

# HJ

## 中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1281—2023

### 玻璃工业废气治理工程技术规范

Technical specifications for waste-gas treatment from  
glass industry

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

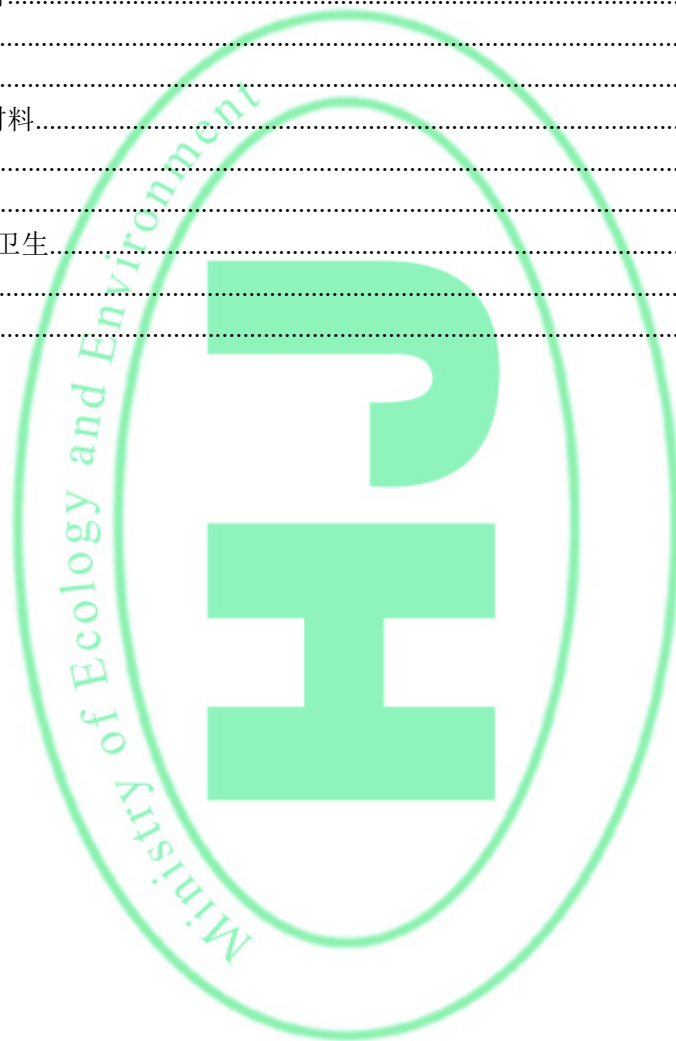
2022-02-01 发布

2023-05-01 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.....	2
4 污染物与污染负荷.....	3
5 总体要求.....	4
6 工艺设计.....	6
7 主要工艺设备和材料.....	9
8 检测及过程控制.....	10
9 主要辅助工程.....	10
10 劳动安全与职业卫生.....	11
11 施工与验收.....	11
12 运行与维护.....	12



## 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》等法律法规，防治环境污染，改善生态环境质量，规范玻璃工业废气治理工程的建设与运行管理，制定本标准。

本标准规定了玻璃工业废气治理工程的设计、施工、验收和运行维护的技术要求。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部科技与财务司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、清华大学、中国建筑材料科学研究总院有限公司、江苏科行环保股份有限公司、河北省邢台生态环境监测中心。

本标准生态环境部 2023 年 2 月 1 日批准。

本标准自 2023 年 5 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。



# 玻璃工业废气治理工程技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了玻璃工业废气治理工程的污染物与污染负荷、总体要求、工艺设计、主要工艺设备和材料、检测及过程控制、主要辅助工程、劳动安全与职业卫生、施工与验收、运行与维护等技术要求。

本标准适用于平板玻璃制造的废气治理工程，可作为工程咨询、环境保护设施设计与施工、建设项目竣工环境保护验收及建成后运行管理的参考依据。

玻璃制品制造、玻璃纤维及制品制造、其他玻璃制造的废气治理工程可参考本标准执行。

## 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 2893	安全色
GB 2894	安全标志及其使用导则
GB 4053.1	固定式钢梯及平台安全要求 第1部分:钢直梯
GB 4053.2	固定式钢梯及平台安全要求 第2部分:钢斜梯
GB 4053.3	固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台
GB/T 4754—2017	国民经济行业分类
GB 7231	工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
GB/T 11651	个体防护装备选用规范
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB/T 13869	用电安全导则
GB 15562.1	环境保护图形标志—排放口(源)
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 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 18599	一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB/T 20801(所有部分)	压力管道规范 工业管道
GB 26453	玻璃工业大气污染物排放标准
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 50029	压缩空气站设计规范
GB 50052	供配电系统设计规范
GB 50054	低压配电设计规范
GB/T 50087	工业企业噪声控制设计规范
GB 50093	自动化仪表工程施工及质量验收规范

