**中山市VOCs共性工厂污染防治**

**技术指引**

**目 录**

[前言 I](#_Toc90594714)

[1 适用范围 1](#_Toc90594715)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc90594716)

[3 术语和定义 3](#_Toc90594717)

[4 工艺过程及VOCs产排节点 5](#_Toc90594718)

[5 规范准入 6](#_Toc90594719)

[6 源头管控 8](#_Toc90594720)

[7 过程控制 12](#_Toc90594721)

[8 末端治理 16](#_Toc90594722)

[9 污染防治可行技术 29](#_Toc90594723)

[10 环境管理 31](#_Toc90594724)

[附录A： 34](#_Toc90594725)

[附录B： 38](#_Toc90594726)

[附录C： 40](#_Toc90594727)

# 前言

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，防治有机废气污染，改善环境空气质量，积极推动中山市VOCs共性工厂的建设，促进产业集聚绿色发展，针对中山市VOCs共性工厂污染治理及环境管理问题，制定本指引。

本指引为指导性文件，可作为中山市VOCs共性工厂规范化管理以及有机废气污染治理技术选择的参考依据。

本指引为首次发布，将根据共性工厂类型、环境管理要求、技术发展情况适时修订。

本指引由中山市生态环境局组织制订。

本指引起草单位：中山市环境科学学会、中山市环境保护技术中心。

本指引由中山市生态环境局解释。

# 适用范围

本指引适用于中山市VOCs共性工厂在建设和投产运营过程中污染防治与管理。

# 规范性引用文件

GB18582 建筑用墙面涂料中有害物质限量

GB30981 工业防护涂料中有害物质限量

GB18581 木器涂料中有害物质限量

GB33372 胶粘剂挥发性有机化合物限量

GB38508 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涂料产品技术要求

GB18597 危险废物贮存污染控制标准

GB18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB34330 固体废物鉴别标准 通则

GB37822 挥发性有机物无组织排放控制标准

GB14444 涂装作业安全规程 喷漆室安全技术规定

GB20101 涂装作业安全规程 有机废气净化装置安全技术规定

GB/T 39198 一般固体废物分类与代码

GB/T 16758 排风罩的分类及技术条件

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

HJ2537 环境标志产品技术要求 水性涂料

HJ2025 危险废物收集 贮存 运输技术规范

HJ1180 家具制造工业污染防治可行技术指南

HJ1181 汽车工业污染防治可行技术指南

HJ2000 大气污染治理工程技术导则[[1]](#footnote-0)

HJ2020 袋式除尘工程通用技术规范

HJ2026 吸附法工业有机废气治理工程技术规范

HJ2027 催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范

HJ1093 蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范

HJ1086 排污单位自行监测技术指南 涂装

HJ/T 1-92 气体参数测量和采样的固定位装置

HJ/T386 环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置

HJ/T388 环境保护产品技术要求 湿法漆雾过滤净化装置

HJ/T389 环境保护产品技术要求 工业有机废气催化净化装置

HJ/T397 固定源废气监测技术规范

LY/T3284 工业有机废气净化用活性炭技术指标及试验方法

DB44/27 广东省大气污染物排放限值

DB44/814 广东省家具制造行业挥发性有机化合物排放标准

DB44/816 表面涂装（汽车制造业）挥发性有机化合物排放标准

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》

《危险废物转移联单管理办法》

《国家危险废物名录》

《2020年挥发性有机物治理攻坚方案》

《重点行业挥发性有机物综合治理方案》

《2018年国家先进污染防治技术目录（大气污染防治领域）》

《科技部 环境保护部关于印发<大气污染防治先进技术汇编>的通知》

《固定污染源废气中非甲烷总烃排放连续监测技术指南（试行）》

《广东省生态环境厅办公室关于印发<挥发性有机物重点监管企业VOCs管控台账清单>的通知》

《广东省生态环境厅关于做好重点行业建设项目挥发性有机物总量指标管理工作的通知》

《关于做好建设项目挥发性有机物（VOCs）排放削减替代工作的补充通知》

《中山市生态环境局关于印发<中山市涉挥发性有机物项目环保管理规定>的通知》

《中山市主要污染物排放总量控制领导小组办公室关于印发<中山市建设项目重点污染物排放总量指标管理细则>的通知》

生态环境部《挥发性有机物治理实用手册》

生态环境部《家具制造业挥发性有机物治理实用手册》

生态环境部《其他工业涂装挥发性有机物治理实用手册》

《广东省表面涂装（汽车制造业）挥发性有机废气治理技术指南》

《广东省家具制造行业挥发性有机废气治理技术指南》

《中山市工业涂装、包装印刷行业挥发性有机物废气控制技术指引》

# 术语和定义

## 3.1 挥发性有机化合物 volatile organic compounds（VOCs）

在101325 Pa标准大气压下，任何沸点低于或等于250 ℃的有机化合物，统称为挥发性有机物，简称VOCs。

在表征VOCs总体排放情况时，根据行业特性和环境管理要求，可采用总挥发性有机物（以TVOC表示）、非甲烷总烃（以NHMC表示）作为污染物控制项目。

## 3.2 VOCs共性工厂

共性工厂通过将同一产业或同一地区企业的生产加工或某一特定环节聚集于该工厂，实现集中生产、集中设计或集中处理，规模以上企业通过投入高效技术和设备进行集中治污，实现污染减排的目的。同时，共性工厂内运用智能化、柔性化的制造技术，实现对产业的技术改造，形成高效、集约的新型生产运营模式。

VOCs共性工厂，则是指集聚涉VOCs工艺的独立法人实体工厂，通过集中生产、高效治理、高技术改造等方式，实现VOCs的减排。

## 3.3 水性涂料

以水为溶剂或分散介质的涂料。

## 3.4 溶剂型涂料

以有机溶剂为分散介质的涂料。

## 3.5 VOCs物料

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

## 3.6 流平

喷漆后涂装表面漆滴通过室内空气流动摊平。

## 3.7 固化

固化指在热、化学、光等作用下，涂料通过自然物理或化学交联在基材表面形成硬化的漆膜。

干燥，是固化的一种，指为形成硬化的漆膜，涂饰后的漆面需采取干燥措施。根据干燥方式的不同，可分为晾干、风干、烘干。

## 3.8 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。

## 3.9 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气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。

## 3.10 治理效率

指治理设施捕获污染物的量与处理前污染物的量之比，以百分数表示。计算公式如下：



式中：

*η*——治理设施的治理效率，％；

C1、C2——治理设施进口、出口污染物的浓度，mg/m3；

Qsn1、Qsn2——治理设施进口、出口标准状态下干气体流量，m3/h。

# 工艺过程及VOCs产排节点

VOCs共性工厂生产过程中，VOCs主要来源于涂料、稀释剂、清洗剂、固化剂等含VOCs原辅材料的使用及挥发逸散，主要排放环节包括调配、喷涂、流平、干燥/固化、清洗等。其中，根据喷涂基材和产品要求的不同，喷涂环节可能涉及多次漆面涂覆、干燥等过程。

## 4.1 木质基材涂装工艺过程

木质基材的涂装主要集中在家具行业。家具根据材质大体可分为木质家具（实木家具和板式家具）、竹藤家具（竹家具和藤家具）、软体家具、金属家具、玻璃家具和塑料家具。其中，木质家具、竹藤家具一般在涂饰第一层底漆后再进行面漆喷涂，以保证面漆的附着力和丰满度，根据产品要求，该涂装过程会进行多次喷涂、干燥、漆面打磨等工序。如图1所示，以木质家具为例，其涂装过程产生的VOCs集中在喷涂、干燥、修色等工序，排放的VOCs废气具有风量大浓度低的特点。

