

DB41

河 南 省 地 方 标 准

DB41/T 1946—2020

工业涂装工序挥发性有机物污染防治
技术规范

2020-01-21 发布

2020-04-21 实施

河南省生态环境厅
河南省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 3

5 源头控制 3

6 过程管理 3

7 末端治理 4

8 二次污染防治 6

9 环境管理 6

附录 A（资料性附录）工业涂装工序 VOCs 废气处理工艺 8

前 言

为贯彻落实《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》以及《河南省大气污染防治条例》等法律、法规，防治工业涂装工序挥发性有机物（VOCs）污染，改善大气环境质量，制定本标准。

本标准由河南省生态环境厅提出并归口。

本标准起草单位：河南省环境保护科学研究院、河南省冶金研究所有限公司、机械工业第六设计研究院有限公司、河南省化工研究所有限责任公司、河南省科悦环境技术研究院有限公司。

本标准主要起草人：李洁、马南、常德政、卢家鑫、邢文听、刘驰、马勇光、花伟、王明磊、郝凌云、穗贤杰、方力、施琪、张晓阁、刘勇、宛少锋、苏嫚丽、化勇鹏、程旭、刘畅。

工业涂装工序挥发性有机物污染防治技术规范

1 范围

本标准规定了工业涂装工序VOCs污染防治的总体要求、源头控制、过程管理、末端治理、二次污染防治和环境管理。

本标准适用于工业涂装工序VOCs污染防治，可作为环境影响评价、工程咨询、设计、施工、验收及建成后运行与管理的技术依据。汽车修理与维护的涂装VOCs污染防治可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 14443 涂装作业安全规程 涂层烘干室安全技术规定
- GB 14444 涂装作业安全规程 喷漆室安全技术规定
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 16758 排风罩的分类及技术条件
- GB 20101 涂装作业安全规程 有机废气净化装置安全技术规定
- GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50160 石油化工企业设计防火规范
- AQ/T 4274—2016 局部排风设施控制风速检测与评估技术规范
- HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定位置装置
- HJ/T 386 环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置
- HJ/T 389 环境保护产品技术要求 工业有机废气催化净化装置
- HJ 819 排污单位自行监测技术指南 总则
- 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
- 《污染源自动监控管理办法》国家环境保护总局令第28号
- 《环境监测管理办法》国家环境保护总局令第39号

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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。

3.2

非甲烷总烃 (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。

3.3

涂装工序

工业生产中涂料调配、涂覆(含底漆、中涂、面漆、清漆)、流平、干燥等生产工序。

3.4

新建企业

自本标准实施之日起,环境影响评价文件通过审批或备案的新建、改建和扩建的涉涂装工序工业建设项目。

3.5

VOCs 原辅材料

VOCs质量占比大于等于10%的原辅材料,包括涂料(即用状态)、固化剂、稀释剂、清洗剂等。

3.6

密闭

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

3.7

封闭空间

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。

3.8

控制风速

控制点处或控制面上有害气体有效捕集所需的最小风速。

3.9

爆炸极限下限

爆炸极限(可燃气体或蒸气与空气混合后能发生爆炸的浓度范围)的最低浓度值。

3.10

回收式热力燃烧装置

利用燃气或燃油直接燃烧加热含有机溶剂的废气,在高温作用下,有机溶剂分子被氧化分解为二氧化碳和水,产生的高温烟气通过配套的多级换热装置加热生产过程需要的空气或热水,充分回收利用氧化分解有机废气时产生的热能。

3.11

蓄热燃烧装置

将工业有机废气进行燃烧净化处理,并利用蓄热体对待处理废气进行换热升温、对净化后排气进行换热降温的装置。

3.12

催化燃烧装置

利用固体催化剂将废气中的污染物通过氧化作用转化为二氧化碳和水等化合物、净化废气中污染物的设备及其附属设施。

3.13

常规催化燃烧装置

采用气-气换热器进行间接换热的催化燃烧装置。

3.14

蓄热催化燃烧装置

采用蓄热式换热器进行直接换热的催化燃烧装置。

3.15

空速

单位时间内单位体积催化剂处理的废气体积流量，称为空间速度，简称空速，单位为 $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^3)$ ，简写为 h^{-1} 。

