●	○		●	○	●	●			●	●	●	●	●
汽车用发动机		○	○		●						●		●		●	●	●
专用汽车和挂车	●			●	●		●	●	○	●			●	●	●	●	●
零部件及配件	总成类部件	●	○	○	●	●	●						●	○	●	●	●
	铆焊类部件	●			●	●	●	●			●		●	●	●	●	
	壳芯类部件	●			●		●						●			●	●
	钎焊类部件	●			●		●						●			●	●
	树脂类零部件								●	●			●		○	●	
	粉末冶金类零件	●			●	○	●				●						
其他类零件	○	○	○		●						○	○					

注：●为必需的工艺，○为可能包括的工艺。

附录 B
(资料性附录)

汽车工业生产工艺及主要产污节点

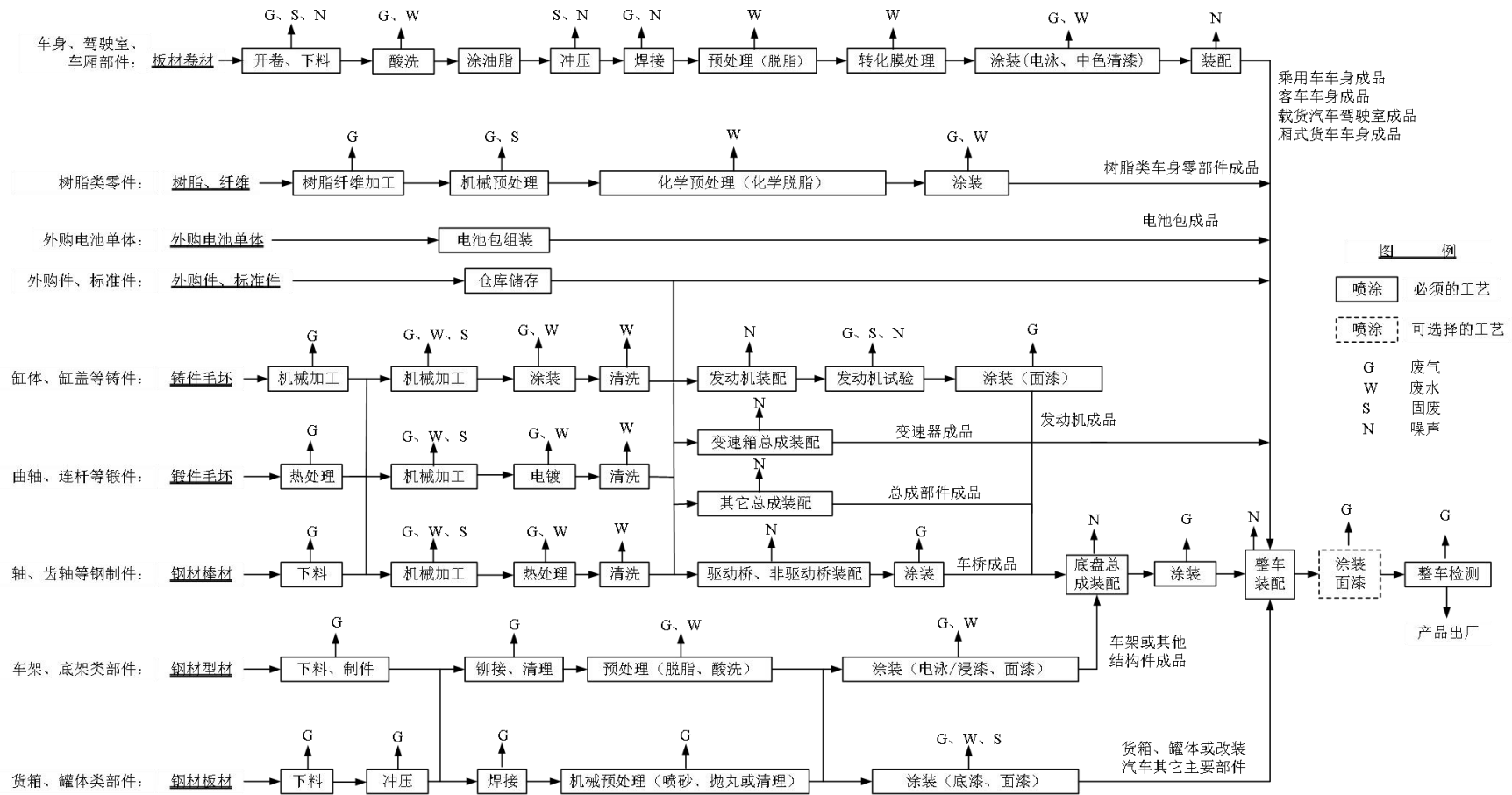


图 B.1 汽车工业生产工艺及主要产污节点示意图

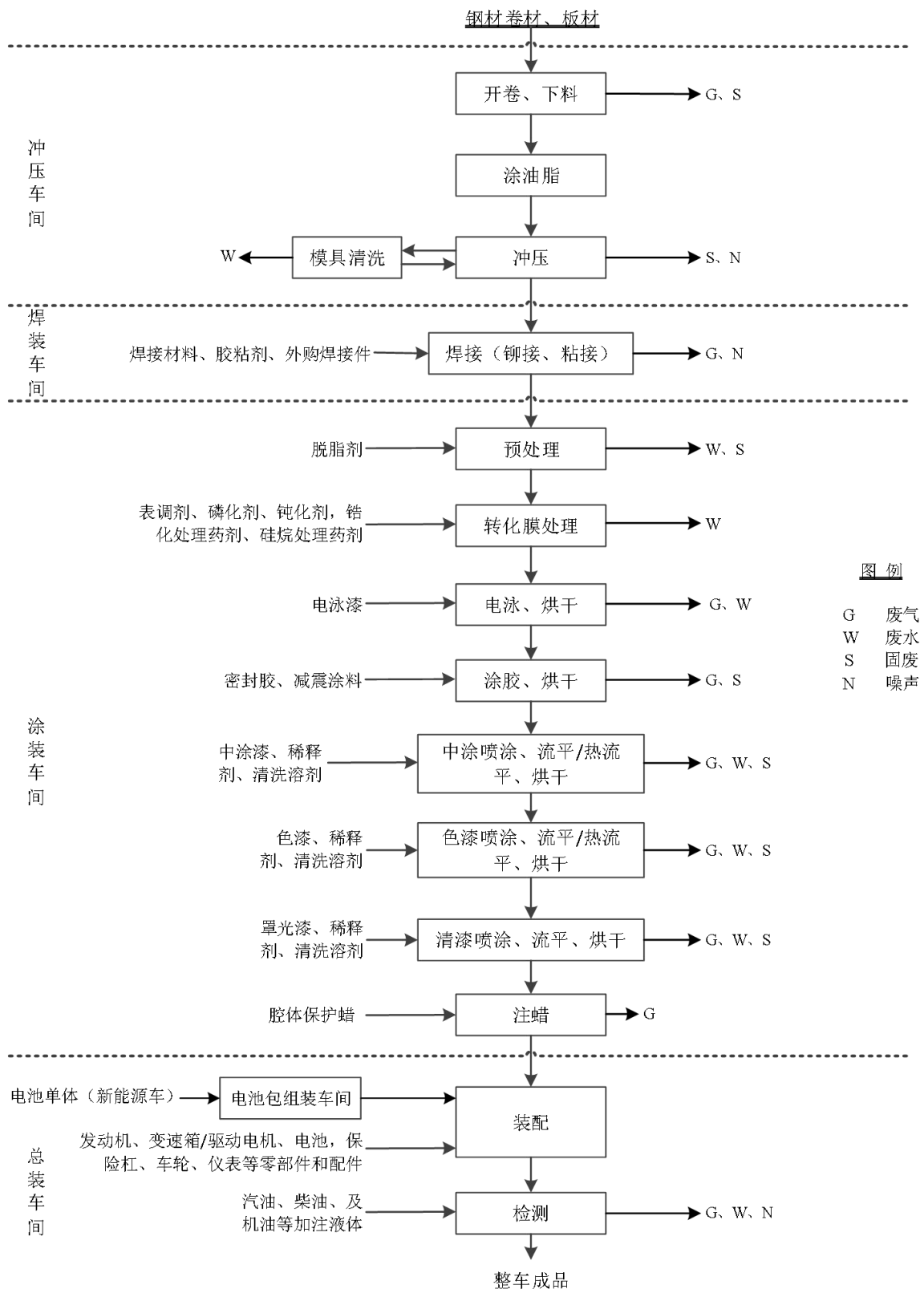


图 B.2 乘用车制造工艺流程及产污节点示意图

附录 C
(资料性附录)