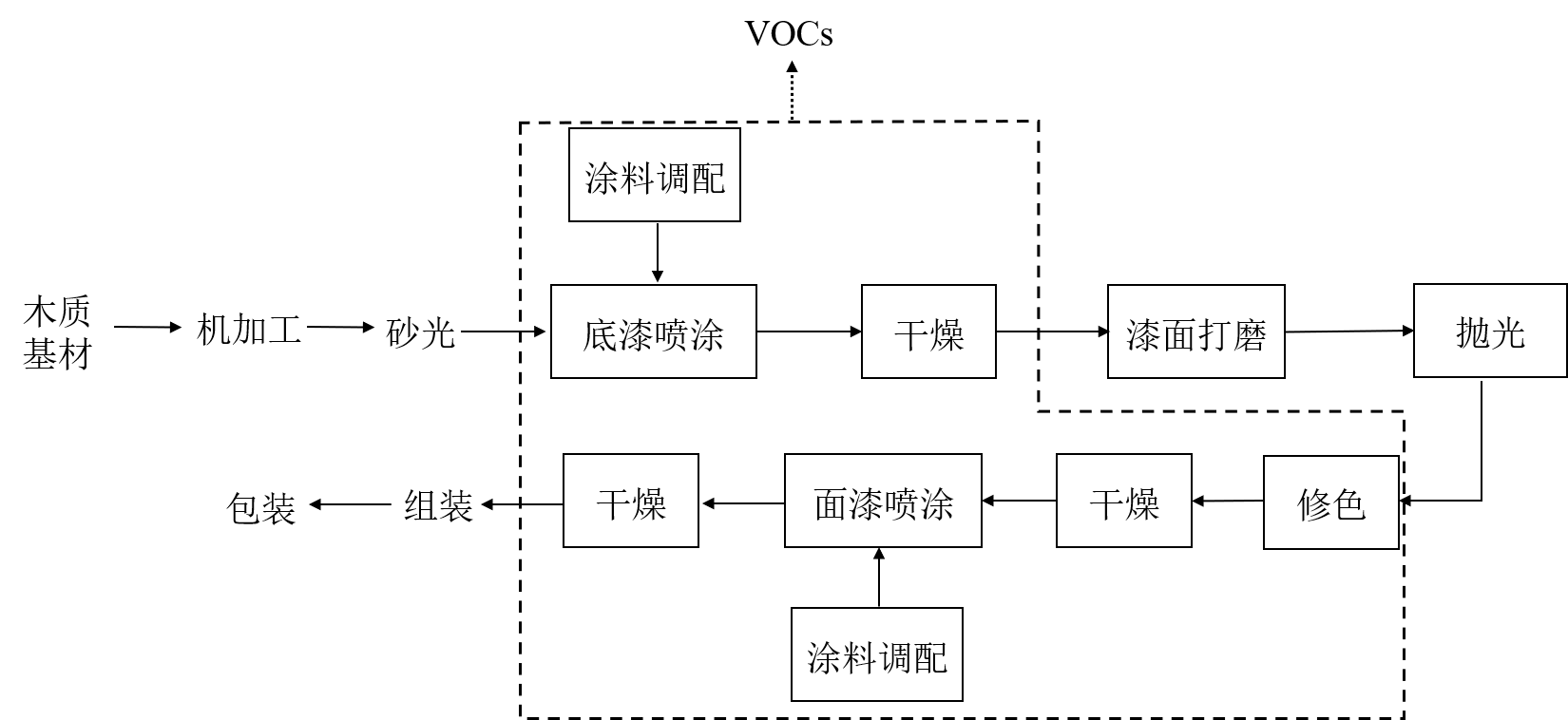


图1 典型木质基材涂装工艺流程与VOCs产排节点

## 4.2 金属及塑料基材涂装工艺过程

金属基材涂装多集中于金属家具和小工件金属制品行业，其涂装过程均是将涂料通过空气喷涂、浸涂、静电喷涂等方式涂覆在经预处理后的金属基材表面，涂料经过干燥固化在金属表面成膜。因此，金属表面涂装在调配、涂覆、干燥等环节会产生VOCs废气（如图2所示），其有机物浓度较低，一般在200 mg/m3以下。

常用的塑胶基材一般包括聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）等聚烯烃塑料，以及聚苯乙烯（PS）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）、聚氯乙烯（PVC）等塑料。塑料制品的表面涂装过程，与金属基材类似，同样涉及表面预处理、喷涂、干燥等工序，其VOCs的产生主要来源于喷涂、流平、干燥等环节。根据塑胶基材表面张力的差异性，部分表面预处理涉及有机溶剂的使用，此环节会产生少量挥发性有机物。

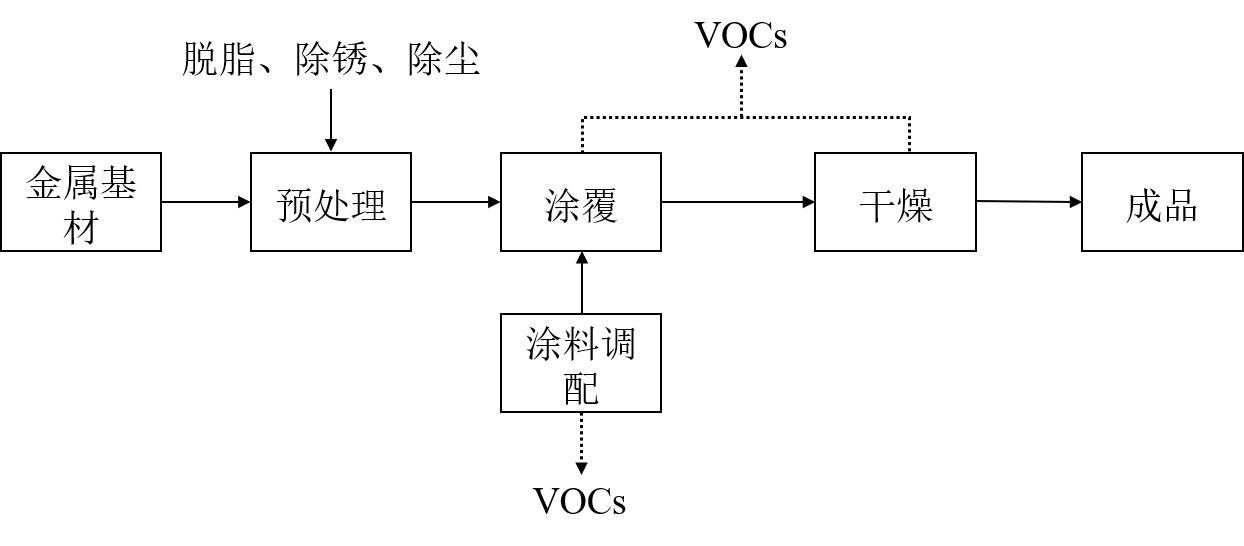


图2 金属基材涂装工艺流程及VOCs产排节点

# 5 规范准入

## 5.1 VOCs共性工厂建设项目准入

针对现有家具制造、表面涂装等行业中众多分散的中小规模企业存在VOCs治污效率低、环境管理能力差等突出问题，中山市鼓励建设行业集中喷涂类“VOCs共性工厂”，以替代分散的涂装工序，进而实现集中生产、集中管理、集中治污。基于此，VOCs共性工厂建设项目的准入应严格把关，以区域污染物削减为导向，以实行分散式VOCs工序或企业总量替代为目的，制定相关规划加以引导，设置建设项目准入门槛，规范VOCs共性工厂的建设与发展。

### 5.1.1 规划引导

中山市各有关镇街应针对本地产业发展特点和需要，以区域主要污染物削减为导向，因地制宜，合理优化布局，编制“VOCs共性工厂”专项规划或含“VOCs共性工厂”专章的其他规划。规划中应明确共性工厂的规模、数量、选址布局等要求，并设置专门篇章分析其环境影响和环境可行性。

### 5.1.2 总量替代

VOCs共性工厂的新、扩建项目，须替代辖区内10家或以上同类型（指涉VOCs生产工序相同）的VOCs产排企业或其工序，被替代企业或工序的有关资料需在相关规划中列明。被替代企业或工序的有关资料包括企业名单、涉VOCs原辅材料清单、工艺说明、现有VOCs排放量、VOCs工序替代承诺书等。

VOCs排放总量应严格按照《广东省生态环境厅关于做好重点行业建设项目挥发性有机物总量指标管理工作的通知》、《关于做好建设项目挥发性有机物（VOCs）排放削减替代工作的补充通知》、《中山市主要污染物排放总量控制领导小组办公室关于印发<中山市建设项目重点污染物排放总量指标管理细则>的通知》等相关要求实施削减替代。

### 5.1.3 准入条件

（1）VOCs共性工厂须达到规模以上，即建筑面积超过2万平方米；

（2）涉VOCs工序应当在密闭空间或者设备中进行，收集效率不得低于90%；VOCs废气应采用溶剂回收或焚烧法净化处理，总净化率不得低于90%。

（3）共性工厂所有涉VOCs排放口应安装含苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃等监测指标的在线监测系统并按规范与生态环境部门联网，且在四周布设不少于4个微观监测站（一般均匀分布在共性工厂四周，如需按实际情况调整，要以达到有效监控项目VOCs废气无组织排放为原则），监测PM10、PM2.5、TVOC，监控无组织排放。

# 6 源头管控

表面涂装作业的VOCs产生量与涂料组分和涂料使用量有关，而涂料使用量则取决于涂覆面积、涂层厚度和涂装设备或工艺的作业效率。因此，VOCs共性工厂废气污染防治需从源头管控，严格限制涂料及其他含VOCs原辅料中挥发性有机物含量，鼓励使用（无）低VOCs含量的环保型涂料，采用高效涂装技术，减少手动空气喷涂，以提高涂料利用率和喷涂作业效率。

## 6.1.涂料选择

### 6.1.1 建设阶段涂料选择

由于实际施工条件的限制，共性工厂在建设过程中建筑涂料所产生的VOCs无法有效收集，易逸散在空气中，对周围环境和人体均会造成不利影响。因此，在共性工厂建设阶段需严格限制所使用的建筑涂料中VOCs含量，优先使用符合环境标志产品的水性涂料或（无）低VOCs含量的建筑涂料产品，若无相关规定的，需满足相关涂料的有害物质限量要求。当使用的涂料产品适用于多种相关标准或用途时，则应符合各要求中最严格的限量值。建筑涂料产品中VOCs含量限值符合相关标准优先级为：环境标准产品＞低挥发性有机化合物含量涂料产品＞有害物质限量。部分建筑涂料VOC限量值见附录A，可供共性工厂建设阶段参考。

（1）建筑用墙面涂料：包括水性墙面涂料和装饰板涂料。墙面涂料一般包括内墙涂料、外墙涂料以及粉状或膏状腻子。共性工厂建设时使用的墙面涂料应优先选择水性涂料，且需符合HJ2537、GB/T38597和GB18582相关要求。建筑用装饰板涂料包括水性装饰板涂料和溶剂型装饰板涂料，在使用时应尽量选择水性装饰板涂料，且装饰板涂料需满足GB/T38597和GB18582的相关规定。

