

# 浙江省制鞋行业挥发性有机物 污染防治可行技术指南

浙江省生态环境厅

2020年9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.....	4
5 VOCs 污染防治可行技术.....	5
6 污染治理技术.....	6
7 环境管理措施.....	8
8 VOCs 污染防治可行技术.....	10
附录 A.....	11
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，推动制鞋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，可作为浙江省制鞋行业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：浙江中蓝环境科技有限公司、台州市环境科学设计研究院有限公司。

## 1 适用范围

本指南适用于制鞋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 14554	恶臭污染物排放标准
GB 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 19340	鞋和箱包用胶粘剂
GB 30981	工业防护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 4754-2017	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 30779	鞋用水性聚氨酯胶粘剂
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 1093	蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
HJ 2000	大气污染防治工程技术导则
HJ 2025	危险废物收集贮存运输技术规范
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 2541	环境标志产品技术要求胶粘剂
HJ 2537	环境标志产品技术要求水性涂料
DB 33/2046	制鞋工业大气污染物排放标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

### 3.1 制鞋行业

按照 GB/T 4754-2017，制鞋行业包括纺织面料鞋制造（C1951）、皮鞋制造（C1952）、

塑料鞋制造（C1953）、橡胶鞋制造（C1954）和其他制鞋业（C1959）。本规范规定的制鞋行业为成品鞋制造业，主要为胶粘鞋和注塑鞋，暂不包括单纯生产鞋皮、鞋料、鞋衬里、鞋底等鞋用配套产品的行业。

### 3.2 制鞋

经过鞋型开发、鞋面加工、鞋底生产、面底结合、清洗等多道工序生产各类、各种材质的鞋产品的过程。

### 3.3 胶粘鞋

胶粘鞋是指采用胶粘工艺生产的成品鞋。胶粘工艺也称冷粘工艺，是利用粘合剂将鞋帮、内底、外底连接在一起的工艺方法。

### 3.4 注塑鞋

注塑鞋是指采用注塑工艺生产的成品鞋。注塑工艺也称连帮注塑成型工艺，是将熔融的塑料注入外模具并与鞋帮粘合为一体的工艺方法。

### 3.5 溶剂型胶粘剂

以挥发性有机溶剂为主体分散介质的胶粘剂。

### 3.6 水基型胶粘剂

以水为溶剂或分散介质的胶粘剂。

### 3.7 热熔胶粘剂

在熔融状态下进行涂布，冷却成固态就完成胶接的一种胶粘剂。以热塑性树脂为主体，常温下为固体，不含有机溶剂。

### 3.8 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。

### 3.9 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。

### 3.10 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。

### 3.11 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。

### 3.12 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。

### 3.13 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。

### 3.14 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 主要生产工艺

根据生产流程，制鞋工艺大致可分为备料、制帮和成型三个工段。根据制造工艺，浙江省成品鞋制造主要为胶粘工艺和注塑工艺两大类。

工艺流程及主要产污环节见附录 A。

#### 4.1.1 胶粘工艺

胶粘工艺过程中有机废气主要产生于调胶、刷处理剂、刷胶、喷光、烘干、清洗等工序。胶粘工艺使用的含 VOCs 的原辅料主要有包头水、各类胶水、清洗剂、清洁剂、处理剂、油墨、油漆（喷光漆）等。

胶粘工艺流程如下：

备料：备料是将制作鞋靴帮面材料的皮革按鞋帮设计形状进行划料，然后根据划出的形状做截断和劈皮，经过裁断、劈皮得到帮面部件再经过车包工序进行组合，称为做包。

制帮：得到鞋面形状后开始夹包。先将热熔胶烤软（温度 80℃ 左右）将其装入鞋面内（或直接用包头水，包头水是一种液体胶水，包头水正逐渐被热熔胶代替），主要是用于前跟和后跟，热熔胶装好后定型机加温定型。中底与楦打钉固定，刷胶于中底。鞋面定型后，帮脚位刷水性胶。刷胶后进行前后定型，再用拉帮机拉中帮，使鞋整体定型。拉帮捶好鞋的头型后用清洗剂清洗鞋面多余胶水，再烘干热定型，热定型过程温度控制在 60-80℃，最后拔钉验收。

