

ICS 13.020.40
CCS Z 05

团 体 标 准

T/CNAGI 003-2022

日用玻璃行业涂装工序挥发性有机物 污染防治技术规范

Technical specification for pollution prevention and control of volatile
organic compounds emission from domestic glass coating process

2022-06-14发布

2022-07-01实施

中国日用玻璃协会 发布

正式发布文本

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 3

4 总体要求 4

5 源头控制 5

6 过程管理 6

7 末端治理 7

8 二次污染控制 8

9 环境管理 9

附录 A（资料性附录） 日用玻璃行业涂装工序 VOCs 废气治理工艺 10

正式发布文本

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件为首次发布。

本文件由中国日用玻璃协会提出并归口。

本文件主要起草单位：北京市科学技术研究院资源环境研究所、六安华世洁环境科技有限公司、江油东方玻璃有限责任公司、四川省宜宾环球集团有限公司、安徽溢彩玻璃器皿有限公司、浙江佑谦特种材料有限公司、山东博创重工股份有限公司，中科国清（北京）环境发展有限公司、中国轻工业日用玻璃绿色制造工程技术研究中心。

本文件主要起草人：宁可、孙晓峰、陈小通、陈达、钱堃、刁晓华、李翔、余政纲、陈庸、熊守龙、陈梦茹、姜成浩、马成海、罗伟。

本文件中国日用玻璃协会 2022 年 6 月 14 日批准。

本文件自 2022 年 7 月 1 日起实施。

本文件由中国日用玻璃协会解释。

正式发布文本

日用玻璃行业涂装工序挥发性有机物污染防治技术规范

1 范围

本文件规定了日用玻璃行业涂装工序挥发性有机物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。

本文件适用于日用玻璃行业涂装工序挥发性有机物污染防治，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。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 13347	石油气体管道阻火器
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 15930	建筑通风和排烟系统用防火阀门
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 30981	工业防护涂料中有害物质限量
GB/T 36421	包装材料用油墨限制使用物质
GB 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB 38507	油墨中可挥发性有机化合物（VOCs）含量的限值
GB 38508	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含量涂料产品技术要求
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50019	工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GB 50058	爆炸危险环境电力装置设计规范
GB/T 50087	工业企业噪声控制设计规范
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 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 1163	包装印刷业有机废气治理工程技术规范
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
JGJ/T 141	通风管道技术规程
SH/T 3038	石油化工装置电力设计规范
WS/T 757	局部排风设施控制风速检测与评估技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

涂装工序 coating process

采用合适的施工方法和工艺技术，将不同种类的涂料、油墨以及花纸涂覆或附着并固化在玻璃制品表面的生产工序。包括涂料和油墨的调配、喷涂、丝网印刷、烘干、烤花等环节。

3.2

挥发性有机物 volatile organic compounds (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。

3.3

非甲烷总烃 non-methane hydrocarbons (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。

3.4

VOCs 物料 VOCs-containing materials

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

3.5

玻璃涂料 glass coating

液体或糊状的一类产品，当其施涂到玻璃表面时，能形成具有保护、装饰和/或其他特殊功能的涂层。典型的玻璃涂料包括丙烯酸类涂料和聚氨酯类涂料。

3.6

玻璃油墨 glass printing ink

由着色剂、连结料、辅助剂等成分组成的分散体系，在印刷过程中被转移到玻璃上着色的物质。

3.7

密闭 closed/close

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。

3.8

密闭空间 closed space

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）部位随时保持关闭状态。

3.9

控制风速 critical gas velocity

控制点处或控制面上有害气体有效捕集所需的最小风速。

3.10

固定床吸附装置 fixed bed adsorber

吸附过程中, 吸附剂料层处于静止状态的吸附设备。

3.11

移动床吸附装置 moving bed adsorber

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。

3.12

转轮吸附装置 rotatory wheel adsorber

利用颗粒状、毡状或蜂窝状吸附材料制备而成的具有一定料层厚度、处于连续旋转状态的吸附装置。根据工作过程, 该吸附装置的圆形扇面上分为吸附区、再生区和冷却区。

3.13

催化燃烧装置 catalytic oxidizer (CO)