（2）建筑物和构筑物防护涂料：共性工厂建设过程中若使用此类涂料，应优先选择水性涂料且需满足GB/T38597、GB30981的相关要求。

（3）其他涂料：建设过程中使用的其他涂料需满足相关产品技术规定。

### 6.1.2 生产阶段涂料选择

涂料主要包括溶剂型涂料、高固体分涂料、水性涂料、粉末涂料、紫外光固化涂料等。

（1）溶剂型涂料：以有机溶剂为分散介质，属于高VOCs含量涂料，施涂于物体表面后干燥固化形成漆膜，而有机溶剂则挥发逸散在空气中。溶剂型涂料一般包括不饱和聚酯涂料（PE漆）、聚氨酯涂料（PU漆）、硝基涂料（NC漆）以及醇酸类涂料。

（2）高固体分涂料

高固体分涂料同样是以有机溶剂为分散介质，但其固体组分含量高，溶剂组分含量低，一般VOCs含量≤300 g/L，可用于替代高VOCs含量溶剂型涂料。目前高固体分涂料主要包括氨基丙烯酸、氨基聚酯及自干型醇酸漆等。

（3）水性涂料：以水为溶剂或分散介质，以高分子聚合物作为成膜物质，并辅以各种颜填料和助剂，经自然物理或化学交联干燥后在涂覆物体表面形成涂膜，VOCs含量较低。

（4）粉末涂料：是一种不含有机溶剂的固体粉末涂料，具有良好的导电性，需配合静电喷涂工艺使用，通过静电喷涂将微细、干燥的粉末涂覆到工件表面，而未喷涂到工件上的粉末涂料经回收后可循环利用。涂饰于物体表面的粉末涂料需加热熔融固化，通过化学交联形成热固型涂膜。该类涂料主要适用于金属工件和适宜的板式家具的涂装工序。

（5）紫外光（UV）固化涂料：也称辐射固化涂料，VOCs含量低，一般包括水性UV固化涂料和非水性UV固化涂料。该类涂料主要是利用紫外光辐射引发涂料中连结料发生交联反应，瞬间固化形成漆膜，需配合辊涂/淋涂技术使用。

**共性工厂在实际生产涂装过程中应根据喷涂基材选择符合GB18581、GB30981等有害物质限量规定的涂料产品，推荐使用（无）低VOCs含量的涂料替代溶剂型涂料，以减少VOCs的产生。**

#### 6.1.2.1木器涂料

木质基材使用的涂料中VOCs含量应符合GB18581的规定，鼓励使用GB/T38597、HJ2573规定的VOCs含量限值更低的涂料产品。木质基材使用的涂料VOC含量限值见表1。

表1 木器涂料VOC含量限值

| 涂料类型 | 主要产品类型 | VOC规定限值 | 来源依据 | 实施要求 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 水性涂料 | 色漆 | ≤250 g/L | GB18581 | 要求 |
| 清漆 | ≤300 g/L |
| 水性腻子 | ≤60 g/L |
| 清漆 | ≤270 g/L | GB/T38597 | 推荐 |
| 色漆 | ≤220 g/L |
| 清漆 | ≤80 g/L | HJ2537 | 推荐 |
| 色漆 | ≤70 g/L |
| 腻子（粉状、膏状） | ≤10 g/kg |
| 溶剂型涂料 | — | ≤420 g/L | GB/T38597 | 推荐 |
| 聚氨酯类 | 面漆[光泽（60°）≥80单位值]：≤550 g/L | GB18581 | 要求 |
| 面漆[光泽（60°）＜80单位值]：≤650 g/L |
| 底漆：≤600 g/L |
| 溶剂型腻子：≤400 g/L |
| 硝基类 | ≤700 g/L | GB18581 | 要求 |
| 溶剂型腻子：≤400 g/L |
| 不饱和聚酯类 | ≤420 g/L | GB18581 | 要求 |
| 溶剂型涂料 | 不饱和聚酯类 | 溶剂型腻子：≤300 g/L |
| 辐射固化涂料 | 水性 | ≤250 g/L | GB18581 | 要求 |
| 非水性 | ≤420 g/L |
| 辐射固化腻子 | ≤60 g/kg | 要求 |
| 水性 | ≤200 g/L | GB/T38597 | 推荐 |
| 非水性 | ≤100 g/L |
| 无溶剂涂料 | — | ≤60 g/L | GB/T38597 | 推荐 |
| ①木器涂料中有害物质限量（GB18581-2020）  ②低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求（GB/T38597-2020）  ③环境标准产品技术要求 水性涂料（HJ2573-2014） | | | | |

#### 6.1.2.2 其他涂料

金属、塑胶等基材涂装使用的涂料应满足GB30981或相关行业产品技术要求的规定，推荐使用GB/T38597中规定的低VOCs含量涂料产品，尽可能减少溶剂型涂料的使用。

## 6.2 其他含VOCs原辅材料的选择

为实现源头削减，清洗剂、胶粘剂等含VOCs原辅材料同样也应限制其VOCs含量。清洗剂、胶粘剂应分别选择符合GB38508、GB33372等相关要求的产品，推荐使用符合GB38508规定的水基、半水基清洗剂，以及GB33372规定的水基型、本体型胶粘剂产品。

## 6.3高效涂装技术

中山市涉及涂装工序的企业大多选用手动空气喷涂技术，但手动空气喷涂易造成大量涂料过喷，涂料利用率低。以智能化制造为功能定位的VOCs共性工厂，应革新涂装工艺或设备，采用高压无气喷涂、高流量低压力喷涂、自动喷涂、辊涂、静电喷涂等高效涂装技术，以提高涂料利用效率，从源头削减VOCs的产生。

（1）高压无气喷涂技术：该技术是利用高压泵，使涂料通过高压从喷嘴喷出，借助压力差使喷出的漆雾涂覆于工件表面，适合黏度大或高固体分涂料。与传统手动空气喷涂技术相比，该技术在喷涂时不含压缩空气，因而漆雾反弹少，涂料利用率较高。

（2）高流量低压力喷涂技术：与传统手动空气喷涂技术不同的是，该技术通过增大流量使涂料在较低压力下形成速度缓慢的漆雾，从而减少漆雾反弹和过喷，提高了涂料的利用效率。

（3）自动喷涂技术：利用电机或机械设备自动控制喷枪，喷涂速度稳定，涂层均匀，在一定程度上可减少涂料用量和VOCs产生总量，适宜木质、竹藤、塑料等材料的表面喷涂。常用的自动喷涂技术有机械手、往复式喷涂箱等。往复式喷涂箱属于可回收喷涂工艺设备，可回收未喷涂到工件上的涂料。

（4）辊涂/淋涂技术：通过两个转辊的转动，将转辊上的液体涂料转涂到工件表面，自动化程度高，涂装速度快，生产效率高，不产生漆雾，涂料利用率高达90%以上，未喷涂到工件上的涂料回收后可循环利用。适用于表面规则平整、尺寸适中工件的涂装。辊涂技术主要适用于底涂工序，淋涂技术适用于底涂和面涂工序。

（5）静电喷涂技术：是利用电晕放电现象，在喷枪头部金属导流杆接上高压负极，被喷涂工件接地形成正极，使喷枪和工件之间形成一个较强的静电场，涂料经喷枪雾化喷出后，带负电荷的涂料微粒在静电场作用下被均匀吸附在工件表面，涂料利用率高达90%以上。适用于金属工件和酚醛板家具的粉末喷涂，以及实木家具的液体涂料喷涂。

# 7 过程控制

共性工厂中VOCs过程控制主要是对VOCs物料的储存、转移输送、使用等无组织排放过程进行管控，并对有机废气进行有效收集，减少无组织逸散。VOCs物料使用过程中VOCs无组织排放控制应满足GB37822的相关要求。

## 7.1 储存过程

（1）VOCs物料应储存于密闭的容器或包装袋中。

（2）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，保持密闭。

（3）含VOCs废料（渣/液）、沾染有VOCs物料的废抹布，以及盛装过VOCs原辅料的废包装容器、包装袋等应密闭储存于危废储存间。

## 7.2 转移和输送过程

（1）VOCs原辅材料应采用密闭管道或密闭容器等输送和转移。

（2）使用集中供漆系统。

## 7.3 涂装过程

涂装过程涉及涂料等VOCs物料的调配、喷涂、流平、干燥（烘干、风干、晾干），以及喷涂设备清洗、退料、回收等过程，该过程的VOCs无组织排放需严格控制，尽可能减少无组织逸散。

### 7.3.1 调配

（1）涂料等VOCs物料的调配过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，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。

（2）宜设置专门的密闭调配间，减少现场调配和待用时间。调漆过程应配备废气收集系统。

（3）宜采用自动调漆系统或选用密封式调漆罐调漆，通过压力泵、管道输送至喷漆位点。

### 7.3.2 喷涂

（1）底漆、面漆等喷涂过程应在密闭空间内操作，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。

（2）宜建设干式喷漆房，采用自动化涂装设备；使用湿式喷漆房时，循环水泵槽/池和刮渣间应密闭，废气应排至VOCs废气收集处理系统。

（3）规范涂装操作条件（喷涂时空气流量、压力，涂装时间等），加强对生产工人的技能培训，尽可能提高涂料的利用率。

### 7.3.3 流平

（1）流平过程应在密闭空间内操作，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。

（2）禁止在流平过程中通过安装大量风扇或其他通风措施故意稀释排放。

### 7.3.4 干燥

（1）干燥（烘干、风干、晾干等）过程应在密闭空间内操作，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。

