

# 浙江省挥发性有机物污染防治可行技术指南 玻璃制品

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 .....   | 10 |
| 附录 A .....              | 12 |
| 附录 B .....              | 14 |

# 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，推动玻璃制品制造行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，可作为浙江省玻璃制品制造行业 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：浙江省环境科技有限公司、杭州市生态环境科学研究院。

## 1 适用范围

本指南适用于玻璃制品制造行业生产过程中产生的挥发性有机物污染控制。

## 2 规范性引用文件

本指南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 30981   | 工业防护涂料中有害物质限量                  |
| GB 38507   | 油墨中可挥发性有机化合物含量的限值              |
| GB 38508   | 清洗剂挥发性有机化合物含量限值                |
| GB 33372   | 胶黏剂挥发性有机物化合物限量                 |
| 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 942     | 排污许可证申请与核发技术规范 总则              |
| 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 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 1093    | 蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范            |
| HJ/T 1     | 气体参数测量和采样的固定装置                 |
| HJ/T 397   | 固定源废气监测技术规范                    |
| AQ/T 4274  | 局部排风设施控制风速检测与评估控制规范            |
| DB 33/2146 | 工业涂装工序大气污染物排放标准                |

## 3 术语和定义

下列属于和定义适用于本指南。

### 3.1 玻璃制品

GB/T 4754—2017 中规定的玻璃制品制造（C305）行业所生产的产品，包括：C3051 技术玻璃制品（用于建筑、工业生产的）、C3052 光学玻璃制品、C3053 玻璃仪器、C3054 日用玻璃制品、C3055 玻璃包装容器、C3056 玻璃保温容器、C3057 制镜及类似品和 C3059 其他玻璃制品制造。

### 3.2 玻璃制品表面处理

玻璃制品表面处理包括前处理和涂装。

### 3.3 玻璃制品前处理

玻璃制品表面涂装前进行的表面处理。一般包括：表面清洁、化学蚀刻、化学抛光、化学蒙砂等。

### 3.4 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。

### 3.5 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。

### 3.6 刷涂

利用漆刷蘸涂料进行涂覆的方法。

### 3.7 喷涂

将涂料雾化并射向工件表面进行涂装的方法。

### 3.8 浸涂

将工件浸没于涂料中，取出，除去过量涂料的涂漆方法。

### 3.9 淋涂

将涂料喷淋或流淌过工件表面的涂装方法。

### 3.10 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的连续涂层的缩合、聚合或自氧化过程。

### 3.11 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）。

### 3.12 水性涂料

完全或主要以水为介质的涂料。

### 3.13 即用状态

原料调配好后，即可用于涂装作业的状态。

### 3.14 镀膜

采用有机涂层或无机涂层在玻璃上形成新型表面，改变其光学性能、机械性能、装饰性能等。

### 3.15 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。

### 3.16 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。

### 3.17 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。

### 3.18 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。

### 3.19 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。

### 3.20 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。

### 3.21 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

玻璃制品行业的生产过程主要包括熔料、成型、涂装、镀膜、流平和烘干等工序，其中主要 VOCs 产排环节为涂装与镀膜工序。

#### 4.1.1 玻璃制品涂装

类似常规的工业涂装，由涂料调配、表面预处理（清洗、吹扫等）、涂覆（含底涂、中涂、面涂、罩光等）、流平、干燥/固化等环节组成。

##### （1）上挂

一般批量作业且采用自动化连续生产时，将玻璃制品上挂至流水线的方式。

##### （2）前处理

玻璃制品表面油漆前一般需要进行吹扫除灰、超声波清洗等环节，确保无尘，以保证喷漆后漆面无起皮等现象产生。

##### （3）涂装

玻璃制品表面油漆处理目前主要的涂装方法是喷涂。

##### （4）流平

涂装作业完成后进入流平工序，通过表面张力的作用，实现漆膜的平整度和光泽度，同时起到表干的作用。

##### （5）烘干/固化

玻璃制品表面喷漆经流平线后进行烘干。玻璃制品行业多采用烘箱烘干或 UV 固化，连续化生产时采用烘道烘干，自然晾干现象较为少见。

典型的玻璃制品表面油漆生产工艺流程见附录 A—图 A.1。

#### 4.1.2 镀膜

玻璃镀膜生产工艺复杂度较高，但实际步骤细分后和常规涂装类似，即包括：膜调配、覆膜、固化。

常见的化学气相沉积法(CVD 法)做镀膜玻璃的工艺如下:玻璃液在锡槽内经摊平区自然摊平、抛光、积厚，形成所要求的宽度和厚度的玻璃带，在锡槽内移动的玻璃表面上，采用化学汽相沉积工艺将有机金属化合物在高温下热解，连续沉积形成附着力强的一种“硬性”涂层即镀膜玻璃。镀膜分底膜和顶膜，底膜的原料为硅烷、乙烯(或硅酸乙酯)，经过蒸发形成物料混合气体，在锡槽内均匀地喷射在玻璃表面，形成具有一定厚度的光学层；顶膜的原