## HJ 1281—2023

GB 50140	建筑灭火器配置设计规范
GB 50187	工业企业总平面设计规范
GB/T 50252	工业安装工程施工质量验收统一标准
GB 50254	电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范
GB 50257	电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范
GB 50275	风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
GB 50300	建筑工程施工质量验收统一标准
GB 50435	平板玻璃工厂设计规范
GB 50727	工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范
GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
GBZ 2.2	工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素
GBZ/T 194	工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范
HJ/T 1	气体参数测量和采样的固定位装置
HJ 75	固定污染源烟气（SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物）排放连续监测技术规范
HJ 76	固定污染源烟气（SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法
HJ 178	烟气循环流化床法烟气脱硫工程通用技术规范
HJ 179	石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫工程通用技术规范
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范
HJ 562	火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法
HJ 988	排污单位自行监测技术指南 平板玻璃工业
HJ 2020	袋式除尘工程通用技术规范
HJ 2028	电除尘工程通用技术规范
HJ 2305	玻璃制造业污染防治可行技术指南
AQ 3009	危险场所电气防爆安全规范
DL/T 1589	湿式电除尘技术规范
JB/T 10563	一般用途离心通风机技术条件
JB/T 11638	湿式电除尘器
JB/T 13732	高温电除尘器
SH/T 3007	石油化工储运系统罐区设计规范
	《国家危险废物名录》
	《排污口规范化整治技术要求（试行）》（环监〔1996〕470号）
	《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**玻璃工业** glass industry

从事玻璃制造的工业。综合考虑行业产品产量、企业规模、污染物产生和控制特点等，本标准中的玻璃工业主要指 GB/T 4754—2017 中的平板玻璃制造（C3041）。

## 3.2

**平板玻璃 flat glass**

用浮法、压延法或溢流法成形工艺生产的板状硅酸盐玻璃。

## 3.3

**浮法 float process**

熔窑内熔融的玻璃液流入有保护气体的锡槽内而浮在金属锡液面上，经过摊平、抛光形成玻璃带的成形方法。

## 3.4

**压延法 rolling process**

用一根或一对水冷的金属辊将玻璃液滚压延展成玻璃带的成形方法。

## 3.5

**溢流法 melt overflow process**

熔窑内熔融的玻璃液流入由耐火材料制造的斜槽（溢流砖）内，斜槽流满后，沿着溢流砖两侧流下并合流至尖锥部，由下方的辊子牵引后形成玻璃板的成形方法。

## 3.6

**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。

## 3.7

**纯氧燃烧 oxygen-fuel combustion**

助燃气体含氧量大于等于 90%的燃烧方式。

## 3.8

**选择性催化还原法 selective catalytic reduction (SCR)**

利用还原剂在催化剂作用下有选择性地与烟气中的 NO<sub>x</sub> 发生化学反应，生成氮气和水的方法。

## 3.9

**还原剂 reductant**

脱硝系统中用于与 NO<sub>x</sub> 发生还原反应的物质。

## 3.10

**氨逃逸浓度 ammonia slip**

SCR 反应器出口烟气中氨的质量与烟气体积（101.325 kPa、0 °C，干基，烟气 O<sub>2</sub> 含量 8%）之比，单位一般为 mg/m<sup>3</sup>。

## 3.11

**处理效率 treatment efficiency**

污染物经污染处理设施处理后的排放量削减百分比，根据同步检测污染处理设施进口和出口污染物单位时间（1 h）排放量进行计算。

## 4 污染物与污染负荷

### 4.1 污染物来源与特征

4.1.1 玻璃生产过程中的主要大气污染物来源与节点、污染物类型及特征见表 1。按照来源可分为窑炉烟气和其他工艺废气两大类。

4.1.2 熔化工序产生的窑炉烟气中主要大气污染物包括颗粒物、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub> 及少量的氯化氢（HCl）和

氟化物、重金属及其化合物。不同燃料的平板玻璃熔化工序产生的大气污染物初始浓度参见表 2。

表 1 玻璃工业主要大气污染物来源及特征

生产单元	生产工艺	产排污节点	主要污染物
平板玻璃生产线	原料破碎系统	破碎、筛分、输送	颗粒物
	备料与储存系统	装卸、输送、储存	颗粒物
	配料系统	配料、输送	颗粒物
	切裁工序及碎玻璃系统	破碎、输送	颗粒物
	熔化工序	熔化	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物、HCl、氟化物，部分特殊玻璃还需关注重金属汞、镉、铬、砷、铅、镍等及其化合物
	浮法玻璃成型工序在线镀膜	在线镀膜	颗粒物、HCl、氟化物、锡及其化合物
平板玻璃生产燃料供应	煤制气	储存、输送	颗粒物、硫化氢
	重油、煤焦油	储存、输送	挥发性有机物
	石油焦	破碎、研磨、筛分、输送	颗粒物
公用单元	液氨/氨水	储存、输送	氨气

