

附件 3

《玻璃工业大气污染防治可行技术指南 (征求意见稿)》编制说明

《玻璃工业大气污染防治可行技术指南》编制组

二〇二五年七月

目 录

1	标准背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	项目工作过程	1
2	行业概况	2
2.1	平板玻璃行业概况	2
2.2	日用玻璃行业概况	2
2.3	玻璃纤维行业概况	3
2.4	玻璃制镜行业概况	3
3	标准修订的必要性	3
3.1	落实国家环保政策的要求	3
3.2	支撑排放标准实施的要求	4
3.3	支持排污许可制度的实施	4
4	行业生产与产排污情况	4
4.1	生产工艺	4
4.2	行业产排污现状	7
4.3	大气污染物排放特点	7
5	标准编制的基本原则和技术路线	8
5.1	标准编制的基本原则	8
5.2	技术路线	8
5.3	数据来源	9
6	标准主要内容及技术说明	9
6.1	适用范围	9
6.2	术语和定义	9
6.3	大气污染防治可行技术	10
6.4	无组织排放控制措施	10
7	实施本标准的成本-效益分析	10
7.1	经济成本	10
7.2	环境效益	11

《玻璃工业大气污染防治可行技术指南（征求意见稿）》

编制说明

1 标准背景

1.1 任务来源

2023年10月，生态环境部下发文件《关于开展2023年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2023〕340号），下达了《玻璃工业大气污染防治可行技术指南》的修订任务，项目统一编号为2023-27，北京市科学技术研究院资源环境研究所牵头承担标准编制工作，中国环境科学研究院、中国日用玻璃协会、北京大学、武汉理工大学、上海理工大学作为协作单位共同参与标准修订。

1.2 项目工作过程

（1）成立标准编制组

本标准编制任务下达后，承担单位和协作单位共同成立了标准编制组。编制组召开工作会议，讨论并初步确定了标准适用范围、标准技术路线、工作方案，并根据《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300—2018）的要求，编制了标准大纲，明确了任务分工和进度安排。

（2）案例征集

2024年1月~2月，标准编制组发出《关于征集〈玻璃工业污染防治可行技术指南〉大气污染防治技术的通知》，并完成玻璃企业大气污染防治技术案例征集。

（3）技术初筛和技术调查

2024年3月~10月，编制组对玻璃企业生产工艺类型、原辅材料种类、污染预防技术、污染治理技术等资料进行了归类分析。通过召开咨询会，与行业企业专家、污染治理工程专家等研讨、综合分析后，确定了备选技术清单。

（4）形成标准征求意见稿和编制说明

2024年11月~2025年1月，在广泛调研及研讨咨询的基础上，编制组明确了标准的适用范围、确定了玻璃工业企业的大气污染预防技术、大气污染治理技术、环境管理措施及大气污染防治可行技术等，并在内部召开了研讨会，形成了标准征求意见稿和编制说明。2025年2月19日，大气司组织召开了专家研讨会，编制组根据专家意见对

标准征求意见稿和编制说明进行了修改。

(5) 召开征求意见稿技术审查会，提交征求意见稿和编制说明

2025年4月29日，生态环境部大气环境司主持召开了标准征求意见稿技术审查会，审议专家组通过了标准征求意见稿的审议，并提出修改建议。编制组对标准文本及其编制说明进行了进一步的修改和完善，编制完成标准征求意见稿及其编制说明。

2 行业概况

根据《国民经济行业分类与代码》（GB/T 4754—2017），本标准涵盖的玻璃行业类别包括：C304玻璃制造、C305玻璃制品制造、C3061玻璃纤维及制品制造。

2.1 平板玻璃行业概况

平板玻璃行业是我国重要基础建材产业，按用途分类包括建筑用、汽车用和太阳能电池用平板玻璃。我国平板玻璃产量位居世界第一，约占全球总产量的50%。2023年全国平板玻璃产量96941.8万重量箱，生产企业86家，生产线总数为274条。从区域看，平板玻璃企业主要分布在河北、湖北、广东、山东、四川、辽宁、福建、安徽、湖南、浙江等地区。

平板显示玻璃按用途分类包括用于制造液晶显示器、等离子体显示器和有机发光显示器等的基板玻璃、防护（触摸）玻璃及其他玻璃。2023年我国平板显示玻璃产量约1.6亿平方米。平板显示玻璃技术门槛较高，国产企业数量较少，主要集中在东旭光电、彩虹股份、中建集团等头部企业。