料主要为三氯单丁基锡、三氟乙酸、水、空气，按一定的比例配置的金属有机化合物溶液、三氟乙酸、水、氮气经过蒸发形成物料混合气体，经镀膜装置喷向玻璃表面，反应主体金属有机化合物分解、反应并沉积形成金属氧化物顶膜，赋予了玻璃表面特殊的性能。

典型的玻璃制品镀膜生产工艺流程见附录 A-图 A.2。

## 4.2 VOCs 产排特征

### 4.2.1 涂料涂装

玻璃制品表面油漆处理主要涉及的 VOCs 产排环节包括：

- (1) 涂料的贮存、调配和输送过程产生 VOCs 排放，以无组织排放为主；
- (2) 涂装工序：主要 VOCs 产生点，伴随着颗粒物等污染产生；
- (3) 流平工序：以自然挥发为主；
- (4) 烘干/固化工序：主要 VOCs 产生点，涉及烘干的废气温度一般较高；
- (5) 退漆工序：使用稀释剂进行退漆作业时产生，以自然挥发为主。

### 4.2.2 镀膜

玻璃制品镀膜处理产生 VOCs 总量较少，主要涉及的 VOCs 产排环节包括：

- (1) 镀膜有机原料的贮存、调配和输送：桶装液体有机原料在贮存调配等过程产生的无组织排放，VOCs 浓度较低，但异味明显；
- (2) 镀膜工序：主要 VOCs 产生点，在反应器产生，伴随异味。

## 5 污染预防技术

### 5.1 原辅料替代技术

使用符合国家有关低 VOCs 含量产品规定的涂料、胶粘剂等，有组织和无组织排放浓度稳定达标且排放速率满足相关规定的，相应生产工序可不要求建设 VOCs 末端治理设施。

对于涂料产品，低 VOCs 含量产品指符合 GB/T 38597 的水性涂料、无溶剂涂料和辐射固化涂料。对于胶粘剂产品，低 VOCs 含量产品指符合 GB 33372 的水基型胶粘剂和本体型胶粘剂。。

使用 VOCs 含量（质量比）均低于 10%原辅材料的工序，无组织排放浓度达标的，可不要求采取 VOCs 无组织排放收集和处理措施。如果存在颗粒物等其他非 VOCs 大气污染物，应采取必要的收集处理措施，确保该类大气污染物达标排放。

企业环评文件及批复或排污许可证中对 VOCs 排放总量有控制要求的，从其规定。

#### 5.1.1 水性涂料替代技术

适用涂装工序，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 能量固化镀膜替代技术

适用于溶剂型镀膜的替代，常见的有 UV 镀膜液，一般为低粘聚酯丙烯酸树脂或聚氨酯丙烯酸树脂。

## 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制品表面的涂装，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

适用于形状较为规则的基材表面涂覆，涂装方式可采用喷涂、辊涂、淋涂。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。

## 6 污染治理技术

### 6.1 一般原则

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，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。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。

高浓度 VOCs 废气，优先采用冷凝、吸附回收等技术对废气中的 VOCs 组分回收利用，或辅以催化燃烧、热力燃烧等治理技术实现达标排放及 VOCs 减排。采用燃烧法 VOCs 治理技术产生的高温废气宜进行热能回收。

中、低浓度 VOCs 废气，有回收价值时宜采用吸附技术回收处理，无回收价值时优先采

用吸附浓缩－燃烧技术处理。

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，原则上禁止将高浓度废气直接与大风量、低浓度废气混合处理。

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、HJ 2000、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  $\geq 2 \text{ kg/h}$  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 污染物，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，不建议溶剂型原辅料年使用量大于 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、喷漆、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  $40^\circ\text{C}$ ，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℃，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 3.5m/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）。