表 2 平板玻璃熔窑不同燃料大气污染物初始浓度

单位：mg/m<sup>3</sup>

燃料	颗粒物初始浓度	SO <sub>2</sub> 初始浓度	NO <sub>x</sub> 初始浓度
天然气（空气燃烧）	<300	<600	<2700
天然气（纯氧燃烧）	<100	<100	<700
煤制气、焦炉煤气	<400	<800	<3000
重油、煤焦油	<500	<3000	<2200
石油焦	<1500	<4500	<3500

## 4.2 污染负荷

4.2.1 现有工程废气排放量应通过实际测量确定。新建、改建、扩建工程废气排放量可通过类比相同或相近工艺、参考环境影响评价文件等方法确定。

4.2.2 现有工程应对废气中各种污染物浓度进行实际测量，确定污染物设计浓度。新建、改建、扩建工程通过类比相同或相近工艺的实测数据，参考环境影响评价文件等方法确定污染物设计浓度。

4.2.3 应考虑生产工艺波动性、类比或参考数据的不确定性等因素，确定适当的设计裕量，保证在污染负荷最大、最不利情况下废气治理系统的稳定运行和达标排放。

4.2.4 系统处理风量、引风机风量的设计与选型均应以工况风量进行计算。性能测试和检测结果应按标准状态进行核算。

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 玻璃制造企业应推行清洁生产、循环经济，应符合相关产业政策，做好污染物的源头减排和过程控制。

- 5.1.2 治理工程应符合国家和地方关于建设项目基本建设程序、建设项目环境保护设计与管理的規定。
- 5.1.3 治理工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。
- 5.1.4 治理后的废气排放应符合 GB 26453 和地方大气污染物排放标准、排污许可以及环境影响评价文件及其批复意見的規定。
- 5.1.5 玻璃制造过程产生的颗粒物、氨、VOCs 无组织排放控制要求应符合 GB 26453 的相關規定。
- 5.1.6 对治理工程产生的废水（液）、固体废物（废催化剂、废过滤材料、废保温材料等）、噪声等应采取措施进行控制，并应符合相关环境保护要求，防止产生二次污染。
- 5.1.7 玻璃制造企业应按照环境监测的相關規定开展自行监测，重点排污单位应安装大气污染物自动监控设备并与生态环境部门联网。按照《排污口规范化整治技术要求（试行）》设置规范化排污口，设置符合 GB 15562.1 要求的废气排放口（源）标志。

## 5.2 源头控制

- 5.2.1 宜使用含硫量低的优质清洁能源，在满足生产工艺要求的情况下优先选用电或天然气。
- 5.2.2 加强物料制备过程中无组织扬尘的管控，建设封闭料场，宜采用封闭运输装置等方式控制开放/半开放空间物料堆存、转运等操作过程中的扬尘。
- 5.2.3 采用纯氧燃烧等低氮燃烧技术，降低熔窑废气 NO<sub>x</sub> 的初始浓度。
- 5.2.4 控制玻璃熔窑内压力波动范围，减少燃烧烟气的外溢。

## 5.3 工程规模

治理工程建设规模应根据生产规模和工艺合理配套，设计年限与自控水平应与主体工艺相一致。

## 5.4 工程构成

- 5.4.1 治理工程主要包括主体工程和辅助工程。
- 5.4.2 窑炉烟气治理主体工程包括废气收集系统、主体治理设施（除尘、脱硫、脱硝）、风机与废气排放系统。
- 5.4.3 其他工艺废气治理主体工程包括废气收集系统、除尘设备、风机与废气排放系统。
- 5.4.4 辅助工程包括电气系统、压缩空气系统、暖通/消防系统等。

## 5.5 平面布置

- 5.5.1 治理工程平面布置应与主体工艺布局相协调，并符合 GB 50187、GB 50435 等相关規定。
- 5.5.2 治理工程应遵循降低环境影响、节能降耗、方便施工与运行维护的原则，布局紧凑、合理。
- 5.5.3 治理工程应考虑主导风向对大气环境的影响，宜布置在周边居住区及厂内生活区的全年最小频率风向的上风向；应考虑噪声对周边生活环境及厂内工作环境的影响，设置必要的噪声防护距离。
- 5.5.4 治理工程应遵守安全生产与消防要求，设置必要的安全防护距离。
- 5.5.5 脱硝用还原剂区可布置于厂区内，也可布置于厂区外。还原剂区与其他建（构）筑物的距离应符合 GB 50016 的規定。
- 5.5.6 还原剂区的设备宜室外布置，液氨储罐应设置防止阳光直射的遮阳棚，遮阳棚的结构应避免形成可集聚气体的死角。
- 5.5.7 当采用尿素作为还原剂时，绝热分解室或水解反应器可布置在还原剂区或就近布置在反应器区。
- 5.5.8 脱硫吸收塔宜布置在烟囱附近。浆液循环泵应紧邻吸收塔布置。吸收剂制备及脱硫副产品处理场地宜在吸收塔附近集中布置，或结合工艺流程和场地条件因地制宜布置。
- 5.5.9 脱硫吸收剂卸料及贮存场所、副产物储存场所宜布置在对环境影响较小的区域，且应靠近主要运输通道。