汽车工业涂装类材料各组分质量占比参考

图 C.1 汽车工业涂装类材料各组分质量占比参考

序号	材料类型	各组分质量占比 (%)	
		固体分	挥发分 (按 VOCs 计)
1	电泳涂料	16~22	1~2
2	溶剂型底漆	40~60	40~60
3	溶剂型中涂漆	50~65	35~50
4	溶剂型色漆	18~40	60~82
5	高固体分溶剂型色漆	35~50	50~65
6	溶剂型清漆	47~54	46~53
7	高固体分溶剂型清漆	55~65	35~45
8	水性中涂漆	45~55	5~12
9	水性色漆	16~40	12~17
10	水性清洗溶剂	—	10~15
11	粉末涂料	>99	<1
12	UV 固化涂料	90~95	5~10
13	胶粘剂 (密封胶)	>95	<5

注：均为即用状态。

附录 D
(资料性附录)

汽车工业各工序、产污环节的污染物产生浓度水平及排放方式

表 D.1 汽车工业废气污染物参考一览表

工序	工序/装置	产污环节	主要污染物产生浓度水平 (mg/m ³)									废气特点		排放方式		
			颗粒物	油雾	SO ₂	NO _x	H ₂ S	VOCs	氯化氢	NH ₃	硫酸雾	温度 (°C)	相对湿度			
下料	中厚板、型材下料	砂轮切割、等离子切割和激光切割等	20~200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
锻造	机械预处理	抛丸清理、喷砂和清理滚筒等	500~3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织	
粉末冶金	金属粉末制备、成形等	制粉、成形及粉状物料输送	50~500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织	
	粉末冶金零件后处理	淬火、浸油和熔渗处理	—	10~50	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织	
树脂纤维加工	树脂成形加工	注射、挤压、发泡、拉挤等	—	—	—	—	—	10~60	—	—	—	—	常温	—	有组织	
	纤维成形加工	糊制	—	—	—	—	—	30~100	—	—	—	—	常温	—	有组织	
机械加工	机械加工	干式加工	50~200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织	
		半干式、湿式加工及零件清洗	—	10~50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织
焊接	弧焊、激光焊、打磨等	各种弧焊、激光焊接及工件打磨处理	10~50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
粘接	粘接	粘接作业	—	—	—	—	—	10~50	—	—	—	—	常温	—	无组织	
热处理	表面热处理	淬火油槽	—	10~100	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
	化学热处理	表面渗硫	—	—	少量	—	少量	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
		表面渗氮	—	—	—	少量	—	—	—	—	少量	—	—	常温	—	有组织/无组织
		表面渗碳、碳氮共渗等	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织
预处理	机械预处理	机械抛丸、喷砂、清理和抛光处理	500~3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
		打磨作业	50~200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织
	化学酸洗预处理	盐酸、硫酸和硝酸等酸洗	—	—	—	50~500	—	—	50~200	—	20~200	—	常温	—	有组织/无组织	
涂装	电泳	电泳槽液中的溶剂挥发	—	—	—	—	—	15~60	—	—	—	—	常温	—	有组织	
	喷涂前准备	打磨作业	10~100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
	涂胶	涂胶作业	—	—	—	—	—	微量	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
	溶剂擦洗	工件和设备维护溶剂擦洗	—	—	—	—	—	10~60	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	