2.2 日用玻璃行业概况

日用玻璃行业主要包括玻璃仪器制造业、日用玻璃制品及玻璃包装容器制造业、玻璃保温容器制造业。

2023年我国日用玻璃制品及玻璃包装容器产量2317万吨，其中日用玻璃制品产量为646万吨，玻璃包装容器产量为1671万吨。产量全国前六位的地区有：山东省529万吨、四川省346万吨、广东省220万吨、河北省180万吨、湖北省133万吨、福建省99万吨，以上六省产量占全国总产量的65.04%。

2023年玻璃保温容器产量14744万个，主要分布在广东、湖南、安徽、江苏和浙江等省份。

日用玻璃行业从业企业数量众多，以中小规模企业为主，规模以上企业约1000家，

行业集中度偏低。

2.3 玻璃纤维行业概况

玻璃纤维是国家重点鼓励发展的新材料产业，近年来国内玻璃纤维产量保持增长，已成为玻璃纤维主要生产国。2023年我国玻璃纤维产量达到723万吨，其中池窑纱产量687万吨，坩埚及通道拉丝玻璃纤维纱产量约为85.2万吨。

玻璃纤维纱产能全国前五位的地区有：山东省146万吨、浙江省105万吨、重庆市74万吨、四川省55万吨、江西省50万吨，以上五省市产量占全国总产能的78.2%。

2.4 玻璃制镜行业概况

我国是世界最大的玻璃镜子生产国和出口国。2020年我国玻璃镜子的产量为210万吨，从细分产品来看，普通铝镜产量占比16.0%，普通彩镜占比17.6%，高级银镜占比23.9%，特殊高级镜占比42.5%。

经过数十年发展，我国已形成以杭州市党山镇制镜产业集群、滕州市制镜产业集群和沙河市制镜产业集群等为主的几个制镜产业集群。总体来看，中国制镜市场较为分散，行业内大部分企业规模偏小，单个企业市场占有率不高。

3 标准修订的必要性

3.1 落实国家环保政策的要求

2023年11月30日，国务院关于印发《空气质量持续改善行动计划》的通知（国发〔2023〕24号），提出推进玻璃等行业深度治理，全面开展工业炉窑简易低效污染治理设施排查，通过清洁能源替代、升级改造、整合退出等方式实施分类处置。

2021年11月2日，中共中央 国务院发布《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，提出深入打好蓝天保卫战，加大重点区域、重点行业结构调整和污染治理力度，推进企业升级改造。

2019年7月1日，生态环境部、发展改革委、工业和信息化部 and 财政部联合发布《工业炉窑大气污染综合治理方案》（环大气〔2019〕56号），指出要积极推进包括玻璃行业在内的污染深度治理，全面加强无组织排放管理，研究制订工业炉窑大气污染综合治理相关技术指导文件，出台相关污染防治技术规范，促进成熟先进技术推广应用等要求。

3.2 支撑排放标准实施的要求

2022年10月22日，生态环境部、国家市场监督管理总局发布了《玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453—2022，代替GB 26453—2011、GB 29495—2013），新建企业自2023年1月1日起，现有企业自2024年7月1日起执行。为指导企业根据不同生产工艺、不同生产设施选择适宜的大气污染防治可行技术，亟需修订《玻璃工业大气污染防治可行技术指南》。

3.3 支持排污许可制度的实施

《排污许可管理条例》（国令第736号）规定：“国家鼓励排污单位采用污染防治可行技术。国务院生态环境主管部门制定并公布污染防治可行技术指南。排污单位未采用污染防治可行技术的，生态环境主管部门应当根据排污许可证、环境管理台账记录、排污许可证执行报告、自行监测数据等相关材料，以及生态环境主管部门及其所属监测机构在行政执法过程中收集的监测数据，综合判断排污单位采用的污染防治技术能否稳定达到排污许可证规定；对不能稳定达到排污许可证规定的，应当提出整改要求，并可以增加检查频次。”

2017年9月和2020年3月，生态环境部先后发布了《排污许可证申请与核发技术规范 玻璃工业—平板玻璃》（HJ 856—2017）和《排污许可证申请与核发技术规范 工业炉窑》（HJ 1121—2020），玻璃企业和环保部门在填报和审核排污许可申请材料时，需要参考行业污染防治可行技术指南来判断企业是否具备符合规定的污染防治设施或污染物处理能力。建立健全基于《玻璃工业大气污染防治可行技术指南》的大气污染防治可行技术体系，推动玻璃企业大气污染防治措施升级改造和技术进步势在必行。

4 行业生产与产排污情况

4.1 生产工艺

（1）平板玻璃

平板玻璃生产主要原料包括石英砂、砂岩、高岭土、芒硝、石灰岩、方解石、白云石等，辅助材料有澄清剂、助溶剂、着色剂、脱色剂、乳浊剂等材料，包括硫酸钠、氟化物、磷酸盐等。