5.5.10 湿法脱硫事故浆液池或事故浆液箱、石膏脱水系统、脱硫废水处理系统等的位置应考虑多套装置共用的方便。

5.5.11 脱硫吸收剂运输应考虑防潮、防洒落和防扬尘等措施。

## 6 工艺设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 治理工艺设计应本着成熟可靠、技术先进、经济适用的原则，综合考虑废气来源、气量规模、负荷变化、废气主要污染物浓度、废气性质（温度、湿度、压力等）、排放要求、投资费用与运行成本、二次污染、安全性、平面布置、使用年限等因素，选择确定治理工艺、技术与装备。对于新技术的应用，应进行充分论证。

6.1.2 治理工程应注意节能设计和绿色设计，充分考虑与生产工艺的协调性。

6.1.3 治理工程应与玻璃生产工艺相适应，对产生废气的设备、工位等进行系统收集和治理，减少无组织排放。

6.1.4 治理工艺应综合考虑不同净化单元间的协同作用。

6.1.5 除尘系统、脱硫系统和脱硝系统均不宜设置烟气旁路。

### 6.2 工艺选择

6.2.1 玻璃工业废气污染治理技术是指除尘、脱硝、脱硫等单项或组合技术，主要包括静电除尘（高温、低温）、布袋除尘、选择性催化还原脱硝（SCR脱硝）、湿法脱硫（石灰石/石灰—石膏法等）、半干法脱硫（循环流化床法等）以及烟气干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术等。

6.2.2 对于物料制备过程收集的工艺废气中颗粒物的控制通常采用布袋除尘工艺。

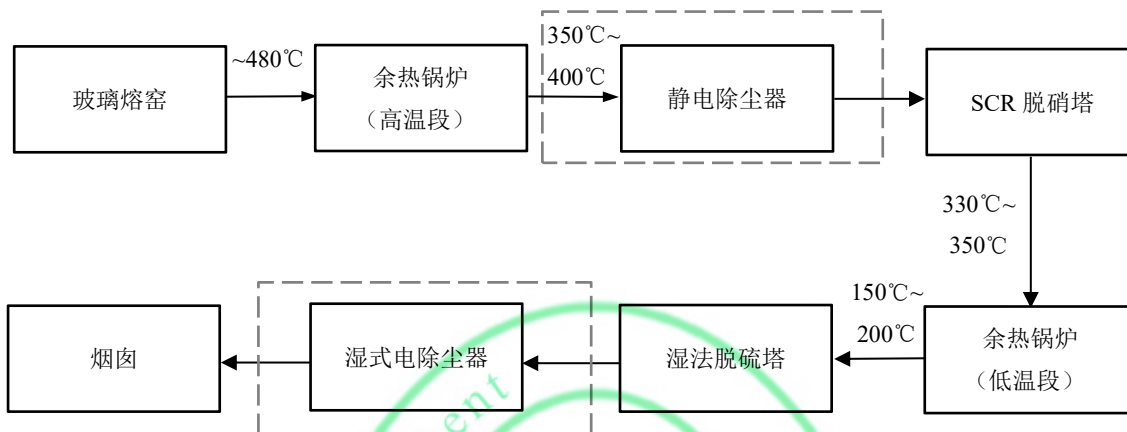
6.2.3 在线镀膜尾气一般可采用“低温冷凝+碱液吸收”或“焚烧+碱液吸收”处理工艺。

6.2.4 对于熔窑烟气污染治理应根据产品、工艺、燃料和排放标准及其他环境管理要求，进行技术经济可行性分析和安全性评价，确定治理工艺路线。治理技术选择参见 HJ 2305。平板玻璃制造烟气污染治理工艺技术组合见表 3，具体工艺流程见图 1。