这四种废气处理工艺均适用于流水线自动涂装+减风增浓后的工艺废气的治理，也适用于烘干工艺废气的治理。此外这四种废气处理工艺的燃烧控制温度、热效率和处理效率均存在一定的差别，具体技术参数参照 HJ 1093 和 HJ 2027 的相关要求。

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。当 VOCs 浓度高且波动较大时，应对废气中 VOCs 浓度进行实时监测，确保进入燃烧装置的 VOCs 浓度低于爆炸下限的 25%；不宜采用直接排空的应急措施。

### 6.4 喷淋吸收法

该技术适用于溶剂型涂装工艺废气的预处理和水性涂料工业废气的治理。通过吸收剂的持续均匀喷入，使废气中的污染物与吸收剂充分接触，利用相似相容的原理，将水溶性物质和小颗粒捕集，从而达到污染物去除的目的。常采用的喷淋吸收技术为水喷淋吸收。

## 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，其他企业涂装作业后应将剩余的涂料等原辅材料送回调漆室或储存间。

### 7.4 污染治理设施的运行维护

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 DB 33/2146、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行，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

| 类<br>型           | 可行技术                                 | 技术适用条件                                         |
|------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|
| 预<br>防<br>技<br>术 | 水性涂料替代技术                             | 适用于溶剂型涂料的替代                                    |
|                  | 能量固化镀膜替代技术                           | 适用于溶剂型镀膜的替代                                    |
|                  | 高压无气喷涂技术                             | 适用于传统空气喷涂的替代                                   |
|                  | 静电喷涂技术                               | 静电喷涂技术适用于表面的涂装,且要求涂料电阻率较低                      |
|                  | 流水线自动涂装技术                            | 适用于形状较为规则的基材表面涂覆,可实现废气内循环,从而削减风量               |
| 治<br>理<br>技<br>术 | RTO/CO/RCO 技术                        | 适用于流水线自动涂装+减风增浓后的 VOCs 污染治理,也适用于烘干废气的治理。余热可回用。 |
|                  | 多级过滤(仅针对喷涂废气)+沸石转轮吸附浓缩-RTO 技术        | 适用于涂装(指调配、喷涂、辊涂、浸涂及流平等工序)过程 VOCs 污染治理          |
|                  | 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 | 适用于涂装(指调配、喷涂、辊涂、浸涂及流平等工序)过程 VOCs 污染治理          |
|                  | 分散吸附-集中再生活性炭法                        | 适用于小微企业集中的小微企业园或企业集群,且配套有活性炭集中再生企业的            |
|                  | 多段喷淋吸收技术                             | 适用于水性涂料的 VOCs 治理                               |

## 附录 A

(资料型附录)