3.16

起燃温度

在某一污染物转化率达到 50% 时催化反应器入口处的温度。

3.17

固定床吸附装置

吸附过程中，吸附剂料层处于静止状态的吸附设备。

3.18

移动床吸附装置

吸附剂按照一定的方式连续通过，依次完成吸附、脱附和再生并重新进入吸附段的吸附装置。

3.19

转轮吸附装置

利用吸附材料制备而成的具有一定厚度的圆形吸附装置，在整个圆形扇面上分为吸附区、再生区和冷却区，污染空气通过吸附区进行吸附净化，吸附了污染物的区域转动到再生区后利用热气流进行再生，再生后的高温区转动到冷却区后利用冷气流进行冷却，如此循环进行吸附剂的吸附和再生。

3.20

无组织排放

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逸散，以及通过缝隙、通风口、敞开门窗和类似开口（孔）的排放等。

4 总体要求

- 4.1 新建企业原则上应进入园区，并符合规划及政策要求，涂装工序的设置应满足环境防护距离要求。
- 4.2 坚持源头控制、过程管理、末端治理和环境管理相结合并防止二次污染的全过程 VOCs 综合防治原则。
- 4.3 VOCs 污染治理应满足达标排放、总量控制要求。
- 4.4 涉涂装工序企业集中的工业园区和产业集群宜建设集中喷涂中心，配备高效废气处理设施。
- 4.5 活性炭使用量大的工业园区和产业集群宜建设区域性活性炭集中再生基地，集中回收、再生利用。

5 源头控制

5.1 涂料选择

- 5.1.1 强化源头替代。宜采用粉末、水性、高固体分、辐射固化等低 VOCs 含量涂料，以及低 VOCs 含量、低反应活性的清洗剂，替代溶剂型涂料、清洗剂。
- 5.1.2 使用的低 VOCs 含量原辅材料应符合相应标准要求。

5.2 涂装工艺、设备选择

- 5.2.1 推广紧凑式涂装工艺，减少涂覆、烘干次数。
- 5.2.2 采用高效涂装设备，提高涂覆效率。采用静电喷涂、高压无气喷涂、辊涂等技术，减少空气喷涂的应用；推广自动化、智能化喷涂替代人工喷涂。

6 过程管理

6.1 贮存过程

- 6.1.1 VOCs 原辅材料应存储于密闭容器内，并存放于封闭空间。
- 6.1.2 确保 VOCs 原辅材料贮存过程中容器加盖、封口，无破损、无泄漏，保持密闭。

6.2 调配过程

VOCs 原辅材料的调配应在密闭装置或封闭空间内进行，计量、搅拌、调配过程产生的废气应收集处理。

6.3 输送过程

- 6.3.1 VOCs 原辅材料应采用密闭管道或采用密闭容器输送。
- 6.3.2 VOCs 原辅材料在贮存、调配、输送过程中一旦发现泄漏，应及时修复和处置。

6.4 涂装过程

- 6.4.1 喷枪选择。根据涂装对象大小和形状选择合适的喷枪，平面状大型被涂物可选用大型喷枪，涂装对象小、凹凸不规则或局部涂装作业时宜使用小型喷枪，涂料用量少的情况下宜使用重力式喷枪。
- 6.4.2 喷涂操作。降低喷枪压力和喷涂速率并保持平衡，喷枪应与被涂面垂直，喷涂距离宜 15 cm~20 cm，喷枪运行速度宜 0.4 m/s~0.7 m/s。
- 6.4.3 换色作业。准确控制换色涂料用量，缩短换色时间，按照从浅到深的顺序涂装。类似颜色涂装宜持续作业、批量完成。
- 6.4.4 装备设施。涂覆、流平、干燥等作业应在封闭空间内操作，保持门窗为常闭状态，废气收集排至 VOCs 处理设施。无法在封闭空间内操作的，应采取局部废气收集措施，废气收集排至 VOCs 处理设施。
- 6.4.5 涂料回收。对于涂料可回收的喷涂工艺及设备，应配备涂料回收装置，回收的涂料循环利用。