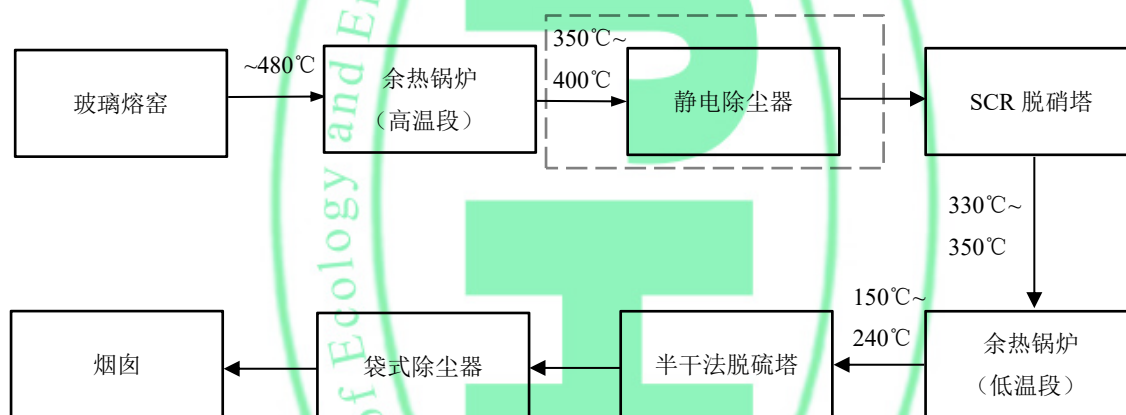
表 3 平板玻璃制造烟气污染治理工艺技术组合

序号	技术组合	适用燃料
1	高温电除尘 <sup>a</sup> +SCR 脱硝+湿法脱硫+湿式电除尘	天然气、煤制气、重油、石油焦、焦炉煤气
2	SCR 脱硝+湿法脱硫+湿式电除尘	天然气、煤制气、重油/煤焦油、焦炉煤气
3	高温电除尘+SCR 脱硝+半干法脱硫+袋式除尘	天然气、煤制气、重油、石油焦、焦炉煤气
4	SCR 脱硝+半干法脱硫+袋式除尘	天然气、煤制气、重油、焦炉煤气
5	烟气干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术	天然气、低硫重油

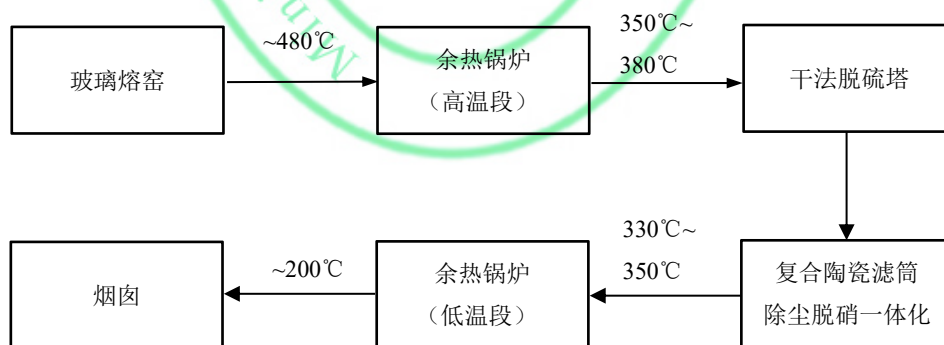
<sup>a</sup> 除尘效率的设计需综合考虑对 SCR 脱硝的影响和达标排放要求。



a) 静电除尘+SCR 脱硝+湿式脱硫+湿式电除尘工艺流程图



b) 静电除尘+SCR 脱硝+半干法脱硫+袋式除尘工艺流程图



c) 干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术工艺流程图

注：图中虚线方框代表可选技术。

图 1 平板玻璃制造烟气污染治理工艺流程图

6.2.5 玻璃生产企业也可结合自身实际情况，选择采用其他适宜的处理工艺。

### 6.3 工艺设计要求

#### 6.3.1 脱硝系统工艺设计

6.3.1.1 脱硝系统工艺设计应符合 HJ 562 的要求。

6.3.1.2 由于定期检修的需求，脱硝系统应设置备用。通常每两条或三条生产线备用一套。

6.3.1.3 在满足催化剂设计装入量的情况下，脱硝效率不得低于 80%。

6.3.1.4 氨逃逸浓度宜小于  $2.5 \text{ mg/m}^3$ ， $\text{SO}_2/\text{SO}_3$  转化率应不大于 1%。

6.3.1.5 脱硝系统的烟气压降宜小于 1400 Pa，系统漏风率宜小于 1%。

6.3.1.6 还原剂区应安装相应的气体泄漏检测报警装置、防雷防静电装置、相应的消防设施、储罐安全附件、急救设施设备和泄漏应急处理设备等。

6.3.1.7 当厂内有液氨源时，可根据氨气用量选用液氨-氨气作为还原剂，扩建、改造原液氨存储系统或新建气化系统。在实际设计中需校核液氨存储量，储罐容量应满足设计工况耗量 3 d 连续运行需求。

6.3.1.8 液氨扩增设备宜集中布置在原有氨区范围内，并满足安全规范要求。

6.3.1.9 采用尿素制氨系统时，尿素溶解罐宜布置在室内，各设备间的连接管道应伴热保温；所有与尿素溶液相接触的设备、管道等均应采用不锈钢材料。

6.3.1.10 氨站应设防晒及喷淋措施，喷淋设施应考虑工程所在地冬季气温因素。

6.3.1.11 采用氨水作为还原剂时，宜采用质量浓度为 20%~25% 的氨水溶液，存储容量不小于 3 d 设计工况用量。

6.3.1.12 承压液氨或氨气输送用管道应符合 GB/T 20801 有关规定，所有可能与氨接触的管道、管件、阀门等部件均应严格禁铜。液氨管道上应设置安全阀，其设计应符合 SH/T 3007 的有关规定。

