

# 浙江省挥发性有机物污染防治可行技术指南

## 金属材料

浙江省生态环境厅

2021年11月

# 目次

前 言 .....	1
1 适用范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 生产工艺与 VOCs 产排情况.....	5
5 污染预防技术.....	6
6 污染治理技术.....	7
7 环境管理措施.....	9
8 VOCs 污染防治可行技术.....	11
附录 A.....	13
附录 B.....	15

# 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》《浙江省大气污染防治条例》，防治挥发性有机物(VOCs)污染,推动金属材料制造业污染防治技术进步,制定本指南。

本指南以当前技术发展和应用状况为依据,可作为浙江省金属材料制造业 VOCs 污染防治工作的参考技术资料。

本指南由浙江省生态环境厅组织制定。

本指南起草单位:浙江省生态环境科学设计研究院、杭州市生态环境科学研究院。

## 1 适用范围

本指南适用于金属卷材、管材、型材生产过程中产生的挥发性有机物污染控制，并供其他类型金属材料生产过程中产生的挥发性有机物污染控制参考。上述金属卷材、管材、型材制造，按 GB/T 4754-2017，行业类别属于金属结构制造（C3311）、建筑装饰及水暖管道零件制造（C3352）、金属表面处理及热处理加工（C3360）。

## 2 规范性引用文件

本指南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指南。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)适用于本指南。

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 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB/T 4754	国民经济行业分类
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB/T 16758	排风罩的分类及技术条件
GB/T 38597	低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求
HJ 944	排污单位环境管理台账及排污许可证执行报告技术规范总则（试行）
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 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/T 397	固定源废气监测技术规范
AQ/T4274	局部排放设施控制风速检测与评估技术规范
DB 33/2146	工业涂装工序大气污染物排放标准

## 3 术语和定义

下述术语和定义适用于本指南。

### 3.1 金属材料

金属经冶炼及各种加工制成的具有一定截面形状和几何尺寸的材料。

### 3.2 金属卷材

横断面呈矩形，厚度均的（铝>0.2mm，铜>0.15mm）轧制产品，通常边部经过纵切，并成卷交货，厚度不大于宽度的 1/10，也称为带材。由符合上述定义的卷材加工而成的波纹状产品、花纹状产品（表面有沟槽、筋、方格、豆状或棱格形花纹等）、包覆产品、边部经整修和表面打孔的产品，均称为卷材。

### 3.3 金属管材

铁或钢以及具有一定强度和韧性的金属材料通过挤压或挤压后拉伸获得，也可以体通过板材进行焊接获得管材产品。沿其纵向全长，有一个或多个封闭通孔，壁厚、横断面均匀一致的空心加工产品，并呈直线状或成卷交货。由符合上述定义的管材经弯曲、车螺纹、钻孔、减径和加工成圆锥形的空心产品，均称为管材。

### 3.4 金属型材

铁或钢以及具有一定强度和韧性的金属材料通过轧制、挤出、铸造等工艺制成的具有一定几何形状的物体。型材产品沿其纵向全长，横断面均一，且横断面形状不同于棒材、管材、线材、板材或带材，并呈直线形交货，横断面形状符合上述定义但不均一的产品，也称型材，即变断面型材。