（2）温度较高得烘干废气不宜与喷涂、流平、晾干废气混合收集处理。

### 7.3.5 清洗

（1）清洗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。

（2）宜设置自动清洗供漆管路系统。

（3）根据生产需要和工作流程，合理控制涂装设备清洗剂的使用量。

（4）使用密闭、有限流阀且开口较小的容器储存清洗用的有机溶剂，尽可能避免有机溶剂暴露在空气中。

（5）沾染有清洗剂的废抹布应置于密闭容器储存。

### 7.3.6 退料

（1）涂装工艺设备退净的残存物料用密闭容器盛装。

（2）退料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。

### 7.3.7 回收

（1）涂装结束后，除集中供漆外，应将所有剩余的VOCs物料密闭储存，送回至调配间或储存间。

（2）对于辊涂/淋涂、往复式喷涂箱等可回收涂料的涂装工艺设备，在涂装作业时应设立涂料回收装置，回收过喷涂料，回收的涂料可重新用于生产中。同时，应做好回收涂料的密闭储存措施。

### 7.3.8 非正常工况

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。

## 7.4 非涂装过程

其他涉VOCs原辅料，但凡属于VOCs物料的，其使用环节都应采取VOCs无组织排放管控措施，采用密闭设备或在密闭空间内操作，亦或采取局部气体收集措施，废气均应排放至VOCs废气收集处理系统。

## 7.5 有机废气收集系统

VOCs共性工厂有机废气的产生主要集中在涂料调配、涂装、干燥等工艺。原则上，应将上述工段产生的有机废气“应收尽收，分类收集”。

（1）集中收集废气，提高有机废气的捕集率，减少无组织排放，尽可能使VOCs无组织排放量最小化。无组织的废气收集处理系统应符合GB37822中的有关要求。

（2）喷漆房和干燥车间应密封，根据车间大小确定换气风量，保证VOCs废气捕集率不低于95%。所有产生VOCs的密闭空间应保持微负压。

（3）优化喷漆房设计，合理布置进出气流，降低废气收集和处理负荷。除满足安全通风外，任何湿式或干式喷漆房的控制风速应满足GB14444中表1的要求。

（4）废气收集后需排放至治理设施，可分车间单独处理，也可根据废气性质和特点，多车间废气集中收集混合处理。较高温度的烘干废气宜采用燃烧方式单独处理，调配、流平废气可与喷涂、晾（风）干废气混合收集处理。

（5）废气捕集率评价方法：按照车间空间体积和N\*次/小时换气次数计算新风量，以有组织排放的实际风量与车间所需新风量的比值作为废气捕集率。

废气捕集率=

当车间实际有组织排气量大于车间所需新风量时，废气捕集率以100%计。

其中，车间所需要新风量=N\*×车间面积×车间高度

N\*：每小时车间换气次数。

（6）废气收集系统应保证与生产设备同步正常运行，集气方向与污染气流运行方向一致，管路应有明显走向标识。且废气收集系统开启时间宜早于生产设备，关闭时间宜晚于生产设备。

（7）废气收集系统排风罩设计应满足GB/T16758要求，且排风罩控制风速满足GB37822的相关要求。

（8）废气收集系统的输送管道应密闭，需按照GB37822相关规定对输送管道组件的密封点进行泄漏检测。

# 8 末端治理

## 8.1 有机废气处理

### 8.1.1 有机废气处理技术选取的原则和方法

（1）原则

共性工厂中有机废气处理技术选择需结合废气处理规模、有机物浓度和种类、处理效率、稳定达标等情况综合考虑。将VOCs高效治理、稳定达标排放置于首位，总体遵循资源综合利用、处理稳定达标、VOCs高效治理、经济实用的原则。

（2）基本方法

首先应根据共性工厂建设规模以及有机废气产生的工段，参考同类型共性工厂或大型涂装企业，测量或估算产生的有机废气量和浓度，确定排放限值浓度，计算有机废气处理工艺需要达到的处理效率（不低于90%且达标稳定排放），即可将符合该处理效率的废气处理工艺作为备选。其次，以适宜温度范围、入口废气颗粒物浓度、废气湿度以及达标稳定运行情况等作为筛选条件，并结合建设和运行成本、安全系数、自动化程度、维护难易以及资源综合利用情况等选择最佳的有机废气处理组合工艺和配套的预处理技术。

### 8.1.2 废气预处理技术

涂装过程会产生含漆雾的有机废气，在进入治理设施前需对有机废气进行预处理，一方面，是为了防止其所含树脂固化形成固体颗粒物，影响治理设施的寿命和治理效率；另一方面，治理设施对入口废气颗粒物浓度、湿度等有严格要求。此外，漆面打磨，以及粉末涂料喷涂等工序产生的废气含有大量颗粒物，需采用除尘技术净化废气。因此，末端治理设施需配套有效的预处理技术，去除有机废气中的漆雾和颗粒物，以满足后处理设施废气入口相关要求。

#### 8.1.2.1漆雾处理技术

喷漆室的除漆雾（颗粒物）效果应达到：

①去除率：95%以上；

②颗粒物排出量：＜1 mg/m3，后处理设施有相关标准要求的，按标准要求执行；

③目测见不到排风管的排气色（即排风管出口风帽不被所喷涂料着色）。

漆雾处理常采用干式和湿式漆雾捕集技术。

（1）干式漆雾捕集技术

干式漆雾捕集技术，包括干式介质过滤漆雾处理技术、石灰石粉漆雾处理技术，以及静电漆雾处理技术，主要是通过干式过滤或静电等方式捕集漆雾，该过程不会产生废水，主要适用于涂装工序的漆雾治理以及湿式除尘后的除湿。常见的过滤材料包括纸质过滤器、漆雾过滤棉等，一般采用多级组合过滤可使漆雾去除效率达85%以上，但该技术有发生火灾的风险。

（2）湿式漆雾捕集技术

湿式漆雾捕集技术适用于涂装工序的漆雾治理及VOCs末端治理的预处理，主要是借助循环水系统清洗喷漆室排气从而实现漆雾的捕集，通过向循环水中投加漆雾凝聚剂等物质，可使漆雾失去黏性，在循环水槽中飘浮或沉淀形成漆渣，一定时间后将漆渣捞起并收集，作为危险废物处理，此过程产生的废水需处理达标后排放。

湿式漆雾捕集根据水洗涤方式可分为文丘里、水帘式、水漩式等，目前常采用的有水帘柜、喷淋塔、填料塔、板式塔等。中山市涉涂装工序企业大多安装水帘柜除漆雾装置，但该技术无法满足后续废气处理装置对颗粒物浓度限制的要求，一般需采用多种预处理设施串联，如水帘柜后采用喷淋塔、填料塔、板式塔等，或再结合干式漆雾捕集装置进一步处理。

**共性工厂涂装废气推荐使用高效漆雾捕集装置，宜采用湿式+多级干式漆雾捕集联合技术。**

#### 8.1.2.2除尘技术

除尘技术主要用于漆面打磨、粉末涂料喷涂等工序废气颗粒物的预处理，一般包括袋式除尘、滤筒除尘、旋风除尘。

（1）袋式除尘技术

袋式除尘技术主要适用于漆面打磨工序废气颗粒物的处理，也可作为粉末涂料喷涂工序废气的二级治理技术。该技术性能稳定可靠，操作简单，除尘效率一般不低于95%，需定期清理或更换滤袋。袋式除尘技术的技术参数应满足HJ2020的相关要求。

（2）滤筒除尘技术

滤筒除尘技术同样适用于漆面打磨工序废气颗粒物的处理，也可作为粉末涂料喷涂工序废气的二级治理技术。该技术空间利用率高，使用寿命较长，易于维护，除尘效率通常可达95%以上，需定期清理或更换滤筒。

（3）旋风除尘技术：适用于粉末涂料喷涂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造成的旋转运动，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。

### 8.1.3 废气治理技术

共性工厂中VOCs废气总净化效率要求不低于90%且需稳定达标，然而单一的吸附技术，以及与其联合使用的光催化、光氧化、低温等离子体等低效技术，均无法满足共性工厂高效治污的要求。因此，共性工厂应采用燃烧法实现VOCs废气的销毁。由于工业涂装产生的有机废气普遍具有浓度低风量大、无回收价值等特点，共性工厂中使用燃烧法处理低浓度有机废气无疑会增大其运行成本，不利于共性工厂的良性运营和发展，因而需采用吸附、减风增浓等浓缩技术与燃烧法联合使用。

#### 8.1.3.1 吸附法

吸附法，也称吸附技术，此处作为废气增浓手段与燃烧技术组合使用。吸附技术是利用吸附剂（活性炭、活性炭纤维、分子筛等）对废气中的VOCs进行吸附浓缩，同时实现废气净化的目的。根据吸附器种类，吸附技术大体可分为固定床吸附技术、移动床吸附技术、流化床吸附技术和旋转式吸附技术。常用的吸附技术是固定床吸附技术和旋转式吸附技术。

**（1）固定床吸附技术**

固定床吸附技术适用于涂装过程中调配、喷涂、流平、晾干工序有机废气的治理，也可用于处理非连续（间歇）或浓度不稳定的废气。吸附过程中静态的吸附剂床层对废气中的VOCs污染物进行吸附分离，通过热空气吹扫可对吸附剂进行原位脱附再生，脱附后的VOCs废气则通过燃烧法进行销毁。

固定床吸附器通常选用吸附容量更大的活性炭作为吸附剂。工业有机废气净化用的活性炭分为颗粒活性炭和蜂窝活性炭，颗粒活性炭吸附有机废气性能较蜂窝活性炭强，但其着火点较蜂窝活性炭低，更易存在火灾风险。需要注意的是，在活性炭脱附再生阶段，为防止其发生自燃，需将活性炭脱附温度严格控制在120℃以下，必要时还需控制氧浓度以减少着火风险。固定床吸附技术中吸附剂需定期再生，为保证实际工作中吸附过程连续进行，吸附器通常采用一用一备或多用一备。

