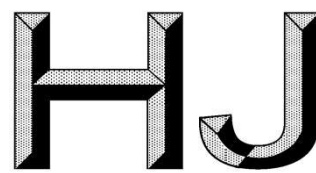


附件 2



中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□□—202□
部分代替 HJ 2305—2018

玻璃工业大气污染防治可行技术指南

Guideline on available techniques of air pollution prevention and control for
glass industry
(征求意见稿)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

生 态 环 境 部 发 布

目 次

前 言 ii

1 适用范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 行业生产与污染物的产生 3

5 污染预防技术 3

6 污染治理技术 5

7 无组织排放控制技术 8

8 移动源控制措施 9

9 污染防治可行技术 10

附录 A（资料性附录） 玻璃工业生产工艺及大气污染物产生节点 15

附录 B（资料性附录） 玻璃熔化工序大气污染物初始排放浓度 16

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》，防治环境污染，改善生态环境质量，推动玻璃工业大气污染防治技术进步，制定本标准。

本标准提出了玻璃工业大气污染防治可行技术。企业结合自身实际情况，可选择本标准提出的大气污染防治可行技术，也可采用其他适用的大气污染防治治理技术。

本标准的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准首次发布于 2018 年，本次为第一次修订。本次对《玻璃制造业污染防治可行技术指南》（HJ 2305—2018）大气污染防治可行技术相关规定进行了修订。

本次修订的主要内容：

- 扩大了标准适用范围；
- 更新了有组织排放污染防治可行技术；
- 完善了无组织排放控制措施。

自本标准实施之日起，玻璃工业大气污染防治可行技术按本标准规定执行，不再执行《玻璃制造业污染防治可行技术指南》（HJ 2305—2018）中的相关规定。

本标准由生态环境部大气环境司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：北京市科学技术研究院资源环境研究所、中国环境科学研究院、中国日用玻璃协会、北京科技大学、武汉理工大学、上海理工大学。

本标准生态环境部 202□年□□月□□日批准。

本标准自 202□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

玻璃工业大气污染防治可行技术指南

1 适用范围

本标准提出了玻璃工业的大气污染防治可行技术。

本标准可作为玻璃工业建设项目环境影响评价、国家污染物排放标准修订、排污许可管理和污染防治技术选择的参考。

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标准，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

GB/T 4754—2017	国民经济行业分类
GB/T 16758	排风罩的分类及技术条件
GB 26453	玻璃工业大气污染物排放标准
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/T 38597	低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求
HJ 179	石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工程通用技术规范
HJ 562	火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法
HJ 563	火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性非催化还原法
HJ 1093	蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
HJ 2020	袋式除尘工程通用技术规范
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
WS/T 757—2016	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

GB 26453界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

玻璃工业 glass industry

从事玻璃及玻璃制品制造、玻璃纤维及制品制造的工业。包括GB/T 4754—2017中的玻璃制造（C304）、玻璃制品制造（C305）、玻璃纤维及制品制造（C3061）。

注1：玻璃制造包括平板玻璃、特种玻璃等产品的制造。

注2：玻璃制品制造包括技术玻璃制品、光学玻璃、玻璃仪器、日用玻璃制品、玻璃包装容器、玻璃保温容器、玻璃制镜等产品的制造。

注3：通常将玻璃器皿、玻璃包装容器、玻璃仪器及玻璃保温容器纳入日用玻璃行业统计范围。

3.2

污染防治可行技术 available techniques of pollution prevention and control

根据我国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、污染治理技术和环境管理措施，使污染物排放稳定达到国家污染物排放标准、规模应用的技术。

3.3

镀膜 coating process

通过专用的设备和技术，在玻璃基材表面形成具有特定功能薄膜的过程。包括在线镀膜和离线镀膜。

3.4

在线镀膜 on-line-coating process

浮法工艺生产平板玻璃过程中，通过物理或化学方法，在玻璃表面涂覆一层或多层金属、金属化合物或非金属化合物薄膜的过程。

3.5

离线镀膜 off-line-coating process

采用磁控溅射、真空蒸发等技术，在退火后的玻璃表面涂覆一层或多层金属、金属化合物或非金属化合物薄膜的过程。

3.6

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。

在表征VOCs总体排放情况时，根据行业特征和环境管理要求，可采用非甲烷总烃（以NMHC表示）作为污染物控制项目。

3.7

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，是一种表征VOCs总体排放的污染物控制项目。

3.8

VOCs 物料 VOCs-containing materials

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）。

3.9

无组织排放 fugitive emission

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。

3.10

厂内运输车辆 transport vehicles in enterprise area

仅在企业厂区范围内（含码头、货场等生产作业区域）作业的运输车辆。

3.11

非道路移动机械 non-road mobile machinery

用于非道路上的各类机械，包括自驱动或具有双重功能（既能自驱动又能进行其他功能操作）的机械以及不能自驱动但被设计成能够从一个地方移动或被移动到另一个地方的机械。主要包括工程机械（包括铲土运输机械、起重机械、叉车等）、材料装卸机械等。