### 3.5 涂装

将涂料涂覆于基底表面形成具有防护、装饰或特定功能的涂层过程，又叫涂料施工。

### 3.6 工业涂装工序

工业生产中涂料调配、表面预处理（脱脂、除旧漆、打磨等）、涂覆（含底涂、中涂、面涂、罩光等）、流平、干燥/固化等环节的生产工序。

### 3.7 固化

由于热作用、化学作用或光作用产生从涂料形成所要求性能连续涂层的缩合、聚合或自氧化过程。

### 3.8 喷涂

将涂料雾化并射向工件表面进行涂装的方法。

### 3.9 淋涂

将涂料喷淋或流淌过工件表面的涂装方法。

### 3.10 辊涂

利用蘸涂料的辊子在工件表面上滚动的涂装方法。

### 3.11 干燥

涂层从液态向固态变化的过程。

### 3.12 溶剂型涂料

以有机溶剂为介质的涂料（或用有机物作为溶剂的涂料）。、

### 3.13 水性涂料

完全或主要以水为介质的涂料。

### 3.14 辐射固化涂料

通过辐射固化方式固化的一类涂料，如，紫外光（UV）固化涂料、电子束（EB）固化涂料等。

### 3.15 粉末涂料

不含溶剂的粉末状涂料。

### 3.16 即用状态

原料调配好后，即可用于涂装作业的状态。

### 3.17 挥发性有机物（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。

### 3.18 密闭

污染物质不与环境空气接触，或通过密封材料、密封设备与环境空气隔离的状态或作业方式。

### 3.19 密闭空间

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。

### 3.20 污染预防技术

为减少污染物排放，在生产过程中采用避免或减少污染物产生的技术。

### 3.21 污染治理技术

在污染物产生后，为了消除或者降低对环境的影响而采用的处理技术。

### 3.22 环境管理措施

企事业单位内，为实现污染物有效预防和控制而采取的管理方法和措施。

### 3.23 污染防治可行技术

根据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、环境管理措施，使污染物排放稳定达到污染物排放标准、规模应用的技术。

## 4 生产工艺与 VOCs 产排情况

### 4.1 生产工艺

金属材料生产过程中的 VOCs 主要来源于金属表面涂装工序。金属材料表面涂装工序一般由涂料调配、表面预处理（脱脂、除旧漆、打磨等）、涂覆（含底涂、面涂等）、流平、干燥/固化等环节组成。其中常见的表面预处理工序包括表面除锈、喷砂、脱脂、水洗、酸化、磷化等；常见的涂覆作业方式包括喷涂、辊涂、粉末涂装等类别；常见的干燥/固化方式包括自然晾干、烘干、辐射固化等。

浙江省金属材料表面涂装产品类别众多，典型产品类别有彩钢、金属管、钢结构等，各典型工艺流程详见附录 A。

### 4.2 VOCs 产排特征

工业涂装过程 VOCs 主要来源于涂料、稀释剂、固化剂、清洗剂等原辅材料中的有机溶剂组分挥发，主要排放环节包括：

#### （1）涂料调配

涂料和稀释剂在送至生产线前，需要根据产品需要进行调配，调配一般在密闭间内进行，使用搅拌机进行混合，期间会散发 VOCs 废气。

#### （2）涂覆

将调配好的涂料在涂装室涂覆在基材表面的过程产生 VOCs，VOCs 产排特征与涂覆方式紧密相关。以典型的空气喷涂法为例，在此过程中涂料从喷嘴喷出，形成漆雾，飞落至基材表面，由于喷涂法的涂料利用率较低，大量固体成膜物质与溶剂未附着于基材，形成 VOCs 与固体颗粒物混合的废气。辊涂等涂覆方式一般在密闭空间进行，涂料利用率较高，产生颗粒物较少，废气风量较小。

#### （3）干燥

表面均匀涂覆了涂料涂层的基材在干燥过程中，基材表面的剩余溶剂全部挥发，形成 VOCs 废气。VOCs 产生量一般大于涂料调配、涂装工序的产生量。固化干燥产生的 VOCs

废气风量稳定、VOCs 浓度高，自然晾干产生的 VOCs 废气风量大、VOCs 浓度较低。

## 5 污染预防技术

### 5.1 原辅料替代技术

#### 5.1.1 水性涂料替代技术

适用于底面或不易接触室外环境材料金属涂料的替代，常见的水性涂料包括水性环氧漆、水性丙烯酸漆、水性聚氨酯漆等。采用水性涂料替代溶剂型涂料，VOCs 产生量一般可减少 80% 以上。