6.5 清洗过程

- 6.5.1 合理控制有机清洗剂用量，少量多次清洗。
- 6.5.2 集中清洗应在密闭装置或封闭空间内进行，清洗过程产生的 VOCs 废气应收集处理。
- 6.5.3 使用后的有机清洗剂应放入密闭容器，回收储存。
- 6.5.4 清洗完成后，沾染有机清洗剂的废抹布等应放入密闭容器，减少无组织排放。

7 末端治理

7.1 排放控制要求

- 7.1.1 工业涂装工序 VOCs 排放应符合 GB 37822、GB 16297 或相关行业、地方排放标准的规定。
- 7.1.2 收集的废气中非甲烷总烃初始排放速率 ≥ 2 kg/h 时，配置的 VOCs 处理设施处理效率不低于 80%。

7.2 废气收集

- 7.2.1 企业应设置高效废气收集系统，考虑生产工艺、操作方式、废气性质、处理方法等因素，对 VOCs 废气进行分类收集。
- 7.2.2 喷涂、晾干、调配、流平废气宜收集后合并处理，采用溶剂型涂料时，烘干废气宜单独收集处理。
- 7.2.3 废气收集系统采用封闭空间的，除行业有特殊要求外，应保持微负压状态，并按 GB 14443、GB 14444 合理设置通风量。
- 7.2.4 废气收集系统采用排风罩的，应符合 GB/T 16758 的规定。采用外部罩的，应按 GB/T 16758、AQ/T 4274—2016 规定的方法测量控制风速，距排风罩开口面最远处的 VOCs 无组织排放位置，控制风速应不低于 0.3 m/s，有行业要求的按相应规定执行。

7.2.5 集气方向尽可能与污染气流运动方向一致，避免和减弱干扰气流和送风气流等对吸气气流的影响。

7.3 预处理

7.3.1 预处理工艺应根据废气的成分、性质、污染物的含量和后续 VOCs 处理设施要求等因素进行选择。

7.3.2 喷涂废气应设置有效的漆雾预处理装置，可采用过滤、洗涤等方式预处理后，送入后续 VOCs 处理设施。

7.3.3 进入吸附装置的废气温度宜低于 40℃。

7.3.4 涂装废气送入后续 VOCs 处理设施前，应将有机物浓度控制在其爆炸极限下限的 25% 以下。

7.3.5 过滤装置两端应装设压差变送器，当过滤器的阻力超过规定值时应及时清理或更换过滤材料。

7.4 处理工艺选择

7.4.1 处理工艺选择应遵循安全第一，同时兼顾成熟可靠和经济适用的原则。

7.4.2 依据排放废气的浓度、组分、风量、温度、湿度、压力，以及生产工况等，合理选择处理工艺。工业涂装工序 VOCs 废气处理工艺参见附录 A。

7.4.3 处理设施的防火、防爆设计应符合 GB 50016、GB 50058、GB 50160、GB 20101 等有关标准的规定。

7.4.4 当废气中 VOCs 具有回收价值且浓度大于 1500 mg/m³ 时，宜进行回收利用并实现达标排放。

7.4.5 喷涂、晾干废气宜采用吸附浓缩+燃烧处理工艺，小风量的可采用固定床活性炭吸附等工艺。调配、流平等废气可与喷涂、晾干废气一并处理。若采用活性炭进行吸附，不应采用超过 120℃ 热空气吹扫脱附。