成型：对完成制帮的鞋面用清洁剂进行表面处理、烘干，然后根据鞋面颜色采用不同的喷光剂喷光，喷光后进行打蜡，再处理鞋帮底面，然后刷胶粘鞋底，进行覆底工序，再通过冷定型、压机压合、擦除多余胶水等工序，完成胶粘工艺。最后验收整理入库。

#### 4.1.2 注塑工艺

注塑工艺的备料和制帮同胶粘鞋工艺基本一致。

成型：将制帮完成后的鞋帮脱楦，然后套上铝楦，对鞋底进行拉毛，其作用是增强鞋底与注塑料之间的附着力，有利于鞋底牢固。拉毛工序产生的粉尘对空气环境有影响，需要采取措施进行净化（拉毛粉尘一般由设备自带除尘器除尘）。将拉毛完毕后的帮面用处理剂处理鞋帮底面，连同铝楦安置在注塑机上进行注塑，定型后的鞋底脱模过程中需要喷入一定量脱模剂，开模后经修边、整理、冷冻后验收，整理入库。

#### 4.2 VOCs 产排特征

制鞋过程中 VOCs 产排特征见附录 A—表 A.1。

#### 5 VOCs 污染防治可行技术

##### 5.1 源头控制措施

推广使用无溶剂聚氨酯热熔胶、水性聚氨酯胶等低（无）VOCs 含量的原辅材料，推进使用无“三苯”、低毒、低挥发性溶剂，使用的胶粘剂应符合国家强制性标准《鞋和箱包用胶粘剂》（GB 19340）、《胶粘剂挥发性有机化合物限量》（GB 33372）、《鞋用水性聚氨酯胶粘剂》（GB/T 30779）和《环境标志产品技术要求胶粘剂》（HJ 2541）相关标准中胶粘剂有害物质限值的要求。鞋用清洗剂应符合《清洗剂挥发性有机化合物含量限值》（GB 38508）相关要求。

##### 5.1.1 无溶剂聚氨酯热熔胶替代技术

有机溶剂对橡胶、塑料材质有着十分良好的渗透力，但有毒性、易燃，排放到空气中污染环境。反应型热熔胶借助水份或热作用下交联，最后达到较好的粘合强度，不需要有机溶剂稀释，是环保型原料。使用无溶剂反应型聚氨酯热熔胶需要配套专门涂胶设备，操作工艺条件较严格，具有一定使用门槛。

##### 5.1.2 水性聚氨酯胶替代技术

水性聚氨酯胶不含 NCO 基团，而含有羧基、羟基等基团，在适宜条件下，可使胶粘剂的分子产生交联反应。水性聚氨酯胶与溶剂聚氨酯胶比较，水性聚氨酯胶有机溶剂挥发少，操作方便，残胶易清理，贮运安全方便。但水性胶需较长的干燥时间和较高的干燥温度，干燥工艺条件要求严格。

##### 5.2 设备或工艺革新技术

积极推进制鞋自动化技术运用，鼓励采用热熔胶机、自动上胶机等生产设备，自动调节出胶，智能控制出胶厚薄、涂胶位置，减少人工操作，削减胶水材料使用。

## 6 污染治理技术

### 6.1 一般原则

应加强对制鞋行业生产工艺过程废气的收集，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。

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 回收利用，并辅以催化燃烧、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。

含非水溶性组分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。

### 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。制鞋行业常用的吸附技术为固定床吸附技术和旋转式吸附技术。配套吸附处理单元的含尘、含气溶胶、高湿废气、高温废气，应事先采用高效除尘、除雾装置、冷却装置等进行预处理。

#### 6.2.1 固定床吸附技术

该技术适用于调胶、涂胶、涂处理剂、喷光、清洗等工艺废气的治理。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。制鞋行业一般使用活性炭作为吸附剂。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定型烘干工艺产生的无组织废气或混合废气收集后的预浓缩。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、转筒（塔）式。制鞋行业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处理。入口废

气颗粒物浓度宜低于 1 mg/m<sup>3</sup>，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。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，转轮厚度不宜小于 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 污染物反应转化为二氧化碳、水等物质，简称燃烧技术，制鞋行业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、酸/碱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）