#### 5.1.2 粉末涂料替代技术

适用于钢管、钢结构等领域涂料替代。使用高压静电把粉末涂料沉积附着到基板上涂装，粉末涂料的喷涂过程 VOCs 产生量很少。

#### 5.1.3 无溶剂涂料替代技术

适用于钢结构等领域涂料替代腐蚀等级为 C4、C5 和 CX 的环境。

### 5.2 设备或工艺革新技术

#### 5.2.1 高压无气喷涂技术

高压无气喷涂技术适用于传统空气喷涂的替代。使用高压柱塞泵，直接将油漆加压，形成高压力的油漆，喷出枪口形成雾化气流作用于基材。与传统的空气喷涂相比，高压无气喷涂提高了涂料利用率，可降低涂料使用量，从源头减少 VOCs 排放。

#### 5.2.2 静电喷涂技术

静电喷涂技术适用于金属材料表面的涂装，且要求涂料电阻率较低。静电喷涂是指利用电晕放电原理使雾化涂料在高压直流电场作用下荷负电，并吸附于荷正电基底表面放电的涂装方法。静电喷涂设备由喷枪、喷杯以及静电喷涂高压电源等组成。静电喷涂的涂料利用率可达到 80% 以上，涂料使用量显著减少。

#### 5.2.3 流水线自动涂装技术

流水线自动涂装适用于金属管道等形状较为规则的基材表面涂覆，涂装方式可采用喷涂、辊涂等。自动化涂装线的涂料利用率高，且有利于 VOCs 收集治理，无组织排放较少。涂装过程自动化后可实现部分废气内循环，达到“减风增浓”的效果。

#### 5.2.4 密闭伸缩（移动）房喷涂密闭技术

密闭伸缩（移动）房喷涂密闭技术适用于钢结构等构件较大、人工操作频繁、形状不规

则的基材表面涂覆,该装备适应大型工件需吊装码放的特点,妥善解决了涂装过程密闭问题,有利于 VOCs 精准收集,大幅削减了涂装废气量。

## 6 污染治理技术

### 6.1 一般原则

应加强对涂装生产工序废气的收集,减少 VOCs 无组织排放。VOCs 无组织废气的收集和控制应符合 GB 37822 的要求,废气收集技术可参考附录 B。

烘干等高浓度 VOCs 废气,优先采用烘干工艺炉焚烧等技术实现对废气中的 VOCs 热能回收利用,不具备工艺炉焚烧的,可采用催化燃烧、热力燃烧等治理技术实现达标排放及 VOCs 减排。

涂覆等中、低浓度 VOCs 废气,优先采用吸附浓缩-燃烧技术处理,其中,喷涂废气优先采用水帘、水旋、喷淋及干式过滤等措施有效去除漆渣。

含非水溶性 VOCs 的废气不得仅采用水或水溶液洗涤吸收方式处理,原则上禁止将烘干废气与喷涂废气混合处理。

末端治理设施应按照相关技术规范要求进行设计、建设与管理,相关技术规范包括但不限于 HJ 1093、HJ2000、HJ 2026、HJ 2027、HJ/T 397 等。

生产或使用 VOCs 物料的工序,如不符合国家有关低 VOCs 含量产品规定,当收集的废气中非甲烷总烃初始排放速率 $\geq 2$  kg/h 时,配置 VOCs 治理设施的处理效率不应低于 80%。行业排放标准中有更严的处理效率要求的,从严执行。

### 6.2 吸附法

该技术利用吸附剂(活性炭、活性炭纤维、分子筛等)吸附废气中的 VOCs,使之与废气分离,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。工业涂装工序常用的吸附技术为固定床吸附技术和旋转式吸附技术。以活性炭为吸附剂的宜采用颗粒炭,不建议年溶剂型原辅料使用量大于 5 吨的企业采用一次性活性炭吸附抛弃法。采用吸附处理技术的含尘、含气溶胶、高湿、高温废气,应事先采用高效除尘装置、除雾装置、冷却装置等进行预处理。