7.4.6 使用溶剂型涂料的生产线，烘干废气宜采用燃烧工艺单独处理，具备条件的可采用回收式热力燃烧装置。

7.4.7 采用一次性活性炭吸附技术的，应及时更换活性炭，废旧活性炭应再生或处理处置。

7.5 典型处理设施设计运行要点

7.5.1 蓄热燃烧

7.5.1.1 蓄热燃烧装置应满足相应技术规范要求。

7.5.1.2 设施的处理能力应根据废气的处理量确定，设计风量宜按照最大废气排放量的 105% 以上进行设计，处理效率一般不宜低于 98%，热回收效率一般不宜低于 95%。

7.5.1.3 易反应、易聚合的有机物不宜采用蓄热燃烧装置处理。含卤素的废气不宜采用蓄热燃烧装置处理。进入蓄热燃烧装置的废气中颗粒物浓度应低于 5 mg/m³，含有焦油、漆雾等黏性物质时应从严控制。进入燃烧室的涂装有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的 25% 以下。

7.5.1.4 应根据废气组分、处理效率等要求确定废气在燃烧室的停留时间，一般不宜低于 0.75 s。

7.5.1.5 应根据废气组分、处理效率等要求确定燃烧室燃烧温度，一般应高于 760℃。

7.5.1.6 优先选用低氮燃烧器。

7.5.1.7 蓄热燃烧装置应设置自动控制系统。应具有自动记录温度变化曲线的功能以备查。

7.5.1.8 治理系统应有事故自动报警装置，并符合安全生产、事故防范的相关规定。

7.5.2 催化燃烧

7.5.2.1 催化燃烧装置应满足 HJ/T 389、HJ 2027 的要求。

7.5.2.2 设施的处理能力应根据废气的处理量确定，设计风量宜按照最大废气排放量的 120% 进行设计，处理效率达到 97% 以上。

7.5.2.3 催化燃烧装置的设计空速宜大于 10000 h⁻¹，但不应高于 40000 h⁻¹。

7.5.2.4 进入燃烧室的气体温度应达到气体组分在催化剂上的起燃温度，混合气体按照起燃温度最高的组分确定。

7.5.2.5 进入催化燃烧装置的废气中颗粒物浓度应低于 10 mg/m^3 ，不得含有引起催化剂中毒的物质，进入燃烧室的有机废气浓度应控制在其爆炸极限下限的 25% 以下。

7.5.2.6 催化燃烧装置应设置自动控制系统。应具有自动记录温度变化曲线的功能以备查。

7.5.2.7 治理系统应有事故自动报警装置，并符合安全生产、事故防范的相关规定。

7.5.3 吸附（-脱附）

7.5.3.1 吸附（-脱附）工艺应满足 HJ/T 386、HJ 2026 的要求。

7.5.3.2 设施的处理能力应根据废气的处理量确定，设计风量宜按照最大废气排放量的 120% 进行设计，处理效率应达到 90% 以上。

7.5.3.3 进入吸附装置的颗粒物含量宜低于 1 mg/m^3 ，废气温度宜低于 40°C 。

7.5.3.4 连续稳定产生的涂装废气可以采用固定床、移动床（包括转轮吸附装置）和流化床吸附装置，非连续产生或浓度不稳定的废气宜采用固定床吸附装置。当使用固定床吸附装置时，宜采用吸附剂原位再生工艺。

7.5.3.5 固定床吸附装置吸附层的气体流速应根据吸附剂的形态确定，采用颗粒状吸附剂时，气体流速宜低于 0.6 m/s ；采用纤维状吸附剂时，气体流速宜低于 0.15 m/s ；采用蜂窝状吸附剂时，气体流速宜低于 1.2 m/s 。对于采用蜂窝状吸附剂的移动床吸附装置，气体流速宜低于 1.2 m/s ；对于采用颗粒状吸附剂的移动床吸附装置，吸附层的气体流速应根据吸附剂的用量、粒度和体密度等确定。