6.3.1.13 反应器内催化剂迎面平均烟气流速的设计应满足催化剂的性能要求，一般取  $4 \text{ m/s} \sim 6 \text{ m/s}$ 。

6.3.1.14 反应器平面尺寸应根据烟气流速确定，并根据催化剂模块大小及布置方式进行调整。反应器有效高度应根据模块高度、模块层数、层间净高、吹灰装置、烟气整流格栅、催化剂备用层高度等情况综合考虑决定。

6.3.1.15 反应器侧壁对应催化剂部位应设置催化剂装载门和人孔。

6.3.1.16 催化剂形式、催化剂中各活性成分含量以及催化剂用量一般应根据具体烟气工况、灰质特性和脱硝效率确定。

6.3.1.17 催化剂模块应设计可有效防止烟气短路的密封，密封的寿命不低于催化剂的寿命。

6.3.1.18 氨气和空气的混合气体喷射系统应采用喷氨格栅，宜设计静态混合器。喷射系统应具有均匀稳定的流量特性，并设置独立的流量控制和测量手段。

6.3.1.19 反应器内部吹灰方式宜采用耙式清灰，并可辅以声波吹灰等。

#### 6.3.2 脱硫系统工艺设计

6.3.2.1 烟气脱硫技术主要包括湿法脱硫、半干法脱硫，其中石灰石/石灰—石膏法和循环流化床法应用最为广泛。

6.3.2.2 为满足环境管理的要求，脱硫系统可设置备用。

6.3.2.3 烟气循环流化床法、石灰石/石灰—石膏湿法脱硫系统工艺设计应符合 HJ 178、HJ 179 的要求。

6.3.2.4 吸收剂制备系统的出力应按设计工况下脱硫剂消耗量的 150% 选择，且不小于 100% 校核工况下的脱硫剂消耗量。

6.3.2.5 脱硫剂粉仓的容量应根据市场运输情况和运输条件确定，一般不小于设计工况下 3 d 的耗量。

6.3.2.6 湿式脱硫吸收塔均应装设高效除雾器，在正常运行工况下除雾器出口烟气中的雾滴浓度应不

大于 20 mg/m<sup>3</sup>，除雾器应设置水冲洗装置。

6.3.2.7 循环浆液泵入口应装设滤网等防止固体物吸入的措施。当采用喷淋吸收塔时，吸收塔浆液循环泵宜按单元制设置，每台循环泵对应一层喷嘴。

6.3.2.8 吸收塔宜采用钢结构，内部结构应根据烟气流动和防磨、防腐技术要求进行设计，吸收塔内壁衬胶、衬树脂鳞片或衬高镍合金板。在吸收塔底板和浆液可能冲刷的位置，应采取防冲刷措施。

### 6.3.3 除尘系统工艺设计

6.3.3.1 高温电除尘系统工艺设计参见 HJ 2028 和 JB/T 13732。

6.3.3.2 袋式除尘系统工艺设计参见 HJ 2020。

6.3.3.3 湿式电除尘系统工艺设计参见 JB/T 11638、DL/T 1589。

### 6.3.4 二次污染控制

6.3.4.1 脱硫废水中的重金属、悬浮物和氯离子可采用中和、化学沉淀、混凝、离子交换等工艺去除。对废水含盐量有特殊要求的，应采取降低含盐量的工艺措施。

6.3.4.2 对于脱硫废水中铵盐的处理，应在碱置换吹脱的基础上对吹脱出的氨气进行吸收回用，防止氨气直接排入环境空气。

6.3.4.3 废气处理过程所产生的粉尘以及更换后的过滤材料、催化剂、保温材料及其他固体废物应依据《国家危险废物名录》和国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法等认定其属性。属于危险废物的，其贮存应符合 GB 18597 的有关规定；应委托有资质单位进行利用处置，鼓励按照国家和地方危险废物利用处置有关标准规范要求自行利用处置；应制定相关管理计划，建立管理台账。其他一般工业固体废物的贮存应符合 GB 18599 的相关规定。

6.3.4.4 噪声控制应满足 GB 12348 和 GB/T 50087 的规定。

## 7 主要工艺设备和材料

### 7.1 脱硝系统设备和材料

7.1.1 脱硝系统中的金属材料以碳钢材料为主。对金属材料表面可能接触腐蚀性介质的区域，应根据脱硝工艺不同部位的实际情况，衬抗腐蚀性和磨损性强的非金属材料。

7.1.2 脱硝系统主要设备和材料参见 HJ 562。

### 7.2 脱硫系统设备和材料

7.2.1 脱硫系统设备主体采用碳钢材料。对金属材料表面可能接触腐蚀性介质的区域，应根据脱硫工艺不同部位的实际情况，衬抗腐蚀性和磨损性强的非金属材料。

7.2.2 脱硫系统主要设备和材料选择参见 HJ 178、HJ 179。

### 7.3 除尘系统设备和材料

7.3.1 除尘系统设备主体采用碳钢材料。

7.3.2 除尘系统设备和材料选择参见 HJ 2020、HJ 2028 及 JB/T 13732。

### 7.4 风机、管道及其他

7.4.1 风机宜选用高效风机，且符合 JB/T 10563 的相关规定。

7.4.2 接触腐蚀性气体、液体或固体的管道和阀门等，应采用防腐材料或采取适当的防腐措施。

## 8 检测及过程控制

### 8.1 污染物监测与分析

8.1.1 熔窑烟气的监测项目主要包括颗粒物、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、HCl、氟化物的排放浓度，烟气流量、温度、湿度、氧含量等。物料制备工序通风系统的监测项目主要包括颗粒物排放浓度和风量。在线镀膜尾气处理系统的监测项目包括颗粒物、HCl、氟化物、锡及其化合物的排放浓度、风量等。监测项目及周期参见 HJ 988。