在催化剂作用下对有机废气进行氧化处理的净化装置。催化燃烧装置通常由催化反应室、热交换室、加热室和控制系统等组成。

3.14

蓄热催化燃烧装置 regenerative catalytic oxidizer (RCO)

指将有机废气进行催化燃烧净化处理, 并利用蓄热体对净化后排气进行换热降温、对待处理废气进行换热升温的催化燃烧装置。蓄热催化燃烧装置通常由换向设备、蓄热室、催化反应室、加热室和控制系统等组成。

3.15

蓄热燃烧装置 regenerative thermal oxidizer (RTO)

指将有机废气进行燃烧净化处理, 并利用蓄热体对净化后排气进行换热降温、对待处理废气进行换热升温的热力燃烧装置。蓄热燃烧装置通常由换向设备、蓄热室、燃烧室和控制系统等组成。

3.16

空速 space velocity

单位时间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} 。

4 总体要求

- 4.1 坚持源头控制、过程管理和末端治理相结合并防止二次污染的全过程 VOCs 综合防治原则。
- 4.2 VOCs 治理工程建设应遵守环境影响评价、“三同时”、竣工环境保护验收、排污许可等环境保护管理规定。建成后废气排放应符合国家和地方大气污染物排放标准、总量控制、排污许可等相关要求。
- 4.3 活性炭使用量大的工业园区和产业集群宜建设区域活性炭集中再生中心，分散治理、集中再生。

5 源头控制

- 5.1 日用玻璃企业宜采用水性、辐射固化等低 VOCs 含量涂料和油墨，以及低 VOCs 含量、低反应活性清洗剂。
- 5.2 涂料中有害物质含量应符合 GB 30981 的规定，VOCs 含量应符合 GB/T 38597 的规定；油墨中有害物质含量应符合 GB/T 36421 的规定，VOCs 含量应符合 GB 38507 的规定；清洗剂中 VOCs 含量应符合 GB 38508 的规定。
- 5.3 日用玻璃企业宜采用静电喷涂、高压无气喷涂或高流量低压力（HVLP）喷枪等技术。

6 过程管理

6.1 贮存过程

- 6.1.1 VOCs 物料应存储于密闭容器内，并存放于密闭空间。
- 6.1.2 确保 VOCs 物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

- 6.2.1 VOCs 物料的调配应在密闭装置或密闭空间内进行。优先采用全密闭自动装置进行计量、搅拌、调配，或设置专门的调配间；调配废气通过排气柜或集气罩收集排至 VOCs 治理设施。
- 6.2.2 应优先使用加热、搅拌等物理方法降低涂料粘性，减少稀释剂、助溶剂等有机溶剂的使用量。

6.3 输送过程

- 6.3.1 VOCs 物料应采用密闭管道或采用密闭容器进行转移或输送，减少原辅材料供应过程 VOCs 逸散。
- 6.3.2 VOCs 物料在贮存、调配、输送过程中一旦发现泄漏，应及时修复和处理。

6.4 涂装过程

6.4.1 涂装过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，废气收集排至 VOCs 治理设施。无法在密闭空间内操作的，应采取局部废气收集措施，废气收集排至 VOCs 治理设施。

6.4.2 优先使用集中供漆/供墨、高效涂装工艺或设备，优化涂装操作条件，提高涂料和油墨利用率。

6.4.3 优先采用干式喷漆房，鼓励使用全自动喷漆和循环风工艺；使用湿式喷漆房时，循环水泵间和刮渣间应密闭，废气收集排至 VOCs 治理设施。

6.4.4 对于可回收涂料或油墨的喷涂工艺及设备，应配备涂料/油墨回收装置，回收未转移到工件上的涂料/油墨。

6.5 清洗过程

6.5.1 设备清洗宜采用自动清洗机，或在配置有废气收集设施的清洗间内进行。

6.5.2 剩余的有机清洗剂应存放于密闭容器，回收储存。

6.5.3 清洗完成后，沾染有机清洗剂的废抹布等应存放于密闭容器。

7 末端治理

7.1 一般要求

7.1.1 涂装工序 VOCs 排放应符合 GB 37822、GB 16297 及相关国家、地方排放标准的规定，废气治理工程的建设和运行管理应符合 HJ 1163 的规定。

