

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1181—2021

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**

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2021-05-12 发布

2021-05-12 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.....	4
5 污染预防技术.....	6
6 污染治理技术.....	10
7 环境管理措施.....	17
8 污染防治可行技术.....	20
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	28
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） 汽车工业主要产品、零部件及配件生产工艺	31
附录 D（资料性附录） 汽车工业涂装类材料主要成分质量占比	33
附录 E（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.....	34
附录 F（资料性附录） 汽车工业涂装工序喷涂体系主要工艺组成.....	40
附录 G（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	41

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的废气、废水、固体废物和噪声污染防治可行技术。

本标准的附录 A～附录 G 为资料性附录。

本标准首次发布。

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、中国环境科学研究院、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、生态环境部南京环境科学研究所。

本标准生态环境部 2021 年 5 月 12 日批准。

本标准自 2021 年 5 月 12 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的废气、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 5085	危险废物鉴别标准
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 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18484	危险废物焚烧污染控制标准
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和填埋污染控制标准
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 34330	固体废物鉴别标准 通则
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 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 3730.1	汽车和挂车类型的术语和定义
GB/T 4754—2017	国民经济行业分类
GB/T 15089	机动车辆及挂车分类
GB/T 16758	排风罩的分类及技术条件
GB/T 17350	专用汽车和专用挂车术语、代号和编制方法
GB/T 38597	低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求
GB/T 39198	一般固体废物分类与代码
GB/T 50934	石油化工工程防渗技术规范

HJ 1181—2021

HJ/T 1	气体参数测量和采样的固定位装置
HJ 298	危险废物鉴别技术规范
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 2000	大气污染治理工程技术导则
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
WS/T 757—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》
	《国家危险废物名录》

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。

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电能或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 special purpose vehicle

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。专用汽车分为厢式汽车、罐式汽车、自卸汽车、仓栅式汽车、起重举升汽车、特种结构汽车等。专用汽车一般在汽车底盘基础上制造完成。

3.5

专用挂车 special purpose 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挂车。专用挂车分为厢式挂车、罐式挂车、自卸挂车、仓栅式挂车、起重举升挂车、特种结构挂车等。专用挂车仅与牵引车组合后才具有专用汽车的功能。

3.6

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、生产工艺和产污特征等方面可分为总成类部件、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。

3.7

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需求和经济水平，在污染防治过程中综合采用污染预防技术、污染治理技术和环境管理措施，使污染物排放稳定达到国家污染物排放标准、规模应用的技术。

3.8

喷涂体系 spray painting system

为达到预期的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。一般以 $mCnB$ 表示，其中 C、B 分别表示喷涂作业和烘干作业， m 、 n 分别表示喷涂、烘干作业的次数。

3.9

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。

3.10

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。

3.11

非甲烷总烃 non-methane hydrocarbons (NMHC)

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。

3.12

油雾 oil mist

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

3.13

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

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

3.14

VOCs 物料 VOCs-containing materials

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

3.15

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。

3.16

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。

3.17

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

4.1 生产工艺

4.1.1 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、装配和检测试验等 17 个主要生产工序和工业炉窑、公用环保等 2 个辅助生产工序。汽车工业产品类别、主要产品和零部件清单及其工序组成见附录 A。

4.1.2 汽车工业生产工艺及主要产污节点见附录 B，汽车工业主要产品、零部件及配件生产工艺见附录 C。

4.1.3 汽车工业生产原料主要包括钢材、树脂类材料、铸锻件毛坯及零部件和配件等。钢材包括金属板材、卷材、型材和钢锭等。树脂类材料主要包括树脂颗粒、纤维材料和发泡材料等。零部件和配件主要包括发动机、变速器（箱）、电机、电池和轮胎等。

4.1.4 汽车工业生产辅料主要包括粘接材料、焊接材料、预处理材料、转化膜处理材料、涂装类材料、产品试验材料、产品加注液体和各种机械设备的维护保养及维修材料。粘接材料主要是胶粘剂（黏合剂）。焊接材料主要包括各种焊丝、焊条和钎焊材料等。化学预处理材料主要包括化学脱脂材料及盐酸、硝酸等酸洗材料等。转化膜处理材料主要包括表调剂、磷化剂、钝化剂、硅烷处理药剂和钝化处理药剂等。涂装类材料主要包括底漆、胶粘剂（焊缝密封胶、底涂涂料、阻尼涂料、裙边胶等）、腻子、中涂漆、色漆、清漆、本色面漆、稀释剂、清洗溶剂和保护蜡等，其主要成分见附录 D。产品试验材料主要有汽油、柴油和天然气等。产品加注液体主要包括汽油、柴油、防冻液、齿轮油、制冷剂 and 机油等。各种机械设备的维护保养及维修材料有溶剂油、防锈油、机油、润滑油和液压油等。

4.1.5 燃料主要包括燃油和天然气。

4.2 污染物的产生

4.2.1 废气污染物的产生

4.2.1.1 中厚板及型材切割下料，工件机械预处理，金属粉末制取及粉状物料输送，弧焊焊接、激光焊接及焊缝打磨，铸件干式机械加工，车身涂层及腻子打磨等过程产生颗粒物。

4.2.1.2 粉末冶金工件浸油、熔渗后处理，半干式、湿式机械加工，淬油热处理等过程产生油雾。

4.2.1.3 渗碳、渗氮、渗硫和碳氮共渗等热处理过程中气氛材料泄漏产生微量的硫化氢（ H_2S ）和氨（ NH_3 ），气氛材料燃烧产生少量的二氧化硫（ SO_2 ）和氮氧化物（ NO_x ）等。

4.2.1.4 化学预处理采用盐酸、硫酸、硝酸进行酸洗时分别产生氯化氢（ HCl ）、硫酸雾和 NO_x 。

4.2.1.5 涂装工序产生颗粒物（主要为漆雾）和 VOCs，其中漆雾产生于喷涂过程，颗粒物主要产生于腻子打磨过程，VOCs 主要产生于喷涂、流平/热流平和烘干过程；此外，电泳区排风、空腔发泡、调漆、溶剂擦洗、注保护蜡、漆膜修补、漆渣处理及干化、格栅及工装载具溶剂清洗、喷漆室清洁维护等过程产生少量的 VOCs，涂胶过程产生微量的 VOCs。

4.2.1.6 注射、挤压、发泡（含成品车身腔体发泡）、拉挤、树脂纤维糊制等过程产生少量的 VOCs。

4.2.1.7 部件组装及产品装配过程，黏合剂使用过程产生微量的 VOCs。

4.2.1.8 发动机、整车出厂检测和产品研发发动机热态试验产生颗粒物、 NO_x 和 VOCs 等。

4.2.1.9 锻造、热处理等工序工件加热炉和燃油、燃气加热装置产生颗粒物、 SO_2 和 NO_x 。

4.2.1.10 不同工序的废气污染物产生环节、产生水平及排放方式见附录 E 表 E.1。

4.2.2 废水污染物的产生

4.2.2.1 冲压工序模具擦洗及湿式机械加工和装配工序的零件清洗过程产生高浓度含油废水，粉末冶金、淬油热处理、产品检测和试验过程产生低浓度含油废水，主要污染物为石油类、化学需氧量（COD）和悬浮物（SS）。

4.2.2.2 预处理工序酸洗过程产生酸洗废水，主要污染物为酸类物质；脱脂槽液更换产生高浓度脱脂废水，工件清洗产生低浓度脱脂废水，主要污染物为石油类、COD、总磷/磷酸盐和 SS。

4.2.2.3 转化膜处理工序工件表面调整产生含磷废水，主要污染物为总磷/磷酸盐；含镍磷化槽液更换产生高浓度含镍废水，工件清洗产生低浓度含镍废水，主要污染物为总镍、总锌、总磷/磷酸盐；含铬钝化工件清洗产生含铬废水，主要污染物为总铬和六价铬；硅烷、锆化槽液更换产生高浓度含氟废水，工件清洗产生低浓度含氟废水，主要污染物为氟化物。

4.2.2.4 涂装工序电泳槽定期清洗产生高浓度电泳废水，工件清洗产生低浓度电泳废水，工件湿式打磨产生打磨废水，喷漆室漆雾湿式分离过程产生喷漆废水，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。

4.2.2.5 车间集中空调系统空气湿度调节、工艺纯水、软化水制备系统产生生产废水，主要污染物为 SS；设备冷却循环水系统产生生产废水，主要污染物为 SS 和总磷/磷酸盐。

4.2.2.6 化学品仓库、废水处理站等局部厂区可能产生受污染的初期雨水，主要污染物为 COD、SS 等。

4.2.2.7 厂区办公室、食堂及车间生活设施产生生活污水，主要污染物是 COD、氨氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）、总磷/磷酸盐、动植物油和 SS 等。

4.2.2.8 不同工序的废水污染物产生环节、产生水平及排放方式见附录 E 表 E.2。

4.2.3 固体废物的产生

4.2.3.1 下料与冲压工序产生金属废料。干式机械加工产生干金属切屑。湿式机械加工产生湿金属切屑（自然堆存时有切削液渗出）及废切削液，切削液过滤系统产生含切削液的废过滤材料，零件清洗产

生湿金属切屑。湿金属切屑脱水产生废切削液和脱水金属切屑（经压榨、压滤、过滤除油达到静置无滴漏的金属切屑）。

4.2.3.2 冲压、机械加工、装配等工序工件擦洗产生含矿物油废物（含油抹布和手套等）。淬油热处理产生废矿物油。珩磨、研磨、打磨过程产生废矿物油、油泥。化学脱脂槽液过滤系统产生废矿物油及含矿物油的废过滤材料。机械设备定期维护保养及维修产生废溶剂油、废防锈油、废机油、废润滑油、废液压油和含矿物油的擦料等。

4.2.3.3 弧焊焊接产生废焊丝、焊料，钎焊焊接产生废钎焊材料。焊接、涂装、装配工序粘接、密封等工艺产生废胶粘剂。树脂纤维加工工序使用酸、碱或有机溶剂清洗容器设备产生剥离的树脂状、粘稠杂物，糊制过程产生废树脂。

4.2.3.4 热处理工序使用氰化物进行金属热处理产生淬火池残渣、淬火废水处理污泥，含氰热处理炉维修过程产生废内衬，热处理渗碳炉产生热处理渗碳氰渣，金属热处理工艺盐浴槽（釜）清洗产生含氰残渣和含氰废液，氰化物热处理和退火作业过程产生含氰残渣。

4.2.3.5 转化膜处理工序磷化工艺管道清洗产生废酸。含镍磷化槽液过滤系统产生磷化渣和含镍废过滤材料。锆化、硅烷处理产生少量含氟废渣。

4.2.3.6 涂装工序工件擦洗、输漆管路及喷枪清洗、设备保洁产生废溶剂。调漆与喷涂产生废涂料、废稀释剂。喷漆室保洁作业、喷漆室循环风系统过滤单元、含 VOCs 废气漆雾高效过滤装置等产生含涂料废物。喷漆室漆雾治理系统产生漆渣、废石灰石粉、废过滤材料，VOCs 污染治理系统产生含 VOCs 的废活性炭、废分子筛和废陶瓷蓄热材料。涂装工序采用含汞荧光灯管和其他含汞电光源时产生含汞废物。车身腔体注保护蜡产生废石蜡。

4.2.3.7 装配工序电池组装产生废电路板、废电子插件。装配工序及公用工程产生废电池单体、废电池包及废铅蓄电池。

4.2.3.8 车辆制动器衬片生产过程产生含石棉废物。各工序除尘系统产生除尘灰，袋式除尘系统及各车间的集中空调系统产生废滤料（滤袋、滤筒）。锻造、热处理等工序工件加热炉烟气脱硝、发动机试验及产品研发尾气脱硝等产生废催化剂。燃煤工业炉窑产生煤灰渣。