4 行业生产与污染物的产生

4.1 生产工艺

4.1.1 平板玻璃生产工艺过程主要包括配料、熔化、成型、退火和裁切等工序，部分产品包括在线镀膜工序；特种玻璃生产工艺过程主要包括切割、磨边、钻孔、清洗、印刷、施胶、固化、磨砂等工序，部分产品包括离线镀膜等工序；日用玻璃生产工艺过程主要包括配料、熔化、成型、退火和检验等工序，部分产品包括涂装、印刷和离线镀膜等深加工工序；玻璃纤维（池窑法）生产工艺过程主要包括配料、熔化、拉丝、烘干、纤维成型等工序。

4.1.2 玻璃生产使用的原料主要包括石英砂、纯碱、白云石、芒硝等，玻璃纤维还会使用叶腊石、高岭土、硼钙石等原料；在线镀膜使用有机锡化合物（含氯）、氟化物等镀膜材料；离线镀膜使用靶材、镀膜液等原料；特种玻璃生产使用丁基胶、硅酮胶、夹层玻璃胶片等胶粘材料；日用玻璃涂装、印刷工序使用涂料、油墨、稀释剂、固化剂、清洗剂、花纸等原料；玻璃纤维生产使用浸润剂、消泡剂等原料。

4.1.3 玻璃生产所用能源主要包括天然气、煤制气、焦炉煤气、重油和电等。

4.2 大气污染物的产生

4.2.1 玻璃生产过程中产生的大气污染物主要包括颗粒物（PM）、二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、VOCs（含苯和苯系物）、氯化氢、氟化物、氨、砷及其化合物、锑及其化合物、铅及其化合物、锡及其化合物等，产生工艺节点见附录 A。

4.2.2 颗粒物主要产生于配料、熔化、切割、磨边、磨砂、涂装和镀膜等工序，以及易散发粉尘的粉状、粒状等物料的储存、运输和转移、破碎和除尘器卸灰等环节；SO₂和 NO_x产生于玻璃熔窑熔化工序；氯化氢和氟化物产生于熔化工序和平板玻璃在线镀膜工序。熔化工序产生的颗粒物、SO₂和 NO_x的初始排放浓度见附录 B。

4.2.3 氨主要产生于使用液氨、氨水、尿素进行脱硝的熔化工序，以及氨的装卸、贮存、输送过程。

4.2.4 砷及其化合物主要产生于使用含砷澄清剂的熔化工序；锑及其化合物主要产生于使用含锑澄清剂的熔化工序；铅及其化合物主要产生于使用含铅原料的配料及熔化工序；锡及其化合物主要产生于在线镀膜工序。

4.2.5 VOCs 主要产生于含 VOCs 原辅材料的储存、调配、输送、涂装、印刷和镀膜等工序；苯和苯系物主要产生于喷漆、淋漆和烘干工序。

5 污染预防技术

5.1 燃料替代技术

5.1.1 清洁燃料技术

采用天然气等清洁燃料，可降低因燃料燃烧产生的SO₂，同时减少CO₂排放量，适用于熔化工序玻璃熔窑。

5.1.2 全电熔技术

该技术全部采用电能作为能源加热熔化玻璃原料，减少熔化工序的化石燃料消耗，可降低大气污染物产生量，同时减少CO₂排放量，适用于熔化工序玻璃熔窑。

5.1.3 电助熔技术

该技术通过电加热辅助玻璃熔化减少熔窑的燃料消耗，在相同出料量的前提下可减少熔窑内燃料燃烧过程产生的大气污染物，同时减少CO₂排放量，适用于熔化工序玻璃熔窑。

5.2 原辅材料控制/替代技术

5.2.1 原辅材料控制技术

通过减少硫化物（如芒硝）、硝酸盐、氟化物（如氟化钙、氟硅酸钠等）、氯化物（如氯化钠）和含重金属原料的加入量，可降低熔化工序烟气的SO₂、NO_x、氯化氢、氟化物和重金属及其氧化物等污染物初始排放浓度。在线镀膜工序通过选用低氯化物和氟化物含量的在线镀膜原料，并优化氯化物和氟化物配比，可减少在线镀膜废气中氯化氢和氟化物的产生。

5.2.2 低 VOCs 含量涂料（油墨）替代技术

该技术使用水性、辐射固化等低VOCs含量的涂料（油墨）替代溶剂型涂料（油墨），一般可使涂装、印刷工序VOCs的产生量减少20%以上，适用于玻璃涂装和印刷工序。低VOCs含量涂料应满足GB/T 38597的产品技术要求，低VOCs含量油墨应满足GB 38507的产品技术要求。

5.2.3 低 VOCs 含量浸润剂替代技术

该技术采用水基型浸润剂配方，通过减少有机溶剂使用，一般可使浸润剂配制、拉丝工序VOCs的产生量减少20%以上，适用于玻璃纤维制造浸润剂配制、拉丝工序。

5.3 设备或工艺预防技术

5.3.1 富氧燃烧技术

该技术可将空气的含氧浓度从20.9%浓缩至26%~30%，提高玻璃熔窑热效率，减少熔制过程烟气及NO_x排放量，同时减少CO₂排放量，适用于熔化工序玻璃熔窑，一般可使烟气中NO_x初始排放浓度降低30%~50%。