该技术适用于定型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 污染物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）

该技术适用定型烘干工艺废气的治理。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。制鞋行业采用的典型治理技术路线为“旋转式分子筛吸附浓缩+RTO”。无组织废气收集后，宜采用吸附技术进行预浓缩，再经 RTO 处理。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）

该技术适用于调胶、涂胶、涂处理剂、喷光、烘干、涂清洗剂工艺废气的治理。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。该技术反应温度低、不产生热力型氮氧化物。制鞋行业采用的典型治理技术路线为“活性炭吸附/旋转式分子筛吸附浓缩+CO”。当废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等可能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。

#### 6.3.4 蓄热催化燃烧技术（RCO）

该技术适用于调胶、涂胶、涂处理剂、喷光、烘干、涂清洗剂工艺废气的治理。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、不产生热力型氮氧化物。当废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等可能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 相关要求。

#### 6.4 喷淋吸收法

该技术适用于喷光工艺废气的治理。使废气中的污染物与吸收剂充分接触，从而达到污染物去除的目的，根据吸收原理的不同，喷淋吸收法可分为物理吸收和化学吸收。制鞋行业常采用的喷淋吸收技术包括水喷淋吸收与化学喷淋吸收。

##### 6.4.1 水喷淋吸收法

该技术适用于水性喷涂油漆工艺废气的治理。利用酮类、醇类等组分易溶解于水的特点，在废气通过水喷淋塔时，易溶解组分被喷淋液吸收，达到净化目的。制鞋行业采用的典型治理技术路线为“多级水喷淋吸收”。

##### 6.4.2 化学喷淋吸收法

该技术适用于喷光、喷漆工艺废气的前处理。利用酯类等组分易与吸收剂发生化学反应的特点，在废气通过化学喷淋塔时，VOCs 组分与吸收剂反应，达到净化目的。制鞋行业采用的典型治理技术路线为“多级化学喷淋吸收”，吸收液通常为氢氧化钠。

### 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。

新建、改建、扩建项目应优先选用热熔胶机、自动上胶机等污染物产生水平较低的制造工艺。

制定环境保护管理制度，包括环保设施运行管理制度、废气处理设施定期保养制度、废气监测制度。

制订环保报告程序，包括出现项目停产、废气处理设施停运、检修等情况时企业及时告知当地生态环境主管部门的报告制度。

加强操作运行管理，建立并执行岗位操作规程，制定应急预案，定期对员工进行技术培训和应急演练。

加强生产设备的使用、维护和维修管理，保证设备正常运行。

持续开展清洁生产，建立健康安全环境管理体系。

#### 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三年。

### 7.3 无组织排放控制措施

#### 7.3.1 储存和贮存过程控制措施

企业应减少使用小型桶装胶黏剂和溶剂，增加大桶装物料使用。单班同一种溶剂型原辅材料使用量大于 630L，宜采用储罐集中存放；储罐应配备呼吸阀、防雷、防静电和降温设施，尾气应收集处理，并按相关规范落实防火间距。盛装 VOCs 物料的容器或包装袋应密闭储存于室内，在非取用状态时应加盖、封口，保持封闭。

废胶黏剂、废清洗剂、废处理剂、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储存间。

#### 7.3.2 原料调配过程控制措施

产生挥发性有机气体的胶黏剂、溶剂、油漆等物料的调配，应在密闭设备或密闭空间内操作；无法密闭的，采取局部气体收集措施。使用后的物料桶应加盖密闭，生产工位上盛放含挥发性有机物（胶黏剂、处理剂、清洗剂等）的容器要加盖密闭，不能密闭的应确保废气有效收集，产生的废气均经收集后进入 VOCs 废气处理系统。

