ICS 13.030
CCS Z 60

DB

川 渝 区 域 地 方 标 准

DB 50/ XXXX—XXXX
DB 51/ XXXX—XXXX

玻璃工业大气污染物排放标准

（报批稿）

XXXX-XX-XX 发布　　XXXX-XX-XX 实施

四 川 省 生 态 环 境 厅
四 川 省 市 场 监 督 管 理 局
重 庆 市 生 态 环 境 局
重 庆 市 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 2
4 有组织排放控制要求 3
5 无组织排放控制要求 6
6 企业边界污染物监控要求 7
7 大气污染物监测要求 7
8 实施与监督 10
附录 A（规范性） 控制区和其他区范畴 11
附录 B（资料性） 玻璃产品类型 12

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由四川省生态环境厅、重庆市生态环境局联合提出，由四川省生态环境厅组织实施并归口。

本文件为川渝两地生态环境保护标准，四川省玻璃工业企业大气污染物排放按照本文件的规定执行。

本文件自 202X 年 XX 月 XX 日起实施。

本文件起草单位：四川省生态环境科学研究院、重庆市生态环境科学研究院、重庆市玻璃行业协会。

本文件主要起草人：陈军辉、史鸿乐、陈强、冯小琼、梅林德、姜涛、孙蜀、熊文朋、尹寒梅、徐雪梅、李俊禧、吴莉萍、陈敏、杨海蓉、陈军、胡伟、赵洁、方维凯、郑坚、张勇、彭枫、李振亮、李琨、黄河清、谢耕、刘丹丹、刘道久、陈渝、简高武、潘平。

本文件由四川省人民政府、重庆市人民政府批准。

本文件为首次发布。

玻璃工业大气污染物排放标准

1 范围

本文件规定了玻璃工业大气污染物排放控制要求、监测和监督管理要求。

本文件适用于现有玻璃工业企业或生产设施的大气污染物排放管理，以及玻璃工业建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收、排污许可证核发及其投产后的大气污染物排放管理。

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/T 4754—2017 国民经济行业分类
GB/T 14669 空气质量 氨的测定 离子选择电极法
GB/T 15264 环境空气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法
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/T 16758 排风罩的分类及技术条件
GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
HJ/T 27 固定污染源排气中氯化氢的测定 硫氰酸汞分光光度法
HJ 38 固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法
HJ/T 42 固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法
HJ/T 43 固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法
HJ/T 55 大气污染物无组织排放监测技术导则
HJ/T 56 固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法
HJ 57 固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法
HJ/T 65 大气固定污染源 锡的测定 石墨炉原子吸收分光光度法
HJ/T 67 大气固定污染源 氟化物的测定 离子选择电极法
HJ 75 固定污染源烟气（SO_2、NOx、颗粒物）排放连续监测技术规范
HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
HJ 533 环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法
HJ 534 环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法
HJ 538 固定污染源废气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法（暂行）
HJ 539 环境空气 铅的测定 石墨炉原子吸收分光光度法
HJ 540 固定污染源废气 砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法
HJ 548 固定污染源废气 氯化氢的测定 硝酸银容量法
HJ 549 环境空气和废气 氯化氢的测定 离子色谱法
HJ 583 环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法
HJ 584 环境空气 苯系物的测定 活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法
HJ 604 环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法
HJ 629 固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法
HJ 644 环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法
HJ 657 空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
HJ 685 固定污染源废气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法
HJ 692 固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法
HJ 693 固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法

HJ 732　固定污染源废气　挥发性有机物的采样　气袋法
HJ 733　泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则
HJ 734　固定污染源废气　挥发性有机物的测定　固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法
HJ 759　环境空气　65 种挥发性有机物的测定　罐采样/气相色谱-质谱法
HJ 777　空气和废气　颗粒物中金属元素的测定　电感耦合等离子体发射光谱法
HJ 819　排污单位自行监测技术指南　总则
HJ 829　环境空气　颗粒物中无机元素的测定　能量色散 X 射线荧光光谱法
HJ 830　环境空气　颗粒物中无机元素的测定　波长色散 X 射线荧光光谱法
HJ 836　固定污染源废气　低浓度颗粒物的测定　重量法
HJ 856　排污许可证申请与核发技术规范　玻璃工业-平板玻璃
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 988　排污单位自行监测技术指南　平板玻璃工业
HJ 1012 环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法
HJ 1076　环境空气　氨、甲胺、二甲胺和三甲胺的测定 离子色谱法
HJ 1131　固定污染源废气　二氧化硫的测定　便携式紫外吸收法
HJ 1132　固定污染源废气　氮氧化物的测定　便携式紫外吸收法
HJ 1133　环境空气和废气　颗粒物中砷、硒、铋、锑的测定　原子荧光法
HJ 1240　固定污染源废气　气态污染物（SO_2、NO、NO_2、CO、CO_2）的测定　便携式傅立叶变换红外光谱法
HJ 1261　固定污染源废气　苯系物的测定　气袋采样/直接进样-气相色谱法
HJ 1263　环境空气　总悬浮颗粒物的测定　重量法
WS/T 757　局部排风设施控制风速检测与评估技术规范
《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）
《固定污染源废气中非甲烷总烃排放连续监测技术指南（试行）》（环办监测函〔2020〕90 号）

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1
玻璃工业　glass industry
从事玻璃及制品制造、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）。

3.2
玻璃熔窑　glass furnace
熔制玻璃的热工设备，由钢结构和耐火材料砌筑而成。

3.3
全电熔窑（炉）　electronic furnace
全部使用电能熔制玻璃配合料的热工设备。

3.4
冷修　cold repair
玻璃熔窑停火冷却后进行大修的过程。

3.5
纯氧燃烧　oxygen-fuel combustion
助燃气体含氧量大于等于 90% 的燃烧方式。

3.6
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，本文件采用非甲烷总烃（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。