7.1.2 在不影响产品质量和安全生产的条件下，可将含 VOCs 废气送至玻璃熔窑进行燃烧处理，染物排放应满足行业相关排放标准要求。

7.2 废气收集

7.2.1 日用玻璃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 采用密闭空间整体废气收集的，应保持微负压状态，并按 GB 14443、GB 14444 合理设置通风量。

7.2.3 采用排风罩废气收集的，应符合 GB/T 16758 和 GB 50019 的规定。排风罩设置的优先顺序宜为：密闭罩、半密闭罩、外部排风罩。

7.2.4 采用外部排风罩的，应按 GB/T 16758、AQ/T 4274 和 WS/T 757 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 0.3m/s，并满足行业标准的规定。宜设置软帘、软罩、挡板等措施提高废气收集效率。

7.2.5 排风罩的吸气方向应尽可能与污染气流运行方向一致，防止排风罩周围气流紊乱，避免或减弱干扰气流和送风气流等对吸气气流的影响。

7.2.6 通风管道系统设计应符合 JGJ/T 141 的规定，通风管路应有明显的颜色区分及走向标识。

7.2.7 当废气产生点较多、距离较远时，应合理布局收集系统。

7.3 预处理

7.3.1 应根据废气的成分、性质、污染物含量和后续 VOCs 治理设施要求等因素选择预处理工艺。

7.3.2 喷涂废气应设置漆雾预处理装置，优先采用干式过滤高效除漆雾、湿式水帘+多级过滤除湿联合装置、静电漆雾捕集等除漆雾装置。

7.3.3 当废气浓度波动较大时，应采取缓冲等措施，确保进入处理装置的废气浓度相对稳定且低于爆炸极限下限的 25%。

7.3.4 进入吸附装置的废气温度宜控制在 40℃ 以下，对于温度高于 40℃ 以上的，宜采取降温措施。

7.3.5 进入吸附装置的废气湿度宜控制在 80%RH 以下，相对湿度高于设计要求时，宜采取除湿、调湿等措施。

7.3.6 废气中颗粒物浓度应不影响处理装置的运行，否则应采用过滤等方式进行预处理。过滤装置两端应装设压差计，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。

7.3.7 进入吸附装置的废气中含有难脱附物质（如高沸点有机物）、易聚物质（如环己酮、苯乙烯、甲醛等）和致吸附剂退化物质（如酸性物质、碱性物质）时，应合理选择吸附剂、采用洗涤或预吸附等工艺进行预处理。

7.4 废气治理工艺的选择

7.4.1 治理工艺选择应综合考虑废气排放特点、排放标准及其他环境管理要求等因素，通过技术经济可行性分析和安全性评价，确定治理工艺。日用玻璃行业涂装工序 VOCs 废气治理工艺参见附录 A。

7.4.2 对于低浓度有组织废气、无组织收集废气，可采用固定床活性炭吸附工艺进行治理。对于中高浓度有组织废气，宜采用“吸附浓缩+燃烧”组合工艺进行治理，可采取系统内废气循环等减风增浓措施，减少废气产生量，提高废气污染物浓度。

7.4.3 日用玻璃企业也可结合自身实际情况，选择采用其他适用的治理工艺。

7.5 典型治理工艺设计要求

7.5.1 吸附装置工艺设计

7.5.1.1 吸附工艺应满足 HJ/T 386 和 HJ 2026 的要求。

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 120%进行设计，处理效率应达到 90%以上。

7.5.1.3 进入吸附装置的颗粒物含量应低于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

7.5.1.4 连续稳定产生的涂装废气可采用固定床（包括颗粒活性炭、蜂窝活性炭和活性炭纤维）和移动床（主要为转轮吸附装置）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。