7.5.3.6 选择沸石作为吸附材料时，转轮吸附区的设计风速不应大于 3 m/s ，转轮厚度不宜小于 400 mm ，转轮的转速宜为 $2 \text{ r/h} \sim 6 \text{ r/h}$ ，转轮系统应确保吸附区、脱附区和冷却区间的密封隔离设施的漏气率不大于 1%。

7.5.3.7 脱附方式宜优先选择氮气反吹方式。如果采用热空气方式，活性炭的脱附温度应该控制在 110°C 左右，一般不得高于 120°C ，脱附时间不得低于 6 h 。沸石转轮脱附时，热气流温度宜为 $180^\circ\text{C} \sim 220^\circ\text{C}$ ，不应高于 300°C 。脱附后废气中有机物的浓度应严格控制在其爆炸极限下限的 25% 以下。

7.5.3.8 对于一次性吸附工艺，当排气浓度不能满足排放要求时应及时更换吸附剂。

7.5.3.9 治理系统应有事故自动报警装置，并符合安全生产、事故防范的相关规定。

8 二次污染防治

8.1 废涂料桶、废有机溶剂、涂料渣以及其它含 VOCs 的废料，暂存过程中逸散的 VOCs 应采取有效措施达到 GB 37822 规定。

8.2 废有机溶剂、涂料渣、废过滤棉、废吸附剂、废催化剂以及其它含 VOCs 的废料，按危险废弃物处置要求进行暂存、处理。

8.3 对于热力燃烧过程中产生的含硫、氮等的无机废气，以及治理过程中产生的含有机物废水，应处理后达标排放。

9 环境管理

9.1 建立全过程防治制度

9.1.1 制定规章制度和激励机制控制单位涂装面积的涂料消耗量。

9.1.2 建立运行、维护和操作相关制度及规程，健全主要设备运行台账。

9.1.3 建立定期教育培训制度。对专业管理人员和技术人员进行培训，使其掌握治理设备设施的常规操作和应急状况处理措施。

9.2 规范污染治理设施的运行维护

9.2.1 企业应对治理设施的正常运行和安全管理负责。治理设施的管理应纳入生产管理中，配备专业管理人员和技术人员。

9.2.2 治理设施应先于产生废气的生产工艺设备开启、后于生产工艺设备停机，并实现联动控制。经过治理后的废气排放应符合国家和地方环境保护相关规定，治理过程应避免产生二次污染。

9.2.3 由于紧急事故或设备维修等原因造成治理设备停止运行时，应立即停止涂装生产，并采取必要措施，减轻对环境的影响，同时立即报告当地生态环境主管部门。

9.2.4 企业应按照相应行业排污许可证申请与核发技术规范等国家、地方管理要求，做好 VOCs 治理工作相关记录台账，台账保存期限不少于 3 年，记录内容应包括：

- a) 各产品产量及涂装总面积等生产基本信息。
- b) VOCs 原辅材料（涂料、固化剂、稀释剂、清洗剂等）名称及其 VOCs 含量，采购量、使用量、库存量，VOCs 原辅材料回收方式及回收量，废弃量及去向。
- c) 废气收集、处理设施运行关键工艺控制参数，包括废气收集系统是否负压运行；废气收集、治理装置启动、停止时间；处理设施进、出口监测数据（废气量、浓度、温度、含氧量等）；气体燃烧温度、停留时间。
- d) 吸附剂、过滤材料、催化剂等的质量数据，采购量、使用量、更换量及更换时间等明细台账。
- e) 主要设备维修情况。
- f) 运行事故及维修情况。
- g) 一般固体废物、危险固体废物处置情况，包括数量及去向等。