#### 6.2.1 固定床吸附技术

该技术适用于调漆、涂覆、流平、晾干工艺废气的治理。吸附过程中吸附剂床层处于静止状态,对废气中的 VOCs 进行吸附分离。工业涂装工序一般使用活性炭、分子筛(沸石)作为吸附剂。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  $1 \text{ mg/m}^3$ ，温度宜低于  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ，相对湿度（RH）宜低于 80%。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，不宜采用活性炭吸附技术。该技术的技术参数应满足 HJ 2026 的相关要求。活性炭吸附材料通过解吸而循环利用，脱附的 VOCs 可通过冷凝技术进行回收或通过燃烧技术进行销毁。

### 6.2.2 旋转式吸附技术

该技术适用于工况相对连续稳定的工艺产生的中低浓度涂装废气处理。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、转筒（塔）式。工业涂装工序一般使用分子筛作为吸附剂，用于低浓度 VOCs 废气的预浓缩，脱附废气一般采用催化燃烧或蓄热燃烧技术进行治理。入口废气颗粒物浓度宜低于  $1 \text{ mg/m}^3$ ，温度宜低于  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ，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。转轮中沸石分子筛含量不宜低于 50%（wt%），设计风速不宜高于  $3.5 \text{ m/s}$ ，转轮厚度不宜低于 400mm。

## 6.3 燃烧法

通过热力燃烧或催化燃烧的方式，使废气中的 VOCs 反应转化为二氧化碳、水等物质，简称燃烧技术，工业涂装工序常用的燃烧技术包括热力燃烧技术（TO）、蓄热燃烧技术（RTO）、催化燃烧技术（CO）、蓄热催化燃烧技术（RCO）。处理含腐蚀性废气，应采用高效水喷淋装置、化学喷淋吸收装置等进行预处理。应控制进入燃烧系统的废气中卤化物的含量，可采用大孔树脂吸附等工艺进行预处理。

### 6.3.1 热力燃烧技术（TO）

该技术适用于烘干工艺废气的治理。该技术采用燃烧的方法使废气中的 VOCs 反应转化为二氧化碳、水等物质。该技术产生的高温废气宜进行热能回收，并用于烘干工序。

### 6.3.2 蓄热燃烧技术（RTO）

该技术适用流水线自动涂装+减风增浓后的工艺废气的治理。采用燃烧的方法使废气中的 VOCs 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。工业涂装工序采用的典型治理技术路线为“沸石转轮吸附浓缩-RTO”。无组织废气收集后，宜采用吸附技术进行预浓缩，再经 RTO 治理。采用固定换热床的 RTO 装置宜设计不少于三室，技术参数应满足 HJ 1093 的相关要求。

### 6.3.3 催化燃烧技术（CO）

该技术适用于烘干工序废气的治理。在催化剂作用下，废气中的 VOCs 反应转化为二氧

化碳、水等物质。该技术反应温度低、不产生热力型氮氧化物。工业涂装工序采用的典型治理技术路线为“活性炭/固定床分子筛/沸石转轮吸附浓缩-CO”。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。

#### 6.4 喷淋吸收法

该技术适用于喷漆工艺废气的预处理。使废气中的污染物与吸收剂充分接触，作为除漆雾预处理的手段之一。

水喷淋吸收技术还适用于水溶性污染物废气的治理。利用醇类、醚类等组分易溶解于水的特点，在废气通过水喷淋塔时，吸收易溶解组分，达到净化目的。

### 7 环境管理措施

#### 7.1 一般原则

企业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。

新建、改建、扩建项目应优先使用水性涂料、辐射固化涂料、粉末涂料等污染物产生水平较低的涂料。

规范涂料、稀释剂、固化剂、清洗剂等含 VOCs 化学品的储存。对所有有机溶剂和含有有机溶剂的原辅料采取密封储存，属于危化品的管理应符合危化品储存相关规定。

#### 7.2 环境管理制度

企业应按照 HJ 944 的要求建立台账，记录含 VOCs 原辅材料的名称、采购量、使用量、回收量、废弃量、去向、VOCs 含量，污染治理设施的工艺流程、设计参数、投运时间、启停时间、温度、风量，过滤材料更换时间和更换量，吸附剂脱附周期、更换时间和更换量，催化剂更换时间和更换量，以及溶剂回收量等信息。台账保存期限不少于五年。