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

标准状态 standard condition

温度为 273.15 K、压力为 101.325 kPa 时的状态。本文件规定的大气污染物排放浓度限值均以标准状态下的干气体为基准。

3.10

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。

3.11

排气筒高度 stack height

自排气筒（或其主体建筑构造）所在的地平面至排气筒出口计的高度。

3.12

现有企业 existing facility

本文件实施之日前已建成投产或环境影响评价文件已通过审批的工业企业或生产设施。

3.13

新建企业 new facility

自本文件实施之日起环境影响评价文件通过审批的新、改、扩建工业建设项目。

3.14

封闭 close

利用完整的围护结构将物料、作业场所等与周围空间阻隔的状态或作业方式，设置的门窗、盖板、检修口等配套设施在非必要时应关闭。

3.15

密闭 airtight

物料不与环境空气接触，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。

3.16

企业边界 enterprise boundary

企业或生产设施的法定边界。若难以确定法定边界，则指企业或生产设施的实际占地边界。

3.17

控制区 controlled regions for air pollution prevention

大气污染重点管控的市、州、区、县。

3.18

其他区 other regions

大气污染一般管控的市、州、区、县。

4 有组织排放控制要求

4.1 有组织大气污染物排放限值

4.1.1 新建企业自本文件实施之日起，现有企业自 2024 年 7 月 1 日起，应执行表 1 的规定及其他

污染控制要求（在该日期前对玻璃熔窑进行冷修的，自重新投入运行之日起执行）。

表 1　大气污染物排放限值

单位：mg/m^3

序号	污染物项目	适用条件	排放限值				污染物排放监控位置
			玻璃熔窑	在线镀膜[a]尾气处理系统	涉 VOCs 物料加工工序[b]	原料称量、配料、碎玻璃及其他通风生产设施	
1	颗粒物	全域	20	20	20	20	车间或生产设施排气筒
2	二氧化硫	全域	100	—	—	—	
3	氮氧化物	控制区	300（平板玻璃）/350（其他）	—	—	—	
		其他区	400	—	—	—	
4	氯化氢	全域	30	30	—	—	
5	氟化物	全域	5	5	—	—	
6	砷及其化合物[c]	全域	0.5	—	—	—	
7	锑及其化合物[d]	全域	1	—	—	—	
8	铅及其化合物[e]	全域	0.5	—	—	0.5[f]	
9	锡及其化合物	全域	—	5	—	—	
10	氨[g]	全域	8	—	—	—	
11	NMHC	全域	—	—	60	—	
12	苯系物[h]	全域	—	—	10	—	
13	苯	全域	—	—	1	—	

[a] 在线镀膜：化学品经过气化在携载气体携载下，经过混合进入到镀机，并均匀地喷射到玻璃板上，形成成分为氧化锡/氧化硅膜层的遮盖层及成分为掺氟氧化锡的功能层。
[b] 涉 VOCs 物料加工工序包括：玻璃工业调胶、施胶工序，玻璃制品制造调漆、喷漆、烘干、烤花工序，制镜淋漆、烘干工序，玻璃纤维浸润剂配制、拉丝工序等。
[c] 适用于使用含砷澄清剂。
[d] 适用于使用含锑澄清剂。
[e] 适用于铅晶质玻璃、CRT 显像玻璃及其他含铅玻璃。
[f] 适用于铅配料工序。
[g] 适用于使用氨水、尿素等含氨物质作为还原剂，进行烟气处理的情况。
[h] 苯系物包括苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、乙苯和苯乙烯。

4.1.2　车间或生产设施排气中 NMHC 初始排放速率不小于 2 kg/h 的，VOCs 处理设施的处理效率不应低于 80%；采用的原辅材料符合国家有关低（无） VOCs 含量产品规定的除外。

4.1.3　对于非纯氧燃烧玻璃熔窑烟气，应同时对排气中含氧量进行监测，实测排气筒中大气污染物排放浓度，应按式（1）换算为基准含氧量下的大气污染物基准排放浓度，并以此作为达标判定依据。全电熔窑（炉）、坩埚窑、因特殊工艺要求不能采用全封闭形式的其他类型玻璃熔窑（涉及的玻璃产品类型参见附录 B ），以及其他车间或生产设施排气以实测浓度作为达标判定依据，不得稀释排放。玻璃熔窑基准含氧量为 8%。

$$C_{基}=\frac{21-O_{基}}{21-O_{实}}\times C_{实} \quad \cdots\cdots（1）$$

式中：

$C_{基}$——大气污染物基准排放浓度，mg/m^3；

$C_{实}$——大气污染物实测排放浓度，mg/m^3；
$O_{基}$——基准含氧量，%；
$O_{实}$——实测含氧量，%。

4.1.4 纯氧燃烧玻璃熔窑应监测排气筒中大气污染物排放浓度、排气量及相应时间内的玻璃液出料量，按式（2）计算基准排气量条件下的大气污染物基准排放浓度，并以此作为达标判定依据。大气污染物排放浓度、排气量、产品产量的监测、统计周期为 1 h ，可连续采样或等时间间隔采样获得大气污染物排放浓度和排气量数据。不同玻璃及制品基准排气量按表 2 规定执行。

$$\rho_{基} = \frac{Q_{实}}{Q_{基} \cdot M} \times \rho_{实} \quad \cdots\cdots（2）$$

式中：
$\rho_{基}$——大气污染物基准排放浓度，mg/m^3；
$\rho_{实}$——大气污染物实测排放浓度，mg/m^3；
$Q_{实}$——纯氧燃烧玻璃熔窑实测小时排气量，m^3/h；
$Q_{基}$——基准排气量，m^3/t 玻璃液；
M ——与监测时段相对应的玻璃液小时出料量，t/h。

表 2 基准排气量

单位：m^3/t 玻璃液

序号	产品类型	基准排气量
1	硼硅玻璃[a]、微晶玻璃[b]	4500
2	其他玻璃及玻璃制品	3000

[a] 硼硅玻璃是指硼含量不低于 12% 的玻璃。
[b] 微晶玻璃是指将特定组成的基础玻璃，在加热过程中通过控制晶化而制得的一类含有微晶相及玻璃相的多晶固体材料。