5.3.2 纯氧燃烧技术

该技术采用氧含量大于等于90%的助燃气体，减少系统中氮气的输入，提高玻璃熔窑热效率，减少熔化过程烟气及NO_x排放量，同时减少CO₂排放量，适用于熔化工序采用天然气作为燃料的玻璃熔窑，一般可使烟气中NO_x初始排放浓度降低80%以上。

5.3.3 低氮燃烧技术

该技术采用高效的燃烧器，使燃料与助燃空气充分混合，通过避免局部高温、降低氧气浓度和缩短在高温区内的停留时间等措施，可减少燃烧过程NO_x的产生量，适用于熔化工序采用天然气作为燃料的玻璃熔窑，一般可使烟气中NO_x初始排放浓度降低30%以上。

5.3.4 静电喷涂技术

该技术使雾化的涂料在高压电场的作用下荷电或极化而吸附于玻璃基材表面，通常与自动喷涂技术联合使用，适用于日用玻璃涂装工序。采用该技术涂料利用率与喷件大小有关，一般可达到60%~80%，通过涂料回收利用技术可使涂料利用率达到90%以上。

6 污染治理技术

6.1 颗粒物治理技术

6.1.1 滤筒除尘技术

该技术应用于玻璃生产时过滤风速宜小于0.7 m/min，除尘效率一般可达到99%以上，滤料材质通常为涤纶，适用于配料工序废气颗粒物的治理。

6.1.2 袋式除尘技术

该技术应用于玻璃生产时过滤风速宜在0.6 m/min~0.9 m/min之间，除尘效率一般可达到99%以上，适用于各工序废气颗粒物的治理。配料工序除尘的袋式除尘器滤料的材质通常为涤纶；熔化工序玻璃熔窑的袋式除尘器滤料材质通常为聚四氟乙烯覆膜材料或其他复合滤料，一般位于干法、半干法脱硫系统或余热利用系统的下游，入口烟气温度一般小于260℃。使用该技术应符合HJ 2020的相关要求。

6.1.3 静电除尘技术

该技术应用于玻璃生产时入口烟气温度宜小于400℃，电场风速宜在0.4 m/s~0.9 m/s之间，漏风率应小于3%。该技术除尘效率随电场数量增加而提高，最高可达到90%以上。对于采用天然气、煤制气和焦炉煤气作为燃料的玻璃熔窑，若烟气中颗粒物浓度超过150 mg/m³，应采用静电除尘技术，适用于熔化工序玻璃熔窑烟气脱硝前颗粒物的预处理。

6.1.4 湿式电除尘技术

该技术应用于玻璃生产时入口烟气温度宜小于60℃，电场风速宜在0.5 m/s~2.5 m/s之间，除尘效率一般可达到70%~90%。该技术适用于熔化工序玻璃熔窑烟气湿法脱硫后进一步除尘、除雾。

6.1.5 金属滤袋除尘技术

该技术应用于玻璃生产时入口烟气温度宜小于400℃，过滤风速宜在0.5 m/min~1 m/min之间，除尘效率一般可达到99%以上。该技术适用于使用天然气为燃料的熔化工序玻璃熔窑烟气颗粒物的治理。

6.1.6 陶瓷纤维滤管除尘技术

该技术应用于玻璃生产时入口烟气温度宜小于400℃，过滤风速宜在0.6 m/min~1.2 m/min之间，除尘效率一般可达到99%以上。该技术适用于熔化工序玻璃熔窑烟气脱硝前颗粒物的预处理及干法脱硫后的进一步除尘，通过在陶瓷纤维滤管内负载SCR脱硝催化剂，可实现同步除尘和脱硝。

6.1.7 漆雾处理技术

该技术包括干式介质（如迷宫式纸盒）过滤漆雾处理技术、水帘喷漆室等，漆雾去除效率一般可达到85%以上，适用于涂装工序喷涂废气的漆雾治理及VOCs治理的预处理。

6.2 二氧化硫治理技术

6.2.1 湿法脱硫技术

该技术采用石灰石（ CaCO_3 ）、石灰（ CaO ）、氢氧化钠（ NaOH ）等碱性溶液吸收 SO_2 ，脱硫效率一般可达到90%以上。该技术包括石灰石/石灰-石膏法脱硫技术和双碱法脱硫技术，其中石灰石/石灰-石膏法适用于平板玻璃和玻璃纤维熔化工序玻璃熔窑烟气的脱硫处理，双碱法适用于玻璃纤维熔化工序玻璃熔窑烟气的脱硫处理。采用该技术应配套对脱硫剂添加量、浆液pH值、再生池pH值等关键参数进行自动调节控制的设施或系统，配备浆液密度计、曝气、饱和废水处理再生、副产物提取利用等设施，不得使用低效、简易碱法脱硫技术。采用石灰石/石灰-石膏法脱硫时应符合HJ 179的相关要求。

6.2.2 半干法脱硫技术

该技术采用石灰（ CaO ）为脱硫吸收剂，石灰首先经消化加水制成消石灰乳，利用烟气显热蒸发脱硫反应物中加入的水分，同时在干燥过程中，脱硫剂与烟气中酸性物质接触反应，生成固态化合物。玻璃工业半干法脱硫一般采用新型脱硫除尘一体化（NID）技术，塔内流速一般为15 m/s~30 m/s，钙硫比一般为1.1~1.45，脱硫效率一般可达到80%~95%，适用于烟气量大于100000 m^3/h 的熔化工序玻璃熔窑烟气脱硫处理。采用该技术应配套对脱硫剂添加量等关键参数进行自动调节控制的设施或系统。