#### 7.3 无组织排放控制措施

涂料、稀释剂、固化剂、清洗剂等 VOCs 物料密闭储存。盛装 VOCs 物料的容器或包装袋应密闭储存于室内，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，保持封闭。

废涂料、废稀释剂、废清洗剂、废漆渣、废活性炭等含 VOCs 废料（渣、液）以及 VOCs 物料废包装物等危险废物密封储存于危废贮存场所。

涂料、稀释剂、固化剂等 VOCs 物料的调配过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，

并设置专门的密闭调配间，调配废气应排至 VOCs 废气收集处理系统；无法密闭的，应采取局部气体收集措施，废气应排至 VOCs 废气收集处理系统。

含 VOCs 物料转运和输送应采用密闭管道或密闭容器等，涂料用量大的企业宜采用集中供料系统，彩钢板、管道等稳定流水线涂装作业宜采用集中供料系统。无集中供料系统的辊涂等作业应采用密闭的泵送供料系统及涂料回流系统。涂装作业结束应将剩余的所有涂料及含 VOCs 的辅料送回调配间或储存间。

所有涂装作业应在设置 VOCs 收集系统的密闭空间内进行。

#### 7.4 污染治理设施的运行维护和监测监控

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 DB33/2146、GB 16297、GB 37822、GB 14554 等的要求，有更严格国家标准、行业标准发布的，从严执行。

企业应按照 GB/T 16157 技术规范的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台和排污口标志。

环保设施应先于其对应的生产设施运转，后于对应设施关闭，保证在生产设施运行波动情况下仍能正常运转，实现达标排放。产生大气污染物的生产工艺和装置需设立局部或整体气体收集系统和净化处理装置，集气方向应与污染气流运动方向一致。

废气燃烧装置应按设计温度运行，并安装燃烧温度连续监控系统。采用一次性活性炭吸附技术的，应定期更换活性炭，废旧活性炭应及时再生或处理处置。

严格执行 HJ 942、HJ 1086 等规定的自行监测管理要求。

纳入重点排污单位名录的，排污许可证中规定的主要排污口安装自动监控设施。

限产、停产、检修等非正常工况下，应保证自动监控设施正常运行。

## 8 VOCs 污染防治可行技术

VOCs 污染防治可行技术见表 8.1。

表 8.1 VOCs 污染防治可行技术

产品类型	预防技术	治理技术	技术适用范围
	水性涂料替代技术	/	适用于彩钢辊涂正面二涂漆的底漆或背面漆替代
	粉末涂料替代技术	/	适用于卷材表面涂装
	/	固化炉烘干一体化技术	适用于彩钢烘干工序VOCs污染高效治理
	/	喷淋吸收技术	适用于水溶性VOCs治理
	/	多级过滤（仅针对喷涂废气）+沸石转轮吸附浓缩-RTO 技术	适用于辊涂涂覆工序VOCs污染高效治理
	/	多级过滤（仅针对喷涂废气）+活性炭/固定床分子筛/沸石转轮吸附浓缩-CO	适用于辊涂涂覆工序VOCs污染高效治理
管材	水性涂料替代技术	/	适用于管材内外表面涂装
	粉末涂料替代技术	/	适用于管材内外表面涂装
	高压无气喷涂技术	/	适用于传统空气喷涂的替代
	静电喷涂工艺技术	/	适用于具备流水线的喷涂作业
	流水线自动涂装技术+减风增浓	RTO技术	适用于形状较为规则的金属管道基材表面涂覆，部分废气内循环，削减风量，提高排放废气浓度，减风增浓后的VOCs污染RTO高效治理
	/	CO技术	适用于烘干工序VOCs污染治理
	/	多级过滤（仅针对喷涂废气）+沸石转轮吸附浓缩-RTO技术	适用于涂覆工序VOCs污染高效治理
	/	多级过滤（仅针对喷涂废气）+活性炭/固定床分子筛/沸石转轮吸附浓缩-CO	适用于涂覆工序VOCs污染治理
	水性涂料替代技术	/	适用于较规则型材表面涂装