7.5.1.5 固定床吸附装置吸附床层的气流速度应根据吸附剂形态、废气浓度及治理要求确定。采用颗粒活性炭时气流速度宜低于 $0.6\text{m}/\text{s}$ ，采用活性炭纤维时气流速度宜低于 $0.15\text{m}/\text{s}$ ，采用蜂窝活性炭时气体流速宜低于 $1.2\text{m}/\text{s}$ 。

7.5.1.6 转轮吸附装置各扇区气体设计流速宜为 $1\text{m}/\text{s}\sim 4\text{m}/\text{s}$ ，设计转速宜为 $2\text{r}/\text{h}\sim 6\text{r}/\text{h}$ ，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风率不大于 1%。

7.5.1.7 吸附床层的吸附剂用量应考虑废气处理量、污染物浓度、吸附剂的动态吸附量等因素确定。应定期对吸附剂的动态吸附量进行检测，当动态吸附量降低至设计值的 80%时宜更换吸附剂。

7.5.1.8 吸附剂再生过程工艺设计要求如下：

a) 采用热空气再生时，固定床吸附装置热空气脱附温度宜低于 120°C ，转轮吸附装置热空气脱附温度宜低于 200°C ；

b) 采用水蒸汽再生时，蒸汽脱附温度宜控制在 $100^\circ\text{C}\sim 140^\circ\text{C}$ ，脱附蒸汽供汽压力宜高于 0.2MPa ；

c) 采用热氮气再生时，热气流脱附温度宜控制在 $120^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$ ，脱附氮气压力宜为 $0.05\text{MPa}\sim 0.1\text{MPa}$ ，要求恒压设计；

d) 固定床吸附装置单床脱附再生周期应考虑废气成分、脱附风量等因素确定，应大于 4h；

e) 脱附后气流中有机物浓度应控制在其爆炸极限下限的 25%以下。

7.5.1.9 吸附装置采用活性炭纤维吸附剂时，设计压降宜低于 4kPa ，采用其他吸附剂时，设计压降宜低于 2.5kPa 。

7.5.2 燃烧装置工艺设计

7.5.2.1 可采用的燃烧装置包括 CO、RCO、RTO 或玻璃熔窑，其中 CO、RCO 应符合 HJ/T 389 和 HJ 2027 的规定，RTO 应符合 HJ 1093 的规定。

7.5.2.2 燃烧装置的处理能力应根据废气的处理量确定，其中 RTO 的设计风量应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 95%；CO、RCO 的设计风量宜按照最大废气排放量的 120%进行设计，处理效率一般不宜低于 97%。

7.5.2.3 RTO 燃烧室的运行温度和有机废气在燃烧室内的停留时间，应根据废气成分及所需净化效率而定。运行温度一般应高于 760℃，停留时间一般应大于 0.75s。根据运行温度、停留时间以及待处理废气通过燃烧室的有效体积流量等因素，计算确定燃烧室的结构和尺寸。

7.5.2.4 RTO、RCO 的热回收效率应考虑废气成分及浓度、余热回用需求，一般不低于 90%。根据热回收效率要求、蓄热体结构性能、系统压降等因素，计算确定蓄热室的结构和尺寸。蓄热室截面风速宜小于 2m/s，应通过优化蓄热体结构、堆填方式等实现蓄热室气流均匀分布。

7.5.2.5 固定式 RTO 换向阀的换向时间宜为 60s~180s，旋转式 RTO 气体分配器的换向时间宜为 30s~120s。RTO 进出口气体温差宜小于 60℃。