6.2.3 干法脱硫技术

该技术采用钙基 $[\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CaO}]$ 或钠基（ NaHCO_3 ）脱硫吸收剂，使脱硫剂与烟气中酸性物质接触反应，生成固态化合物，适用于熔化工序玻璃熔窑烟气脱硫处理。钙基脱硫剂一般适用于 SO_2 初始排放浓度小于1000 mg/m^3 的烟气脱硫，处理温度一般在300 $^\circ\text{C}$ ~450 $^\circ\text{C}$ 之间，塔内流速一般为4.5 m/s~6 m/s，脱硫效率可达到80%以上；钠基脱硫剂处理温度一般在200 $^\circ\text{C}$ ~300 $^\circ\text{C}$ 之间，塔内流速一般为4.5 m/s~6 m/s，脱硫效率可达到90%以上。采用该技术应配套对脱硫剂添加量等关键参数进行自动调节控制的设施或系统。玻璃工业用钠基和钙基吸收剂细度一般不低于250目。

6.3 氮氧化物治理技术

6.3.1 选择性催化还原法脱硝（SCR）技术

该技术采用液氨、氨水、尿素等作为脱硝还原剂，在催化剂作用下，有选择性地与烟气中 NO_x 发生化学反应。脱硝效率与催化剂的配置量有关，一般可达到90%以上，适用于熔化工序玻璃熔窑烟气脱硝处理，新建玻璃熔窑应采用该技术。采用该技术应配套对脱硝剂流量、液位等关键参数进行自动调节控制的设施，烟气流速应满足催化剂的性能要求，氨逃逸排放控制应满足相关标准要求。使用该技术时应符合HJ 562的相关要求。

该技术脱硝催化剂形式主要为蜂窝式或板式，包括中低温催化剂和高温催化剂，中低温催化剂的反应温度一般在180 $^\circ\text{C}$ ~280 $^\circ\text{C}$ 之间，高温催化剂的反应温度一般在280 $^\circ\text{C}$ ~400 $^\circ\text{C}$ 之间。高温催化剂适用于各种玻璃熔窑烟气脱硝，中低温催化剂通常适用于日用玻璃和平板显示玻璃熔窑等的烟气脱硝。SCR脱硝催化剂规格一般为18~25孔，空速一般为2000 h^{-1} ~4500 h^{-1} ，催化剂孔道烟气流速一般为4 m/s~6 m/s。

熔化工序玻璃熔窑烟气在进入SCR脱硝系统前，通常需要经过余热利用系统使烟气温度满足SCR脱硝技术工作温度要求。同时，为防止SCR脱硝反应器堵塞，还需根据烟气条件选用静电除尘技术，保证SCR脱硝反应器进口烟气颗粒物浓度小于150 mg/m^3 。

6.3.2 选择性非催化还原法脱硝（SNCR）技术

该技术直接将含氮的还原剂（尿素或氨水）喷入温度为850℃～1100℃的烟气中，使其发生还原反应，脱除NO_x，脱硝效率一般可达到40%～60%，适用于熔化工序采用天然气为燃料、使用纯氧燃烧技术的玻璃熔窑烟气的脱硝处理。

采用该技术应避免在烟道中直接喷洒气态或液态脱硝剂，应配套专门反应器及对脱硝剂流量、液位等关键参数进行自动调节控制的设施，氨逃逸排放控制应满足相关标准要求。使用该技术时应符合HJ 563的相关要求。

6.4 复合陶瓷纤维滤管除尘脱硝一体化技术

该技术通过在陶瓷纤维滤管内复合脱硝催化剂，可实现除尘与SCR脱硝两种技术的结合。应用于玻璃生产时入口烟气温度宜小于400℃，过滤风速宜在0.6 m/min～1.2 m/min之间，适用于熔化工序玻璃熔窑烟气的脱硝除尘处理。通常与干法脱硫技术联用，实现烟气的同步脱硫脱硝除尘，同时对于烟气中的氟化物也具有良好的治理效果。

6.5 VOCs 治理技术

6.5.1 吸附技术

利用吸附剂（活性炭、分子筛等）吸附废气中的VOCs，使之与废气分离的方法技术，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。该技术应用于玻璃生产时主要为固定床吸附技术和旋转式吸附技术。

a) 固定床吸附技术一般使用活性炭作为吸附材料，吸附剂可更换或通过解吸后循环利用，入口废气颗粒物浓度宜低于1 mg/m³、温度宜低于40℃、相对湿度（RH）宜低于80%，适用于低浓度VOCs废气治理。使用该技术时应符合HJ 2026的相关要求。

b) 旋转式吸附技术一般使用分子筛作为吸附材料，脱附废气采用燃烧技术进行治理。入口废气颗粒物浓度宜低于1 mg/m³、温度宜低于40℃、相对湿度（RH）宜低于80%，适用于使用溶剂型涂料且工况相对连续稳定的涂装工序VOCs废气的治理。采用该技术应配套对转轮转速、脱附温度等关键参数进行自动调节控制的设施。使用该技术时应符合HJ 2026的相关要求。