8.1.2 治理工程应在排气筒或排放管道的合适位置处设置永久性采样口、采样测试平台，应符合 HJ/T 1、GB/T 16157、HJ/T 397 规定的采样条件要求。

8.1.3 重点排污单位应装设符合 HJ 76 要求的烟气排放连续监测系统，按照 HJ 75 的要求进行连续监测，并与生态环境部门联网。

### 8.2 工艺过程控制

8.2.1 应对治理工程的废气流量、温度、湿度、压力、运行时间、治理设备关键运行参数等进行实时检测和控制，并在控制室集中操作和显示。

8.2.2 脱硝、脱硫、电除尘、袋式除尘系统的工艺过程控制应符合 HJ 562、HJ 178、HJ 179、HJ 2028、HJ 2020 的要求。

8.2.3 SCR 脱硝系统应检测记录的关键参数为：进出口 NO<sub>x</sub> 浓度、烟气 O<sub>2</sub> 和 CO 浓度、烟气温度、还原剂用量、系统及各催化剂层间压降、吹灰状态、氨逃逸浓度等。

8.2.4 湿法脱硫系统应检测记录的关键参数为：进出口 SO<sub>2</sub> 浓度、进出口压降、进出口烟气温度、脱硫剂消耗量、喷淋泵运行状态及功率、氧化风机运行状态及功率、脱硫浆液 pH 和浆液密度等。

8.2.5 半干法脱硫系统应检测记录的关键参数为：进出口 SO<sub>2</sub> 浓度、吸收塔及袋式除尘器进出口压降、吸收塔及袋式除尘器进出口烟气温度、脱硫剂消耗量、袋式除尘器清灰状态、压缩空气压力及用量、灰斗温度、卸灰状态等。

8.2.6 电除尘系统应检测记录的关键参数为：烟气温度、各电场一次电压、一次电流、二次电压、二次电流、清灰周期、卸灰状态、灰斗温度、保温箱温度。

8.2.7 袋式除尘系统应检测记录的关键参数为：烟气温度、进出口压力、清灰状态、压缩空气压力及用量、灰斗温度、卸灰状态等。

8.2.8 控制运行数据应至少保存 5 年。

## 9 主要辅助工程

### 9.1 电气系统

9.1.1 治理工程的电源系统可直接由生产主体工程配电系统接引，中性点接地方式应与生产主体工程一致。

9.1.2 电气系统设计应按 GB 50052、GB 50054 等标准的规定执行。

### 9.2 压缩空气系统

压缩空气系统的设计应满足 GB 50029 的相关规定。

### 9.3 暖通/消防系统

- 9.3.1 治理工程的消防设计应纳入玻璃制造企业消防系统总体设计，并符合 GB 50016 的有关规定。治理工程所在区域应设置消防通道，安装消防设施。
- 9.3.2 治理工程应按照 GB 50140 的要求配置移动式灭火器。
- 9.3.3 治理工程应设有采暖、通风与空气调节系统，并应符合 GB 50019 的规定。

## 10 劳动安全与职业卫生

### 10.1 一般要求

- 10.1.1 治理工程的建设和运行过程中，应遵守国家和地方关于劳动安全与职业卫生的法律、法规、标准和规范要求。
- 10.1.2 治理工程配套的安全、卫生设施应同步建成，安全卫生的基本要求、防护技术和管理措施应符合 GB/T 12801 的有关规定。
- 10.1.3 治理工程应建立相应的安全操作规程和职业卫生管理制度。

### 10.2 劳动安全

- 10.2.1 治理工程应建立并严格执行安全检查制度，及时消除潜在隐患，防止事故发生。
- 10.2.2 治理工程的用电安全应符合 GB/T 13869、AQ 3009 中的有关规定。
- 10.2.3 治理工程的固定式钢梯、防护栏杆及平台的安全要求应满足 GB 4053.1、GB 4053.2 和 GB 4053.3 中的有关规定。固定式钢梯宜采用斜梯或旋梯。
- 10.2.4 治理工程的安全标志设计应符合 GB 2893、GB 2894、GB 7231 等的有关规定。
- 10.2.5 操作人员应按 GB/T 11651 的规定配备个体防护装备。
- 10.2.6 液氨储存与供应区域应设置完善的消防系统、洗眼器及防毒面罩等。