4.1.5 VOCs 燃烧（焚烧、氧化）装置除满足表 1 的涉 VOCs 类大气污染物排放要求外，还需对排放烟气中的二氧化硫、氮氧化物进行控制，达到表 3 规定的限值。利用锅炉、工业炉窑、固废焚烧炉焚烧处理有机废气的，还应满足相应排放标准的要求。

表 3 燃烧装置大气污染物排放限值

单位：mg/m^3

序号	污染物项目	排放限值	污染物排放监控位置
1	SO_2	200	燃烧（焚烧、氧化）装置排气筒
2	NOx	200	

4.1.6 进入 VOCs 燃烧（焚烧、氧化）装置的废气需要补充空气进行燃烧、氧化反应的，排气筒中实测大气污染物排放浓度，应按式（1）换算为基准含氧量为 3% 的大气污染物基准排放浓度。利用锅炉、工业炉窑、固废焚烧炉焚烧处理有机废气的，烟气基准含氧量按其排放标准规定执行。进入 VOCs 燃烧（焚烧、氧化）装置中废气含氧量可满足自身燃烧、氧化反应需要，不需另外补充空气的（燃烧器需要补充空气助燃的除外），以实测浓度作为达标判定依据，但装置出口烟气含氧量不得高于装置进口废气含氧量。吸附、吸收、冷凝、生物、膜分离等其他 VOCs 处理设施，以实测质量浓度作为达标判定依据，不得稀释排放。

4.2 废气收集、处理与排放

4.2.1 废气收集处理系统应与生产工艺设备同步运行。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，待排除故障或检修完毕后同步投入使用；生产工艺设备不能或不能及时停止

运行的，应设置废气应急处理设施或采取其他替代措施。

4.2.2 排气筒高度应不低于 15 m（因安全考虑或有特殊工艺要求的，以及物料转运点单机除尘设施除外），具体高度以及与周边建筑物的相对高度关系应根据环境影响评价文件确定。

4.2.3 当执行不同排放控制要求的废气合并排气筒排放时，应在废气混合前进行监测，并执行相应的排放控制要求；若可选择的监控位置只能对混合后的废气进行监测，则应按各排放控制要求中最严格的规定执行。

4.2.4 企业应按照 HJ 944 要求建立台账，记录污染处理设施的主要运行信息，如废气收集量和处理量、废气浓度、处理设施关键运行参数（操作温度、停留时间、吸附剂再生/更换周期和更换量、吸收液用量等）、运行时间等。台账（包括处理设施控制系统运行数据记录）保存期限不少于 5 年。

5 无组织排放控制要求

5.1 执行时间

新建企业自本文件实施之日起，现有企业自 2024 年 7 月 1 日起，无组织排放控制按照本文件的规定执行。

5.2 颗粒物、氨无组织排放控制要求

5.2.1 粉状物料应储存于封闭料场（仓、库）中。煤炭、碎玻璃等其他物料应储存于封闭、半封闭料场（仓、库、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。

5.2.2 粉状物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。

5.2.3 物料输送采用密闭皮带输送机、密闭式斗式提升机、螺旋输送机等密闭输送方式。

5.2.4 配料工序应在封闭空间操作，并收集废气至除尘设施；不能封闭的，产生粉尘的设备和产尘点应设置集气罩，并配备除尘设施。

5.2.5 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。

5.2.6 脱硝用氨应采用全封闭罐车运输，储存、卸载、输送、制备等过程应采取氨气泄漏检测措施，加强巡检，防止跑冒滴漏。

5.3 VOCs 无组织排放控制要求

5.3.1 VOCs 物料的储存、转移和输送

涂料、树脂、固化剂、稀释剂、清洗剂、浸润剂等 VOCs 物料应储存于密闭的容器、包装袋或储库中。盛装 VOCs 物料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 物料的容器或包装袋在非取用状态时应加盖、封口，保持密闭。VOCs 物料转移和输送时应采用密闭管道或密闭容器、包装袋。VOCs 物料储库、料仓应满足密闭、封闭的要求，储罐控制应符合 GB 37822 的规定。

5.3.2 工艺过程 VOCs 无组织排放控制

涉 VOCs 物料加工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。工艺过程产生的含 VOCs 废料（渣、液）应按要求进行储存、转移和输送。盛装过 VOCs 物料的废包装容器应加盖密闭。敞开液面 VOCs 无组织排放控制、设备与管线组件 VOCs 泄漏控制应符合 GB 37822 的规定。

5.3.3 运行与记录要求

5.3.3.1 VOCs 无组织排放废气收集系统排风罩（集气罩）的设置应符合 GB/T 16758 的规定。采用外部排风罩的，应按 GB/T 16758、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 0.3 m/s。

5.3.3.2 废气收集系统的输送管道应密闭。废气收集系统应在负压状态下运行。处于正压状态的，不

应有感官可察觉的泄漏；对于 VOCs 废气收集系统，应按照 GB 37822 的规定对废气输送管线组件的密封点进行泄漏检测与修复，VOCs 泄漏检测值不应超过 500 μmol/mol，检测要求按照 HJ 733 等规定执行。

5.3.3.3 无组织排放废气收集处理系统应与生产工艺设备同步运行。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，待排除故障或检修完毕后同步投入使用；生产工艺设备不能或不能及时停止运行的，应设置废气应急处理设施或采取其他替代措施。

5.3.3.4 企业应按照 HJ 944、HJ 856 和排污许可证等要求建立台账，记录含 VOCs 原辅材料名称、使用量、回收量、废弃量、去向以及 VOCs 含量等信息；记录无组织排放废气收集系统、无组织排放控制措施的主要运行信息，如运行时间、废气收集量、喷淋/喷雾（水或其他化学稳定剂）作业周期和用量等；记录无组织排放监控点浓度。台账（包括无组织排放视频监控系统记录）保存期限不少于 5 年。