6.5.2 燃烧技术

通过热力燃烧或催化燃烧的方式，使废气中的VOCs转化为二氧化碳和水等物质，简称燃烧技术。主要包括蓄热燃烧技术（RTO）、蓄热催化燃烧技术（RCO）和玻璃熔窑协同热力燃烧技术。

a) 蓄热燃烧技术采用燃烧的方法使废气中VOCs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和利用。该技术运行温度宜应高于760℃，停留时间应大于0.75 s，VOCs去除效率一般可达到95%以上，适用于使用溶剂型涂料且工况相对连续稳定的涂装工序VOCs废气的治理，一般与吸附技术联用，并配套对辅助燃料用量、燃烧温度等关键参数进行自动调节控制的设施。使用该技术时应符合HJ 1093的相关要求。

b) 蓄热催化燃烧技术在催化剂的作用下，采用燃烧的方法使废气中VOCs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和利用。该技术运行温度宜控制在280℃～400℃之间，VOCs去除效率一般可达到95%以上，适用于各工序产生的VOCs废气治理，一般与吸附技术联用，并配套对辅助燃料用量、燃烧温度等关键参数进行自动调节控制的设施。使用该技术时应符合HJ 2027的相关要求。

c) 玻璃熔窑协同热力燃烧技术是将玻璃离线镀膜工序产生的VOCs废气与助燃风混合后，进入玻璃熔窑内进行焚烧处理。

6.6 在线镀膜废气治理技术

6.6.1 锡及其化合物治理技术

锡及其化合物治理可采用冷凝技术或焚烧技术。冷凝技术是将尾气中的锡及其化合物冷凝为液体和固体，冷凝液回收提纯后再利用的治理技术。该技术镀膜原料的利用率高，回收的镀膜原料可以循环利用。

焚烧技术是将尾气在热氧化炉中进行焚烧处理，锡及其化合物转化为锡的氧化物的治理技术。

6.6.2 颗粒物治理技术

采用冷凝技术处理锡及其化合物时，可采用水喷淋、碱液喷淋协同处理尾气中的颗粒物；采用焚烧技术处理锡及其化合物时，可采用袋式除尘技术处理尾气中的颗粒物。

6.6.3 氯化氢和氟化物治理技术

在线镀膜废气中的氯化氢和氟化物可通过碱液吸收技术进行治理，通过酸碱中和反应去除。

7 无组织排放控制技术

7.1 物料储存过程控制措施

7.1.1 石英砂、纯碱等粉状物料储存于封闭料场（料仓、储库）中。煤炭、碎玻璃等其他物料储存于封闭料场（料仓、储库）或半封闭料场（堆棚）中。半封闭料场（堆棚）应至少三面有围墙（围挡）及屋顶，并对物料采取覆盖、喷淋（雾）等抑尘措施。硅质原料的均化应在封闭的均化库中进行。

7.1.2 涂料、油墨、镀膜液、胶粘剂、固化剂、稀释剂、清洗剂、浸润剂等VOCs物料、含VOCs废料（渣、液）应储存于密闭的容器、包装袋、储库中。盛装VOCs物料、含VOCs废料（渣、液）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、含VOCs废料（渣、液）的容器或包装袋在非取用状态时应加盖、封口，保持密闭。储存VOCs物料、含VOCs废料（渣、液）的储库应满足密闭（封闭）空间的要求。

7.2 物料运输和转移过程控制措施

7.2.1 粉状物料应采用气力输送设备、管状或带式输送机、螺旋输送机、吨包袋密封包装等密闭方式输送；粒状物料采用封闭通廊的皮带、管状或带式输送机、吨包袋密封包装等封闭方式输送，并减少转运点和缩短输送距离。

7.2.2 粉料卸料口应密闭或设置集气罩，并配备除尘设施；其他物料装卸点应设置集气罩并配备除尘设施，或采取喷淋（雾）等抑尘措施。

7.2.3 除尘器卸灰口应采取密闭措施，除尘灰采取袋装、罐装等密闭方式收集、存放和运输，不得直接卸落到地面。

7.2.4 VOCs物料、含VOCs废料（渣、液）转移和输送时应采用密闭管道或密闭容器、包装袋。

7.3 工艺生产过程控制措施

7.3.1 配料工序应在密闭（封闭）空间内操作，并收集废气至除尘设施；不能密闭（封闭）的，产生

粉尘的设备和产尘点应设置集气罩，并配备除尘设施。配料车间外不应有可见粉尘外逸。

7.3.2 磨边工序应采用湿法工艺，避免粉尘产生。

7.3.3 涉VOCs物料工序（平板玻璃在线镀膜工序，特种玻璃调胶、施胶、离线镀膜工序，日用玻璃调漆、喷漆、印刷、镀膜、烘干、烤花工序，玻璃制镜淋漆、烘干工序，玻璃纤维浸润剂配制、拉丝、烘干工序，有机溶剂清洗作业工序）应采用密闭设备或在密闭空间内操作，废气应排至废气收集处理系统；无法密闭的，应采取局部气体收集措施，废气应排至废气收集处理系统。