4.2.3.9 公用工程纯水、软化水制备和废水处理产生废离子交换树脂。含镍废水处理产生含镍污泥，含铬废水处理产生含铬污泥，含氟废水处理产生含氟污泥，含油废水处理产生含油浮渣和污泥。生产废水物化处理产生物化处理污泥、活性炭，综合废水生化处理产生生化处理污泥、深度处理产生废活性炭。废切削液超滤产生废浓缩液（主要成分是矿物油）。漆渣与含涂料废物热解处置产生残渣和飞灰。原料、化学品包装运输产生废包装材料。

4.2.3.10 汽车工业不同工序固体废物（含危险废物）的产生环节、危险特性等见附录 E 表 E.3。

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、装配和检测试验设备等）和辅助生产设备（如输送机械、泵和风机等）的运行过程。

5 污染预防技术

5.1 一般原则

5.1.1 汽车工业企业应优化汽车产品设计，在满足产品功能要求的前提下选用清洁的原辅材料，并尽量减少涂装涂层作业数量和涂膜厚度。

5.1.2 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、后道工序加工量少、能源消耗少的精准下料、精密成型技术，如冲压、激光切割、等离子切割、精密铸造、模锻、胎模锻、精碾、旋压

和粉末冶金等。

5.1.3 生产原料中的树脂材料和零部件及配件（主要指新能源汽车锂电池）、生产辅料中的粘接材料，以及其他以氟树脂或氟橡胶制作的生产原料及生产辅料，生产过程中不使用全氟辛酸（PFOA）及其盐类和相关化合物。

5.1.4 预处理工序化学脱脂及转化膜处理工序宜选用低磷、无毒无害的原辅材料及节能、节水、环保等清洁生产工艺。涂装工序宜选择基于低 VOCs 含量涂料的节能涂装工艺和技术，提高原辅材料的利用率。

5.1.5 应建立水资源梯级使用与循环利用系统，对市政供水、市政中水、自产中水及厂区雨水等各种水资源的水量、水质与各工艺环节生产用水的水量、水质进行匹配，使上一工艺环节的出水作为另一工艺环节的供水或经处理后在工艺内部回用，实现水资源的优化利用。

5.2 大气污染预防技术

5.2.1 原辅材料及燃料替代技术

5.2.1.1 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黏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、GB/T 38597 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中涂漆、高固体分溶剂型底色漆、高固体分溶剂型本色面漆和高固体分溶剂型清漆，VOCs 质量占比一般为 30%~45%、40%~58%、30%~50% 和 35%~48%。汽车工业企业采用高固体分溶剂型涂料替代溶剂型涂料，VOCs 产生量一般可减少 20% 以上。

5.2.1.2 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、GB/T 38597 的产品技术要求。

水性涂料包括水性中涂漆、水性底色漆和水性本色面漆，VOCs 质量占比一般为 5%~12%、12%~17% 和 10%~18%。汽车工业企业采用水性涂料替代溶剂型涂料，VOCs 产生量一般可减少 60% 以上。

5.2.1.3 水性清洗溶剂替代技术

该技术适用于水性涂料输漆管线和喷涂设备的清洗，也适用于喷漆室的清洁维护及喷漆室格栅和工装载具的清理等。水性清洗溶剂由助剂（与水混溶的醇类、胺类等物质）、表面活性剂和水配制而成。水性清洗溶剂应满足 GB 38508 的产品技术要求。水性清洗溶剂中 VOCs 质量占比一般为 3%~20%。汽车工业企业采用水性清洗溶剂替代有机溶剂，VOCs 产生量一般可减少 60% 以上。

5.2.1.4 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。UV 固化涂料应满足 GB 24409、GB/T 38597 的产品技术要求，UV 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 UV 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。

5.2.1.5 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。粉末涂料应满足 GB/T 38597 的产品技术要求。粉末涂料 VOCs 质量占比一般低于 1%。未附着到工件上的涂料粉末可回收后循环利用。粉末涂料喷涂宜采用静电喷涂技术。零部件及配件涂装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。

5.2.1.6 低 VOCs 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 质量占比一般低于 10%、5% 和 1%。采用低 VOCs 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。

5.2.1.7 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、热流平与烘干、燃烧法 VOCs 治理等设施中的加热装置。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 150 mg/m³。

5.2.1.8 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驱动汽柴油或其他燃料发动机进行检测试验。该技术不消耗燃料，不产生颗粒物、NO_x 等由燃料燃烧产生的污染物。

5.2.2 设备或工艺革新技术

5.2.2.1 喷涂体系优化技术

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。该技术通过水性涂料（W）、高固体分溶剂型涂料（H）和溶剂型涂料（S）等喷涂涂料与喷涂技术、成膜工艺的优化组合，可降低投入，节约能源，减少 VOCs 产生量和提高生产效率。相对传统 3C2B（SSS）喷涂体系，该技术一般可使 VOCs 产生量减少 30%~50%。

a) 乘用车新建涂装生产线应采用紧凑型 3C1B（WWS）或 3C1B（WWS）、3C1B（HHH）、3C2B（WWS）喷涂体系，现有涂装生产线改造应采用 3C1B（HHH）、3C2B（HHS）、3C2B（SWS）、3C2B（WWS）、紧凑型 3C1B（WWS）或 3C1B（WWS）喷涂体系。树脂类车身零部件（如保险杠）应采用 3C1B（SSS）、3C1B（WWS）喷涂体系。各喷涂体系的主要工艺过程见附录 F。

b) 载货汽车及其驾驶室新建涂装生产线应采用紧凑型 3C1B（WWS）或 3C1B（WWS）、3C1B（HHH）、3C2B（WWS）、2C1B（WS）、2C1B（HS）喷涂体系，现有涂装生产线改造应采用 3C1B（HHH）、紧凑型 3C1B（WWS）、3C1B（WWS）、3C2B（WWS）、3C2B（SWS）、2C1B（HS）、1C1B（H）和 1C1B（W）喷涂体系。2C1B、1C1B 一般在 3C2B、3C1B 生产线进行生产，根据产品要求使用部分工序。

c) 客车涂装生产线应采用 *mCnB*（WSSS）、*mCnB*（WWSH）、*mCnB*（WWSS）、*mCnB*（HHHH）、*mCnB*（WSSH）、*mCnB*（HSSH）、*mCnB*（SHSS）喷涂体系。其中彩条漆可以进行多次喷涂和烘干。

5.2.2.2 阴极电泳技术

该技术主要适用于年生产 5 000 台以上、结构复杂的车身焊接类零部件和车架铆焊类零部件的底漆工艺。该技术依靠电场力的作用，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

产生量小、生产效率高,施工状态电泳槽液 VOCs 质量占比一般为 0.5%~2%,涂料附着率一般为 97%~99%。

5.2.2.3 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控制喷枪进行自动喷涂。汽车工业企业常用的自动喷涂设备包括机器人和往复式喷涂机。该技术通过提高涂料利用率,减少涂料用量和 VOCs 产生总量。与人工喷涂相比,该技术喷涂速度稳定,涂层均匀,可提高涂料利用率、减少废涂料的产生量。

5.2.2.4 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、高固体分溶剂型涂料和粉末涂料的喷涂,特别是外表面的喷涂。该技术使涂料在高压电场的作用下荷电后均匀附着于工件表面。该技术主要有静电雾化喷涂、静电辅助高速旋杯喷涂、静电辅助压缩空气喷涂和静电辅助无气喷涂等类型。该技术一般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%,联合涂料回收利用技术可使粉末涂料利用率达到 98%以上。

5.2.2.5 低氮燃烧技术

该技术适用于燃油、燃气加热炉和燃气加热装置。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,减少 NO_x 等产生。该技术可使烟气中 NO_x 产生浓度低于 150 mg/m^3 。

5.3 水污染预防技术

5.3.1 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、无镍磷化+无铬钝化技术、锆化处理技术和硅烷处理技术等。与含镍磷化或含镍磷化+含铬钝化技术相比,该技术不产生含总镍、总铬和六价铬等车间或车间处理设施排放口控制污染物的废水及固体废物磷化渣等。该技术对工件基体的表面质量要求较高。

5.3.2 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、转化膜处理和工件清洗等工艺过程。采用固液机械分离技术、油水分离技术、磁性分离技术或其他分离技术对槽液进行处理,净化后的槽液回工作槽或回工件清洗槽循环使用,分离出的杂质需按照固体废物的危险特性进行处置。该技术通过改善槽液质量,提高材料利用率,可减少工序生产废水产生量和固体废物产生量。

5.3.3 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。两级或两级以上的清洗槽组成串联清洗自动线,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。

5.3.4 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

速运动干冰颗粒的动量变化及升华、融化能量转换，使工件表面油污发生凝结、脆化、剥离并随气流带出。该技术不产生废水，产生含矿物油废物的量也较少。

5.3.5 半干式机械加工技术

该技术也称微量润滑技术，适用于发动机缸体等复杂工件关键工序的机械加工。该技术将极微量（5~50 mL/h）切削油与具有一定压力（0.5~1 MPa）的压缩气体混合雾化，并高速喷射至切削面进行有效润滑，达到冷却和润滑等目的。采用该技术替代湿式机械加工技术，一般可使切削液使用量减少95%以上，且不产生废切削液。

5.4 固体废物污染预防技术

5.4.1 切削液过滤技术

该技术适用于各种零部件及配件的湿式机械加工工序。将湿式机械加工过程中工件冷却产生的切削液收集后，采用磁性分离、离心分离、纸带过滤或其他过滤技术净化后循环使用。该技术可改善切削液品质、提高工序产品质量、减少废切削液的产生量。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，切削液更换周期在2年以上，可减少切削液用量75%以上；分散过滤技术适用于小规模生产，切削液更换周期在3个月~1年。

5.4.2 电泳超滤技术

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电泳工艺。采用超滤技术对电泳槽液和工件清洗水进行超滤处理，含电泳涂料的浓缩液回到电泳槽继续用于生产过程，不含电泳涂料的透过液替代纯水用于工件清洗。采用该技术可使电泳涂料利用率达到98%以上，清洗新水用量减少80%以上，固体废物产生量减少80%以上。

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 汽车工业企业应根据生产工艺、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 应按照“应收尽收”的原则提高废气收集率，减少污染物的无组织排放；按照与生产设施“同启同停”或“先启后停”的原则提高治理设施运转率，按照“适宜高效”的原则提高治理设施去除率，减少污染物的排放。

6.1.1.3 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等措施，实现有组织排放。当无法采用密闭或负压操作时，宜选择局部集气罩或其他适宜的收集方式，并尽可能包围或靠近污染源，减少污染物外逸。

6.1.1.4 涂装自动作业单元宜采用“循环风”技术，将喷涂等单元产生的有组织废气，经去除漆雾、调温、调湿后作为送风回用到非人工作业区，提高废气VOCs污染物浓度，减少需要处理的废气量，降低末端治理设施的投资和运行成本。

6.1.1.5 大气污染治理工程的设计、施工、验收和运行应符合HJ 2000的规定。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机械加工、淬油热处理过程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。用于淬油热处理工序的含油雾废气处理时，应配套碱液自动喷淋或润湿装置，对过滤层进行清洗，使过滤元件保持高效的过滤、分离性能。汽车工业企业使用的机械过滤装置过滤风速宜低于 0.5 m/s，系统阻力宜低于 1 200 Pa，油雾去除效率一般可达到 90% 以上。