固定床吸附技术对入口废气的性质、组分、温度等均有要求。由于有机废气存在易燃易爆的危险性，进入吸附装置的有机废气中有机物浓度应低于其爆炸极限下限的25%。此外，为防止吸附剂床层堵塞或吸附剂中毒等问题影响吸附效果，废气入口废气颗粒物浓度宜低于1mg/m3，温度宜低于40℃，相对湿度（RH）宜低于80%，必要时应采取洗涤或预吸附等预处理方式除去难脱附或易造成吸附剂中毒的成分。固定床吸附技术的技术参数应满足HJ2026的相关要求。

**（2）旋转式吸附技术**

旋转式吸附技术适用于处理连续稳定的有机废气。该技术一般包括转轮式、转筒（塔）式，整个旋转区域分为吸附区、再生区（脱附区）和冷却区，通过转轮或转筒等方式实现吸附与脱附过程的交替。有机废气通过吸附区进行吸附净化，待吸附完成后，吸附污染物的区域则旋转至再生区，通过热气流吹扫实现吸附剂连续脱附再生，再生后的高温区旋转至冷却区，利用冷气流对吸附剂进行冷却，如此循环即可实现吸附剂的吸附和脱附再生。而脱附后的VOCs废气一般采用燃烧技术进行处理。

旋转式吸附技术常使用沸石分子筛作为吸附剂，该吸附材料吸附能力强，具有较强选择性，且是一类不燃物，可在较高温度下仍保持良好吸附效果。相比活性炭吸附剂，沸石分子筛可适用的脱附温度更高，一般在200℃左右，因而沸石分子筛在热气流吹扫下，更容易使富集其上的高沸点有机污染物实现脱附。为避免有机废气积聚存在爆炸风险，进入吸附装置的有机废气中有机物浓度应低于其爆炸极限下限的25%。废气的湿度和颗粒物浓度均会影响吸附剂的吸附能力，因而入口废气颗粒物浓度宜低于1mg/m3，温度宜低于40℃，相对湿度（RH）宜低于80%。该技术参数应满足HJ2026的相关要求。

#### 8.1.3.2 燃烧法

燃烧法，也称燃烧技术，是通过热力燃烧或催化燃烧的方式产生热量，使废气中的VOCs氧化分解成二氧化碳和水等小分子化合物，实现有机废气的彻底销毁。燃烧技术主要包括热力燃烧技术（Thermal Oxidation，TO）、蓄热燃烧技术（Regenerative Thermal Oxidation，RTO）、催化燃烧技术（Catalytic Oxidation，CO）、蓄热催化燃烧技术（Regenerative Catalytic Oxidation，RCO）。处理低浓度有机废气时，为降低运行成本，该技术一般不单独使用，宜配合吸附浓缩技术使用。

**（1）热力燃烧技术（TO）**

热力燃烧技术，是利用辅助燃料燃烧所产生的热量将废气温度提高至760℃以上，使废气中VOCs氧化分解成二氧化碳和水。该技术设备简单，污染物处理范围广，VOCs去除效率高达95%以上，适合用于中高浓度废气及间歇性排放工艺，但该技术能耗相对较高，一般可通过热交换器或蓄热装置回收热量以减少辅助燃料消耗。

**（2）蓄热燃烧技术（RTO）**

蓄热燃烧技术，同样是通过辅助燃料将废气预加热至反应温度，使废气中的VOCs污染物在760℃以上氧化分解成二氧化碳、水等物质。同时，它还利用高热容量的陶瓷蓄热体回收反应产生的热量，对待处理废气进行换热升温、对净化后的排气进行换热降温，减少燃料消耗，其热回收效率高达90%以上。该技术启动时间短，适合用于中高浓度废气和间歇性排放工艺，VOCs净化效率可达95%以上。对于低浓度有机废气，宜适当浓缩后再进行处理。

RTO主要由蓄热室、燃烧室、换向设备等组成，其可分为固定式和旋转式。固定式RTO主要是利用换向阀改变气流方向，实现气体换热、吹扫等功能的切换，根据蓄热体床层数量其可分为两室或多室，多室RTO治理效率（≥98%）较两室（95%以上）更高；而旋转式RTO，其蓄热室呈环形，利用旋转式气体分配器改变进入蓄热体气流的方向。旋转式RTO治理效率可达98%以上，较固定式而言，结构更加紧凑，占地面积小，但气流切换较复杂。

蓄热燃烧装置的技术参数应满足HJ1093的相关要求，使用时应注意：

①蓄热燃烧装置的设计风量应按照最大废气排放量的105%以上进行设计。

②进入蓄热燃烧装置的废气中颗粒物浓度应低于5 mg/m3，否则，需采用过滤、洗涤、静电捕集等方式进行预处理。

③使用时必须严格控制入口有机物浓度远低于其爆炸极限下限的25%，对于含有混合有机物的废气，其控制浓度应低于最易爆组分或混合气体的爆炸极限下限最低值的25%。

④含卤素的废气不宜采用蓄热燃烧法处理。

⑤不宜处理含易反应、易聚合有机物（苯乙烯等）、有机硅等有机废气，否则会造成瓷蓄热体床层堵塞，影响蓄热体使用寿命。

⑥根据废气组分、净化效率等要求确定燃烧室燃烧温度，燃烧温度一般应高于760℃，停留时间一般不宜低于0.75 s。

⑦蓄热体宜优先选用蜂窝陶瓷、组合式陶瓷等规整材料。蓄热体比热容应不低于750 J/(kg·K)，短时间可承受1200℃的高温冲击，使用寿命不低于40000 h。

⑧蓄热燃烧装置进出口气体温差不宜大于60℃。

⑨系统设计压降宜低于3000 Pa。

⑩蓄热燃烧装置应进行整体内保温。外表面温度不应高于60℃，部分热点除外。

**（3）催化燃烧技术（CO）**

催化燃烧技术是先通过预热器将待处理的有机废气预加热至催化剂的起燃温度，接着，预热后的废气进入催化剂床层，在催化剂的作用下有机废气氧化分解成二氧化碳和水，其VOCs去除效率通常在95%以上。该技术反应温度较低，燃料消耗量少，运行费用相对较低。由于该技术是无焰燃烧，因而不产生热力型氮氧化物。使用时需特别注意待处理有机废气的成分，避免催化剂中毒失活，如废气中含有硫化物、有机硅、有机磷等易致催化剂中毒的物质，则不宜使用该技术。

催化燃烧装置主要由换热室、加热室以及催化燃烧室组成，应按照HJ2027规定进行建设，其技术参数应满足相关要求：

①催化燃烧装置的设计风量应按照最大废气排放量的120%以上进行设计；

②进入催化燃烧装置的废气中颗粒物浓度宜低于10 mg/m3。

③使用时必须严格控制入口有机物浓度远低于其爆炸极限下限的25%，对于含有混合有机物的废气，其控制浓度应低于最易爆组分或混合气体的爆炸极限下限最低值的25%。

④进入催化燃烧装置的废气温度宜低于400℃；

⑤催化剂的工作温度应低于700℃，并能承受900℃短时间高温冲击，设计工况下催化剂使用寿命应大于8500 h。

⑥催化燃烧装置应进行整体保温，外表面温度不应高于60℃。

⑦催化燃烧装置的压力损失应低于2 kPa。

**（4）蓄热催化燃烧技术（RCO）**

蓄热催化燃烧技术是将待处理废气预加热至催化剂起燃温度，并利用结合在高热容量陶瓷蓄热体上的催化剂，使有机气体在300~450℃下氧化成二氧化碳和水，同时，系统加热废气，以及污染物氧化所产生的热量被蓄热体储存，用于加热待处理废气，其热回收效率一般可达90%以上。该技术操作温度较低，其运行费用较蓄热式燃烧技术节约25~40%，且属于无焰燃烧，不产生热力型氮氧化物，其VOCs去除效率可达95%以上，适用于低浓度有机废气的治理。

使用该技术时应注意入口废气浓度不宜过高，且不宜处理温度高于450℃的废气，否则会导致催化剂超温而影响处理效果。此外，还需避免催化剂中毒以及陶瓷蓄热体堵塞的问题，如处理废气中含有硫化物、有机硅、有机磷等致催化剂中毒的物质，或易自聚化合物（苯乙烯等）、卤素、硅烷类等易造成蓄热体堵塞的物质，因而不宜使用该技术。RCO的技术参数应满足HJ1093、HJ2027的相关要求。

以上各技术的优缺点情况见附录B。

#### 8.1.3.3 组合技术

共性工厂VOCs治理设施净化率应不低于90%且稳定达标。根据共性工厂的废气特性、生产运营模式以及政策要求，应采用吸附浓缩与燃烧技术的组合工艺处理大风量低浓度VOCs废气，在保证高效稳定治理的前提下，可有效节约治理设施运行成本。

**（1）活性炭吸附浓缩+（蓄热）催化燃烧**

该组合技术可用于非连续（间歇）或浓度不稳定的有机废气治理，主要由活性炭吸附器、脱附风机和（蓄热）催化燃烧装置等组成。进入吸附器前，有机废气需进行预处理，使其颗粒物含量和温度、湿度均需符合活性炭吸附要求。接着，进入吸附阶段，预处理后的有机废气通过活性炭吸附净化，并通过主风机经排气筒达标排放，随后利用热气流吹扫活性炭吸附单元进行脱附再生，脱附浓缩后的有机废气则进入（蓄热）催化燃烧装置处理净化。根据热量回收方式不同，该组合技术可分为活性炭吸附浓缩+催化燃烧（CO）、活性炭吸附浓缩+蓄热催化燃烧（RCO）两类。其中，CO主要依靠气-气换热器实现热量回收，但其回收效率较低，一般在60%~80%；而RCO则采用蓄热体直接换热，热回收效率可达90%以上。