7.4 废气收集系统控制要求

7.4.1 VOCs废气收集系统排风罩（集气罩）的设置应满足GB/T 16758的要求，并按照GB/T 16758和WS/T 757—2016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无组织排放位置，控制风速不应低于0.3 m/s。

7.4.2 应尽可能利用主体生产装置（如加料机、破碎机、配料机等）自身的集气系统进行收集。排风罩的配置应与所采用的生产工艺协调一致，不影响工艺操作。在保证收集能力的前提下，应结构简单，便于安装和维护管理。

7.4.3 排风罩宜采用密闭罩或排气柜，并保持一定的负压。当不能或不便采用密闭罩时，可根据生产操作要求选择半密闭罩或外部排风罩，并尽可能包围或靠近污染源，必要时可增设软帘围挡，以减少污染物外逸。

7.4.4 排风罩的吸气方向应尽可能与污染气流运动方向一致，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。

7.4.5 当废气产生点较多，彼此距离较远时，应适当分设多套收集系统。

7.4.6 间歇运行工序或设备的收集系统管道或其支路上应设置自动调节阀，自动调节阀应在该工序或设备开启前开启。

7.4.7 无组织废气收集处理系统应先于或与生产工艺设备同步运行；当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。

7.5 其他无组织排放控制要求

7.5.1 设备与管线组件VOCs泄漏控制应符合GB 37822的规定。

7.5.2 氨的装卸、贮存、输送和制备等过程应密闭，并采取氨气泄漏检测措施。

7.5.3 厂区道路应硬化，并采取清扫、洒水等措施保持清洁。未硬化的厂区应采取绿化等措施。

8 移动源控制措施

8.1 大宗物料和产品运输优先使用铁路、水路、新能源汽车等清洁运输方式，清洁运输比例要求应符合国家相关规定。

8.2 按国家和地方要求做好各项进出厂原辅材料、燃料、产品及副产品登记存档，建立进出厂运输车辆、厂内运输车辆和非道路移动机械的电子台账，保障车辆和机械的正常维护保养，鼓励企业建立门禁及视频监控系统；鼓励通过与承运单位、原辅材料供货单位及产品购买单位签订车辆排放达标保证书、增加相应合同条款、要求其提供运输车辆年检合格证明等方式，实现车辆的达标管理。

8.3 新增厂内运输车辆应符合现行排放标准，按要求进行联网；厂内车辆应正常维护保养并保障达标排放。

8.4 新增非道路移动机械应符合现行排放标准，按要求进行编码登记并联网；非道路移动机械应正常维护保养并保障达标排放。

9 污染防治可行技术

9.1 配料工序大气污染防治可行技术

配料工序大气污染防治可行技术见表1。

表 1 配料工序大气污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	颗粒物排放水平（mg/m ³ ）	技术适用条件
可行技术1	—	袋式除尘技术	5~30	适用于所有玻璃企业
可行技术2		滤筒除尘技术	10~30	