6.1.2.2 静电净化技术

该技术适用于湿式机械加工含油雾废气的治理。废气先经过滤去除大颗粒油雾，再进入荷电区使细颗粒油雾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电场电压宜控制在 10~15 kV、气体流速宜低于 1.2 m/s，系统阻力宜低于 300 Pa，油雾去除效率一般可达到 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喷涂废气的漆雾治理及 VOCs 治理的预处理。适用于大规模喷漆生产的漆雾处理技术有干式介质（如迷宫式纸盒）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。适用于小规模喷漆生产的漆雾处理技术有水旋喷漆室、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除产生喷漆废水、含水漆渣外，还因废气湿度高会影响吸附法 VOCs 治理技术的净化效果。石灰石粉漆雾处理技术产生含涂料的废石灰石粉，干式介质过滤漆雾处理技术产生含涂料的废过滤材料；静电漆雾处理技术对设备运行、维护的安全管理要求较高。

6.1.3.2 漆雾高效过滤技术

该技术可用作吸附法 VOCs 末端治理的预处理技术。经净化去除漆雾的 VOCs 废气，采用由粗效、中效、高效过滤材料组成的高效过滤装置，进一步滤除废气中的漆雾和细微颗粒物，防止吸附剂因漆雾堵塞而失效。该技术可使气体中颗粒物浓度降低至 1 mg/m³ 以下，满足 HJ 2026 的要求。漆雾高效过滤装置需定期更换滤料。该技术也适用于焊接烟气经净化后返回至车间的情形。

6.1.3.3 旋风除尘技术

该技术适用于下料、机械预处理和粉末涂料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筒的内壁面，进而与气体分离。该技术可捕集直径 10 μm 以上的颗粒物，对轻质及微细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、机械预处理、干式机械加工、焊接、金属粉末制取及粉料输送等过程的除尘技术，也可作为零部件企业粉末涂料喷涂废气的二级除尘技术。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过滤风速宜低于 1.1 m/min，系统阻力宜低于 1 500 Pa，除尘效率一般可达 95% 以上。对于抛丸清理、滚筒清理、喷砂清理及粉末涂料喷涂废气，宜增加旋风预除尘措施。袋式除尘装置的技术参数应满足 HJ 2020 的相关要求，该技术需要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、干式机械加工、焊接、金属粉末制取及粉料输送等过程的除尘技术。该技术空间利用率高，使用寿命较长，维护容易。汽车工业企业使用的滤筒除尘器的过滤风速宜低于 0.7 m/min、系统阻力宜低于 800 Pa，除尘效率一般可达 95% 以上。该技术需要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，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。汽车工业企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吸附剂中发生聚合、交联、氧化等反应，不宜采用吸附技术，例如在活性炭吸附剂中，甲醛、苯乙烯等易发生聚合反应，乙酸乙酯、乙酸丙酯等易发生水解反应生成有机酸，甲乙酮、甲基异丁基酮易被氧化形成有机酸和丁二酮，环己酮易发生氧化或聚合反应形成环亚己基环己酮。

6.1.4.1 固定床吸附技术

该技术适用于喷涂、流平和其他工艺过程 VOCs 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 进行吸附分离。汽车工业企业一般使用活性炭作为吸附材料，应根据污染物处理负荷、排放指标等要求，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/m³、温度宜低于 40℃、相对湿度（RH）宜低于 80%。固定床吸附装置的技术参数应满足 HJ 2026 的相关要求。吸附剂一般通过解吸后循环利用，脱附的 VOCs 可通过燃烧技术进行销毁。连续性喷涂生产可采用多床组合吸附技术。

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/热流平和其他工艺过程 VOCs 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 进行吸附分离，一般包括转轮式和转筒（塔）式。汽车工业企业一般使用憎水性分子筛作为吸附材料，对低浓度 VOCs 废气应进行预浓缩，浓缩倍数一般在 10 倍以上，脱附废气采用燃烧技术进行治理。入口废气颗粒物浓度宜低于 1 mg/m³、温度宜低于 40℃、RH 宜低于 80%。旋转式吸附装置的技术参数应满足 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 转化为二氧化碳和水等物质，简称燃烧技术。主要包括热回收燃烧技术（thermische nachverbrennung, TNV）、蓄热燃烧技术（regenerative thermal oxidation, RTO）、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 热回收燃烧技术

该技术适用于涂装工序电泳、喷涂、涂胶等烘干过程高温 VOCs 废气及其他过程高浓度 VOCs 废气的治理。采用燃烧的方法使废气中 VOCs 转化为二氧化碳、水等物质，并通过热交换，将自高温烟气回收的热量用于其他生产过程或工序。该技术受生产工况波动影响较大。汽车工业企业采用的 TNV 燃烧室温度宜控制在 700~850℃、停留时间宜大于 1.0 s，VOCs 去除效率一般可达 95% 以上。该技术常用

的燃料是天然气。

6.1.5.2 蓄热燃烧技术

该技术适用于涂装工序电泳、喷涂、涂胶等烘干过程高温 VOCs 废气及其他过程高浓度 VOCs 废气的治理。采用燃烧的方法使废气中 VOCs 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和利用。汽车工业企业采用的 RTO 燃烧室温度宜控制在 700~850℃、停留时间宜大于 1.0 s，两室 RTO 的 VOCs 去除效率一般可达 90% 以上，三室及以上 RTO 和旋转式 RTO 的 VOCs 去除效率一般可达 95% 以上。当 VOCs 浓度在 1 500~3 000 mg/m³ 时一般不需要补充燃料，当 VOCs 浓度大于 3 000 mg/m³ 时可回收多余热量用于生产。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”。蓄热燃烧装置的技术参数应满足 HJ 1093 的相关要求。当废气颗粒物浓度高时应定期进行吹扫，当废气中含有粘性物质时需定期进行高温燃烧促使粘性物质焚毁。

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高温 VOCs 废气及其他过程高浓度 VOCs 废气的治理。在催化剂作用下，废气中 VOCs 转化为二氧化碳和水等物质。汽车工业企业采用的催化燃烧床层温度一般为 280~450℃，不产生热力型 NO_x。该技术一般采用电或天然气作为补充能源，VOCs 去除效率一般可达到 95% 以上。汽车工业企业采用的典型治理技术路线为“循环风+CO”或“吸附/脱附浓缩+CO”。催化燃烧装置的技术参数应满足 HJ 2027 的相关要求。该技术需定期更换催化剂。当运行工况不稳定时，高沸点 VOCs 在催化剂表面沉积，会降低催化剂活性。采用该技术入口 VOCs 浓度一般宜控制在 3 000 mg/m³ 以下。

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高温 VOCs 废气或其他过程高浓度 VOCs 废气的治理。在催化剂作用下，废气中 VOCs 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和利用。汽车工业企业采用的催化燃烧床层温度一般为 280~450℃，不产生热力型 NO_x。该技术一般采用电或天然气作为补充能源，VOCs 去除效率一般可达到 95% 以上。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”。蓄热催化燃烧装置的技术参数应满足 HJ 1093 和 HJ 2027 相关要求。该技术需定期更换催化剂。当运行工况不稳定时，高沸点 VOCs 在催化剂表面沉积，会降低催化剂活性。当废气颗粒物浓度高时应定期进行吹扫。采用该技术入口 VOCs 浓度一般宜控制在 3 000 mg/m³ 以下。

6.1.6 氮氧化物 (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。发动机试验废气经温度调节和滤除颗粒物后，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氨气和水等物质。汽车用柴油发动机制造企业采用的选择性催化还原装置废气入口温度宜控制在 300~400℃，氨氮摩尔比宜控制在 0.8~0.85、空间速度宜控制在 2 500~3 000 h⁻¹。采用该技术一般可使 NO_x 去除率达到 70% 以上，并可协同去除 VOCs 等污染物。该技术需定期更换催化剂。

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。采用双氧水等氧化剂将一氧化氮 (NO) 转化为二氧化氮 (NO₂)

后，采用该技术一般可使 NO_x 去除率达到 60% 以上。采用该技术可协同去除废气中的颗粒物。该技术也适用于预处理工序酸洗废气及其他含水溶性污染物废气的处理。该技术产生废水。

6.2 水污染治理技术

6.2.1 一般原则

6.2.1.1 汽车工业企业应根据生产废水特点及其污染物浓度水平，对生产废水进行分类收集、分质处理。

6.2.1.2 合理确定不同种类、不同浓度生产废水收集的方式、措施和储存设施的规模，确保废水处理设施发生事故及设备检修期间生产废水不外排。厂区受污染的初期雨水宜收集后纳入生产废水处理系统。

6.2.1.3 对于污染物种类相同但浓度差异较大的生产废水应采取调量、均质措施。设置单独储存池暂存高浓度废水，再将高浓度废水与低浓度废水按一定比例混合，确保进入废水处理设施的水量、水质稳定。

6.2.1.4 对于含车间或车间处理设施排放口控制污染物的废水，应单独收集、处理，并做到在车间或车间处理设施排放口达标后排放。

6.2.1.5 对于不同种类的生产废水，应先进行预处理，再采用物化处理或物化处理与生物处理相结合的工艺处理，对排放水质要求较高时应增加深度处理工艺。

6.2.1.6 鼓励企业建立废水资源化利用系统，对生产废水、生活污水及厂区雨水深度处理后，进行资源化利用。

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、转化膜处理、热处理、涂装和检测试验等过程中各种生产废水的预处理。在废水中投加混凝剂，在一定水力条件下混凝剂发生水解和缩聚反应，废水中的胶体污染物发生脱稳、凝聚和沉淀，实现与水分离的过程。设计工艺参数混凝速度梯度宜控制在 $600\sim 1\,000\text{ s}^{-1}$ 、絮凝速度梯度宜控制在 $7\sim 20\text{ s}^{-1}$ 、沉淀水力负荷宜控制在 $0.6\sim 2.0\text{ m}^3/(\text{m}^2\text{ h})$ 。混凝沉淀装置的技术参数应满足 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 在 11 以上，出水总镍浓度一般可低于 1.0 mg/L 。含三价铬废水 pH 宜控制在 $7\sim 8$ 、沉淀时间宜控制在 1 h 左右，出水总铬浓度一般可低于 1.0 mg/L 。含氟废水通过投加氯化钙和铝盐絮凝剂控制 pH 在 $6.5\sim 7.0$ ，出水氟化物浓度一般可达到 $10\sim 20\text{ mg/L}$ 。电泳废水和喷漆废水采用该技术处理一般可使 COD 的去除率达到 25% 以上。综合废水经生物除磷技术处理后，再通过投加铁盐、铝盐或钙盐作为沉淀剂，出水总磷/磷酸盐浓度一般可低于 0.5 mg/L ，该技术也可用作废水间接排放时的总磷/磷酸盐污染治理技术。

6.2.2.2 化学还原技术

该技术适用于含六价铬废水的预处理。通过向废水中投加亚硫酸盐、硫酸亚铁等还原剂将六价铬还原为三价铬，再采用混凝沉淀技术去除三价铬污染物。采用该技术 pH 宜控制在 $2.5\sim 3.0$ 、反应时间宜控制在 $20\sim 30\text{ min}$ 。化学还原装置的技术参数应满足 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。隔油除油技术适用于高浓度含油废水的预处理，宜采

用间歇式，并设置废油收集和含油污泥排除装置，停留时间一般大于 24 h。气浮除油技术适用于化学脱脂工件清洗、机械加工零件清洗等低浓度含油废水的处理，混凝沉淀技术与该技术结合也适用于乳化态含油废水的处理。除油装置的技术参数应满足 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。该技术可使出水中镍离子浓度低于 0.4 mg/L。该技术的技术参数应满足 HJ 2002 的要求。