**（2）****活性炭吸附浓缩+蓄热/热力燃烧（RTO/TO）**

该组合技术可分为活性炭吸附浓缩+蓄热燃烧技术（RTO）、活性炭吸附浓缩+热力燃烧技术（TO）两类，均可用于非连续（间歇）或浓度不稳定有机废气的治理。此类组合技术主要是由活性炭吸附器、脱附风机和蓄热燃烧装置/热力燃烧装置等组成。经过活性炭吸附浓缩后的有机废气排至蓄热/热力燃烧装置，在760℃以上高温将有机废气氧化分解，实现VOCs的彻底销毁。蓄热燃烧装置则可将产生的热量回收，用于活性炭的脱附或有机废气的预加热，较热力燃烧装置可节省运行成本。

**（3）****沸石转轮吸附浓缩+（蓄热）催化燃烧**

该组合技术适用于连续稳定的有机废气治理，主要由分子筛转轮、吸附风机、脱附风机和（蓄热）催化燃烧装置组成。整个沸石转轮分为吸附区、脱附区、冷却区三个部分，通过旋转，实现吸附-脱附-冷却功能区域的无缝轮换。当吸附有机废气的沸石分子筛从吸附区转到再生区时，沸石分子筛吸附的VOCs被连续且低流量的热空气从反方向吹扫脱附，形成的高浓度、小风量的VOCs废气则排放至（蓄热）催化燃烧装置内进行净化。完成脱附后的沸石分子筛，随即从再生区转到冷却区，通过冷空气吹扫实现分子筛的快速降温，同时，冷空气吸热升温，可作为热气流用于脱附区分子筛的脱附，降低系统能耗。同样，（蓄热）催化燃烧装置根据不同的换热方式，实现热量回收，减少辅助燃料消耗成本。

**（4）沸石转轮吸附浓缩+蓄热/热力燃烧**

该组合技术适用于连续稳定的有机废气治理，主要由分子筛转轮、吸附风机、脱附风机和蓄热/热力燃烧装置组成。经过沸石转轮吸附浓缩后的有机废气排至蓄热/热力燃烧系统，在760℃以上高温下完成VOCs废气的净化。经蓄热燃烧系统净化后的高温气体除通过蓄热体加热待处理浓缩废气外，还可作为高温热源，通过换热器将气体加热至脱附温度180~200℃，用于转轮脱附区再生，节约系统能耗，较热力燃烧装置可大大降低运行成本。

如表2所示，对几种典型组合技术的优缺点进行了比较分析；几种组合治理技术的各项经济和技术指标列于表3，供共性工厂治理设施选取时作为参考。

表2 几种典型组合工艺优缺点比较

| **典型组合工艺** | **优点** | **缺点** |
| --- | --- | --- |
| 活性炭吸附浓缩+催化燃烧 | 适合于处理大风量、低浓度或浓度不稳定的有机废气，工艺成熟稳定，可靠性好；净化效率高，运行费用低；处理系统为低温无火焰，安全性好，且无热力型NOx产生。 | 不适用处理含有高沸点溶剂的有机废气；设备建设成本较高；催化燃烧器的装机容量较大；活性炭吸附浓缩，只能低温脱附，后期必须定期更换，为二次危废；催化剂成本高，其存在中毒和寿命问题。 |
| 活性炭吸附浓缩+蓄热催化燃烧 | 对大风量低浓度废气处理经济性高；可用于处理浓度不稳定的有机废气，比热力燃烧法节约25%~40%运行费用，其热回收效率可达90%以上；很少产生NOx和SO2，不受水汽含量影响 | 一次性投资成本高，运行成本较高；  对含有机硅成分较多的废气容易造成蓄热体堵塞，更换蓄热材料费用较高；催化剂成本高，其存在中毒和寿命问题。 |
| 沸石转轮吸附+蓄热燃烧 | 连续稳定运行，技术成熟且安全可靠、操作维护简单，使用寿命长，适合处理连续稳定的有机废气。沸石不具备可燃性，不会引发溶剂反应。 | 一次性投资成本高，运行成本较高，不适宜处理小于8000 m3/h以下风量的废气；对含有机硅成分较多的废气容易造成蓄热体堵塞，更换蓄热材料费用较高。脱附温度较高，脱附出的VOCs容易与氧气反应。 |
| 沸石转轮吸附+热力燃烧 | 适合处理连续稳定的有机废气；处理净化效率高，连续运行稳定，技术成熟且安全可靠、操作维护简单，使用寿命长，适用范围广，可用于多种类型有机废气处理。 | 一次性投资成本高，能耗高，处理低风量废气运行成本较高。 |

表3 组合工艺的指标分析

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **组合工艺** | **去除效率** | **建设成本** | **运行成本** | **安全系数** | **自动化程度** | **监控难度** |
| 活性炭吸附浓缩+催化燃烧 | ＞90% | \*\*\* | \*\*\*\* | \*\*\*\* | \*\*\*\* | \* |
| 活性炭吸附浓缩+蓄热燃烧 | ＞90% | \*\*\*\* | \*\*\* | \*\*\* | \*\*\*\* | \* |
| 活性炭吸附浓缩+蓄热催化燃烧 | ＞90% | \*\*\*\* | \*\*\* | \*\*\*\* | \*\*\*\* | \* |
| 活性炭吸附浓缩+热力燃烧 | ＞90% | \*\*\* | \*\*\*\*\* | \*\*\* | \*\*\*\* | \* |
| 沸石转轮吸附浓缩+蓄热燃烧 | ＞90% | \*\*\*\*\* | \*\*\* | \*\*\*\* | \*\*\*\*\* | \* |
| 沸石转轮吸附浓缩+蓄热催化燃烧 | ＞90% | \*\*\*\*\* | \*\*\* | \*\*\*\* | \*\*\*\*\* | \* |
| 说明：“\*”数量越多，代表程度越高，即建设成本越高，运行成本越高，安全系数越高，自动化程度越高，监控难度越高。 | | | | | | |

## 8.2 废水处理

### 8.2.1 废水的产生

VOCs共性工厂中生产废水主要来自于湿式漆雾捕集设备除漆雾的循环废水，以及涂装设备的清洗废水，涂装过程中产生的生产废水水质成分与使用的涂料、溶剂、助剂等有关，主要污染物为COD、悬浮物、石油类、无机盐等。

此外，对于金属基材，涂装前的表面预处理阶段还会产生预处理废水，其水质成分与金属表面预处理使用的物质有关，如磷化废水、酸洗废水、脱脂废水等，一般先经过物化法进行预处理，达到车间或生产设施排放限值要求后，与综合废水合并处理。

### 8.2.3 废水收集处理

（1）根据生产废水特点及其污染物浓度，对生产废水进行分类收集、分质处理。

（2）除漆雾废水和清洗废水应采用密闭管道（应使用明管）输送至集水池，接入口和排出口采取与环境空气隔离的措施，集水池应加盖密闭或采取其他等效措施收集废气，排放至有机废气治理设施。

（3）含VOCs废水储存和处理设施应采取密闭加盖或其他等效措施，将液面上方产生的废气收集排放至有机废气治理设施或脱臭设施，确保达标排放。调节池、隔油池、气浮池等废水预处理单元应采用密闭化工艺或密闭收集措施，将产生的VOCs废气排放至有机废气治理设施；曝气池、生化池等废水处理单元产生的低浓度VOCs废气应密闭收集，并进行脱臭处理。

（4）废水处理一般采用“预处理+生化处理+深度处理”组合工艺对生产废水进行综合治理。其中预处理包括气浮除油、pH调节、混凝沉淀、过滤等物化技术；生化处理包括生物接触氧化法、序批式活性污泥法（SBR法）、膜生物反应器（MBR法）、曝气生物滤池（BAF法）、缺氧/好氧活性污泥法（A/O法）、水解酸化-接触氧化法、升流式厌氧污泥床反应器（UASB)—接触氧化法、折流式水解反应器（ABR）-SBR等工艺；深度处理包括过滤、混凝沉淀等方法。

## 8.3 固体废物处理

### 8.3.1 固体废物的产生

VOCs共性工厂在生产过程中产生的基材边角料等一般工业固体废物，宜优先资源化利用，如不可资源化利用则应按照GB18599的规定进行处置。生产过程中产生的危险废物，主要有废溶剂型涂料、废有机溶剂、废清洗剂、漆渣、废活性炭、废催化剂（若废气采用催化燃烧法）及盛装过VOCs物料的废包装容器等，应委托有危险废物经营许可证的单位进行处置，并满足GB18597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。

### 8.3.2固体废物贮存处置

（1）按照“减量化、资源化、无害化”等原则，收集、贮存、运输、利用和处置固体废物。

（2）固体废物利用和处置过程应采取措施防止二次污染。基材边角废料应综合利用；未污染的包装材料宜循环使用，热值高的固体废物（如使用过的纸质漆雾过滤器）宜采用热解技术进行减量化处置。

（3）一般工业固体废物采用库房、包装工具（罐、桶、包装袋等）暂存时，其暂存过程应满足防渗漏、防淋雨、防扬尘等环境保护要求。

（4）按照《国家危险废物名录》、GB34330及GB/T 39198的规定，制定固体废物管理清单。若无明确规定，则需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，并按照判定类别进行分类、包装，在盛装危险废物的容器上按照GB18597设置相应的危险废物标签，并标识危险废物名称和危险特性等。