5.4 企业厂区内无组织排放监控要求

企业厂区内颗粒物、VOCs 无组织排放监控点浓度应符合表 4 的规定。

表 4 厂区内无组织排放浓度限值

单位：mg/m^3

序号	污染物项目	限值	限值含义	无组织排放监控位置
1	颗粒物	1	监控点处 1 h 平均浓度值	在厂房外设置监控点
2	NMHC[a]	3	监控点处 1 h 平均浓度值	在涉 VOCs 物料加工工序厂房外设置监控点
		10	监控点处任意一次浓度值	

[a] 适用于玻璃工业调胶、施胶工序，玻璃制品制造调漆、喷漆、烘干、烤花工序，制镜淋漆、烘干工序，玻璃纤维浸润剂配制、拉丝工序等。

6 企业边界污染监控要求

6.1 企业应对排放的有毒有害大气污染物进行管控，采取有效措施防范环境风险。

6.2 新建企业自本文件实施之日起，现有企业自 2024 年 7 月 1 日起，企业边界任意 1 h 大气污染物平均浓度应符合表 5 的规定。

表 5 企业边界大气污染物浓度限值

单位：mg/m^3

序号	污染物项目	浓度限值	限值含义	无组织排放监控位置
1	氨[a]	1	监控点处任意 1 h 浓度平均值	监控点设在下风向厂界外 10 m 范围内浓度最高点
2	苯[b]	0.4	企业边界任意 1 h 大气污染物平均浓度	企业边界
3	砷及其化合物[c]	0.003	企业边界任意 1 h 大气污染物平均浓度	企业边界
4	铅及其化合物[d]	0.006		

[a] 适用于使用氨水、尿素等含氨物质作为还原剂进行烟气处理。
[b] 适用于玻璃工业调胶、施胶工序，玻璃制品制造调漆、喷漆、烘干、烤花工序，制镜淋漆、烘干工序，玻璃纤维浸润剂配制、拉丝工序等。
[c] 适用于使用含砷澄清剂的玻璃企业，监控总悬浮颗粒物中的砷及其化合物。
[d] 适用于铅晶质玻璃、CRT 显像玻璃及其他含铅玻璃生产企业，监控总悬浮颗粒物中的铅及其化合物。

7 大气污染物监测要求

7.1 一般要求

7.1.1 企业应按照有关法律和《排污许可管理条例》、《环境监测管理办法》、HJ 819、HJ 988 等规定，

建立企业监测制度，制定监测方案，对大气污染物排放状况开展自行监测，保存原始监测记录，如实在全国排污许可证管理信息平台上公开污染物自行监测数据。

7.1.2 企业安装污染物排放自动监控设备的要求，按有关法律和《污染源自动监控管理办法》等规定执行。

7.1.3 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。

7.1.4 大气污染物监测应在规定的监控位置进行，有废气处理设施的，应在处理设施后监测。根据企业使用的原料、生产工艺过程、生产的产品等，确定需要监测的污染物项目。

7.1.5 因工艺需要设置废气应急旁路的企业，按规定应安装大气污染物排放自动监控设备的，应将其采样点安装在旁路与废气处理设施混合后的烟道内；不具备条件的，应在旁路烟道上安装大气污染物排放自动监控设备。大气污染物排放自动监控设备应与生态环境主管部门联网。正常运行时不应通过旁路排放；当废气处理设施非正常运行，为保证安全生产确需使用旁路烟道排放的，企业应及时向辖区生态环境主管部门报告，并及时采取修复措施。

7.2 监测采样与测定方法

7.2.1 排气筒中大气污染物的监测采样按 GB/T 16157、HJ/T 397、HJ 732、HJ 75、《固定污染源废气中非甲烷总烃排放连续监测技术指南（试行）》的规定执行。对于排放强度周期性波动的污染源，污染物排放监测时段应涵盖其排放强度大的时段。

7.2.2 对厂区内颗粒物无组织排放进行监控时，在厂房门窗或通风口、其他开口（孔）等排放口外 1 m，距离地面 1.5 m 以上位置处进行监测。若炉窑露天设置或厂房不完整（如有顶无围墙等），则在炉窑或操作工位下风向 5 m，距离地面 1.5 m 以上位置处进行监测。对厂区内 VOCs 无组织排放进行监控时，在厂房门窗或通风口、其他开口（孔）等排放口外 1 m，距离地面 1.5 m 以上位置处进行监测。若厂房不完整（如有顶无围墙等），则在操作工位下风向 1 m，距离地面 1.5 m 以上位置处进行监测。

7.2.3 厂区内颗粒物任意 1 h 平均浓度的监测采用 HJ 1263 规定的方法，以连续 1 h 采样获取平均值，或在 1 h 内以等时间间隔采集 3～4 个样品计平均值。厂区内 NMHC 任意 1 h 平均浓度的监测采用 HJ 604 规定的方法，以连续 1 h 采样获取平均值，或在 1 h 内以等时间间隔采集 3～4 个样品计平均值。厂区内 NMHC 任意一次浓度值的监测，按 HJ 1012便携式监测仪器相关监测技术规定等执行。

7.2.4 企业边界大气污染物的监测应按 HJ/T 55 的规定执行。

7.2.5 大气污染物排放浓度测定采用表 6 所列的方法标准。

表 6 大气污染物监测方法标准

序号	污染物项目	方法标准名称	方法标准编号
1	颗粒物	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法	GB/T 16157
		环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法	HJ 1263
		固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法	HJ 836
2	二氧化硫	固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法	HJ/T 56
		固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法	HJ 57
		固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法	HJ 629
		固定污染源废气 二氧化硫的测定 便携式紫外吸收法	HJ 1131
		固定污染源废气 气态污染物（SO_2、NO、NO_2、CO、CO_2）的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法	HJ 1240
3	氮氧化物	固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法	HJ/T 42
		固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ/T43
		固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法	HJ 692

序号	污染物项目	方法标准名称	方法标准编号
		固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法	HJ 693
		固定污染源废气 氮氧化物的测定 便携式紫外吸收法	HJ 1132
		固定污染源废气 气态污染物（SO_2、NO、NO_2、CO、CO_2）的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法	HJ 1240
4	氯化氢	固定污染源排气中氯化氢的测定 硫氰酸汞分光光度法	HJ/T 27
		固定污染源废气 氯化氢的测定 硝酸银容量法	HJ 548