6.2.3 生物处理技术

6.2.3.1 水解酸化技术

该技术适用于全厂综合废水的处理。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过水解和产酸，转化为简单低分子有机物。采用该技术，水力停留时间宜控制在 4~12 h，COD 去除率一般为 10%~30%。该技术污泥产生量少，且可提高废水的可生化性。水解酸化装置的技术参数应满足 HJ 2047 的要求。

6.2.3.2 好氧技术

该技术适用于全厂综合废水的处理。在好氧条件下，使废水中的好氧菌利用溶解氧将水中的有机污染物降解为二氧化碳、水等无机物质。常用的好氧生物处理技术主要有生物接触氧化法、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）等。采用该技术，COD、NH₃-N 的去除率一般可达到 60% 和 50% 以上。汽车工业企业采用的典型治理技术路线主要有好氧生物处理技术和水解酸化+好氧+混凝沉淀组合技术。需要资源化利用或废水排放对大肠菌群有控制要求时，可采用水解酸化+好氧+过滤+消毒组合技术。好氧处理装置的技术参数应满足 HJ 576、HJ 577、HJ 2009、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、活性炭过滤和多介质过滤等滤除水中杂质。采用该技术，过滤速度宜控制在 8~16 m/h，COD 去除效率一般为 10%~30%，SS 去除率一般为 40%~60%。过滤装置的技术参数应满足 HJ 2008 的要求。

6.2.4.2 消毒技术

该技术适用于废水经处理后进行资源化利用或废水排放对大肠菌群有控制要求的情形。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，有效氯的投加浓度宜控制在 5~10 mg/L、接触时间宜控制在 30 min 以上。采用紫外线消毒时，消毒装置的技术参数应满足 HJ 2522 的要求。

6.3 固体废物利用和处置技术

6.3.1 一般原则

6.3.1.1 汽车工业企业按照《国家危险废物名录》、GB 34330 及 GB/T 39198 的规定，制定固体废物管理清单。不能明确固体废物危险特性的，应根据国家危险废物鉴别标准和鉴别方法进行危险特性判定，并按判定的类别进行管理。

6.3.1.2 应按照“减量化、资源化、无害化”的原则，收集、贮存、运输、利用和处置各种固体废物。

6.3.1.3 固体废物利用和处置过程应采取措施防止二次污染。金属废料应综合利用；未污染的包装材料宜循环使用，热值高的固体废物（如纸盒过滤漆雾处理技术产生的废纸盒）宜采用热解技术进行减量化处置。

6.3.1.4 一般工业固体废物宜优先资源化利用，不能资源化利用时应按照 GB 18599 的规定进行处置。

6.3.1.5 危险废物暂存设施（仓库式）应满足 GB 18597 的要求，并设置警示标志。不水解、不挥发的危险废物可在贮存设施内分别堆放，其他危险废物应采用完好无损的容器盛装。不相容的危险废物必须分开存放，并设置隔离间隔断，禁止混装在同一容器内。无法装入常用容器的危险废物可用防漏胶袋等盛装。盛装危险废物的容器应在明显处标识危险废物名称和危险特性等。

6.3.1.6 危险废物暂存设施（仓库式）的地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容。用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须采取耐腐蚀的硬化地面，并设置泄漏液体收集装置；设有气体导出口、产生挥发性或有毒有害物质的危险废物应单独贮存，并设置气体收集净化装置。

6.3.1.7 一般工业固体废物采用库房、包装工具（罐、桶、包装袋等）厂内暂存设施应满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求，贮存与填埋设施应满足 GB 18599 的要求。

6.3.2 固液机械分离技术

6.3.2.1 机械离心分离技术

该技术适用于湿金属切屑、废水处理污泥、浮渣、含水漆渣等固体废物的减量化处置。利用离心力将固相与液相进行分离的过程。对于湿金属切屑，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，分离出的液相按照危险废物处置，脱水金属切屑综合利用。对于废水处理污泥、浮渣、含水漆渣等，采用该技术一般可使含水率降低到 85% 以下，分离出的液相回原系统利用或送废水处理站处理，分离出的固体废物按其危险特性进行处置。

6.3.2.2 机械压滤技术

该技术适用于废水处理污泥、浮渣、含水漆渣等固体废物的减量化处置。利用静压差使固体废物中的水透过滤布使固相与液相分离。采用该技术一般可使固体废物的含水率降低到 85% 以下，分离出的液相需送废水处理站处理、分离出的固体废物按其危险特性进行处置。

6.3.3 溶剂蒸馏技术

该技术适用于溶剂型涂料及有机溶剂使用过程中产生的废溶剂的回收再利用。采用加热和减压蒸馏等方式使有机溶剂组分沸腾、汽化和冷凝，实现溶剂与其他组分的分离。分离出来的溶剂可作为清洗溶剂回用、产生的浓缩残液需按危险废物处置。该技术通过蒸馏后再利用，一般可使固体废物减量 30% 以上；回收的溶剂可回用于生产，对于乘用车可减少新溶剂耗量 0.3~0.6 kg/台。

6.3.4 废切削液超滤技术

该技术适用于废切削液的减量化处置。在静压差的作用下，废切削液中的水和小分子物质从膜高压侧透过到低压侧，矿物油类大分子物质被膜阻拦在高压侧，实现油、水分离。采用膜孔径 0.15~0.5 μm 的内压式管式膜超滤，一般可使废液体积浓缩至原体积的 10% 以下。超滤产生的浓缩液需按危险废物处置、透过液需送废水处理站处理。该技术也可用作废水深度处理技术，超滤产生的浓水回废水处理站调节池、透过液继续处理或回用。

6.3.5 废切削液减压蒸发技术

该技术适用于废切削液的浓缩减量和高浓度含盐废液的固液分离。采用减压蒸发技术使液体混合物中的水分蒸发，实现脱水减量或固液分离。该技术的工作温度低于 100℃。采用该技术一般可使废切削液体积浓缩至原体积的 10% 以下，减压蒸发的浓缩残液需按危险废物进行处置，冷凝水需排入废水处理系统处理。采用多效蒸发技术处理高含盐量废水，可实现盐与水的分离，产生的固体盐需按其危险特性进行处置，产生的冷凝水可回收利用。

6.3.6 污泥干化技术

该技术适用于脱水漆渣、磷化渣、废水处理污泥等固体废物的进一步减量化处置。采用余热或其他能源对固体废物加热，使其中的水分蒸发，实现脱水减量。该技术联合固液机械分离技术可使固体废物的含水率降低到 60% 以下。

6.3.7 危险废物利用处置

汽车工业企业不能自行利用处置的危险废物，应委托有资质的单位进行利用处置，并满足 GB 18597 和《危险废物转移联单管理办法》等危险废物环境管理有关要求。

6.4 噪声污染治理技术

汽车工业企业规划布局宜使主要高噪声源远离厂界和噪声敏感点。大型生产设备振动、摩擦和撞击等引发的机械噪声，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。高噪声设备可采取隔声罩、全封闭或带有吸声设施的单独设备间等围护结构进行隔声。将设备某些传动方式由硬连接改为软连接或弹性连接。车间或设备间内壁可安装吸声板降噪。风机、空压机的空气动力学噪声，可在设备进、出口安装消声器消声。

7 环境管理措施

7.1 一般原则

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

7.1.2 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 汽车工业企业应按照 HJ 971 建立、健全和落实环境管理制度，并适时评估环境管理制度的运行效果及适用性，持续改善企业环境绩效。

7.2.2 鼓励汽车工业企业参照有关技术规范开展涂装工序的溶剂平衡核算工作，确定 VOCs 产排污重

点环节，指导 VOCs 污染治理工作。

7.3 原料采购管理

7.3.1 汽车工业企业应选用环境友好型的原辅材料，涂料中的有害物质含量应满足 GB 24409 的要求，有条件时宜选用满足 GB/T 38597 要求的低 VOCs 含量涂料产品；胶粘剂、清洗剂中的 VOCs 含量应满足 GB 33372、GB 38508 的要求；聚四氟乙烯材质的汽车燃油管生产过程中不使用全氟辛酸（PFOA）及其盐类和相关化合物。

7.3.2 应建立原辅材料即时管理系统，确保订购的原辅材料在数量和质量上满足生产需求且不造成浪费，并及时提供到位。

7.3.3 对于入厂后需要存放较长时间或生产周期较长的钢材型材、厚板材等，应经机械预处理或化学预处理、喷涂防锈底漆后再入库存放或投料生产，防止材料在存放、使用过程锈蚀，减少生产加工过程中的污染物产生量。

7.4 无组织排放控制措施

7.4.1 贮存或贮存过程控制措施

7.4.1.1 汽、柴油及其他液态 VOCs 物料埋地贮罐应采用双层罐或设置防渗池。

7.4.1.2 汽油罐车向油罐卸油应采用平衡式密闭油气回收系统，卸油油气回收管道宜采用自闭式快速接头；采用非自闭式快速接头时，应在靠近快速接头的管道上安装阀门。

7.4.1.3 加油站应回收汽油卸油、储油及加油操作时排放的油气，加油机应具备回收油气的功能。

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

7.4.1.5 贮存含 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在非取用状态时，应加盖、封口，并保持密闭，并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。

7.4.1.6 废涂料、废清洗剂、废活性炭、废抹布等含 VOCs 的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 含量大于 10% 的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；其他含 VOCs 的危险废物宜在贮存设施（仓库式）内单独贮存，并使 VOCs 无组织排放监控点（贮存设施外门窗处）浓度满足 GB 37822 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涂料计量、搅拌和调配。调漆间应设置有组织送、排风系统，将产生的工艺废气收集至 VOCs 废气收集处理系统。

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将调漆废气收集至 VOCs 废气收集处理系统。

7.4.3 输送过程控制措施

7.4.3.1 汽、柴油及其他液态 VOCs 物料输送的厂区埋地管道应采用双层管道。

7.4.3.2 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、供给泵及单独的环形输送管线；其他色系涂料可共用输送管线，并配备管路自动清洗系统。间歇、小批量的涂装生产，涂料宜采用密闭容器输送。

7.4.3.3 涂装工序工艺设计应优化输调漆系统布置，尽可能减少涂料输送管线长度。

7.4.3.4 涂装工序黏附有 VOCs 物料的喷漆室格栅和工装载具等的转移过程应采取密闭措施，防止

VOCs 的无组织排放。

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，保持各室体及不同室体间的风量平衡，减少因漏风造成 VOCs 转移和无组织排放。

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 WS/T 757—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，应尽量避免工件在不同作业室体间的转移。确需转移的，应采取封闭、隔离措施。

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，同色车型集中喷涂，减少换色清洗次数；调整长、短清洗程序，减少清洗溶剂用量。

7.4.4.7 尽可能组织安排涂装车间集中生产，通过提高原辅材料及能源利用率、污染物收集率、污染治理设施运转率及其对污染物的去除效率，减少 VOCs 等污染物的排放量。

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 涂装工序黏附有 VOCs 物料的喷漆室格栅和工装载具等，应及时进行清理，减少存放时间。格栅和工装载具清理作业应在密闭装置或密闭空间内进行，并将清洁作业的废气收集至 VOCs 废气收集处理系统。

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贮存，防止 VOCs 的无组织排放。

7.4.6 泄漏检测管理措施

厂区埋地油罐、防渗罐池及管道系统的渗漏监测宜采用在线监测系统。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 的要求。