### 10.3 职业卫生

- 10.3.1 工作场所应符合 GBZ 1 和 GBZ 2.1、GBZ 2.2 的规定。
- 10.3.2 为防止职业中毒，治理工程工作场所的卫生工程防护措施应符合 GBZ/T 194 中的有关规定。
- 10.3.3 宜采用低噪声的设备。对于噪声较高的设备，应采取减振消声等措施，尽可能将噪声源和操作人员隔离。

## 11 施工与验收

### 11.1 工程施工

- 11.1.1 治理工程的总承包、设计、施工单位应具有相应资质。
- 11.1.2 治理工程的施工应符合国家和地方关于施工规范、施工程序及管理文件的要求。
- 11.1.3 工程施工应按设计文件、施工图纸和设备安装使用说明书等的规定进行，工程变更应取得设计单位确认并出具设计变更文件后再进行施工。
- 11.1.4 工程施工中使用的设备、材料、器件等应符合国家相关标准，设备、材料、器件等均需具备产品合格证书、产品性能检测报告。
- 11.1.5 施工过程除遵守相关的施工技术规范以外，还应遵守国家的质量、劳动安全、职业卫生、消防

等标准。

## 11.2 工程验收

11.2.1 工程验收应符合建设项目竣工验收管理办法和程序的要求，并按 GB 50093、GB/T 50252、GB 50254、GB 50257、GB 50275、GB 50300、GB 50727 等相应专业验收规范的要求组织进行。

11.2.2 工程安装、施工完成后，首先对相关仪器仪表进行校验，然后根据工艺流程进行分项调试和整体调试。

11.2.3 通过整体调试，各系统运转正常，技术指标达到设计和合同要求后启动试运行。

## 11.3 竣工环境保护验收

11.3.1 治理工程的竣工环境保护验收应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定执行。

11.3.2 在试运行期间应对治理工程的环保性能指标进行测试，性能测试的主要内容包括：

- a) 特征污染物（颗粒物、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、HCl、氟化物）排放浓度；
- b) 治理工程处理效率；
- c) 废气排放量；
- d) 氨逃逸浓度；
- e) 脱硝还原剂及脱硫剂的用量等。

## 12 运行与维护

### 12.1 一般规定

12.1.1 玻璃工业废气治理工程应与生产工艺设备同步运行。脱硝系统定期停机检修时，应启用备用脱硝系统，并应尽快完成检修，投入使用。

12.1.2 治理工程应在满足设计工况的条件下进行，不得超负荷运行。

12.1.3 企业应建立与治理工程相关的各项运行、维护规程和管理制度，按规程进行操作，定期对各类设备、电气仪表、建（构）筑物等进行检查维护，确保治理工程稳定可靠运行。

12.1.4 企业应建立台帐制度，记录治理工程的主要运行和维护信息。

12.1.5 当卸氨后的设备及管道处于清理、事故或长期停机状态下时，氨储罐及管道中的氨气应排放至氨气吸收槽，用水稀释后排入厂区内废水处理系统进行集中处理。

### 12.2 人员与运行管理

12.2.1 治理工程应纳入生产管理中，配备管理人员和专业运行维护人员。

12.2.2 企业应对管理和运行维护人员进行培训，使其掌握必要知识和操作技能。培训内容包括：

- a) 基本原理和工艺流程；
- b) 启动前的检查和启动应满足的条件；
- c) 正常运行情况下设备的控制、报警和指示系统的状态和检查，保持设备良好运行的条件，以及必要时的纠正操作；
- d) 设备运行故障的发现、检查和排除；
- e) 事故或紧急状态下人工操作和事故排除方法；
- f) 设备日常和定期维护；
- g) 设备运行和维护记录，以及其他事件的记录和报告；
- h) 消防安全、职业卫生等安全卫生知识与技能。

12.2.3 企业应建立治理工程运行状况、设施维护等的记录制度，主要记录内容包括：

- a) 治理设备的启动、停止时间；
- b) 治理设备的主要工艺控制参数，如废气处理量、进出口污染物浓度、处理效率等；
- c) 主要设备维修情况；
- d) 运行事故及维修情况；
- e) 定期检验、评价及评估情况；
- f) 污水排放、副产物处置情况。

12.2.4 运行人员应遵守企业规定的巡检制度和交接班制度。

### 12.3 维护保养

12.3.1 治理工程的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中。

12.3.2 维护人员应根据计划定期检查、维修或更换必要的部件和材料。

12.3.3 维护人员应做好相关记录。

### 12.4 事故应急

12.4.1 应评估治理工程可能的事故风险，制订并不断完善环境应急预案，配备人力、设备、通讯等资源，具备相应的环境应急处置能力。

12.4.2 企业应根据环境应急预案要求，对治理工程管理和运行维护人员开展应急培训、组织预演，保证事故发生时可及时有效开展环境应急救援行动。

12.4.3 治理工程发生异常情况或重大事故时，应及时分析、决策，启动环境应急预案，并向有关部门报告。