表 6 大气污染物监测方法标准（续）

序号	污染物项目	方法标准名称	方法标准编号
4	氯化氢	环境空气和废气 氯化氢的测定 离子色谱法	HJ 549
5	氟化物	大气固定污染源 氟化物的测定 离子选择电极法	HJ/T 67
6	砷及其化合物	固定污染源废气 砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法	HJ 540
		空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
		空气和废气 颗粒物中金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ 777
		环境空气 颗粒物中无机元素的测定 能量色散 X 射线荧光光谱法	HJ 829
		环境空气 颗粒物中无机元素的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法	HJ 830
		环境空气和废气 颗粒物中砷、硒、铋、锑的测定 原子荧光法	HJ 1133
7	锑及其化合物	空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
		空气和废气 颗粒物中金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ 777
		环境空气和废气 颗粒物中砷、硒、铋、锑的测定 原子荧光法	HJ 1133
8	铅及其化合物	环境空气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法	GB/T 15264
		固定污染源废气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法（暂行）	HJ 538
		环境空气 铅的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	HJ 539
		空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
		固定污染源废气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法	HJ 685
		空气和废气 颗粒物中金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ 777
		环境空气 颗粒物中无机元素的测定 能量色散 X 射线荧光光谱法	HJ 829
		环境空气 颗粒物中无机元素的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法	HJ 830
9	锡及其化合物	大气固定污染源 锡的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	HJ/T 65
		空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
		空气和废气 颗粒物中金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ 777
10	氨	环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法	HJ 533
		环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法	HJ 534
		空气质量 氨的测定 离子选择电极法	GB/T 14669
		环境空气 氨、甲胺、二甲胺和三甲胺的测定 离子色谱法	HJ 1076
11	非甲烷总烃（NMHC）	固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法	HJ 38
		环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法	HJ 604
		环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法	HJ 1012

12	苯及苯系物	环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法	HJ 583
		环境空气 苯系物的测定 活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法	HJ 584
		环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 644
		固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/ 气相色谱-质谱法	HJ 734
		环境空气 65 种挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法	HJ 759
		固定污染源废气 苯系物的测定 气袋采样/直接进样-气相色谱法	HJ 1261

7.2.6 本文件实施后国家或地方发布的污染物监测方法标准，如适用性满足要求，同样适用于本文件相应污染物的测定。

8 实施与监督

8.1 本文件由生态环境主管部门负责监督实施。
8.2 对于有组织排放，采用手工监测或在线监测时，按照监测规范要求测得的任意 1 h 平均浓度值超过本文件规定的限值或污染物处理效率低于本文件规定的限值，判定为超标。
8.3 对于无组织排放，采用手工监测或在线监测时，按照监测规范要求测得的任意 1 h 平均浓度值超过本文件规定的限值，判定为超标。
8.4 企业是实施排放标准的责任主体，应采取必要措施，达到本文件规定的污染物排放控制要求。
8.5 企业未遵守本文件规定的措施性控制要求，构成违法行为的，依照法律法规等有关规定予以处理。
8.6 本文件实施后，企业排污许可证规定的要求宽于本文件的，应当在标准实施之日前依法变更排污许可证。
8.7 新颁布或新修订的国家或川渝玻璃工业相关大气污染物排放标准中，污染物排放限值严于本文件限值的，按照从严要求的原则，执行相应的排放标准。

附 录 A
（规范性）
控制区和其他区范畴

A.1 四川省辖区内控制区和其他区划分如表 A.1 所示。

表 A.1 四川省辖区内控制区和其他区范畴

类别	涵盖的区县
控制区	成都市、自贡市、攀枝花市、泸州市、德阳市、绵阳市、广元市、 遂宁市、内江市、乐山市、南充市、眉山市、宜宾市、广安市、达 州市、雅安市、巴中市、资阳市
其他区	阿坝藏族羌族自治州、甘孜藏族自治州、凉山彝族自治州

A.2 重庆市辖区内控制区和其他区划分如表 A.2 所示。

表 A.2 重庆市辖区内控制区和其他区范畴

类别	涵盖的区县
控制区	万州区、黔江区、涪陵区、渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、北碚区、渝北区、巴南区、长寿区、江津区、合川区、永川区、南川区、綦江区、大足区、璧山区、铜梁区、潼南区、荣昌区、开州区、梁平区、武隆区、丰都县、垫江县、忠县、云阳县。
其他区	城口县、奉节县、巫山县、巫溪县、石柱土家族自治县、秀山土家族苗族自治县、酉阳土家族苗族自治县、彭水苗族土家族自治县。

附　录　B
（资料性）
玻璃产品类型

B.1　涉及因特殊工艺要求不能采用全封闭形式玻璃熔窑的玻璃产品类型包括但不限于表 B.1 所列产品。

表 B.1　玻璃产品类型

类别	代号	名称
无色光学玻璃	FK	氟冕玻璃
	QK	轻冕玻璃
	K	冕玻璃
	PK	磷冕玻璃
	ZPK	重磷冕玻璃
	BAK	钡冕玻璃
	ZK	重冕玻璃
	LAK	镧冕玻璃
	KF	冕火石玻璃
	QF	轻火石玻璃
	F	火石玻璃
	BAF	钡火石玻璃
	ZBAF	重钡火石玻璃
	ZF	重火石玻璃
	LAF	镧火石玻璃
	ZLAF	重镧火石玻璃
	TIF	钛火石玻璃
	TF	特种火石玻璃
滤光（有色）光学玻璃	ZJB	紫外截止滤光玻璃
	JB	金黄色（黄色）滤光玻璃
	CB	橙色滤光玻璃
	HB	红色滤光玻璃
	HWB	红外透射可见吸收滤光玻璃
	ZWB	紫外透射可见吸收滤光玻璃
	ZB	紫色滤光玻璃
	QB	青蓝色滤光玻璃
	LB	绿色滤光玻璃
	FB	防护玻璃
	GRB	隔热玻璃
	PNB	波长标定玻璃
	TB	天光玻璃
	SSB\SJB	色温变换玻璃