9.2 熔化工序大气污染防治可行技术

熔化工序玻璃熔窑大气污染防治可行技术见表2。

9.3 在线镀膜工序大气污染防治可行技术

平板玻璃在线镀膜工序大气污染防治可行技术见表3。

9.4 涉 VOCs 物料工序大气污染防治可行技术

涉VOCs物料工序大气污染防治可行技术见表4。

表 2 熔化工序大气污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)						技术适用条件
			颗粒物	SO ₂	NO _x	氯化氢	氟化物	氨	
可行技术1	①原辅材料控制技术+ ②全电熔技术	袋式除尘技术	10~30	—	—	—	—	—	适用于电熔窑烟气处理。当原料中硫化物和硝酸盐含量较高、烟气中SO ₂ 和NO _x 不能满足排放标准时，需参照可行技术2和3治理
可行技术2	①清洁燃料技术(天然气)+②原辅材料控制技术+③电助熔技术(可选)+④低氮燃烧技术(可选)/纯氧燃烧技术(可选)/富氧燃烧技术(可选)	①静电除尘技术(可选)+②SCR技术+③干法/半干法脱硫技术+④袋式除尘技术	10~30	50~150	300~400	<30	<5	<8	适用于平板玻璃和日用玻璃企业玻璃熔窑烟气处理，企业应根据烟气工况选择高温或中低温SCR技术；半干法脱硫适用于烟气量大于100000 m ³ /h的烟气处理
可行技术3		①干法脱硫技术+②袋式除尘技术+③中低温SCR技术	10~30	50~150	300~500	<30	<5	<8	适用于日用玻璃企业玻璃熔窑烟气处理
可行技术4		③干法脱硫技术+②金属滤袋除尘技术/陶瓷纤维滤管除尘技术+③SCR技术	<10	50~150	200~400	<30	<5	<8	适用于平板玻璃和日用玻璃企业玻璃熔窑烟气处理，企业应根据烟气工况选择高温或中低温SCR技术
可行技术5		①干法脱硫技术+②复合陶瓷纤维滤管除尘脱硝一体化技术	<10	50~150	<100~400	<30	<5	<8	适用于各种玻璃熔窑烟气处理
可行技术6	①清洁燃料技术(天然气)+②电助熔技术(可选)+③纯氧燃烧技术	①SNCR技术/SCR技术+②湿法脱硫技术+③湿式电除尘技术	10~30	50~200	200~400	<30	<5	<8	适用于玻璃纤维企业玻璃熔窑烟气处理，企业应根据NO _x 初始浓度选择不同的脱硝技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平（mg/m³）						技术适用条件
			颗粒物	SO ₂	NO _x	氯化氢	氟化物	氨	
可行技术7	采用煤制气、焦炉煤气作为燃料：原辅材料控制技术	①静电除尘技术+②高温SCR技术+③干法/半干法脱硫技术+④袋式除尘技术	10～30	100～200	150～300	<30	<5	<8	适用于平板玻璃和日用玻璃企业玻璃熔窑烟气处理，其中半干法脱硫适用于烟气流大于100000 m³/h的烟气处理
可行技术8		①干法脱硫技术+②袋式除尘技术+③中低温SCR技术	10～30	100～200	150～400	<30	<5	<8	适用于日用玻璃企业玻璃熔窑烟气处理
可行技术9		①干法脱硫技术+②复合陶瓷纤维滤管除尘脱硝一体化技术	<10～20	100～200	<100～300	<30	<5	<8	适用于平板玻璃和日用玻璃企业玻璃熔窑烟气处理
可行技术10	采用重油作为燃料：原辅材料控制技术	①静电除尘技术+②高温SCR技术+③半干法脱硫技术+④袋式除尘技术	10～30	100～200	150～300	<30	<5	<8	适用于平板玻璃企业玻璃熔窑烟气处理
可行技术11		①干法脱硫技术+②袋式除尘技术+③中低温SCR技术	10～30	100～200	150～400	<30	<5	<8	适用于日用玻璃企业玻璃熔窑烟气处理
可行技术12		①干法脱硫技术+②复合陶瓷纤维滤管除尘脱硝一体化技术	<10～20	100～200	<100～300	<30	<5	<8	适用于平板玻璃和日用玻璃企业玻璃熔窑烟气处理

注1：表中“+”代表大气污染治理技术组合。

注2：以天然气为燃料时，若SO₂可达标排放，玻璃熔窑烟气治理技术中脱硫技术为可选项。

注3：熔化工序产生的氯化氢、氟化物、砷及其化合物、锑及其化合物、铅及其化合物可通过除尘和脱硫过程实现协同处置，在满足排放标准的前提下可不单独设施处理设施；当氯化氢、氟化物超过排放标准要求时，可采用碱液吸收技术进一步处理。

注4：玻璃企业应通过设计采用并联式可互相切换的脱硝反应器、设置备用脱硫剂输粉系统、采用多仓室并联且可互相切换可离线清灰的除尘器等措施，提高治理设施应急处置能力。

表 3 在线镀膜工序大气污染防治可行技术

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)				技术适用条件
			颗粒物	氯化氢	氟化物	锡及其化合物	
可行技术1	原辅材料控制技术(选用低氯化物和低氟化物的在线镀膜原材料、优化氯化物和氯化物的配比)	①冷凝技术+②水喷淋吸收技术+③碱液吸收技术	10~30	<30	<5	<5	适用于废气中污染物浓度较高、凝固点较低的在线镀膜玻璃企业
可行技术2		①焚烧技术+②袋式除尘技术+③碱液吸收技术	10~30	<30	<5	<5	适用于废气中可燃组分浓度较高或燃烧热值较高的在线镀膜玻璃企业

注：表中“+”代表大气污染治理技术组合。

表 4 涉 VOCs 物料工序大气污染防治可行技术

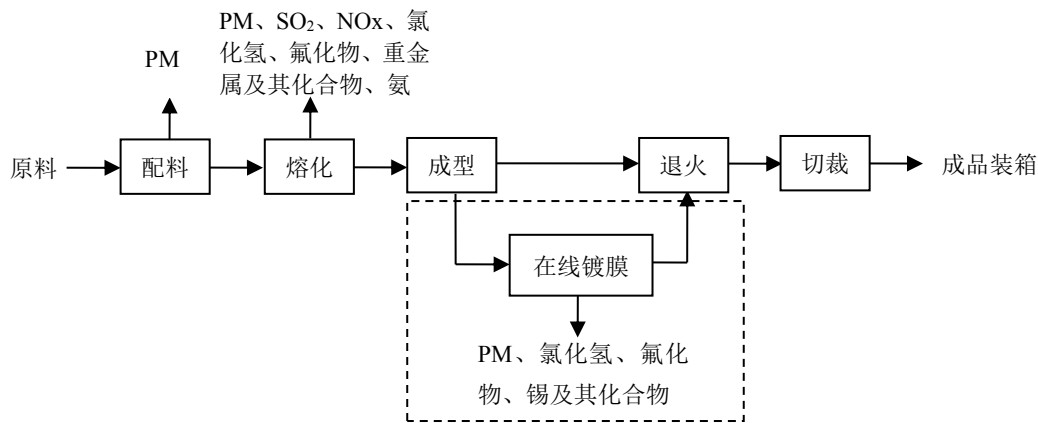
可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平 (mg/m ³)				技术适用条件
			颗粒物	NMHC	苯	苯系物	
可行技术1	低VOCs含量油墨替代技术/低VOCs含量浸润剂替代技术	固定床吸附技术	10~30	20~80	<1	<40	适用于低浓度VOCs废气治理，如特种玻璃调胶、施胶工序，日用玻璃调漆、印刷和烤花工序，玻璃纤维浸润剂配置、拉丝和烘干工序等。玻璃企业应根据生产工序选择适宜的污染预防技术，并根据废气产生情况考虑是否设置水喷淋等预处理设施。后期维护需定期清理或更换过滤材料，根据污染物处理量、处理要求等定期再生或更换吸附材料。原料中VOCs含量较高时，需参照可行技术2治理