7.5.2.6 CO、RCO 的运行温度、设计空速应考虑废气成分、催化剂种类等因素确定。运行温度宜为 250℃~500℃，设计空速宜为 10000h⁻¹~40000h⁻¹。

7.5.2.7 系统压力损失受气流速度、蓄热体/催化剂结构形式等因素影响，CO 的设计压降宜低于 2kPa，RTO 和 RCO 的设计压降宜低于 3kPa。

7.6 安全措施

7.6.1 废气治理设施的防火、防爆设计应符合 GB 50016、GB 50058、GB 20101 等有关标准的规定，并安装有事故自动报警装置。

7.6.2 废气治理设施与主体生产装置之间的管道系统应安装阻火器或防火阀，阻火器性能应符合 GB/T 13347 的规定，防火阀应符合 GB 15930 的规定。

7.6.3 当废气治理设施进风、排风管道采用金属材质时，应采取法兰跨接、系统接地等措施，防止静电产生和积累。

7.6.4 风机、电机和置于现场的电气仪表等应不低于现场的防爆等级。

7.6.5 燃烧装置应设置安全可靠的火焰控制系统、温度监测系统、压力控制系统，并具备过热保护功能。

7.6.6 燃烧装置应具备短路保护和接地保护功能，接地电阻应小于 4Ω。

7.6.7 室外燃烧装置应设置符合 GB 50057、SH/T 3038 规定的避雷装置。

8 二次污染控制

8.1 废气预处理过程中产生的废水，宜纳入厂区污水处理站进行集中处理；当不具备集中处理条件时，应单独处理后达标排放。废水处理应采用密闭管道输送，废水收集池应处于密闭状态，废气排至收集系统。

8.2 对于燃烧过程中产生的含硫、含氮等污染物，应处理后达标排放。

8.3 废涂料桶、废油墨桶、废有机溶剂及其它含有 VOCs 的废料，其暂存过程中 VOCs 无组织排放管控应符合 GB 37822 或相关标准的规定。

8.4 废气预处理过程所产生的固体废物以及更换后的过滤材料、吸附材料、蓄热体、催化剂、保温材料等的贮存、处理和处置，应符合国家固体废物相关管理规定。

8.5 噪声控制应符合 GB 12348 和 GB/T 50087 的规定。

9 环境管理

9.1 废气治理设施应纳入生产管理中，配备管理人员和专业运行维护人员，并定期对其进行培训，确保相关人员掌握必要知识和操作技能。

9.2 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。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。

9.3 企业应按照 HJ 944 的要求建立台账，记录 VOCs 物料的名称、采购量、使用量、库存量、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 3 年。

9.4 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，厂区内 VOCs 无组织排放监测监控按 GB 37822 和行业标准的规定执行。

9.5 企业应按照环境监测管理规定和技术规范的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台和排污口标志。

9.6 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)
日用玻璃行业涂装工序 VOCs 废气治理工艺

表 A.1 日用玻璃行业涂装工序 VOCs 废气治理工艺

序号	工艺类型	产污环节	典型治理技术路线	技术适用条件
1	喷涂	调漆、喷漆、烘干、清洗等	湿式除尘+干式过滤+活性炭吸附+CO/RCO	适用于使用水性涂料的日用玻璃企业涂装工序含 VOCs 废气的治理
2			湿式除尘+干式过滤+沸石转轮吸附+CO/RCO	
3			湿式除尘+干式过滤+活性炭吸附+CO/RTO	适用于使用溶剂型涂料的日用玻璃企业涂装工序含 VOCs 废气的治理
4			湿式除尘+干式过滤+沸石转轮吸附+CO/RTO	
5			干式过滤+活性炭吸附	适用于使用水性 UV 固化涂料的日用玻璃企业涂装工序含 VOCs 废气的治理
6	印刷	调漆、丝网印刷、烘烤、清洗等	活性炭吸附	适用于使用水性油墨和 UV 固化油墨的日用玻璃企业涂装工序含 VOCs 废气的治理
7			活性炭吸附+CO/RCO	适用于使用溶剂型油墨的日用玻璃企业涂装工序含 VOCs 废气的治理
8			沸石转轮吸附+CO/RCO	
9	烤花	烘烤	活性炭吸附	适用于日用玻璃企业烤花废气单独处理时含 VOCs 废气的治理。当烤花废气温度高于 40℃ 时，进入活性炭吸附装置前应先进行降温处理