7.4.7 其他要求

VOCs 无组织排放废气收集处理系统应满足 GB 37822 的要求。

7.5 污染治理设施的运行维护

7.5.1 汽车工业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，并定期进行维护保养及维修，保证治理设施正常运行，污染物排放应符合 GB 8978、GB 9078、GB 12348、GB 14554、GB 16297、GB 18484、GB 18597、GB 18599、GB 20952 和 GB 37822 等的要求。地方有更严格污染物排放标准的，还应满足地方排放标准的要求。

7.5.2 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。

7.5.3 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、对连续监测设备进行校验

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。

7.5.4 制定环境风险管理应急预案，配备人力、设备、通信等资源，预留应急处置的条件或设施。

8 污染防治可行技术

8.1 废气污染防治可行技术

8.1.1 下料、干式机械加工、焊接、机械预处理和粉末冶金工序废气污染防治可行技术

下料、干式机械加工、焊接、机械预处理和粉末冶金工序废气污染防治可行技术见表 1。

表 1 下料、干式机械加工、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			适用于所有企业下料、干式机械加工、焊接、机械预处理、金属粉末制取及粉料输送等工序。该技术需定期清理或更换滤袋
可行技术 2	—	滤筒除尘技术	<30			适用于所有企业下料、干式机械加工、焊接、机械预处理、金属粉末制取及粉料输送等工序。该技术占地空间小，该技术需定期清理或更换滤筒

注：表中“+”代表废气污染治理技术组合。
^a适用于抛丸清理、滚筒清理、喷砂清理等工艺废气的预除尘。

8.1.2 湿式机械加工、淬油热处理工序废气污染防治可行技术

湿式机械加工、淬油热处理工序废气污染防治可行技术见表 2。

表 2 湿式机械加工、淬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机械加工、淬油热处理等工序的大风量含油雾废气的处理。该技术用于淬油热处理含油雾废气处理时，需配套碱液自动喷淋或润湿装置，以便及时清洗过滤层，保持过滤元件高效的过滤、分离性能
可行技术 2	—	静电净化技术	<10			适用于所有企业单台湿式机械加工设备或加工中心的小风量含油雾废气的处理

8.1.3 预处理工序酸洗废气污染防治可行技术

预处理工序酸洗废气污染防治可行技术见表 3。

表 3 预处理工序酸洗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
			HCl	硫酸雾	NO _x	
可行技术 1	—	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废气的处理，该技术产生的废水需送废水处理站处理

8.1.4 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）的产生和排放水平见附录G，计算方法见HJ 971的相关规定。

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
				NMHC	苯	苯系物 ^b	颗粒物	
可行技术1	电泳	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零部件的底漆施工
可行技术2	喷涂	①高固体分溶剂型涂料替代技术/水性涂料替代技术+②水性清洗溶剂替代技术 ^a +③自动喷涂技术+④静电喷涂技术	①漆雾处理技术+②燃烧技术	10~60	<1	<20	<5	适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车及车身零部件涂装各喷涂体系中，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 的处理。典型污染治理技术路线为漆雾处理+RTO/TNV
可行技术3		①高固体分溶剂型涂料替代技术/水性涂料替代技术+②水性清洗溶剂替代技术 ^a +③自动喷涂技术+④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+④燃烧技术	10~60	<1	<20	<5	适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车及车身零部件涂装各喷涂体系中，溶剂型涂料、高固体分溶剂型涂料及循环风比例大于50%的水性涂料喷涂废气 ^c 的处理。整车涂装典型污染治理技术路线为：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+固定床吸附/脱附浓缩+RTO/TNV。零部件涂装典型污染治理技术路线为：①漆雾处理+漆雾高效过滤+固定床吸附/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。该技术需定期清理或更换过滤材料，根据污染物处理负荷、处理要求等定时再生或更换吸附材料
可行技术4		①水性涂料替代技术+②水性清洗溶剂替代技术 ^a +③自动喷涂技术+④静电喷涂技术	漆雾处理技术	20~80	<1	<10	<5	适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车及车身零部件涂装各喷涂体系中，循环风比例不大于50%的水性涂料喷涂废气 ^c 的处理。大规模喷漆生产的漆雾典型污染治理技术路线有干式介质过滤漆雾处理技术/石灰石粉漆雾处理技术/静电漆雾处理技术/文丘里湿式漆雾处理技术；小规模喷漆生产的漆雾典型治理技术路线有水旋喷漆室/水帘喷漆室/漆雾过滤毡（袋）

续表

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
				NMHC	苯	苯系物 ^b	颗粒物	
可行技术 5	喷涂	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	20~80	<1	<20	<5	适用于间歇、小规模采用溶剂型涂料的零部件及配件的涂装。典型污染治理技术路线为漆雾处理+漆雾高效过滤+单床/双床/多床固定式活性炭吸附。后期维护需定期清理或更换过滤材料,根据污染物处理负荷、处理要求等定时再生或更换吸附材料
可行技术 6		①粉末涂料替代技术+②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。典型污染治理技术路线为:旋风除尘+袋式除尘。后期维护需定期清理或更换过滤材料
可行技术 7		①紫外光(UV)固化涂料替代技术+②静电喷涂技术	漆雾处理技术	10~30	—	—	<5	适用于汽车内饰件、灯具等零部件及配件的涂装
可行技术 8	注蜡	低 VOCs 保护蜡替代技术	—	10~30	—	—	—	适用于乘用车、载货汽车驾驶室的腔体保护
可行技术 9	烘干	—	燃烧技术	10~60	<1	<20	—	适用于使用除粉末涂料、UV 固化涂料以外的各种涂装类材料进行涂装的烘干废气的处理及其他高浓度 VOCs 废气的处理。TNV 多用于新建涂装生产线,将烘干废气污染治理与生产供热相结合的情形;RTO 仅在 VOCs 浓度大于 3 000 mg/m ³ 时方可将多余热量回用于生产;RCO、CO 需定期更换催化剂。典型污染治理技术路线为 TNV/RTO/CO/RCO
可行技术 10	辅助设施	—	吸附技术	10~60	—	—	—	适用于注蜡、调漆、漆膜修补、漆渣处理、溶剂擦洗、喷漆室格栅及工装载具溶剂清洗等过程 VOCs 排放浓度、排放速率超过排放标准 ^d 或涂装生产单元单位涂装面积 VOCs 排放量超过允许排放量 ^d 需要处理的情形。该技术需根据污染物处理负荷、处理要求等定时再生或更换吸附材料
可行技术 11	树脂纤维糊制	—	①吸附技术+②燃烧技术	10~60	—	—	—	适用于树脂纤维零部件的糊制工序。典型污染治理技术路线为活性炭吸附/脱附浓缩+RCO/CO。该技术需定期清理或更换过滤材料,并根据污染物处理负荷、处理要求等定时再生或更换吸附材料

注:表中“+”代表废气污染预防技术、治理技术或防治技术组合。

^a 水性清洗溶剂替代技术仅适用于水性涂料,一般用于水性涂料输漆管线、喷涂设备的清洗及喷漆室等生产设施的清洁维护。

^b 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。

^c 流平/热流平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。

^d 待《汽车工业大气污染物排放标准》发布后执行;地方有更严格排放标准要求的,按照地方排放标准从严确定。

8.1.5 汽柴油发动机出厂检测及产品研发热态试验废气污染防治可行技术

汽柴油发动机出厂检测及产品研发热态试验废气污染防治可行技术见表 5。

表 5 汽柴油发动机出厂检测及产品研发热态试验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、产品研发热态试验废气的处理。典型污染治理技术路线为过滤+温度调节+SCR。该技术消耗尿素，需定期更换催化剂
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热态试验废气的处理。典型污染治理技术路线为氧化+碱液吸收。该技术产生的废水需送废水处理站处理

^a指折算至发动机排放基准烟量下的浓度。基准烟量根据 HJ 971 确定。

8.1.6 燃油、燃气加热炉、加热装置废气污染防治可行技术

燃油、燃气加热炉、加热装置废气污染防治可行技术见表 6。

表 6 燃油、燃气加热炉、加热装置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	①天然气燃料替代技术+②低氮燃烧技术	—	<20	<50	<200	适用于新建燃气加热炉、燃气加热装置及现有燃气加热炉、燃气加热装置的改造；也适用于现有燃油加热炉、加热装置的改造
可行技术 2	低氮燃烧技术	—	<20	<50	<200	适用于燃料含硫量不超过 10 mg/kg、灰分不超过 0.01% 的新建燃油加热炉、加热装置或现有燃油加热炉、加热装置的改造

注：表中“+”代表废气污染预防技术组合。

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，企业总排放口控制污染物废水污染防治可行技术见表 8。

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
			总镍	六价铬	总铬	
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。典型污染预防技术路线有无镍磷化/无镍磷化+无铬钝化/钝化处理/硅烷处理
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工序中的含镍磷化工艺。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含镍磷化工艺。典型污染治理技术路线为混凝沉淀+离子交换。该技术适用特别排放要求
可行技术4		①化学还原技术+②混凝沉淀技术	—	<0.2	<1.0	适用于汽车整车及车身焊接类零部件转化膜处理工序中的含铬钝化工艺。典型污染治理技术路线为化学还原+混凝沉淀

注：表中“+”代表废水污染预防技术、治理技术或防治技术组合。

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 8 企业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	SS	NH ₃ -N	总磷/磷酸盐	
可行技术 1		①预处理技术+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间接排放的情形。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、均质后，再采用好氧生物处理技术处理。典型污染治理技术路线为混凝沉淀技术 ^{c,d} +除油技术 ^d +生物接触氧化法/A/O 法/SBR 法/MBR 法/BAF 法
可行技术 2	①无镍、无铬转化膜处理技术+②槽液质量控制技术+③电泳超滤技术+④逆流清洗技术+⑤干冰清洗技术 ^a +⑥半干式机械加工技术 ^b	①预处理技术+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直接排放的情形。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、均质后，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。典型污染治理技术路线为混凝沉淀技术 ^{c,d} +除油技术 ^d +水解酸化技术+生物接触法/A/O 法/SBR 法/MBR 法/BAF 法+混凝沉淀技术
可行技术 3		①预处理技术+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作为中水回用的情形。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、均质后，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。典型污染治理技术路线为混凝沉淀技术 ^{c,d} +除油技术 ^d +水解酸化技术+生物接触法/A/O 法/SBR 法/MBR 法/BAF 法+过滤技术+消毒技术

注：表中“+”代表废水污染预防技术、治理技术或防治技术组合。

^a 适用于冲压模具清洗、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 适用于低浓度含氟废水、低浓度电泳废水、喷漆废水和酸洗废水预处理。