产品类型	预防技术	治理技术	技术适用范围
型材	粉末涂料替代技术	/	适用于较规则型材表面涂装
	无溶剂涂料替代技术	/	适用于防腐等级C4及以上的钢结构等型材的涂装替代
	高压无气喷涂技术(含双进料高压喷涂等)	/	适用于传统空气喷涂的替代
	静电喷涂工艺技术	/	适用于具备流水线的喷涂作业
	密闭伸缩(移动)房喷涂密闭	/	适用于钢结构等构件较大、人工操作频繁、形状不规则的基材表面涂覆,该装备适应大型工件需吊装码放的特点,妥善解决了涂装过程密闭收集问题
	/	多级过滤(仅针对喷涂废气)+沸石转轮吸附浓缩-RTO技术	适用于涂覆及晾干等非烘干工序VOCs污染高效治理
	/	多级过滤(仅针对喷涂废气)+活性炭/固定床分子筛/沸石转轮吸附浓缩-CO	适用于涂覆及晾干等非烘干工序VOCs污染治理

## 附录 A

(资料型附录)

### 典型金属材料表面涂装工序工艺流程

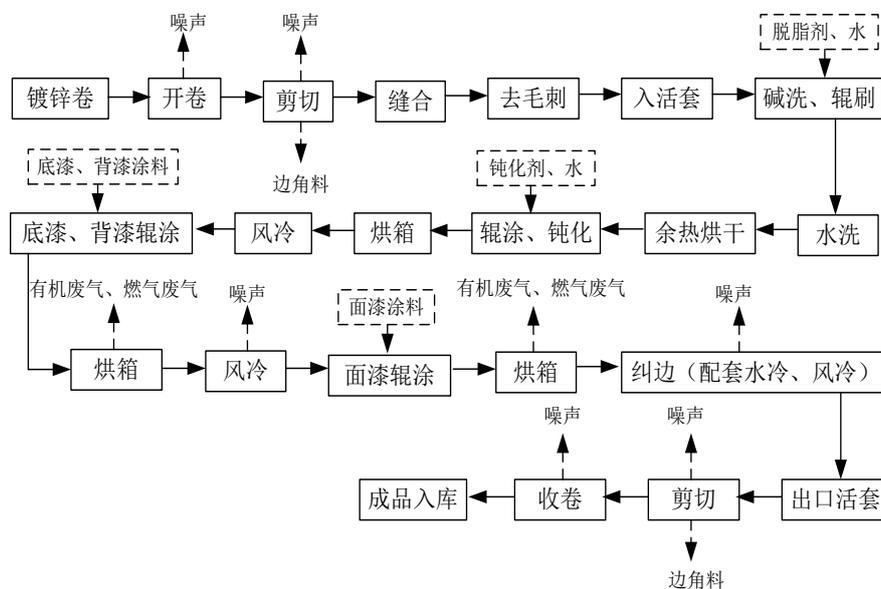


图 A.1 彩钢（典型金属卷材）涂装工艺流程