9.3 建立企业监测监控制度

9.3.1 企业应按照有关法律、《环境监测管理办法》和 HJ 819 等规定，开展 VOCs 监测监控。

9.3.2 应在废气处理设施前后设置永久性采样口，采样口的设置应符合 HJ/T 1 要求，并在排放口周边悬挂对应的标识牌。

9.3.3 采样口应优先设置在垂直管道，避开烟道弯头和断面急剧变化的部位，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。对矩形烟道，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宜在 5 m/s 以上。若现场条件很难满足上述要求时，采样口所在断面与弯头等距离至少是烟道直径的 1.5 倍。

9.3.4 企业厂区内 VOCs 无组织排放监控按 GB 37822 规定执行。

9.3.5 企业安装污染物排放自动监控设备的要求，按《污染源自动监控管理办法》等规定执行。

9.3.6 企业应自行或委托第三方监测机构开展监测工作，并安排专人专职对监测数据进行记录、整理、统计和分析。企业自行监测方案应符合国家、地方相关管理要求。

附 录 A
(资料性附录)
工业涂装工序 VOCs 废气处理工艺

工业涂装工序VOCs废气处理工艺见表A. 1。

表 A. 1 工业涂装工序 VOCs 废气处理工艺

序号	使用涂料	废气类型	处理工艺	典型处理技术路线	技术适用条件
1	溶剂型涂料	喷涂、流平废气	湿式除尘或干式过滤+吸附/脱附+燃烧技术	湿式除尘或干式过滤+活性炭吸附/脱附+常规催化燃烧或蓄热催化燃烧	适用于中、小规模工业涂装工序或集中式喷涂中心的漆雾、VOCs处理。
				湿式除尘或干式过滤+转轮吸附/脱附+蓄热式热力燃烧	适用于大、中规模工业涂装工序或集中式喷涂中心的漆雾、VOCs处理（废气连续排放）。
		烘干废气	燃烧技术	常规催化燃烧或蓄热催化燃烧	适用于中、小规模工业涂装工序或集中式喷涂中心烘干废气的VOCs处理。
				蓄热式热力燃烧	适用于大、中规模工业涂装工序或集中式喷涂中心烘干废气的VOCs处理（废气连续排放）。
				回收式热力燃烧	适用于生产过程中需要大量热量的大、中规模工业涂装工序或集中式喷涂中心烘干废气。
		涂装废气	其他等效技术		—
2	水性涂料及低VOCs含量溶剂型涂料	喷涂、流平废气	湿式除尘或干式过滤+吸附	湿式除尘或干式过滤+活性炭吸附	适用于小规模工业涂装工序的漆雾、较低浓度VOCs处理。后期维护需定期清理、更换过滤材料，定期更换或再生活性炭。
			湿式除尘或干式过滤+吸附/脱附+燃烧技术	湿式除尘或干式过滤+活性炭吸附/脱附+常规催化燃烧或蓄热催化燃烧	适用于大、中规模工业涂装工序或集中式喷涂中心的漆雾、VOCs处理。
				湿式除尘或干式过滤+转轮吸附/脱附+蓄热式热力燃烧	适用于大、中规模工业涂装工序或集中式喷涂中心的漆雾、VOCs处理（废气连续排放）。
		烘干废气	降温+吸附	降温+活性炭吸附	适用于小规模工业涂装工序的较低浓度VOCs处理。后期维护需定期清理、更换过滤材料，定期更换或再生活性炭。
			降温+吸附/脱附+燃烧技术	降温+活性炭吸附/脱附+常规催化燃烧或蓄热催化燃烧	适用于大、中规模工业涂装工序或集中式喷涂中心烘干废气的VOCs处理。

表 A.1 工业涂装工序 VOCs 废气处理工艺（续）

序号	使用涂料	废气类型	处理工艺	典型处理技术路线	技术适用条件
2	水性涂料及低 VOCs 含量溶剂型涂料	烘干废气	降温+吸附/脱附+燃烧技术	转轮吸附/脱附+蓄热式热力燃烧	适用于大、中规模工业涂装工序或集中式喷涂中心烘干废气的 VOCs 处理（废气连续排放）。
		涂装废气	其他等效技术		—