### 典型玻璃制品涂装工序工艺流程

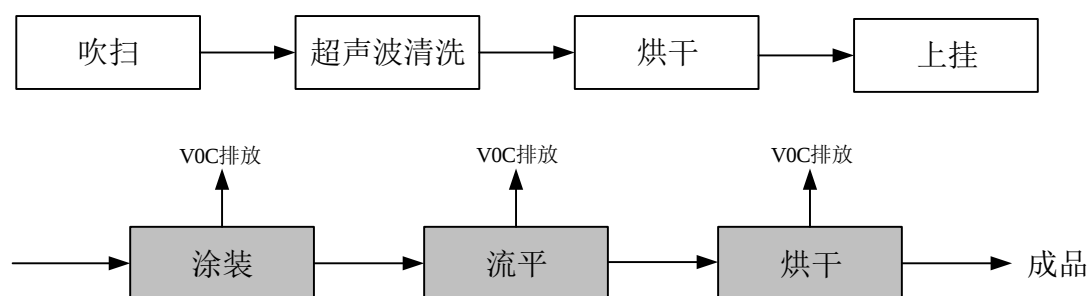


图 A.1 典型玻璃制品涂装工序工艺流程

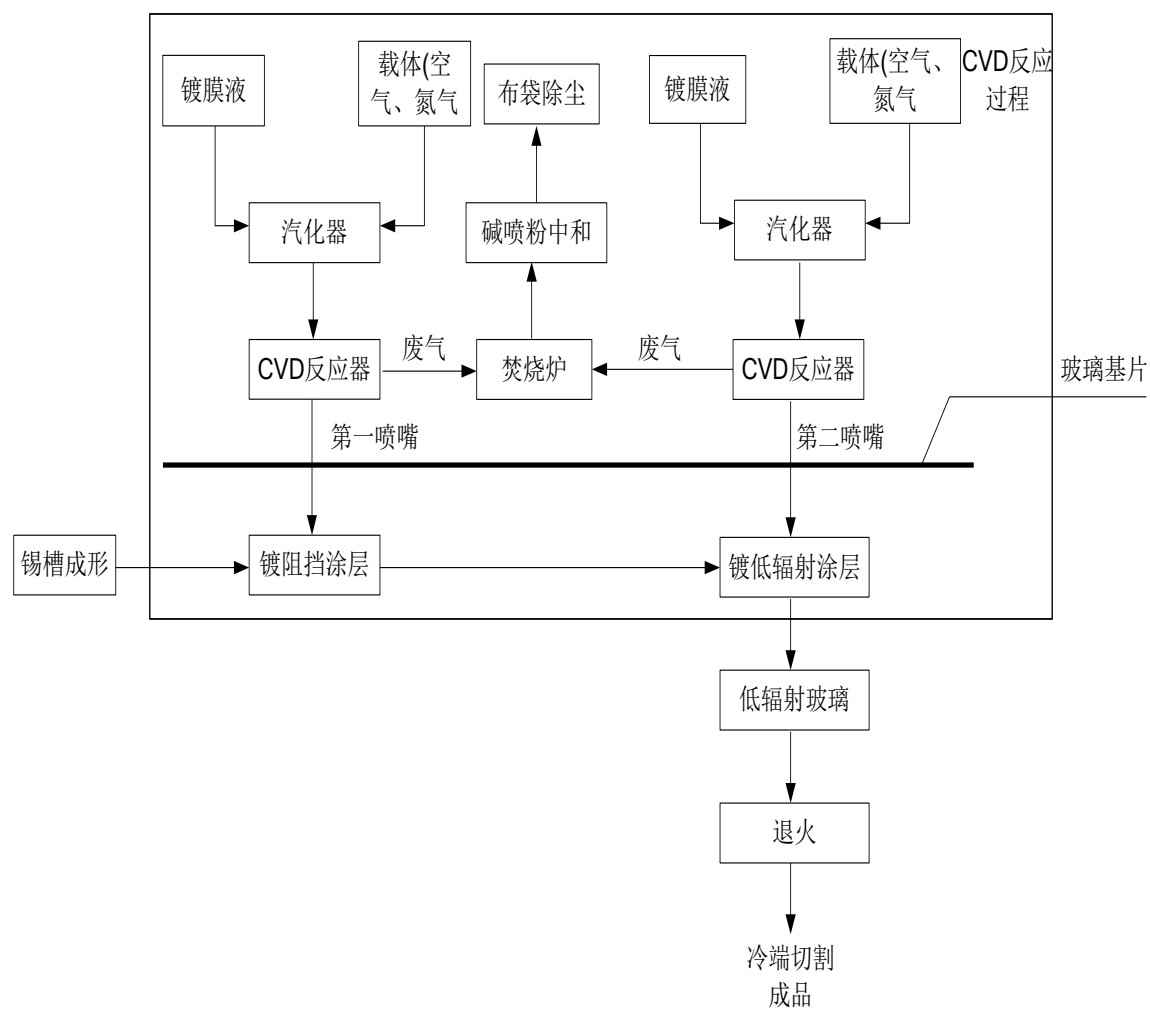


图 A.2 典型玻璃制品镀膜工序工艺流程-化学气相沉积工艺（CVD）

## 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。采用外部排风罩的,应按 GB/T 16758、AQ/T 4274 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 VOCs 无组织排放位置,控制风速不应低于 0.3 m/s(行业相关规范有具体规定的,按相关规定执行)。

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/h。

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。

纯颗粒物的收集系统应独立于 VOCs 收集系统,收集处理应符合相关规范要求。VOCs 废气中的漆雾及颗粒物进入收集系统前应先行除尘预处理。水帘柜(或水幕)需定期换水时,应做好换水台账记录(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。

## B.2 工艺过程废气收集

涂装、流平、烘干等产生 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；无法密闭的，应采取局部气体收集措施，废气收集至 VOCs 处理系统。

调漆间宜设置局部排风或整体排风系统。

温度较高的烘干废气不宜与喷涂、流平废气混合收集处理。

涂装、流平、烘干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。

采用烘箱进行序批式烘干的工序，需通过密闭区域换风方式或在开口处顶部设置吸风罩，将废气排至 VOCs 废气收集处理系统。

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。