续表 D.1

工序	工序/装置	产污环节	主要污染物产生浓度水平 (mg/m ³)									废气特点		排放方式
			颗粒物	油雾	SO ₂	NO _x	H ₂ S	VOCs	氯化氢	NH ₃	硫酸雾	温度 (°C)	相地湿度	
涂装	喷涂	无循环风时、水性涂料喷涂工序	5~20	—	—	—	—	10~30	—	—	—	20~30	>60%	有组织
		无循环风时、溶剂型涂料/高固体分溶剂型涂料喷涂工序	5~20	—	—	—	—	30~200	—	—	—	20~30	>60%	有组织
	流平	喷涂后流平工序	—	—	—	—	—	50~450	—	—	—	20~30	>60%	有组织
	热流平	喷涂后热流平工序	—	—	—	—	—	20~200	—	—	—	60~80	>80%	有组织
	烘干	电泳、胶、中涂和面漆等烘干工序	—	—	—	—	—	200~1000	—	—	—	120~180	—	有组织
	其他	调漆间通风	—	—	—	—	—	5~50 ^a	—	—	—	常温	—	有组织
	其他	喷漆室循环水池除渣	—	—	—	—	—	10~50	—	—	—	常温	>60%	有组织/无组织
检测试验	产品下线检测	汽、柴油汽车出厂检测	少量	—	—	少量	—	少量	—	—	—	常温	—	有组织/无组织
	产品出厂及研发试验	柴油发动机热态试验尾气 ^b	5~30	—	—	50~600	—	20~120	—	—	—	100~600	—	有组织
公用	工业炉窑	燃煤(油、气)工业炉窑	10~80	—	—	100~500	—	—	—	—	—	100~200	—	有组织
		燃气加热装置和废气燃烧装置等	10~30	—	10~50	50~200	—	—	—	—	—	100~200	—	有组织

^a在密闭设备内进行取低限，在封闭空间内进行取高限。

^b指折算至发动机排放基准烟量下的浓度。基准排气量根据 HJ 971 确定。

表 D.2 汽车工业废水及废水污染物参考一览表

工序	工序/装置	产生环节	废水类别	主要污染物浓度 (mg/L, pH 除外)						排放特性	
				pH	COD _{Cr}	石油类	总磷/磷酸盐	氟化物	总镍		总铬
冲压	模具清洗	模具擦洗	含油废水	7~9	23000~45000	6400~13000	—	—	—	—	间歇排放
粉末冶金	渗油、熔渗	零件清洗	含油废水	7~9	2000~3000	20~100	—	—	—	—	间歇排放
机械加工	湿式加工	车、铣、刨、磨等湿式加工	废切削液	7~10	30000~90000	2000~30000	—	—	—	—	间歇排放
	零件清洗	零件清洗	废清洗液	7~9	6000~10000	1000~3000	—	—	—	—	间歇排放
热处理	淬火热处理	淬火零件清洗	含油废水	7~9	2000~3000	20~100	—	—	—	—	间歇排放
预处理	脱脂	化学脱脂	脱脂废液	10~11	15000~25000	1000~1500	500~1000	—	—	—	间歇排放
		脱脂零件清洗	脱脂废水	8~10	750~1250	50~75	25~50	—	—	—	连续排放
	酸洗	酸洗处理	酸洗废水	2~5	—	—	—	—	—	—	连续排放
转化膜处理	含镍磷化	表调处理	含磷废水	7~9	200~500	—	200~500	—	—	—	间歇排放
		磷化处理	磷化废液	2~3	200~1000	—	2000~4000	—	200~400	—	连续排放
		工件清洗	磷化废水	6~7	20~100	—	5~200	—	1~30	—	间歇排放
	含铬钝化	钝化处理	钝化废水	7~9	—	—	—	—	—	1~10	连续排放
	锆化处理	锆化处理	锆化废水	4~6	20~100	—	—	50~250	—	—	连续排放
	硅烷处理	硅烷处理	含氟废水	4~6	20~100	—	—	50~250	—	—	连续排放
涂装	电泳	电泳槽清洗	电泳废液	5.5~6.5	20000~30000	—	—	—	—	—	间歇排放
		工件清洗	电泳废水	6~7	1000~1500	—	—	—	—	—	连续排放
	打磨	湿式打磨	打磨废水	7~9	—	—	—	—	—	—	间歇排放
	喷涂	湿式喷漆	喷漆废水	7~9	2000~50000	—	—	—	—	—	间歇排放
	附属设施	滑撬、吊具清理维护	清洗废水	5~7	2000~3000	—	—	—	—	—	间歇排放
装配	工件清洗	零件清洗	废清洗液	10~11	6000~10000	1000~3000	—	—	—	—	间歇排放
检测试验	淋雨试验	淋雨试验	含油废水	7~9	40~60	10~50	—	—	—	—	间歇排放
	发动机试验	发动机试验	含油废水	7~9	—	10~100	—	—	—	—	间歇排放
公用	生活设施	食堂、办公室等	生活污水	7~9	250~1000	—	4~15	—	—	—	连续排放
	冷却水系统	设备循环冷却水系统排水	循环冷却水系统排水	7~9	—	—	1~5	—	—	—	间歇排放
	锅炉	锅炉排污	锅炉排污水	10~11	—	—	—	—	—	—	间歇排放
	其他	湿法除尘、纯水和软水制备	其他生产废水	7~9	30~50	—	1~10	—	—	—	连续排放