（5）危险废物贮存设施应按照GB15562.2设置危险废物警示标志，设施内要有安全照明设施和观察窗口，贮存设施周围应设置围墙或其它防护栅栏。

（6）危险废物贮存设施应满足GB18597的要求，配备通讯设备、照明设施、安全防护服装及工具，并设有应急防护设施。

（7）贮存危险废物时应按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并应设置防渗、防雨、防水、防雷、防扬尘装置。危险废物和一般固体废物不能混存。不相容的危险废物必须分开存放。

（8）不水解、不挥发的固体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，无法装入常用容器的危险废物可用防漏胶袋等盛装。

（9）装载液体、半固体危险废物的容器内须流足够空间，容器顶部与液体表面之间保持100 mm以上的空间。

（10）危险废物暂存设施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。

（11）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。

（12）建立危险废物贮存管理台账，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、存放库位、废物出库日期及接受单位名称。危险废物的记录和货单在危险废物回取后应继续保留3年。

（13）危险废物转移应有危废转移联单，联单保存期限为五年。贮存危险废物的，其联单保存期限与危险废物贮存期限相同。

（14）健全工业建立固体废物环境防治责任制度，并采取防治工业固体废物污染环境的措施。编制应急预案，并定期组织应急演练。

# 9 污染防治可行技术

共性工厂中污染防治策略应以源头预防、末端治理相结合为主，考虑污染减量化、再利用、无害化。

## 9.1 VOCs废气污染防治可行技术

VOCs废气污染防治可行技术见表4。

表4 VOCs废气污染防治可行技术

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 可行技术 | 技术适用范围 |
| 源头预防技术 | 粉末涂料替代技术 | 适用于金属工件涂装过程涂料替代 |
| 水性涂料替代技术 | 适用于金属防腐基材底漆，木质防腐基材底漆、色漆涂料替代 |
| UV涂料替代技术 | 适用于木地板、木门辊涂等涂料替代 |
| 高固体分涂料替代 | 适用于溶剂型涂料替代 |
| 高压无气喷涂技术 | 适用于传统空气喷涂的替代 |
| 静电喷涂工艺技术 | 适用于具有良好导电性的工件喷涂 |
| 自动涂装技术 | 适用于手动喷涂的替代 |
| 辊涂/淋涂技术 | 适用于手动喷涂的替代 |
| 末端治理技术 | 催化燃烧/蓄热燃烧技术 | 适用于涂装烘干工序VOCs废气的治理 |
| 水帘/水旋/喷淋除雾+多级过滤+沸石转轮吸附技术+蓄热燃烧技术 | 适用于涂覆（喷涂、辊涂、浸涂、晾干等非烘干工序）过程中VOCs的治理 |
| 水帘/水旋/喷淋除雾+多级过滤+活性炭吸附技术+催化燃烧技术 | 适用于涂覆（喷涂、辊涂、浸涂、晾干等非烘干工序）过程中VOCs的治理 |

## 9.2 废水污染防治可行技术

废水污染防治可行技术见表5

表5 废水污染防治可行技术

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 废水类别 | 预防技术 | 治理技术 | 排放去向 | 适用条件 |
| 表面预处理废水 |  | 物化处理 | 处理后与综合废水合并治理 | 适用于表面预处理产生的生产废水。 |
| 综合废水 | — | 预处理+生化处理+深度处理 | 治理后间接排放 | 适用于涂装设备的清洗废水、除漆雾设备的循环废水等 |

## 9.3 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6。

表6 固体废物污染防治可行技术

| 序号 | 类别 | 固体废物 | 可行技术 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 一般工业固体废物 | 基材边角料等 | 资源化利用技术 |
| 2 | 危险废物 | 废溶剂型涂料 | 委托有危险废物经营许可证的单位处理 |
| 3 | 废有机溶剂 |
| 4 | 废清洗剂 |
| 5 | 沾染具有危险特性物质的废气包装物及容器 |
| 6 | 漆渣 |
| 7 | 废活性炭 |
| 8 | 废沸石 |
| 9 | 废催化剂 |
| 10 | 废水处理产生的污泥 |
| 11 | 其他列入《国家危险废物名录》或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 |

# 10 环境管理

## 10.1 废气排放口设置

（1）排气筒高度应不低于15 m，具体高度应符合国家、省、行业等有关大气污染排放标准文件的有关规定。

（2）废气排放口应在废气处理前后设置永久性采样口，按照HJ/T1-92、GB16157和HJ/T397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。

（3）采样口应优先设置在垂直管段，避开排气管道弯头和断面急剧变化的部位。

（4）手工采样口应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于6倍直径，和距上述部件上游方向不小于3倍直径处。对于矩形排气管道，其当量直径D=2AB/(A+B)，式中A、B为边长。采样口所在断面的气流速度最好在5 m/s以上。

（5）手工采样口开孔的内径应不小于80 mm，管长应不小于50 mm。采样口不使用时，应用盖板、管堵或管帽密闭。

（6）手工采样平台应有足够的工作面积使工作人员安全、方便的操作。平台面积应不小于1.5 m2，并设有1.1 m高的护栏和不低于10 cm的脚部挡板，采样平台的承重应不少于200 kg/m2，采样孔距平台面约为1.2 m~1.3 m。

（7）废气连续监测系统的监测位置、监测平台等设置应按照《固定污染源废气中非甲烷总烃排放连续监测技术指南（试行）》等相关规定实施。

## 10.2 污染排放监测

### 10.2.1废气排放监测

（1）有组织废气排放监测：共性工厂所有涉VOCs排放口应安装含苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃等监测指标的在线监测系统并按规范与生态环境部门联网。

（2）无组织废气排放监测：在共性工厂四周布设不少于4个微观监测站（一般均匀分布在共性工厂四周，如需按实际情况调整，要以达到有效监控项目VOCs废气无组织排放为原则），监测PM10、PM2.5、TVOC等指标。

此外，如涉及其他类型废气，应按照HJ1086以及项目排污许可相关规定开展自行监测。

### 10.2.2 废水排放监测

共性工厂自建废水处理设施的（转移处理除外），应安装水污染源在线监测系统，监测流量、COD、氨氮等指标。对于其他水质指标，需按照HJ1086以及项目排污许可规定开展自行监测。

### 10.2.3 环境噪声监测

共性工厂应按照HJ1086以及项目排污许可相关规定开展厂界环境噪声监测。

## 10.3 共性工厂日常管理

（1）共性工厂需落实VOCs台账管理制度，并建立VOCs台账档案。台账档案应根据实际生产情况动态更新，VOCs台账清单见附录C。入驻企业和共性工厂运营管理方应各司其职，实行VOCs台账记录，且台账至少应保存3年以上。入驻企业主要负责VOCs原辅材料台账的记录，记录含VOCs原辅材料的名称、采购记录、出库记录、使用量等等；共性工厂运营管理方则主要负责VOCs废气治理设施台账，记录其运行和维护情况，以及日处理有机废气量等；危废台账则由入驻企业和运营管理方共同负责，记录危险废物出入库交接情况。

（2）根据共性工厂的实际生产工况和治理设施的设计标准，建立相关规章制度以及治理设施运行、维护和操作规程，明确耗材的更换周期和设施的检查周期。

（3）对入驻共性工厂企业的生产技术人员开展岗前培训，规范生产操作，减少人为因素引起的无组织逸散。

（4）共性工厂运营管理方应对治理设施的正常运行和安全管理负责，需配备专业管理人员和技术人员进行日常运维，定期开展培训，使管理人员和技术人员掌握治理设备运行维护的具体操作和应急措施。