表 B.1 玻璃产品类型（续）

类别	代号	名称
滤光（有色）光学玻璃	ZAB	中性暗色滤光玻璃
其他光学玻璃	—	防耐辐射玻璃
	—	结晶化玻璃
	—	红外玻璃
	—	激光玻璃
	—	高铝玻璃
	—	紫外及深紫外玻璃
	—	封接玻璃
	—	封装玻璃
	—	透气玻璃
	—	半导体晶圆玻璃

玻璃工业大气污染物排放标准（报批稿）
编制说明

《四川省玻璃工业大气污染物排放标准》编制组

2023 年 **10** 月

目 录

1、项目背景 1
1.1 任务来源 1
1.2 工作过程 2
2、 标准制定的必要性和意义 3
2.1 污染物减排的需求 3
2.2 完善地方标准体系的需求 3
3、四川省玻璃行业现状 4
3.1 企业分布及生产状况 4
3.2 生产工艺及产污环节 6
3.2.1 平板玻璃生产工艺及主要大气污染物分析 6
3.2.2 日用玻璃生产工艺及主要大气污染物分析 11
3.2.3 玻璃纤维生产工艺及主要大气污染物分析 14
3.3 污染控制措施 15
3.3.1 清洁生产技术 15
3.3.2 颗粒物治理技术 16
3.3.3 氮氧化物治理技术 16
3.3.4 氯化氢和氟化物治理技术 17
3.3.5 二氧化硫治理技术 17
3.3.6 挥发性有机物治理技术 17
3.3.7 无组织排放控制 18
3.4 污染设施安装情况 18
3.4.1 平板玻璃制造 19
3.4.2 日用玻璃制品制造 20
3.4.3 玻璃纤维及制品制造 21
3.4.4 其它玻璃制品制造 22
3.5 污染排放情况 23

4、国内外排放标准调研 25
4.1 国外标准 25
4.2 国内标准 27
4.3 标准对比 34
4.4 四川省玻璃行业现行标准主要问题分析 38
5、标准制定的原则和依据 38
5.1 标准制定的原则 38
5.2 标准制定的依据 39
6、标准主要技术内容 39
6.1 适用范围 39
6.2 标准内容框架 39
6.3 污染物项目 40
7、标准限值与规定的制定依据 40
7.1 玻璃熔窑污染物排放限值 42
7.1.1 颗粒物 43
7.1.2 二氧化硫 46
7.1.3 氮氧化物 48
7.1.4 氯化氢和氟化物 52
7.1.5 重金属 53
7.1.6 氨 53
7.1.7 基准含氧量 55
7.2 原料配料系统污染物排放限值 57
7.2.1 颗粒物 57
7.2.2 铅及其化合物 58
7.3 镀膜尾气处理系统污染物排放限值 58
7.4 挥发性有机物排放限值 58
7.5 厂界和无组织排放限值 61

7.5.1 氨排放管控 61
7.5.2 VOCs 排放管控 62
7.5.3 其他污染物 64
7.6 监测要求 64
7.6.1 监测方法 64
7.6.2 大气污染物浓度折算 67
7.7 本标准与国内标准比较 70
8、技术可行性和经济成本分析 70
8.1 技术可行性分析 70
8.2 经济成本分析 71
9、标准实施后的环境（减排）效益 71

1、项目背景

1.1 任务来源

玻璃工业是我国国民经济发展的重要基础原材料工业，但其同时也是大气环境污染的重要来源之一。为加强玻璃工业大气污染物控制，2011 年 4 月国家环保部、质监总局已联合发布《平板玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453—2011），2013 年发布《电子玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 29495—2013）。为进一步推进玻璃行业减排，2022 年生态环境部发布《玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453-2022 代替 GB 26453—2011，GB 29495—2013），将标准限值进一步加严，并规定了玻璃制品、玻璃纤维等行业的排放限值。除此以外，广东省、河南省、山东省、河北省等国内其他省市也相继发布了本地区的玻璃工业大气污染物排放标准，其中河北省发布了平板玻璃工业超低排放标准。

四川省玻璃行业生产企业主要分布在成都市、德阳市、泸州市等城市，2020 年全省玻璃行业 SO_2、NOx、VOCs、$PM_{2.5}$、PM_{10} 总排放量分别为 1.12 万吨、1.46 万吨、0.41 万吨、1.35 万吨和 1.42 万吨，分别占全省工业源排放量的 4.9%、2.5%、0.8%、3.8%和 1.7%，是重点排放行业之一。四川省尚未发布玻璃工业大气污染物排放标准，现有平板玻璃企业目前仍执行 GB 26453-2011，颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的排放限值分别为 50、400、700 mg/m^3；现有日用玻璃等其他玻璃行业仍执行《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078—1996），颗粒物、二氧化硫的排放限值分别为 300、1200 mg/m^3，无氮氧化物排放限值。2024 年 7 月 1 日以后，我省所有玻璃企业执行 GB 26453-2022，颗粒物、二氧化硫排放限值分别为 30、200 mg/m^3，玻璃制品氮氧化物排放限值为 500 mg/m^3，其他玻璃企业氮氧化物排放限值为 400 mg/m^3。

2019 年 10 月，四川省生态环境厅等四部门联合印发《四川省工业炉窑大气污染综合治理实施清单》，指出：推进工业炉窑全面达标排放，大气污染防治重点区域日用玻璃、玻璃棉颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放限值分别不高于 30、200、400 mg/m^3。“十四五”期间，将持续推进平板玻璃等重点行业深度治理，污染物排放浓度将进一步降低。可见，即使 GB 26453-2022 全面实施后，玻璃制品氮氧化物排放限值也比我省相关要求宽松，不能满足我省对玻璃行业大气污染物的管控要求。为进一步改善大