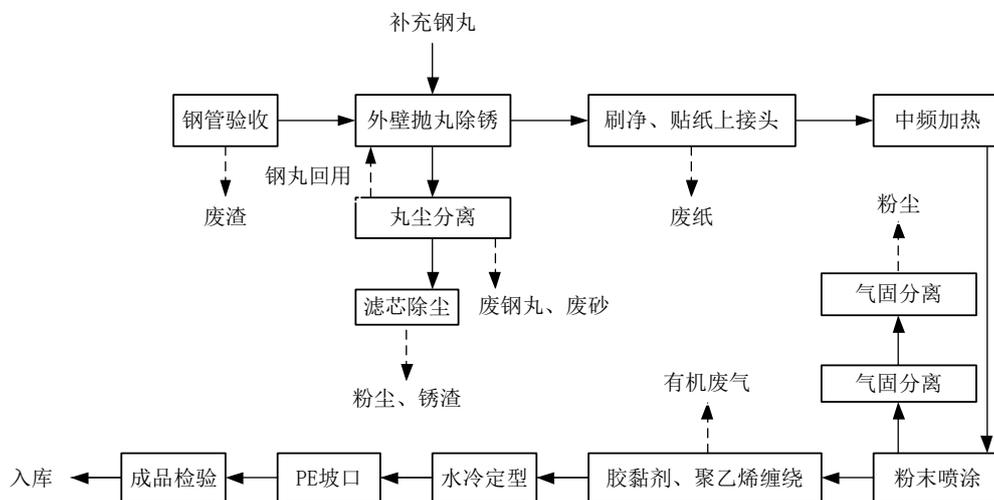


图 A.2 涂覆钢管（典型金属管材）涂装工艺流程

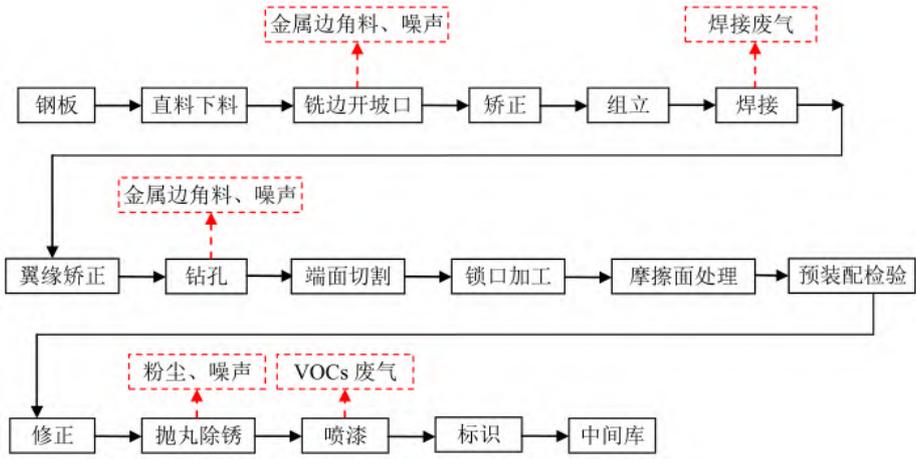


图 A.3 H 型钢结构（典型金属型材）涂装工艺流程

## 附录 B

### (资料型附录)

#### 涂装生产废气收集技术

##### B.1 废气收集的一般规定

应根据废气性质、排放方式及污染物种类、浓度等,分类收集工业涂装工序产生的废气。

废气收集可采用密闭罩(如局部密闭罩、整体密闭罩、大容积密闭罩)、外部罩(如上吸罩、下吸罩、侧吸罩等)等方式收集,应符合 GB/T 16758 要求,要遵循形式适宜、位置正确、风量适中、强度足够、检修方便等设计原则,罩口风速或控制点风速足以将发生源产生废气吸入罩内,确保达到最大限度收集废气。废气收集系统宜避免横向气流干扰。

采用外部罩收集时,应该根据不同的工艺操作要求和技术经济条件选择适宜的外部罩。设置有采暖设备或空调的车间,废气宜优先采用局部收集措施。外部罩控制风速应符合 AQ/T 4274 相关规定。