（5）编制与治理设施相关的事故火灾、爆炸等应急救援预案，配备应急救援人员和器材，并定期开展应急演练。

## 10.4 环保部门监管

（1）检查共性工厂VOCs无组织排放控制管理情况。

（2）检查共性工厂VOCs管控台账记录。

（3）核查共性工厂污染治理设施操作相关规章制度，检查废气治理设施运行、维护情况，以及生产废水、危险废物的处理处置情况。

（4）按照治理设施使用要求和操作规程，依据国家及地方相关标准，对治理设施进行定期监测，评估其治理效率。

# 附录A：

表A.1 共性工厂建设阶段部分建筑涂料VOC限量值

| **产品类别** | **涂料类型** | **主要产品类型** | | **VOC限量值** | **依据标准** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **建筑用水性墙面涂料** | 水性涂料 | 内墙涂料 | | 1）光泽（60°）≤10面漆：≤ 50g/L；  2）光泽（60°）＞10面漆：≤80 g/L；  3）底漆：≤50 g/L | 《环境标准产品技术要求 水性涂料》（HJ2537-2014) |
| ≤50 g/L | 《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T38597-2020） |
| ≤80 g/L | 《建筑用墙面涂料中有害物质限量》（GB18582-2020） |
| 外墙涂料 | | 1）面漆：≤100 g/L；  2）底漆：≤80 g/L | 《环境标准产品技术要求 水性涂料》（HJ2537-2014) |
| ≤80 g/L | 《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T38597-2020） |
| 外墙涂料 | | 含效应颜料类：≤120 g/L | 《建筑用墙面涂料中有害物质限量》（GB18582-2020） |
| 其他类：≤100 g/L |
| 腻子 | | ≤10 g/kg | 《环境标准产品技术要求 水性涂料》（HJ2537-2014)、《建筑用墙面涂料中有害物质限量》（GB18582-2020） |
| **建筑用装饰板涂料** | 水性涂料 | 合成树脂乳液类涂料 | | ≤100 g/L | 《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T38597-2020） |
| ≤120g/L | 《建筑用墙面涂料中有害物质限量》（GB18582-2020） |
| 其他类 | | ≤200 g/L | 《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T38597-2020） |
| ≤250g/L | 《建筑用墙面涂料中有害物质限量》（GB18582-2020） |
| 溶剂型涂料 | 含效应颜料类 | | ≤760g/L | 《建筑用墙面涂料中有害物质限量》（GB18582-2020） |
| 其他类 | | ≤580 g/L | 《建筑用墙面涂料中有害物质限量》（GB18582-2020） |
| **建筑物和构筑物防护涂料（建筑用墙面涂料除外）** | 水性涂料 | 金属基材防腐涂料 | 单组分 | 底漆：≤200 g/L | 《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T38597-2020） |
| 面漆：≤250 g/L |
| 双组分 | 底漆：≤250 g/L |
| 中涂：≤200 g/L |
| 面漆：≤250 g/L |
| 单组分 | 醇酸树脂涂料：≤350 g/L | 《工业防护涂料中有害物质限量》（GB30981-2020） |
| 底漆：≤300 g/L |
| 面漆：≤300 g/L |
| 效应颜料漆：≤420 g/L |
| 双组分 | 车间底漆：≤300 g/L |
| 底漆：≤300 g/L |
| 中涂：≤250 g/L |
| 面漆：≤300 g/L |
| 效应颜料漆：≤420 g/L |
| 溶剂型涂料 | 金属基材防腐涂料 | 车间底漆（无机） | ≤580 g/L | 《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T38597-2020） |
| 无机锌底漆 | ≤550 g/L |
| 单组分 | ≤500 g/L |
| 双组分 | 底漆：≤450 g/L |
| 中涂：≤420 g/L |
| 面漆：≤450 g/L |
| 清漆：≤480 g/L |
| **建筑物和构筑物防护涂料（建筑用墙面涂料除外）** | 溶剂型涂料 | 金属基材防腐涂料 | 车间底漆 | 无机：≤720 g/L  有机：≤650 g/L | 《工业防护涂料中有害物质限量》（GB30981-2020） |
| 无机锌底漆 | ≤600 g/L |
| 单组分涂料 | ≤630 g/L |
| 双组分涂料 | 底漆：≤500 g/L |
| 中涂：≤500 g/L |
| 面漆：≤550 g/L |
| 清漆：≤580 g/L |
| 水性涂料 | 混凝土防护涂料 | 封闭底漆 | ≤250 g/L | 《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T38597-2020） |
| 底漆 | ≤200 g/L |
| 中涂 | ≤200 g/L |
| 面漆 | ≤250 g/L |
| 封闭底漆 | ≤300 g/L | 《工业防护涂料中有害物质限量》（GB30981-2020） |
| 底漆 | ≤250 g/L |
| 中涂 | ≤250 g/L |
| 面漆 | ≤300 g/L |
| 其他 | - | ≤300 g/L | 《工业防护涂料中有害物质限量》（GB30981-2020） |
| 溶剂型涂料 | 混凝土防护涂料 | 底漆 | ≤450 g/L | 《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T38597-2020） |
| 中涂 | ≤420 g/L |
| 面漆 | ≤450 g/L |
|  | 溶剂型涂料 | 封闭底漆 | ≤700 g/L | 《工业防护涂料中有害物质限量》（GB30981-2020） |
| 底漆 | ≤540 g/L |
| 中涂 | ≤540 g/L |
| 面漆 | ≤550 g/L |
| 特种涂料 | - | ≤650 g/L |
| 其他 | - | ≤550 g/L |

# 附录B：

表B.1 各技术优缺点比较一栏表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **技术** | **主要优点** | **主要缺点** |
| 固定床吸附 技术 | 1.初设成本低；  2.能源需求低；  3.适合多种污染物；  4.臭味去除有很高的效率 | 1.无再生系统时吸附剂更换频繁；  2.不适合高浓度废气；  3.废气湿度大时吸附效率低；  4.不适合含颗粒物状废气，对废气预处理要求高；  5.热空气再生时有火灾危险；  6.对某些化合物（如酮类、苯乙烯）吸附时  受限 |
| 旋转式吸附系统 | 1.结构紧凑，占地面积小；  2.连续操作、运行稳定；  3.床层阻力小；  4.适用于低浓度、大风量的废气处理；  5.脱附后废气浓度浮动范  围小 | 1.对密封件要求高，设备制造难度大、成本高；  2.无法独立完全处理废气，需要与其他废气处理装置组合使用；  3.不适合含颗粒物状废气，对废气预处理要求高 |
| 热力燃烧 | 1.污染物适用范围广；  2.处理效率高(可达95%以上)；  3.设备简单 | 1.操作温度高，处理低浓度废气时运行成本高；  2.处理含氮化合物时可能造成烟气中NOx超标；  3.不适合含硫、卤素等化合物的治理；  4.处理低浓度VOCs时燃料费用高 |
| 蓄热燃烧 | 1.热回收效率高(＞90%)，  运行费用低；  2.净化效率高（95%～99%）  3.适用于高温气体 | 1.陶瓷蓄热体床层压损大且易阻塞；  2.低VOCs浓度时燃料费用高；  3.处理含氮化合物时可能造成烟气中NOx超标；  4.不适合处理易自聚化合物（苯乙烯等），其会发生自聚现象，产生高沸点交联物质，造成蓄热体堵塞；  5.不适合处理硅烷类物质，燃烧生成固体尘灰会堵塞蓄热陶瓷或切换阀密封面。 |
| 催化燃烧 | 1.操作温度较直接燃烧低，  运行费用低；  2.相较于热力，燃料消耗量少；  3.处理效率高（可达95%以上) | 1.催化剂易失活（烧结、中毒、结焦），不适合含有S、卤素等化合物的净化；  2.常用贵金属催化剂价格高；  3.有废弃催化剂处理问题；  4.处理低浓度VOCs时燃料费用高 |
| 蓄热式催化燃烧 | 1.操作温度低，热回收效率高(＞90%)，运行成本较RTO低；  2.去除效率高(95～99%) | 1.催化剂易失活（烧结、中毒、结焦），不适合含有S、卤素等化合物的净化；  2.陶瓷蓄热体床层压损大且易阻塞；  3.处理含氮化合物时可能造成烟气中NOx超标；  4.常用贵金属催化剂成本高；  5.有废弃催化剂处理问题；  6.不适合处理易自聚、易反应等物质（苯乙烯），其会发生自聚现象，产生高沸点交联物质，造成蓄热体堵塞；  7.不适合处理硅烷类物质，燃烧生成固体尘灰会堵塞蓄热陶瓷或切换阀密封面 |
| 沸石浓缩转轮+RTO/  CO/RCO | 1.去除效率高；  2.适用于大风量低浓度废气；  3.燃料费较省；  4.运行费用较低 | 1.处理含高沸点或易聚合化合物时，转轮需定期处理和维护；  2.处理含高沸点或易聚合化合物时，转轮寿命短；  3.对于极低浓度的恶臭异味废气处理，运行费用较高 |
| 活性炭+CO | 1.适用于低浓度废气处理；  2.一次性投资费用低；  3.运行费用较低；  4.净化效率较高（≥90%） | 1.活性炭和催化剂需定期更换；  2.不适合含颗粒物状废气；  3.不适合处理含硫、卤素、重金属、油雾、以及高沸点、易聚合化合物的废气；  4.若采用热空气再生，不适合环己酮等酮类化合物的处理 |

# 附录C：

表C.1 VOCs台账清单

| **台账类别** | **台账类别** | **台账清单** | **负责对象** |
| --- | --- | --- | --- |
| VOCs原辅材料台账 | 原辅料名称及用量信息 | 1.采购单/采购记录 | 入驻企业 |
| 2.出库记录/出库单 | 入驻企业 |
| 3.VOCs物料用量及VOCs含量信息表 | 入驻企业 |
| VOCs用量、含量等信息 | 4.VOCs物料检测报告或VOCs物料物质安全说明书（MSDS） | 入驻企业 |
| VOCs废气处理设施台账 | VOCs有机废气治理设施设计方案 | 5.VOCs有机废气治理设施设计方案 | 共性工厂运营管理方 |
| 6.VOCs有机废气治理工程项目合同 | 共性工厂运营管理方 |
| 废气处理设施的运行维护台账 | 7.治理设施运维管理操作手册 | 共性工厂运营管理方 |
| 8.治理设施日常监管台账记录 | 共性工厂运营管理方 |
| 有机废气监测报告 | 9.有机废气监测报告 | 共性工厂运营管理方 |
| 危废台账 | 危险废物名称及贮存信息 | 10.危险废物出入库交接记录表（含名称、来源、数量、特性和包装容器类入库日期、存放库位、废物出库日期及接受单位名称等信息） | 入驻企业 |
| 废溶剂、废抹布、废油漆桶、废活性炭等二次污染物处置记录 | 11.危废处置合同 | 入驻企业、共性工厂运营管理方 |
| 12.转移联单 | 入驻企业、共性工厂运营管理方 |
| 13.危废处理方资质佐证材料 | 入驻企业、共性工厂运营管理方 |
| 生产废水处理处置台账 | 生产废水自行处理 | 14.1药剂采购单、加药记录，废水治理设施运行及日常管理情况记录 | 共性工厂运营管理方 |
| 生产废水转移处理 | 14.2废水转移合同及台账 | 入驻企业、共性工厂运营管理方 |
| 根据企业排污许可证做好台账保存；若排污许可证无要求的，台账至少保存3年。 | | | |

1. 有机废气治理相应工艺技术规范已发布的，按相关工业有机废气治理工程技术规范要求实施。 [↑](#footnote-ref-0)