附录 E
(资料性附录)

汽车工业不同产品单位涂装面积 VOCs 产生和排放水平

表 E.1 乘用车、载货汽车及驾驶室等不同产品单位涂装面积 VOCs 产生和排放水平

序号	预防技术				治理技术					VOCs 产生和排放水平 (g TVOC/m ²)					
	阴极电泳技术	喷涂体系优化技术及原辅材料替代技术	自动喷涂技术	静电喷涂技术 ^a	喷涂废气 ^b : 浓缩技术 ^c +燃烧技术 ^d			烘干废气: 燃烧技术 ^d		乘用车		载货汽车及驾驶室			
					中涂	色漆	清漆	电泳	各喷涂涂层及密封胶	M1 类车车身及其外观零部件 ^e		N2、N3 类载货汽车驾驶室		N1 类载货汽车, N2、N3 类载货车汽车 (不含驾驶室)	
产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量										
1	√	紧凑型 3C1B (WWS)	√	√	√	√	√	√	√	29~60	3~9	46~95	5~14	61~126	6~19
2	√	紧凑型 3C1B (WWS)	√	√	×	×	√	√	√	29~60	6~14	46~95	9~22	61~126	13~29
3	√	3C1B (WWS)	√	√	√	√	√	√	√	33~68	4~12	52~107	6~19	69~143	8~25
4	√	3C1B (WWS)	√	√	×	×	√	√	√	33~68	7~20	52~107	11~32	69~143	15~42
5	√	3C1B (SHH)	√	√	√	√	√	√	√	38~80	5~14	60~126	8~22	80~168	11~29
6	—	3C1B (SSS)	√	√	√	√	√	—	√	52~110	7~22	/	/	/	/
7	√	3C2B (WWS)	√	√	√	√	√	√	√	34~70	4~13	54~111	6~21	72~147	8~27
8	√	3C2B (WWS)	√	√	×	×	√	√	√	34~70	8~22	54~111	13~35	72~147	17~46
9	√	3C2B (SWS)	√	√	√	√	√	√	√	45~88	5~15	71~139	8~24	95~185	11~32
10	√	3C2B (SWS)	√	√	√	×	√	√	√	45~88	7~20	71~139	11~32	95~185	15~42
11	√	3C2B (SSS)	√	√	√	√	√	√	√	56~112	8~22	88~177	13~35	118~236	17~46
12	√	1C1B (S)	√	√	—	√	—	√	√	/	/	42~75	6~17	55~100	8~23

续表 E.1

序号	预防技术				治理技术					VOCs 产生和排放水平 (g TVOC/m ²)					
	阴极电泳技术	喷涂体系优化技术及原辅材料替代技术	自动喷涂技术	静电喷涂技术 ^a	喷涂废气 ^b : 浓缩技术 ^c +燃烧技术 ^d			烘干废气: 燃烧技术 ^d		乘用车		载货汽车及驾驶室			
					中涂	色漆	清漆	电泳	各喷涂涂层及密涂胶	M1 类车车身及其外观零部件 ^e		N2、N3 类载货汽车驾驶室		N1 类载货汽车, N2、N3 类载货车汽车 (不含驾驶室)	
产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量	产生量	排放量								
13	√	1C1B (W)	√	√	—	×	—	√	√	/	/	28~50	15~26	37~67	20~35
14	√	2C1B (WS)	√	√	—	×	√	√	√	/	/	69~104	14~29	90~140	18~39
15	√	2C1B (HS)	√	√	—	√	√	√	√	/	/	98~153	15~37	130~203	20~50