#### 7.3.3 物料输送过程控制措施

大宗即用状态的溶剂鼓励采用压力泵、管道输送。所有盛装溶剂型胶水的容器在转运过程中应保持密闭，推广安装集中供料系统，采用管道式输送挤出刷胶机替代传统胶刷。

#### 7.3.4 生产过程控制措施

胶黏剂、溶剂、油漆、清洗剂、处理剂等含挥发性有机物的原辅材料在使用过程中随取随开，用后应及时密闭，以减少挥发。

集气系统和挥发性有机物处理设施应与生产活动及工艺设施同步运行。

### 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 33/2046、GB 16297、GB 37822、GB 14554 等的要求。

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。

## 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

污染防治技术	技术名称	技术适用条件
预防技术	无溶剂聚氨酯热熔胶替代技术+热熔胶设备替代技术	适用于鞋面粘胶工艺
	水性聚氨酯胶替代技术+自动上胶机替代技术	适用于底粘胶工艺
	水性脱模剂替代技术	适用于鞋底注塑工艺
	水性油墨替代技术	适用于鞋面印刷工艺
	水性喷光剂替代技术+鞋油替代技术	适用于鞋面喷光处理工艺
治理技术	吸附+燃烧技术	典型治理技术路线为“活性炭吸附+CO”，喷光废气在吸附前，需先对漆雾进行预处理
	分散吸附-集中脱附技术	适用于小微制鞋企业集中生产的园区、小微园、集聚区等，设置集中式活性炭脱附再生装置
	喷淋吸收技术	适用于使用水性喷光剂或喷光剂组分可溶于水的喷光废气治理，典型工艺为水喷淋吸收

## 附录 A

(资料型附录)