可行技术	预防技术	治理技术	污染物排放水平（mg/m³）				技术适用条件
			颗粒物	NMHC	苯	苯系物	
可行技术2	①低VOCs含量涂料替代技术+②静电喷涂技术(可选)	①漆雾处理技术+②吸附技术+③燃烧技术	<10	20~80	<1	<40	适用于玻璃制品涂装工序。典型路线一般为：①漆雾处理技术+②固定床吸附技术+③蓄热催化燃烧技术；大批量连续生产的涂装工序典型治理路线为：①漆雾处理技术+②旋转式吸附技术+③蓄热燃烧技术。吸附浓缩的废气经解吸后通过燃烧技术进一步处理
可行技术3	—	玻璃熔窑协同热力燃烧技术	<10	20~80	—	—	适用于玻璃离线镀膜工序
注：表中“+”代表大气污染治理技术组合。							

附 录 A
(资料性附录)

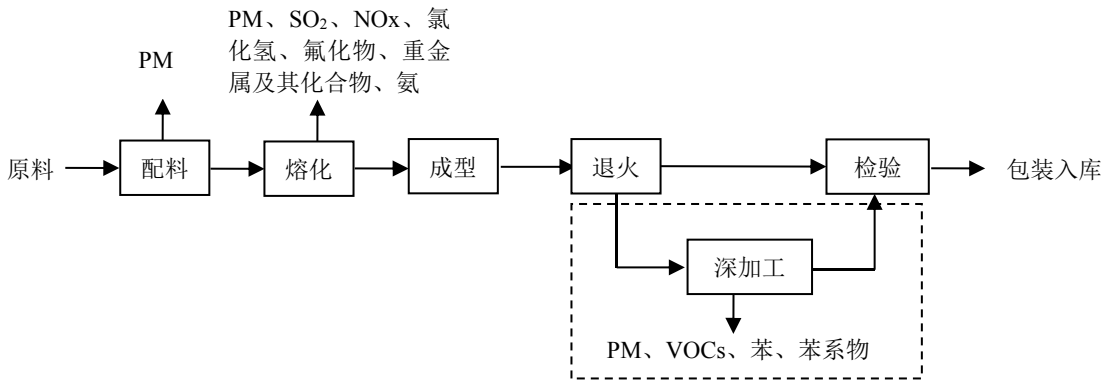
玻璃工业生产工艺及大气污染物产生节点

玻璃工业主要生产工艺及大气污染物产生节点见图A.1~图A.3。



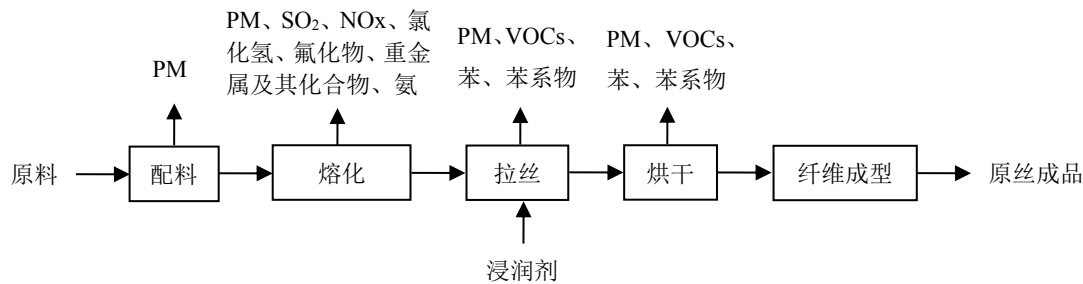
注：图中在线镀膜工序的虚线方框代表可选工序。

图A.1 平板玻璃（浮法）生产工艺及大气污染物产生节点



注：图中深加工工序的虚线方框代表可选工序。

图A.2 日用玻璃生产工艺及大气污染物产生节点



图A.3 玻璃纤维（池窑法）生产工艺及大气污染物产生节点

附 录 B
(资料性附录)
玻璃熔化工序大气污染物初始排放浓度

不同产品、不同燃料（能源）类型的玻璃熔化工序颗粒物、SO₂和NO_x常见初始排放浓度见表B.1。

表B.1 玻璃熔化工序大气污染物初始排放浓度

单位：mg/m³

产品种类	燃料（能源）类型	颗粒物	SO ₂	NO _x
平板玻璃、日用玻璃	电	30~100	—	—
	天然气	300~500	100~500	2000~4000
	煤制气、焦炉煤气	300~1000	600~2000	1800~3000
	重油	500~800	800~3500	1200~2800
玻璃纤维	天然气（纯氧燃烧）	200~300	100~500	900~1400