^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

可行技术	产污环节	预防技术	治理技术	污染防治效果	技术适用条件
可行技术 1	湿式机械加工	切削液过滤技术	①废切削液超滤技术+②危险废物利用处置	可使固体废物减量	适用于缸体、缸盖等零部件大规模湿式机械加工工序的废切削液的减量处置。典型污染防治技术路线为切削液集中/分散过滤技术+废切削液超滤技术+危险废物利用处置。切削液过滤产生的湿金属切屑需进一步脱水减量处置(见可行技术 3);超滤浓缩液需委托有资质单位安全处置,透过液需送废水处理站处理
可行技术 2			①废切削液减压蒸发技术+②危险废物利用处置	达到 90%以上	适用于缸体、缸盖等零部件大规模湿式机械加工工序的废切削液的减量处置。典型污染防治技术路线为切削液集中/分散过滤技术+废切削液减压蒸发技术+危险废物利用处置。切削液过滤产生的湿金属切屑需进一步处置(见可行技术 3),蒸发残(渣)液需委托有资质单位安全处置,蒸发冷凝水需送废水处理站处理
可行技术 3		—	①机械离心分离技术+②危险废物利用处置	可去除金属切屑中的矿物油类物质	适用于缸体、缸盖等零部件大规模湿式机械加工工序的湿金属切屑的处置。离心分离出的脱水金属切屑进行综合利用、分离出的液体需按危险废物处置
可行技术 4	电泳	电泳超滤技术	—	可使电泳材料利用率达到 98%以上	适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车及金属车身零部件的底漆电泳工艺
可行技术 5	转化膜处理、喷涂、废水处理	—	①固液机械分离技术+②污泥干化技术+③危险废物利用处置	可使固体废物含水率降低到 60%以下	适用于转化膜处理工序磷化渣、湿式漆雾治理漆渣及废水处理污泥的减量处置。典型污染治理技术路线为机械离心分离/机械压滤+污泥干化+危险废物利用处置。固液机械分离过程产生的废水需送废水处理站处理,经干化的固体废物需按其危险特性进行安全处置
可行技术 6	喷涂	①静电喷涂技术+②自动喷涂技术	①干式介质漆雾治理技术+②危险废物利用处置	可使固体废物产生量减少 50%以上	适用于涂装工序水性涂料、溶剂型涂料、高固体分溶剂型涂料喷涂过程的漆雾分离。典型污染防治技术路线为静电喷涂+自动喷涂+干式介质漆雾处理+危险废物利用处置
可行技术 7	喷涂及清洗	—	①溶剂蒸馏技术+②危险废物利用处置	可使固体废物减量 30%以上。回收的溶剂回用于生产,对于乘用车可减少新溶剂耗量 0.3~0.6 kg/台	适用于乘用车、载货汽车及驾驶室、客车及零部件涂装各喷涂体系中的溶剂型涂料、高固体分溶剂型涂料喷涂及使用有机溶剂进行清洗作业过程的废溶剂的回收再利用

注:表中“+”代表固体废物污染预防技术、治理技术或防治技术组合。

表 10 噪声污染防治可行技术

可行技术	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)
可行技术 1	锻造设备	机械噪声, 间断	110~120	减振基础、减振地沟、车间内墙安装吸声板	降噪量 20~30
可行技术 2	冲压设备	机械噪声, 间断	90~105	减振基础、减振地沟、冲压生产线隔声封闭	降噪量约 20
可行技术 3	风机	流体性噪声, 连续	80~95	隔声罩或带有吸声设施的单独的设备间、消声器、软连接	降噪量约 20
可行技术 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
可行技术 5	空压机	流体性噪声, 连续	80~95	减振基础、带有吸声设施的单独的设备间、消声器、空压机房内墙安装吸声板、弹性连接	降噪量约 25
可行技术 6	柴油发动机 试验	机械噪声, 连续	85~95	减振基础、减振地沟、带有吸声设施的单独的设备间、消声器	降噪量约 25
可行技术 7	抛丸、滚筒、 喷砂等清理 设备	机械噪声, 连续	80~95	带有吸声设施的单独的设备间	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、载货汽车、客车、电车 ^a
汽车用发动机		汽柴油车用发动机、新能源汽车用发动机
专用汽车及专用挂车 ^b	专用汽车	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
	专用挂车	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 (以零部件结构、材料、生产工艺和产污特征等进行分类)	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

^a 指 GB/T 3730.1 规定的经架线由电力驱动无轨客车的。
^b 依据 GB/T 17350 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	×	○	○	×	●	×	×	×	×	×	●	×	●	×	●	●	●	
专用汽车和专用挂车	●	×	×	●	●	×	●	●	○	●	×	×	●	●	●	●	●	
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，×无此工艺。

附录 B
(资料性附录)
汽车工业生产工艺及主要产污节点

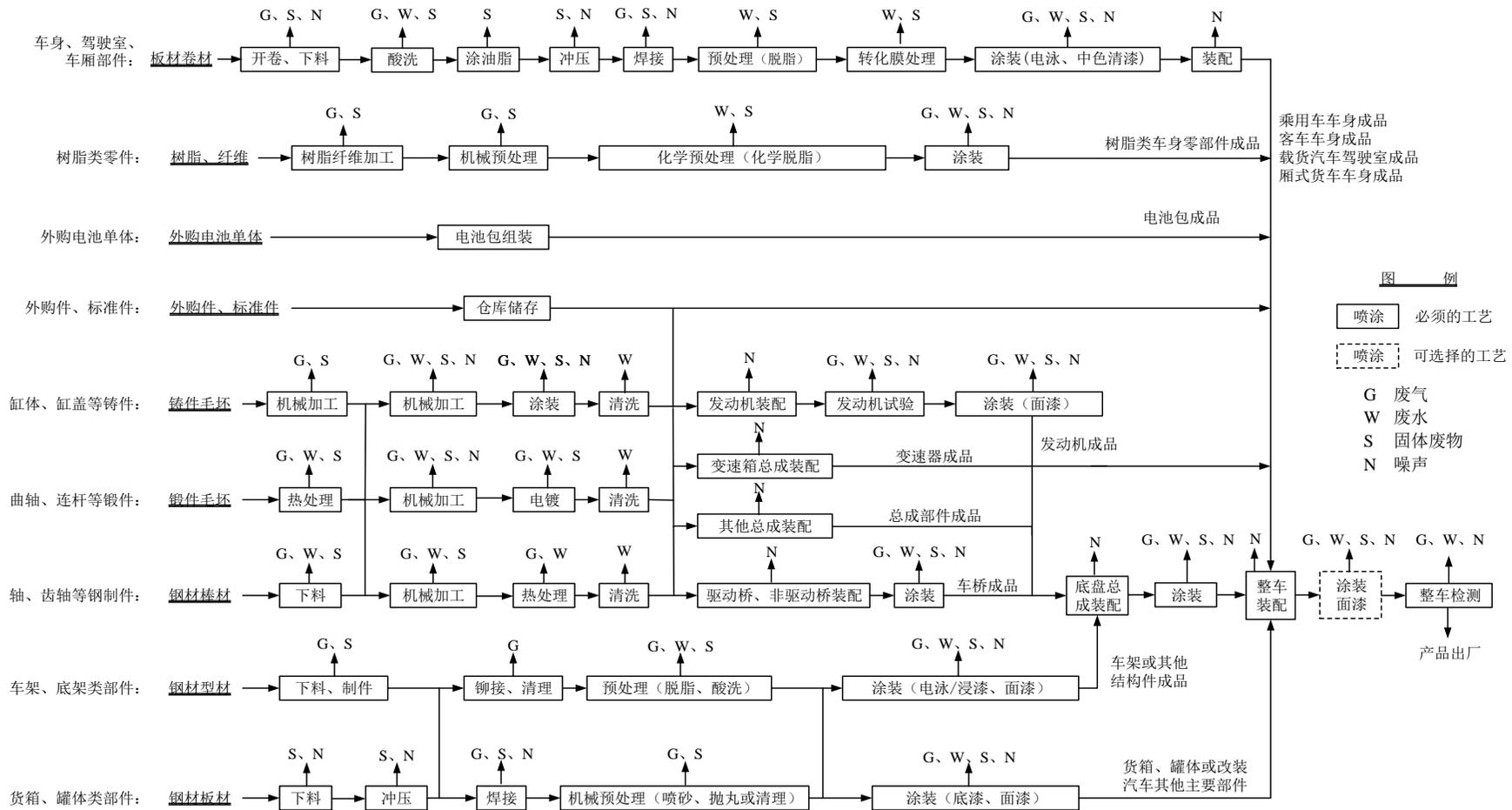


图 B.1 汽车工业生产工艺及主要产污节点示意图

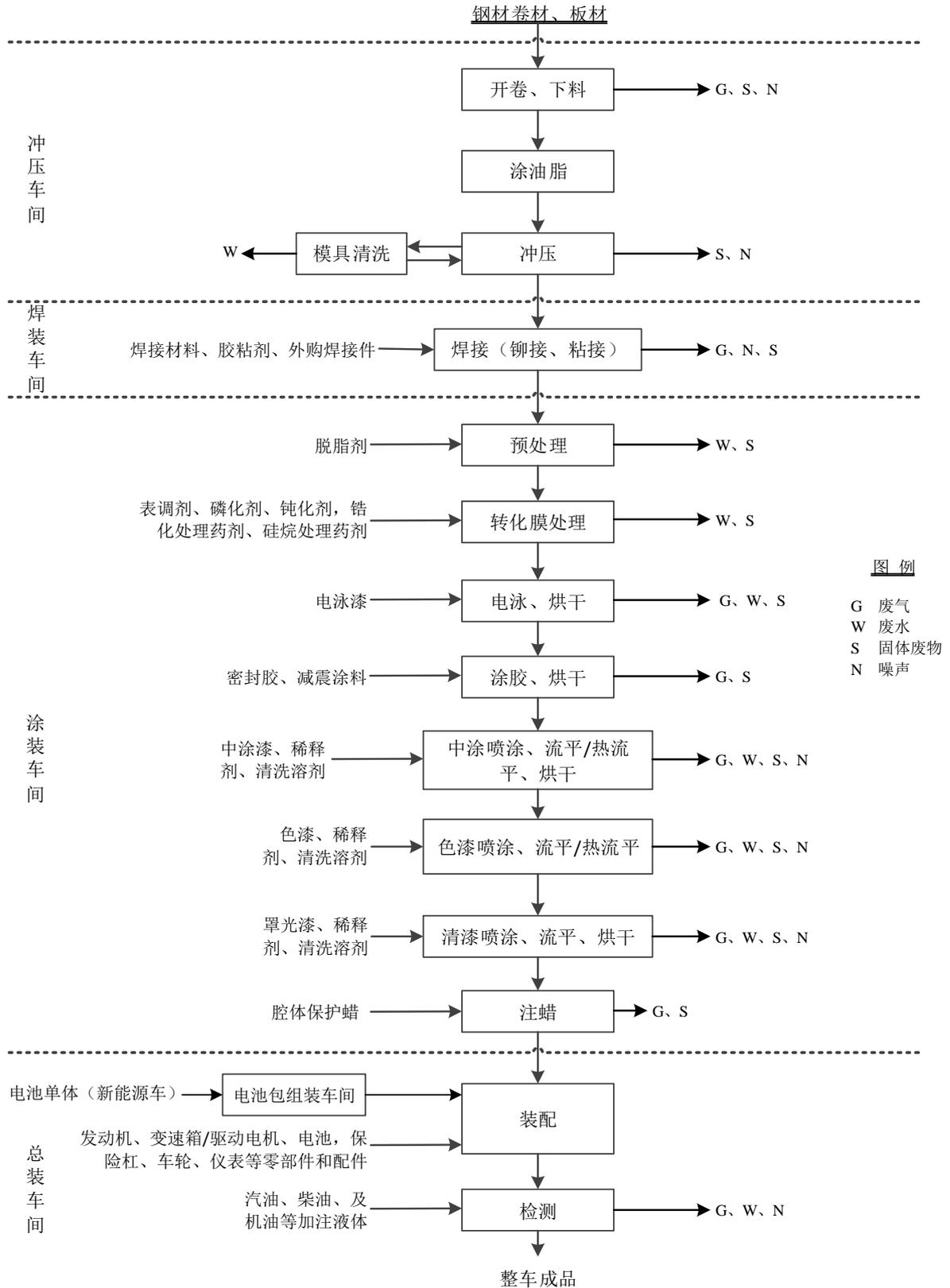


图 B.2 乘用车主要生产工艺及产污节点示意图

附录 C

(资料性附录)