### 制鞋行业工艺流程及主要产污环节

#### A.1 制鞋粘胶工艺

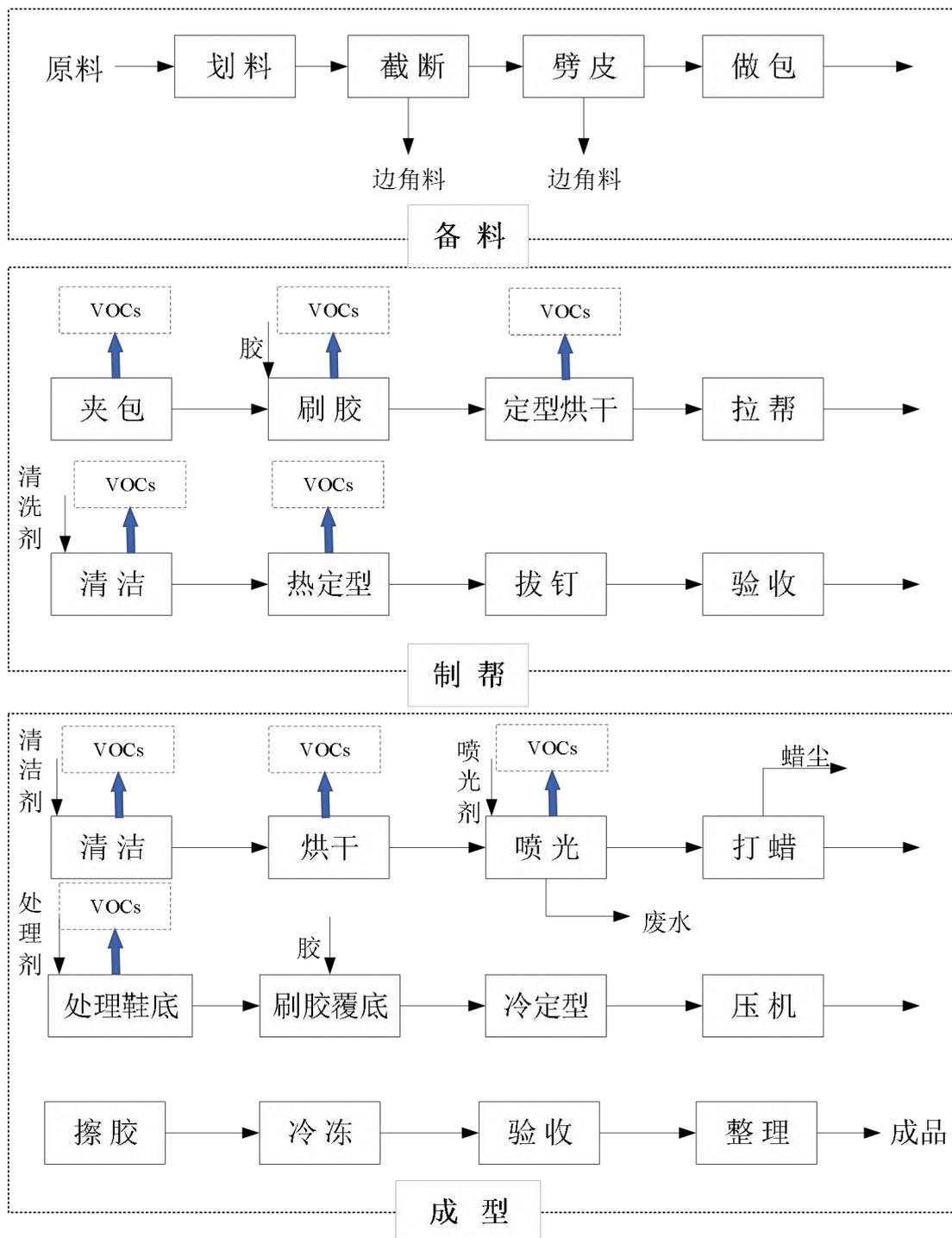


图 A.1 制鞋粘胶工艺流程图

## A.2 制鞋注塑工艺

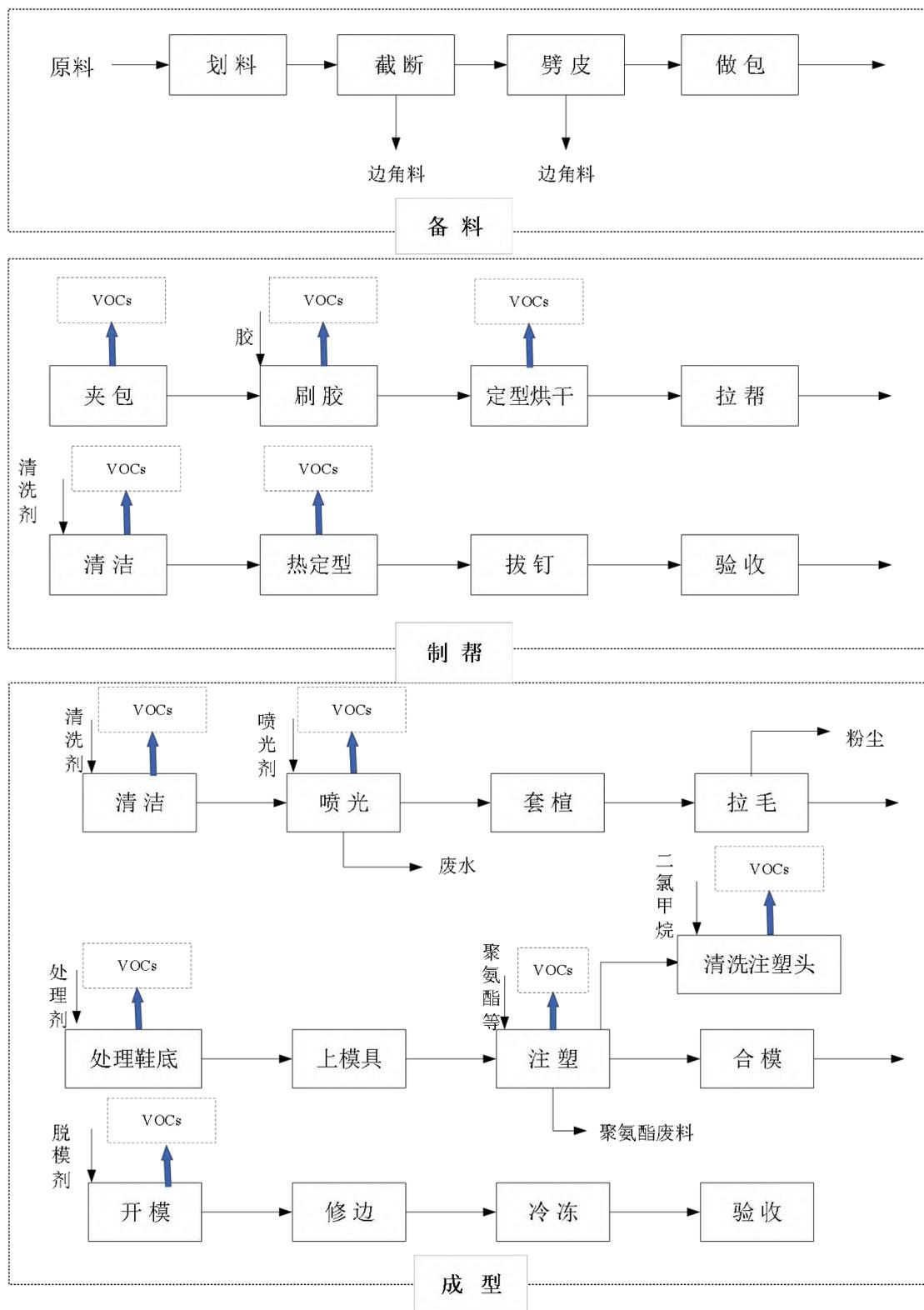


图 A.2 制鞋注塑工艺流程图

表 A.1 制鞋过程 VOCs 产生特点

工艺类型	工艺过程	主要含VOCs原辅材料	VOCs排放特征	VOCs特征污染物
胶粘工艺	夹包	包头水或热熔胶	定型过程产生VOCs，使用包头水VOCs排放浓度较高；使用热熔胶VOCs排放少	甲苯、乙烯、醋酸乙烯
	刷胶	PU胶、粉胶、黄胶等	刷胶使用油性胶水VOCs排放浓度高；使用水性胶水VOCs排放浓度较低	甲苯、丙酮、丁酮、环己烷、正庚烷
	定型烘干	--	与刷胶废气基本一致，较刷胶过程VOCs排放较高	甲苯、丙酮、丁酮、环己烷、正庚烷
	清洁	水性清洁剂、油性清洁剂	鞋面清洗处理及热定型烘干的过程清洁剂挥发产生VOCs，采用水性清洁剂VOCs排放浓度低，采用油性清洁剂VOCs排放浓度较高	甲苯、丙酮、乙醇、丁酮、环己酮、甲基环己烷等
	鞋底处理	水性处理剂、聚氨酯处理剂等油性处理剂	处理剂挥发产生一定量的有机废气，采用水性处理剂VOCs排放浓度低，采用油性处理剂VOCs排放浓度较高	丙酮、乙酸乙酯、丁酮、甲苯、乙酸甲酯、乙醇等
注塑工艺	注塑	聚氯乙烯、聚氨酯等	塑料受热固态大分子裂解为气态小分子，VOCs排放浓度低	单体式低聚物、烯烃等
	脱模	水性脱模剂、油性脱模剂	脱模剂挥发产生VOCs，排放浓度低	烃类
其他	印刷	油墨	油墨挥发产生VOCs，使用油性油墨排放浓度较高	苯类、烷烃类和酮类
	喷光	喷光漆	喷光漆挥发产生VOCs，排放浓度较高	甲苯、酯类
	喷漆	溶剂型油漆	溶剂型油漆挥发，VOCs排放浓度较高	苯类、酯类

## 附录 B

### (资料型附录)

#### 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，分类收集制鞋生产过程产生的废气。

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《排风罩的分类及技术条件》（GB/T 16758）要求，要遵循形式适宜，位置正确、风量适中、强度足够、检修方便的设计原则，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。

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进行除尘预处理。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《大气污染防治工程技术导则》（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。

废气收集系统宜避免横向气流干扰。

## B.2 工艺过程废气收集

调胶、涂胶、涂处理剂、喷光、烘干、清洗等产生 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。

刷胶工序的废气宜采用下吸罩或侧吸罩收集，如采用上吸罩时，吸风罩口的高度应低于劳动者操作时的呼吸带。烘干废气应单独收集。废气中漆雾及颗粒物进入收集系统前应先行除尘处理。

喷光（漆）台应配有半包围式的吸风罩，并配套喷淋塔除和除雾器装置去除漆雾。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。

调（胶）漆间宜设置局部排风或整体排风系统，局部排风宜采用密闭罩或通风柜。

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。