采用密闭罩收集时,可根据实际需求采用生产线整体密闭或车间整体密闭的形式(如涂装车间、烘干车间、流平晾干车间等),换风次数应满足设计要求。密闭区域内换风次数原则上不少于 20 次/h,采用车间整体密闭换风,车间换风次数原则上不少于 8 次/小时。

采用整体收集并且有人员在密闭空间中作业时,废气收集系统风量应同时考虑控制风速和有害物质的接触限值;气流组织宜确保送风或补风先经过人员呼吸带,并保证空间内无废气滞留死角。

颗粒物收集系统应独立于 VOCs 收集系统,并应根据颗粒物的性质确定净化技术,如颗粒物有爆炸危险性,收集系统应符合 AQ/T 4273 的规定。废气中漆雾及颗粒物进入收集系统前应先进行除尘处理。水帘柜(或水幕)需定期换水时,应做好换水台帐记录(包括换水水量、时间等),并确保换水废水达标排放。

VOCs 污染气体的收集和输送应满足 HJ 2000 要求,管路应有明显的区分及走向标示。所有产生 VOCs 的密闭、半密闭空间原则上应保持微负压,并设置负压标识。

废气收集系统的输送管道应密闭。废气收集系统应在负压下运行,若处于正压状态,应对输送管道组件的密封点进行泄漏检测,泄漏检测值不应超过 500  $\mu\text{mol/mol}$ ,亦不应有感官可察觉泄漏。废气收集的管路系统宜设置用于调节风量平衡的调节阀门。

废气收集系统应与生产设备同步运行,VOCs 废气收集处理系统发生故障或检修时,对

应的生产工艺设备应停止运行，待检修完毕后同步投入使用；生产工艺设备不能停止运行或不能及时停止运行的，应设置废气应急处理设施或采取其他替代措施。

废气排风量应纳入车间的风量平衡计算；对于有洁净度和压差要求的车间，压差控制应考虑排风量的影响。

废气收集系统不宜跨越防火分区，如无法避免，在跨越处的风管应设置防火阀并符合 GB 50016 的规定。

## B.2 工艺过程废气收集

调漆间宜密闭并设置局部排风或整体排风系统。

彩钢辊涂、管道喷涂等连续性涂装作业宜实现管道集中供漆，减少涂料中转。无法实现集中供漆的，供漆装置宜密闭自动化，尽量减少中转途径。设置密闭供漆间并实现局部排风或整体排风收集。供漆装置设置于辊涂房、喷漆房内时，应考虑局部废气收集并考虑整体风量增加。

涂覆、流平、干燥等产生 VOCs 的过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，废气收集至 VOCs 处理系统。

卷材辊涂应设置密闭辊涂间，废气收集至 VOCs 处理系统。管材喷涂内、外表面喷涂应在密闭间内操作，内表面喷涂宜充分利用管道通道实施废气收集。型材喷涂应在密闭空间内进行，小型型材宜设置流水线涂装线喷涂，大构件型材喷涂宜设置伸缩（移动）房喷涂，废气收集至 VOCs 处理系统。

型材和管材涂装的晾干过程应在密闭空间内进行，晾干废气应收集至 VOCs 处理系统。晾干废气宜实现连续稳定收集，直至材料干燥。存在多个间歇性操作的伸缩（移动）喷房、喷/晾一体房的涂装作业，废气收集管道宜设置自动化阀门，实现废气收集切换与涂装功能切换同步并风量匹配一致。

温度较高的烘干废气不宜与涂覆、流平、晾干废气混合收集处理。

各类涂装烘干的工序，宜在烘箱出口处顶部设置吸风罩，控制逸散废气。

涂覆、流平、干燥等车间应根据相应的技术规范和工艺要求设计合理的通风量，不可通过加大送排风量或其他通风措施稀释排放。

采用低挥发性涂料的工段，宜与溶剂型涂料喷漆废气分开收集处理。

其他无组织废气收集宜优先采用整体收集的形式；在不具备整体收集条件的情况下，宜采用外部罩进行收集。