汽车工业主要产品、零部件及配件生产工艺

C.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。下料包括钢板卷材开卷、校平和板材下料；焊接主要采用弧焊、激光焊和打磨等工艺；预处理一般采用化学脱脂工艺；转化膜处理可采用磷化、磷化+钝化、硅烷处理或钝化处理等工艺，磷化前采用表调剂处理使工件表面活化；涂装包括底漆电泳及烘干，涂胶（焊缝密封胶、车底涂料、阻尼涂料和裙边胶等），中涂、色漆喷涂、流平（溶剂型涂料）/热流平（水性涂料）、清漆喷涂、流平及烘干，车身涂层精饰精整、车身空腔发泡、注保护蜡和漆膜修补等过程；检测试验主要是车身密闭性试验，燃料汽车还包括尾气排放合规性检测。总装车间所需要的电池包由外购电池单体组装而成。汽、柴油等大宗产品加注液体在厂区设储罐贮存，由管道泵送总装车间加注机；小宗产品加注液体采用桶装，直供总装车间加注工位。

C.2 汽车底盘生产工艺

汽车底盘即非完整车辆，主要有二类汽车底盘（有驾驶室、无货箱）和三类汽车底盘（无驾驶室、无车身或货厢）。汽车底盘生产过程包括车架生产和底盘装配。车架生产包括下料、冲压、机械加工、焊接、铆接、预处理、转化膜处理、涂装和装配等工序，预处理一般采用化学脱脂工艺，涂装包括底漆电泳及烘干、面漆喷涂及烘干过程。底盘装配包括车架组装，在车架上依次安装发动机、变速箱、车桥、操纵机构、轮胎总成等传动、行驶、转向和制动装置等，整机调试和检测试验等内容。

C.3 载货汽车生产工艺

载货汽车由汽车底盘、驾驶室、车厢或货箱等装配而成。轻型载货汽车及中重型载货汽车驾驶室与乘用车生产工艺基本相同，仅涂装生产的喷涂体系有所不同。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、涂装和装配等工序。货箱生产过程包括下料、机械加工、焊接、预处理、涂装和装配等工序。预处理可采用机械预处理或化学预处理，机械预处理有抛丸清理、喷砂清理和砂轮打磨等形式。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喷涂、流平/热流平与烘干等过程。车厢采用成品板材时，涂装主要包括面漆、彩条漆喷涂和烘干过程。

C.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、检测试验等。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。预处理一般采用化学脱脂工艺。涂装包括底漆电泳或底漆喷涂、烘干，发泡，刮涂腻子，中涂漆、色漆、清漆和彩条漆的喷涂、流平/热

流平及烘干等过程。整车装配包括在车身基础上，依次安装发动机，变速箱（或电机、电池），车桥，座椅和内饰等。

C.5 专用汽车与专用挂车生产工艺

专用汽车与专用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、专用作业装置、液压和举升机构等的生产及与汽车底盘或牵引车的装配和调试等。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（台）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。预处理采用机械预处理。热处理主要有淬火、退火、回火和正火等工艺形式。树脂纤维加工包括罐体内壁树脂纤维糊制和衬胶等防腐层的施工等。涂装包括底漆喷涂及烘干、面漆喷涂及烘干过程。

C.6 汽车用发动机生产工艺

发动机生产过程包括机械加工、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缸体、缸盖、曲轴、凸轮轴和连杆等铸锻件毛坯或半成品零件加工成为成品零件，生产工艺包括干式机械加工、半干式机械加工和湿式机械加工及零件清洗等。热处理主要采用淬火、退火、回火、正火、渗碳、渗氮和碳氮共渗等工艺，淬火热处理采用的介质主要有淬火油、水（水溶液）和热浴（包括盐浴和碱浴）。产品性能检测试验有冷态试验和热态试验等形式。发动机缸体采用黑色金属铸件时需要涂装，预处理采用溶剂擦洗工艺，涂装包括面漆喷涂和烘干过程。

C.7 零部件及配件生产工艺

C.7.1 总成类部件主要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。预处理采用溶剂擦洗或化学脱脂工艺，涂装包括底漆电泳或喷涂、面漆喷涂、流平和烘干等过程。锻造主要采用胎模锻、模锻和平锻等工艺。

C.7.2 钎焊类部件生产过程主要包括铝（铜）带（板、管）材下料、冲压、焊接、预处理、装配和检测试验等工序。焊接主要采用钎焊工艺，预处理采用化学脱脂工艺，检测试验主要是密封性检测。

C.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/热流平和烘干等过程；内饰件涂装包括面漆喷涂和烘干过程。

C.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。下料即金属或合金的粉末制取，常用的工艺有机械法和物理化学法。冲压采用模压工艺。热处理主要采用熔渗处理工艺。

C.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。

附 录 D
(资料性附录)
汽车工业涂装类材料主要成分质量占比

表 D.1 汽车工业涂装类材料主要成分质量占比

序号	材料类型	主要组分质量占比/%		备注
		固体分	挥发分 ^a	
1	电泳涂料	16~22	0.5~2	
2	溶剂型底漆(金属件)	40~60	40~60	
3	溶剂型底漆(塑料件)	15~25	75~85	
4	溶剂型中涂漆	50~60	40~50	
5	溶剂型底色漆	18~45	55~82	
6	溶剂型本色面漆	40~50	50~60	
7	溶剂型清漆	47~54	46~53	
8	高固体分溶剂型中涂漆	55~70	30~45	
9	高固体分溶剂型底色漆	42~60	40~58	
10	高固体分溶剂型本色面漆	50~70	30~50	
11	高固体分溶剂型清漆	52~65	35~48	
12	水性中涂漆	45~55	5~12	
13	水性底色漆	16~40	12~17	
14	水性本色面漆	40~55	10~18	
15	水性清洗溶剂	—	3~20	仅适用于水性涂料喷枪及管道清洗
16	粉末涂料	>99	<1	
17	UV 固化涂料	90~95	5~10	
18	胶粘剂 ^b	>95	<5	包括涂装工序的焊缝密封胶、底涂涂料、阻尼涂料、裙边胶等

注 1: 均为即用状态。

注 2: 对于不同类型(如乘用车与载货汽车)和不同色系(如红色和白色)的产品涂装, 溶剂型涂料和高固体分溶剂型涂料主要组分质量占比的范围存在交叉情况。具体见 GB/T 38597。

^a 挥发分的主要成分是 VOCs。

^b 包括焊接、总装工序的黏合剂。

附录 E
(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 E.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	HCl	NH ₃	硫酸雾	温度/ ℃	相对湿度/ %		
下料	中厚板及型材下料	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	锻件表面清理	抛丸、滚筒、喷砂等清理设备	500~3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织
粉末冶金	金属粉末制取与成形等	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	—	—	—	—	—	微量	—	—	—	—	常温	—	有组织
		树脂纤维糊制	—	—	—	—	—	30~100	—	—	—	—	常温	—	有组织
机械加工	机械加工	干式机械加工	50~200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织
		半干式、湿式机械加工及零件清洗	—	10~50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—
焊接	弧焊、激光焊和打磨等	各种弧焊、激光焊接及工件打磨等处理	10~50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织
粘接、装配	粘接	粘接作业	—	—	—	—	—	微量	—	—	—	—	常温	—	无组织
热处理	整体热处理	淬火油槽	—	10~100	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织
	表面热处理	局部喷油淬火热处理	—	10~100	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织

续表

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	HCl	NH ₃	硫酸雾	温度/ ℃	相对湿度/ %		
热处理	化学热处理	表面渗硫	—	—	微量	—	微量	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
		表面渗氮	—	—	—	微量	—	—	—	微量	—	常温	—	有组织/无组织	
		表面渗碳、碳氮共渗等	—	—	—	微量	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
预处理	机械预处理	抛丸、喷砂清理和抛光处理	500~3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
		打磨作业	50~200	—	—	—	—	—	—	—	—	常温	—	有组织/无组织	
	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	电泳区通风	—	—	—	—	—	10~60	—	—	—	常温	>90	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	
	喷涂	无循环风的水性涂料喷涂	5~20	—	—	—	—	—	10~30	—	—	—	20~30	>60	有组织
		无循环风的溶剂型涂料/ 高固体分溶剂型涂料喷涂	5~20	—	—	—	—	—	30~200	—	—	—	20~30	>60	有组织
	流平	高固体分溶剂型涂料、溶剂型涂料流平	—	—	—	—	—	50~450	—	—	—	20~30	>60	有组织	
	热流平	水性涂料热流平	—	—	—	—	—	20~200	—	—	—	60~80	>80	有组织	
	烘干	电泳、胶、中涂和面漆等烘干	—	—	—	—	—	200~1 000	—	—	—	120~180	—	有组织	
	其他	调漆间通风	—	—	—	—	—	5~50 ^a	—	—	—	常温	—	有组织	
注蜡、漆膜修补		—	—	—	—	—	5~30	—	—	—	—	—	有组织		
湿式漆雾分离除渣、工装 载具清洗		—	—	—	—	—	—	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 ^b	5~30	—	—	50~600	—	20~120	—	—	—	100~600	—	有组织	
公用工程	工业炉窑	燃油、燃气加热炉	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 E.3 汽车工业固体废物参考一览表

序号	固体废物名称	产生环节及具体固体废物种类	是否属于危险废物名录 ^a 规定的危险废物	需要进行鉴别的危险特性 ^b	危险废物代码	说明
1	金属废料	下料、冲压过程产生的金属废料及干式机械加工过程产生的金属切屑	否	—	—	
2	湿金属切屑	使用切削油或切削液进行机械加工过程中产生的含矿物油金属切屑及零件清洗过程产生的含矿物油的金属切屑	是	—	HW09	
3	脱水金属切屑	湿金属切屑经压榨、压滤、过滤除油达到静置无滴漏的金属切屑	是	—	HW09	利用豁免
4	废切削液	湿式机械加工工艺车、铣、刨、磨等过程产生的废油/水、烃/水混合物或乳化液	是	—	HW09	
5	含切削液的废滤料	切削液过滤系统产生的废过滤材料	否	T/I	—	
6	废溶剂油	机械设备定期维护保养及维修产生的废弃煤油、柴油、汽油及其他废溶剂油	是	—	HW08	
7	废矿物油	冲压、机械加工工序零件清洗，湿式机械加工过程切削液过滤、化学脱脂等过程产生的废矿物油，珩磨、研磨、打磨过程产生的废矿物油及油泥，废切削液超滤、减压蒸发处置等过程产生的废矿物油、油泥	是	—	HW08	
8	废防锈油	机械加工零件表面防锈处理产生的废防锈油	是	—	HW08	
9	废机油	机械设备定期维护保养及维修产生的废机油	是	—	HW08	
10	废润滑油	机械设备定期维护保养及维修产生的废发动机油、制动器油、自动变速器油、齿轮油等废润滑油	是	—	HW08	
11	废液压油	机械设备定期维护保养及维修产生的废液压油	是	—	HW08	
12	含矿物油废物	化学脱脂槽液过滤系统产生的废过滤材料、废渣，机械加工、装配工序工件擦洗、设备及模具定期维护保养及维修产生的含油抹布、擦料等，生产过程中产生的沾染矿物油的废手套、工作服等	是	—	HW08	
13	废石蜡	车身腔体注蜡过程产生的废石蜡	是	—	HW08	
14	含油污泥	冲压、粉末冶金、湿式机械加工、热处理、化学脱脂、装配、检测试验等工序含油废水处理中隔油、气浮、沉淀等处理过程中产生的浮渣和污泥（不包括废水生化处理污泥）	是	—	HW08	
15	高浓度脱脂废液	化学脱脂工艺废弃的脱脂废槽液	是	—	HW08	
16	石棉废物	车辆制动器衬片生产过程中产生的石棉废物	是	—	HW36	
17	废焊丝、焊料	焊接过程产生的废焊丝、废焊料、废焊剂	否	T	—	
18	废钎焊材料	焊接工序钎焊工艺产生的废钎料	否	T	—	
19	废胶粘剂 1	焊接、涂装、装配等工序粘接、密封等工艺产生的本体型或溶剂型废胶粘剂（密封胶、黏合剂等）	是	—	HW13	
20	废胶粘剂 2	焊接、涂装、装配等工序粘接、密封等工艺产生的水基型或热熔型废胶粘剂（密封胶、黏合剂等）	否	T		