注 1: “√”表示有此工序且采取相应的污染预防/治理技术, “×”表示有此工序但未采取相应的污染预防/治理技术, “—”表示无此工序, “/”不适用该产品。

2: 根据 GB/T 15089 的规定, M1、N1、N2、N3 类车定义如下:
M1 类车指包括驾驶员座位在内, 座位数不超过 9 座的载客汽车;
N1 类车指最大设计总质量不超过 3500 kg 的载货汽车;
N2 类车指最大设计总质量超过 3500 kg, 但不超过 12000 kg 的载货汽车;
N3 类车指最大设计总质量超过 12000 kg 的载货汽车。

^a外表面喷涂采用静电喷涂技术。
^b流平、热流平等其他含 VOCs 低浓度废气纳入喷涂废气处理系统处理。
^c浓缩技术指吸附/脱附浓缩技术或循环风技术。
^d燃烧技术包括 RTO、TNV、CO 和 RCO 等。
^e指保险杠等零部件。本表中数值为车身数据, 以设计数模面积计算。保险杠等树脂类零部件, 以工件外表面积计算, 即相同防治措施条件下, 单位涂装面积的 VOCs 的产生量及排放量为乘用车车身的 2.5 倍。

表 E.2 客车 VOCs 污染防治技术及对应的单位涂装面积 VOCs 产生和排放水平

可行技术	预防技术				治理技术					M2、M3 车身 VOCs 产生、 排放水平 (g TVOC/m ²)	
	阴极电泳技术 ^a	喷涂体系优化技术及 原辅材料替代技术	自动 喷涂 技术	静电 喷涂 技术 ^b	喷涂废气 ^c : 浓缩技术 ^d +燃烧技术 ^e			烘干废气: 燃烧技术 ^e			
					中涂/底漆	色漆	清漆	电泳/底漆	各喷涂涂层及密涂胶	产生量 ^f	排放量 ^f
可行技术 1	√	mCnB (WWSS)	√	√	×	×	√	√	√	40~95	11~38
可行技术 2	√	mCnB (WWSS)	√	√	×	×	×	√	√	40~95	18~50
可行技术 3	√	mCnB (WSSS)	√	√	×	√	√	√	√	55~130	17~67
可行技术 4	√	mCnB (SHSS)	√	√	√	√	√	√	√	70~165	20~64

注 1: mCnB (SHSS) 表示多涂层多烘干喷涂体系, 中涂漆、色漆、套色漆、清漆所用涂料类型依次为 S (溶剂型涂料) H (高固体分溶剂型涂料) S (溶剂型涂料) S (溶剂型涂料)。

2: “√”表示有此工序且采取相应的污染预防/治理技术, “×”表示有此工序但未采取相应的污染预防/治理技术。

3: 根据 GB/T 15089 的规定, M2、M3 类车定义如下:
M2 类车指包括驾驶员座位在内座位数超过 9 座, 且最大设计总质量不超过 5000kg 的载客汽车;
M3 类车指包括驾驶员座位在内座位数超过 9 座, 且最大设计总质量超过 5000kg 的载客汽车。

^a适用生产能力大于 5000 台/年的客车底漆涂层施工。
^b外表面喷涂采用静电喷涂技术。
^c流平、热流平等其他含 VOCs 低浓度废气纳入喷涂废气处理系统处理。
^d浓缩技术包括吸附/脱附浓缩技术和循环风技术。
^e燃烧技术包括 RTO、TNV、CO 和 RCO 等。
^f客车涂装面积以车身电泳面积计算; 表中产生量、排放量均为套色漆涂层 VOCs 不治理时的数据。