气环境质量，促进玻璃行业高质量发展，由四川省生态环境厅法规与标准处立项，四川省生态环境科学研究院负责编制了《玻璃工业大气污染物排放标准》。

1.2 工作过程

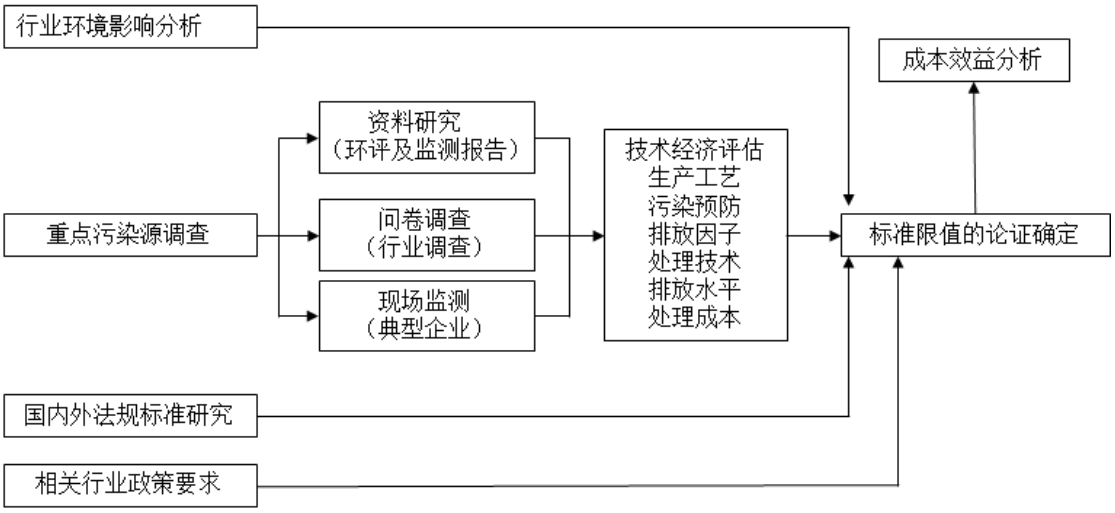


图 1-1 标准编制工作内容

1、2019 年 1 月-2019 年 4 月，梳理分析国家、各地方现行玻璃行业排放标准，制定玻璃工业排放标准研究实施方案。

2、2019 年 5 月-2019 年 8 月，收集全省玻璃企业名单以及基本数据，核算全省玻璃企业污染物排放量。

3、2019 年 9 月-2019 年 12 月，根据产能、污染排放分布，选取代表性企业，开展实地调研。赴河南、河北省开展玻璃企业污染控制调研和标准制定情况调研。

4、2020 年 1-5 月，开展实测，完成实验室分析。

5、2020 年 6-8 月，数据凝练，掌握四川省玻璃工业大气污染物控制水平、排放现状，编制四川省玻璃工业大气污染物排放标准编制说明。

6、2020 年 9-11 月，补充采集样品，完善标准文本和编制说明。

7、2020 年 12 月，召开专家咨询会，征求玻璃企业和专家的意见。

8、2021 年 1-10 月，根据专家意见，对企业开展补充测试。

9、2021 年 11-12 月，持续完善标准文本和编制说明。

10、2022 年 1-3 月，开展风险评估和技术评估。

11、2022 年 4-5 月，根据评估结果完善标准文本和编制说明，并公开征求意见。

12、2022 年 6 月-2023 年 9 月，根据公开征求意见，持续优化完善标准文本，形成送审稿。

13、2023 年 10 月，召开标准技术审查会，根据专家意见修改完善标准文本，形成报批稿。

2、标准制定的必要性和意义

2.1 污染物减排的需求

《四川省蓝天保卫行动方案 2017-2020 年》重点任务中指出“平板玻璃行业推进清洁能源改造工程，禁止掺烧高硫石油焦，未使用清洁能源的浮法玻璃生产线全部实施烟气脱硫，浮法玻璃生产线全部实施烟气脱硝设施改造”。2019 年 10 月，四川省生态环境厅、四川省发展和改革委员会、四川省经济和信息化厅、四川省财政厅联合印发《四川省工业炉窑大气污染综合治理实施清单》，指出推进工业炉窑全面达标排放，大气污染防治重点区域日用玻璃、玻璃棉颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放限值分别不高于 30、200、400mg/m^3。近几年，四川省玻璃行业除尘脱硫技术已较为成熟，SCR 脱硝技术也在玻璃行业得到推广，复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化等高效治理技术也逐步得到应用，颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的排放水平已明显下降，即使 GB 26453-2022 全面实施后，部分排放限值仍略显宽松，不能发挥有效约束作用，因此制定四川省《玻璃工业大气污染物排放标准》十分必要，是确保玻璃行业完成减排目标和升级改造的重要保障。

2.2 完善地方标准体系的需求

2018 年国务院印发的《打赢蓝天保卫战三年行动计划》规定“加快制修订污染物排放标准，鼓励各地制定实施更严格的污染物排放标准”。四川省人民政府办公厅《关于印发四川省标准化体系建设发展规划（2016—2020 年）的通知》（川办发〔2016〕104 号），工业标准化重点中指出“完善钒钛钢铁、有色冶炼、化工、建材、稀土等原材料工业标准，加快标准制定工作”。因此，开展四川省《玻璃工业大气污染物排放标准》的研究及制定工作对完善四川省地方标准体系、加强执法具有十分重要的意义。

3、四川省玻璃行业现状

3.1 企业分布及生产状况

2020 年四川省玻璃企业共 394 家，根据《国民经济行业分类》（GB/T 4754—2017）进行分类，玻璃企业行业分布见表 3.1-1。特种玻璃制造、玻璃包装容器制造、光学玻璃制造企业数量排名全省前三，企业总数量占全省 57.9%。从行业产能来看，全省玻璃产量 757.6 万吨，其中平板玻璃制造、特种玻璃、玻璃纤维及制品制造产量位居全省前三，产量之和为 613.9 万吨，占全省总产量 81.0%。