平板玻璃生产工艺包括浮法和压延法两种。浮法平板玻璃是将玻璃液从池窑连续地流入并漂浮在有还原性气体保护的金属锡液面上，依靠玻璃的表面张力、重力及机

械拉引力的综合作用，拉制成不同厚度的玻璃带，经退火、冷却而制成平板玻璃。浮法是平板玻璃主要的制造工艺技术，生产工艺包括配料、熔化、成型、退火和裁切包装 5 个工序。浮法玻璃生产工艺流程图见图 4-1。



图 4-1 浮法玻璃生产工艺流程图

压延平板玻璃是采用压延方法制造的一种平板玻璃，从生产工艺上来讲，压延工艺与浮法工艺的区别仅仅在于成型这一工艺环节采用的技术不同，浮法工艺采用的是锡槽成型，而压延工艺采用的是压延机成型，其余工艺环节二者均相同。

平板显示玻璃生产工艺分为浮法和溢流法，其中浮法与平板玻璃的生产工艺基本相同。溢流法为熔窑内熔融的玻璃液流入到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方法。与浮法生产工艺相比，溢流法的成型工艺有所区别，此外溢流法还有研磨、清洗等后端处理的工艺环节。

（2）日用玻璃

日用玻璃配合料主要包括石英砂、纯碱、石灰石、白云石、长石、硼砂等。此外还有澄清剂、着色剂、脱色剂、乳浊剂等辅助材料。玻璃仪器、日用玻璃制品和玻璃包装容器制造工艺基本相同，主要生产流程为：所需的各种原材料在配料车间经称量后进行混合，制备成符合要求的配合料后由输送设备运至熔制车间的窑头料仓，然后由加料机加入到玻璃熔窑中，在火焰温度 1580℃ 左右的高温进行熔化成玻璃液，熔化好的玻璃液再经供料道由供料机供给成型设备（如制瓶机等）制成所需的产品，再经输瓶机等把产品送入退火炉中进行退火去除应力，经对产品的质量进行检验后，合格的产品进行包装入库、出厂。生产工艺主要包括：配料、熔化、成型、退火、检验和包装等工序，部分产品还会进行涂装、印刷和镀膜等深加工工序。日用玻璃生产工艺流程图见图 4-2。



图 4-2 日用玻璃生产工艺流程图

（3）玻璃纤维

玻璃纤维是以叶蜡石、石英砂、石灰石、白云石、硼钙石、硼镁石等矿石为原料，经高温熔制、拉丝、络纱等工艺制造的一种性能优异的无机非金属材料。生产玻璃纤维常用的方法有两种：池窑法直接拉丝、球法坩埚拉丝。

池窑法直接拉丝是将矿物原料磨细配制送入单元窑，用燃料燃烧加热熔化物料后直接拉丝。池窑法拉丝工艺又被称为一次成型工艺，主要包括配料、熔化、拉丝、烘干和纤维成型等工序。在玻璃纤维拉丝过程中，需要在玻璃纤维表面涂覆一种以有机物乳状液或溶液为主体的多相结构的专用表面处理剂，这种涂覆物既能有效润滑玻璃纤维表面，又能将玻璃纤维单丝集成一束，还能改变玻璃纤维的表面状态，不仅满足了玻纤原丝后道工序加工性能的要求，而且在复合材料中还能促进玻璃纤维与被增强的高分子聚合物的结合，这些有机涂覆物统称为玻璃纤维浸润剂。池窑法玻璃纤维生产工艺流程见图 4-3。

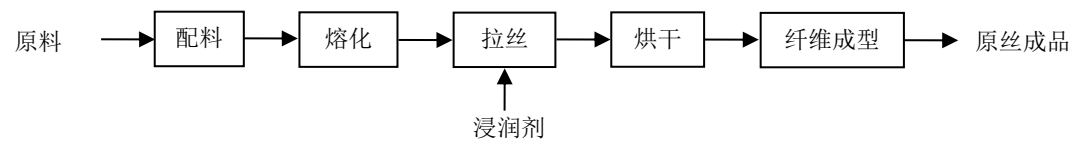


图 4-3 池窑法玻璃纤维生产工艺流程图

坩埚法拉丝工艺被称为二次成型工艺，即先把玻璃配合料经高温熔化制成玻璃球，再将玻璃球通过电二次加热至熔化，再高速拉制成一定直径的玻璃纤维原丝。这种生产工艺工序繁多，又由于玻璃球二次加热熔化，给生产及产品带来很多弊端，诸如能耗高、成型工艺不稳定、产品质量不高、劳动生产率低，使生产规模和自动化水平受到一定限制。目前除少数特种玻璃纤维还沿用这种生产工艺外，大规模工业化生产品种已基本淘汰了这种生产工艺。