续表

序号	固体废物名称	产生环节及具体固体废物种类	是否属于危险废物名录 ^a 规定的危险废物	需要进行鉴别的危险性 ^b	危险废物代码	说明
21	废树脂 1	树脂纤维加工工序糊制工艺产生的不含 VOCs 的废树脂材料	否	T	—	
22	废树脂 2	使用酸、碱或有机溶剂清洗容器设备剥离下的树脂状、粘稠杂物	是	—	HW13	
23	废树脂 3	工业废水处理及以工业废水为水源进行资源化利用过程中产生的废弃离子交换树脂	是	—	HW13	
24	废树脂 4	采用离子交换装置，以城市供水作为水源制备饮用水、工业纯水和锅炉软化水过程产生的废弃离子交换树脂	否	T	—	
25	热处理含氰废物	使用氰化物进行金属热处理产生的淬火池残渣、淬火废水处理污泥，含氰热处理炉维修过程中产生的废内衬，热处理渗碳炉产生的热处理渗碳氰渣，金属热处理工艺盐浴槽（釜）清洗产生的含氰残渣和含氰废液，氰化物热处理和退火作业过程中产生的残渣	是	—	HW07	
26	废酸 1	酸洗预处理废弃的酸洗废液	是	—	HW17	
27	废酸 2	转化膜处理工序磷化工艺管道清洗维护产生的废酸	是	—	HW34	
28	高浓度含镍废水	转化膜处理工序含镍磷化工艺废弃的磷化废槽液	是	—	HW17	
29	磷化渣及含镍滤料	转化膜处理工序含镍磷化槽液过滤系统产生的磷化渣、含镍废过滤材料	是	—	HW17	
30	含镍污泥	含镍废水处理产生的废水处理污泥	是	—	HW17	
31	含铬污泥	转化膜处理含铬钝化工艺含铬废水处理产生的废水处理污泥	否	T	—	
32	含氟污泥	转化膜处理锆化、硅烷处理工艺产生的含氟废物及废水处理产生的废水处理污泥	否	C/T	—	
33	废溶剂型涂料	溶剂型涂料、高固体分溶剂型涂料调漆、输送、喷涂等过程产生的废涂料	是	—	HW12	
34	废有机溶剂	采用有机溶剂清洁设备及喷漆室产生的废溶剂等	是	—	HW06	
35	溶剂型涂料废物	溶剂型涂料、高固体分溶剂型涂料喷涂时，含 VOCs 废气漆雾处理（含漆雾精密过滤）产生的废物，如湿式喷漆室漆雾分离产生的含水漆渣，石灰石粉过滤产生的废石灰石粉、废过滤材料，纸盒过滤产生的废纸盒、废过滤材料	否	T	—	
36	废有机溶剂	采用有机溶剂擦洗工件、清洗输漆管路及喷枪、清洁设备等过程产生的废有机溶剂，调漆、喷涂等过程产生的废稀释剂	是	—	HW06	
37	含有机溶剂废物 1	废有机溶剂蒸馏再生过程中产生的高沸物和釜底残渣	是	—	HW06	
38	含有机溶剂废物 2	VOCs 污染治理系统产生的废活性炭、废分子筛	是	—	HW49	
39	含有机溶剂废物 3	VOCs 污染治理系统产生的废陶瓷蓄热材料	否	C/T	—	
40	废水性涂料	水性涂料调漆、输送、喷涂等过程产生的废涂料	否	T/I	—	
41	废水性清洗溶剂 1	采用水性清洗溶剂擦洗工件、清洗输漆管路及喷枪产生的水性清洗溶剂	否	根据具体物质判定是否需要鉴别	—	

续表

序号	固体废物名称	产生环节及具体固体废物种类	是否属于危险废物名录 ^a 规定的危险废物	需要进行鉴别的危险特性 ^b	危险废物代码	说明
42	废水性清洗溶剂 2	清洁设备及喷漆室等过程产生的废水性有机溶剂	否	根据具体物质判定是否需要鉴别	—	
43	水性涂料废物	水性涂料喷涂时, 含 VOCs 废气漆雾处理 (含漆雾精密过滤) 产生的废物, 如湿式喷漆室漆雾分离产生的含水漆渣, 石灰石粉过滤产生的废石灰石粉、废过滤材料, 纸盒过滤产生的废纸盒、废过滤材料	否	T	—	
44	含汞废物	生产过程中产生的废含汞荧光灯管和其他废含汞电光源	是	—	HW29	
45	废电池单体及废电池包	电池组装过程产生的废电池单体及废电池包	否	根据具体物质判定是否需要鉴别		
46	废铅蓄电池	装配、公用工程充电间产生的废铅蓄电池	是	—	HW49	
47	废催化剂	燃油、燃气加热炉烟气脱硝及发动机试验尾气脱硝产生的废催化剂	是	—	HW50	运输豁免
48	工业烟 (粉) 尘、除尘废过滤材料	下料、焊接、机械预处理、干式机械加工等含尘废气净化系统收集的烟 (粉) 尘, 含尘废气净化系统及车间集中空调系统产生的废滤料 (滤袋、滤筒等)	否	根据具体物质判定是否需要鉴别	—	
49	煤灰渣	燃煤工业炉窑产生的煤灰渣	否	—	—	
50	混合废水、综合废水处理污泥 1	混合废水 (来源于水性涂料喷涂、电泳过程的废水除外)、综合废水处理过程产生的浮渣和污泥	是	—	HW49	
51	混合废水、综合废水处理污泥 2	混合废水 (仅来源于水性涂料喷涂和电泳过程)、综合废水产生的浮渣和污泥	否	T	—	
52	废水处理的废活性炭	废水处理产生的废活性炭	否	T/C/R	—	
53	废弃包装物及容器 1	含有或沾染毒性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质	是	—	HW49	
54	废弃包装物及容器 2	不含有或未沾染毒性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质	否	—	—	
55	废电路板、电子插件	电池包组装过程产生的废电路板、电子插件	是	—	HW49	运输豁免
56	热解处置固体残渣及飞灰	漆渣及含涂料废物等固体废物热解产生的底渣、除尘系统收集的飞灰、烟气处理产生的废活性炭及废水处理产生的污泥	是	—	HW18	

^a 指《国家危险废物名录》。

^b 指按照 GB 5085 和 HJ 298 规定的方法对固体废物的危险特性 (T: 毒性、C: 腐蚀性) 进行鉴别。

^c 混合废水指由各工序生产废水组成的废水, 综合废水指含有生活污水的混合废水。

附录 F

(资料性附录)

汽车工业涂装工序喷涂体系主要工艺组成

表 F.1 汽车工业涂装工序喷涂体系主要工艺组成一览表

喷涂工艺 (喷涂体系(涂料组合))	中涂(底漆 ^a 或色漆 ^{1b})			色漆 ^c			清漆		彩条	
	涂料	热流平	烘干	涂料	热流平	烘干	涂料	烘干	涂料	烘干
紧凑型 3C1B (WWS)	W	—	—	W	●	—	S	●	—	—
3C1B (WWS)	W	●	—	W	●	—	S	●	—	—
3C1B (HHH)	H	—	—	H	—	—	S	●	—	—
3C1B (SSS)	S	—	—	S	—	—	S	●	—	—
3C2B (WWS)	W	—	●	W	●	—	S	●	—	—
3C2B (SWS)	S	—	●	W	●	—	S	●	—	—
3C2B (HHS)	H	—	●	H	—	—	S	●	—	—
3C2B (SSS)	S	—	●	S	—	—	S	●	—	—
2C1B (WS)	—	—	—	W	●	—	S	●	—	—
2C1B (HS)	—	—	—	H	—	—	S	●	—	—
1C1B (H)	—	—	—	H	—	●	—	—	—	—
mCnB (WWSS)	W	—	●	W	—	●	S	●	S	●
mCnB (HHHH)	H	—	●	H	—	●	H	●	H	●
mCnB (WSSS)	W	—	●	S	—	●	S	●	S	●

注：“●”表示有此工艺，“—”表示无此工艺；W——水性涂料、H——高固体分溶剂型涂料、S——溶剂型涂料。

^a 适用于保险杠等车身外观零部件。

^b 适用于紧凑型 3C1B (WWS) 喷涂体系，色漆 1 兼有中涂和色漆的功能。

^c 含本色面漆，使用本色面漆时无清漆喷涂。

附录 G

(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 G.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

可行技术序号	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		N1 类载货汽车, N2、N3 类载货汽车 (不含驾驶室)	
					中涂	色漆	清漆	电泳	各喷涂涂层及密涂胶	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	√ ^f	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 (HHH)	√	√	√	√	√	√	√	38~80	5~14	60~126	8~22	80~168	11~29
6	√ ^f	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 (HHS)	√	√	√	√	√	√	√	42~75	5~13	66~116	8~20	87~154	11~27
12	√	1C1B (S)	√	√	—	√	—	√	√	/	/	42~75	6~17	55~100	8~23
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
16	√	3C2B (SSS) ^g	√	√	√	√	√	√	√	56~112	8~22	88~177	13~35	118~236	17~46

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。

注 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 3 500 kg 的载货汽车。

N2 类车指最大设计总质量超过 3 500 kg, 但不超过 12 000 kg 的载货汽车。

N3 类车指最大设计总质量超过 12 000 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。

^f 对树脂类车身零部件, 无此工艺。

^g 传统涂装喷涂体系及涂料类型。

表 G.2 客车产品单位涂装面积 VOCs 产生和排放水平

可行 技术 序号	预防技术				治理技术					M2、M3 车身 VOCs 产生和排放水平/ (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		产生量	排放量 ^g
					底漆 ^f /中涂	色漆	清漆	电泳	各喷涂涂层及 密涂胶		
1	√	mCnB (WWSH)	√	√	×	×	×	√	√	38~85	15~43
2	√	mCnB (WWSS)	√	√	×	×	√	√	√	40~95	11~38
3	√	mCnB (WWSS)	√	√	×	×	×	√	√	40~95	18~50
4	√	mCnB (HHHH)	√	√	√	√	√	√	√	50~112	12~38
5	√	mCnB (WSSH)	√	√	×	√	√	√	√	50~120	16~60
6	√	mCnB (WSSS)	√	√	×	√	√	√	√	55~130	17~67
7	√	mCnB (HSSH)	√	√	√	√	√	√	√	65~150	17~56
8	√	mCnB (SHSS)	√	√	√	√	√	√	√	70~165	20~64

注 1: mCnB (SHSS) 表示多涂层多烘干喷涂体系。
 注 2: “√”表示有此工序且采取相应的污染预防技术或污染治理技术,“×”表示有此工序但未采取相应的污染预防技术或污染治理技术。
 注 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 5 000 kg 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 5 000 kg 的载客汽车。

^a 适用生产能力大于 5 000 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 底漆采用喷涂工艺,适用年产能小于 5 000 台的涂装生产线。
^g 客车涂装面积以车身电泳面积计算;表中排放量为彩条漆涂层 VOCs 未治理情形下的数据。