《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中将玻璃纤维陶土坩埚、陶瓷坩埚及其它非铂金坩埚拉丝生产工艺与装备列为淘汰类。因此，本可行技术指南提到的坩埚法玻璃纤维生产工艺仅指代铂金坩埚法玻璃纤维生产工艺。

（4）玻璃制镜

玻璃制镜生产主要包括玻璃前处理、化学镀膜、背面刷漆、后处理、检验、包装入库等生产工序。制镜过程中产生的废气主要包括玻璃银镜反应产生的氨气，涂料调制、淋涂、烘干工序产生的有机废气，含有苯系物、乙醇、乙二醇等污染物。

4.2 行业产排污现状

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、砷及其化合物、锑及其化合物、铅及其化合物、锡及其化合物和氨等。

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在线镀膜工序。

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。

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。

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。

4.3 大气污染物排放特点

玻璃工业污染主要是废气污染物，包括配料等工序产生的颗粒物、玻璃熔窑燃料燃烧过程排放的烟气和涂装、印刷等工序产生的VOCs。

在熔窑烟气方面，目前我国玻璃工业通常采用的燃料包括天然气、煤制气、焦炉煤气、重油等，不同燃料排放的污染物浓度也不相同。此外，不同配料比、不同生产工艺和不同熔窑规模大小等都会影响最终熔窑烟气中污染物浓度，但其烟气排放特性基本相同，如具有烟气出口温度较高、烟尘较细小、易粘结、易结垢等特性，具体表现为：

（1）成分复杂。燃料的多样性造成烟气成分差异巨大。

（2）碱金属含量高。玻璃的主要制造原料为石英砂、纯碱、白云石和芒硝等，熔窑烟气中Na、K、Ca和Mg等含量较高，容易中和催化剂酸活性位造成催化剂活性下降。

（3）NO_x含量高。玻璃熔制工艺温度高达1500℃以上，熔制过程中采用空气助燃时会产生大量热力型NO_x。

(4) 烟气波动大。玻璃熔窑生产作业时每半小时左右需要进行换火、回火等操作，烟气温度及组分易发生波动。

5 标准编制的基本原则和技术路线

5.1 标准编制的基本原则

(1) 政策相符原则。近年来，国家在生态环境保护、节能减排、循环经济和清洁生产等方面对玻璃行业陆续发布了一系列政策要求，本标准遵守这些规定，并与其保持一致，特别是 2021 年 1 月，中华人民共和国国务院颁布《排污许可管理条例》，其中第三十条规定“国家鼓励排污单位采用污染防治可行技术”。

(2) 综合防治原则。综合考虑玻璃工业污染防治，既考虑源头原辅材料替代削减和工艺技术革新，也考虑末端治理技术和生产全过程管理，全面削减污染物产生和末端治理。另外，既关注主要污染源的有组织排放，也采取相应的管理措施对无组织排放加强控制。

(3) 全面覆盖原则。本标准覆盖玻璃工业的全部产品类型，兼顾不同玻璃类型的生产状况，涵盖应用于玻璃工业企业的主要原辅材料、主要生产工艺、污染防治技术、污染治理技术和企业环境管理措施等。

(4) 客观公正原则。本标准编制过程中，紧密联系玻璃工业实际情况，在工艺筛选、污染治理技术筛选、技术调查、文件审查等方面严格按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300—2018）要求执行。

(5) 科学性与实用性相结合。结合我国实际情况，通过对典型玻璃工艺的分析 and 典型企业的现场调研，摸清了玻璃工业生产企业的污染防治技术工艺和设备水平、污染物产生和环境管理水平，筛选确定玻璃工业的大气污染防治可行技术，使标准具有较强的科学性、指导性和可操作性。

5.2 技术路线

本标准根据《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300—2018）规定编制，工作分为技术初筛、技术调查、技术评价三个阶段，并对每个阶段的工作方法和工作内容提出具体要求。本标准严格按照导则要求，制定技术调研方案：采用书面调查、现场调查和专家咨询相结合的方式，搜集、整理、翻译相关资料，开展国内外对比研究，开展技术初筛，获得备选技术清单；组织专家召开标准讨论会，采用定性和定量

相结合的方法进行污染防治技术综合评价，形成大气污染防治可行技术组合；按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300—2018）和《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565—2010）等生态环境标准管理要求撰写标准文本和编制说明。

5.3 数据来源

在分析我国玻璃工业污染防治技术现状的基础上，标准编制组实地调研企业 100 余家，其中包括平板玻璃企业 20 余家，日用玻璃企业 50 余家，玻璃纤维企业 10 余家，玻璃制镜企业 8 家，玻璃保温瓶胆、光学玻璃、技术玻璃等其他类型玻璃企业 10 家；实测企业 24 家；资料调研 200 余家；收集竣工环境保护验收监测报告和自行监测报告 100 余份。调研企业数量满足《污染防治可行技术指南编制导则》要求。同时列入本标准的污染防治可行技术都有 3 个以上的稳定运行的达标案例，满足《污染防治可行技术指南编制导则》对案例企业数量要求。

6 标准主要内容及技术说明

本标准主要包括：适用范围、规范性引用文件、术语和定义、行业生产与污染物的产生、污染预防技术、污染治理技术、无组织排放控制技术、移动源控制措施、污染防治可行技术九部分。

6.1 适用范围

本标准适用范围与《玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453—2022）一致，包括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）。

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的环境影响评价、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。

6.2 术语和定义

本标准术语和定义共有11个，其中玻璃工业、污染防治可行技术、在线镀膜、挥发性有机物、非甲烷总烃、VOCs物料、无组织排放、厂内运输车辆、非道路移动机械等术语的定义引用了已发布的相关标准；镀膜、离线镀膜等术语根据玻璃工业实际生产情况进行定义。

6.3 大气污染防治可行技术

本标准列出了玻璃工业的大气防治可行技术的预防技术和治理技术。

玻璃工业的大气污染防治技术主要包括燃料替代技术、原辅材料控制/替代技术和设备或工艺预防技术。燃料替代技术主要包括清洁燃料技术、全电熔技术和电助熔技术；原辅材料控制/替代技术主要包括原辅材料控制技术、低VOCs含量涂料（油墨）替代技术和低VOCs含量浸润剂替代技术；设备或工艺预防技术主要包括富氧燃烧技术、纯氧燃烧技术、低氮燃烧技术和静电喷涂技术。

玻璃工业大气治理技术主要针对颗粒物、SO₂、NO_x、在线镀膜废气和VOCs的治理技术。其中，颗粒物的治理技术主要包括滤筒除尘技术、袋式除尘技术、静电除尘技术、湿式电除尘技术、金属纤维滤袋除尘技术、陶瓷纤维滤管除尘技术和漆雾处理技术；SO₂的治理技术主要包括湿法脱硫技术、干法脱硫技术和半干法脱硫技术；氮氧化物的治理技术主要包括选择性催化还原法脱硝（SCR）技术和选择性非催化还原法脱硝（SNCR）技术；在线镀膜废气治理技术主要包括冷凝技术、焚烧技术和碱液吸收技术；VOCs的治理技术主要包括吸附技术和燃烧技术。

本标准针对玻璃工业的配料工序、熔化工序、在线镀膜工序、涉VOCs物料工序等不同生产环节列出了19种大气污染防治可行技术组合，并明确相关技术适用条件。

6.4 无组织排放控制措施

无组织排放控制措施是实现污染物有效预防和控制而采取的管理措施。结合玻璃工业特点和发展水平，按照国家有关要求，为预防和控制污染物无组织排放，本标准从物料储存过程控制措施、物料运输和转移过程控制措施、工艺生产过程控制措施、废气收集系统控制要求等方面提出了明确要求。

7 实施本标准的成本-效益分析

7.1 经济成本

本标准确定的可行技术，具有良好的经济性。一是对于玻璃工业能耗消耗较大的玻璃熔窑设施，倡导使用纯氧燃烧技术和电助熔技术，在节能降碳的同时可以降低废气产生量；二是针对行业氮氧化物较高的特点，推荐使用低氮燃烧技术，可以有效减少氮氧化物的排放；三是在治理技术方面，本标准推荐了多个源头减排工艺措施，降低后续治理成本。

玻璃企业采用完善的污染治理设施，其投资和运行成本略有提高，总体在玻璃企业可接受的范围内。

7.2 环境效益

本标准提出的污染防治技术和污染治理技术均依据工程实例，各单项技术在行业内应用较广泛，技术可行性较好。

本标准所规定的可行技术，可覆盖玻璃工业95%以上玻璃企业，为地方生态环境部门核发排污许可证提供支撑。通过实施本标准，生产企业可以正确选择污染防治可行技术，有利于从源头上减少污染物的产生，同时，可指导企业选择可行的治理技术，避免盲目无效投资，有效降低运行成本。