表 3.1-1 四川省玻璃企业行业分布情况

行业代码	类别名称	企业个数	标准产量（万 t/a）
3041	平板玻璃制造	12	313.5
3042	特种玻璃制造	107	56.3
3049	其他玻璃制造	14	2.1
3051	技术玻璃制品制造	7	4.3
3052	光学玻璃制造	41	2.1
3053	玻璃仪器制造	4	8.6
3054	日用玻璃制品制造	24	50.8
3055	玻璃包装容器制造	80	239.5
3056	玻璃保温容器制造	3	2.6
3059	其他玻璃制品制造	36	13.0
3061	玻璃纤维及制品制造	29	60.9
3062	玻璃纤维增强塑料制品制造	37	4.0
合计		394	757.6

玻璃企业区域分布见表 3.1-2 和表 3.1-3，主要分布在成都、泸州、德阳、内江等城市，其中成都市玻璃企业数量最多，为 215 家，占全省企业数量的 55%；泸州市次之，企业数量为 37 家，占比 9%。从产量分布来看，成都市、德阳市、泸州市产量位居全省前三，其产量之和占全省 80%。从区域分布来看，玻璃企业主要分布在成都平原和川南地区，两区域玻璃产量之和占全省总产量的 96.7%。

表 3.1-2 四川省玻璃企业产量分布情况

序号	地区(市、州、盟)	企业数量	标准产量（万 t/a）
1	成都市	215	283.5

序号	地区(市、州、盟)	企业数量	标准产量（万 t/a）
2	德阳市	21	186.6
3	泸州市	37	136.7
4	内江市	28	44.2
5	乐山市	5	3.4
6	绵阳市	14	7.0
7	自贡市	10	2.3
8	眉山市	12	4.7
9	宜宾市	9	44.1
10	南充市	4	10.3
11	遂宁市	7	19.1
12	达州市	11	7.7
13	雅安市	3	0.2
14	资阳市	6	0.5
15	广元市	5	2.2
16	巴中市	1	0.3
17	广安市	2	3.2
18	攀枝花市	1	0.6
19	凉山彝族自治州	2	0.8
20	阿坝藏族羌族自治州	1	0.3
21	合计	394	757.6

表 3.1-3 四川省不同区域玻璃产量分布情况

序号	区域	企业数量	标准产量（万 t/a）	占比
1	成都平原	283	505.06	66.7%
2	川南地区	84	227.3	30.0%
3	川东北地区	23	23.7	3.1%
4	攀西	3	1.4	0.2%
5	川西	1	0.3	0.0%

从企业规模来看，以小型为主，企业个数 304 家，占比 77.2%；中型企业 65 家，占比 16.5%；大型企业最少，仅为 25 家，占比仅 6.3%。从产品产量来看，四川省玻璃企业以大型企业为主，产量占全省总产量的 72%；中型企业次之，占 20%；具体见表 3.1-4。

表 3.1-4 2020 年玻璃产量企业规模分布情况

企业规模	企业数量及占比		产品产量及占比	
	企业数量（个）	占比	标准产量（万 t/a）	占比
小型(<10000t)	304	77.2%	60.9	8%

中型(10000-50000t)	65	16.5%	150.1	20%
大型(>50000t)	25	6.3%	546.5	72%

3.2 生产工艺及产污环节

3.2.1 平板玻璃生产工艺及主要大气污染物分析

（**1**）平板玻璃生产工艺

平板玻璃按照生产工艺分类主要分为压延和浮法玻璃。

1）浮法玻璃生产工艺

浮法是将玻璃液漂浮在金属液面上制得平板玻璃的一种新方法，其工艺过程与主要产污节点见图 **3.2-1**。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 **0.05~25mm** 不同厚度的玻璃带，经退火、冷却而制成平板玻璃。由于这种玻璃在成型时，上表面在自由空间形成火抛表面，下表面与焙融的锡液接触，因而表面平滑，厚度均匀，不产生光畸变，浮法已成为平板玻璃主要的制造工艺技术。主要包括配合料制备、熔窑熔化、锡槽成型、退火窑退火和冷端成品库等工段。

配合料制备。各种原料经提升进入粉库，称量混合系统将各种粉料按比例称量后送入强制式混合机进行混合，制成配合料。原料车间制备的配合料，由胶带输送机送到浮法联合车间熔制工段，碎玻璃经电磁振动给料机，均匀地加到混合料上，经往复移动胶带输送机送入窑头料仓。另外，在窑头设有一台电动葫芦作为配合料的备用上料系统。配合料由投料机进行薄层投料。

炉窑融化。玻璃配合料经过高温熔化、澄清、搅拌、冷却后的玻璃液，经流液道进入锡槽。玻璃液量由流液道调节闸板控制。

锡槽成型。玻璃液以 **1080~1100**℃左右的温度，从流液道进入锡槽的锡液面上，在重力、机械拉力和表面张力作用下，随即向横向伸展，在完成摊平、抛光、展薄、冷却之后，形成一定厚度和宽度的玻璃带，至 **610**℃离开锡槽进入退火窑。

在线镀膜。在线镀膜化学品经过气化在携载气体携载下，经过混合进入到镀机，并均匀地喷射到锡槽 **650**℃左右的玻璃板上，形成成分为氧化锡/氧化硅膜层的遮盖层及成分为掺氟氧化锡的功能层。在线镀膜设备按照需求开启或者停用。

退火窑退火。连续的玻璃带经过渡辊台，以 610℃左右的温度进入退火窑，在 70℃左右的温度下退出退火窑，进入冷端机组。

冷端成品库。退火窑出口处设有一台应急高速横切机和落版辊道，裁切成型入成品库。不合格的玻璃带或非正常生产的玻璃带，经落板辊道落入碎玻璃溜子，由锤式破碎机或玻璃边绞碎机将其破碎后，通过皮带输送机、斗式提升机，送入冷端碎玻璃仓，再经电磁振动给料机返回作为原料再利用。

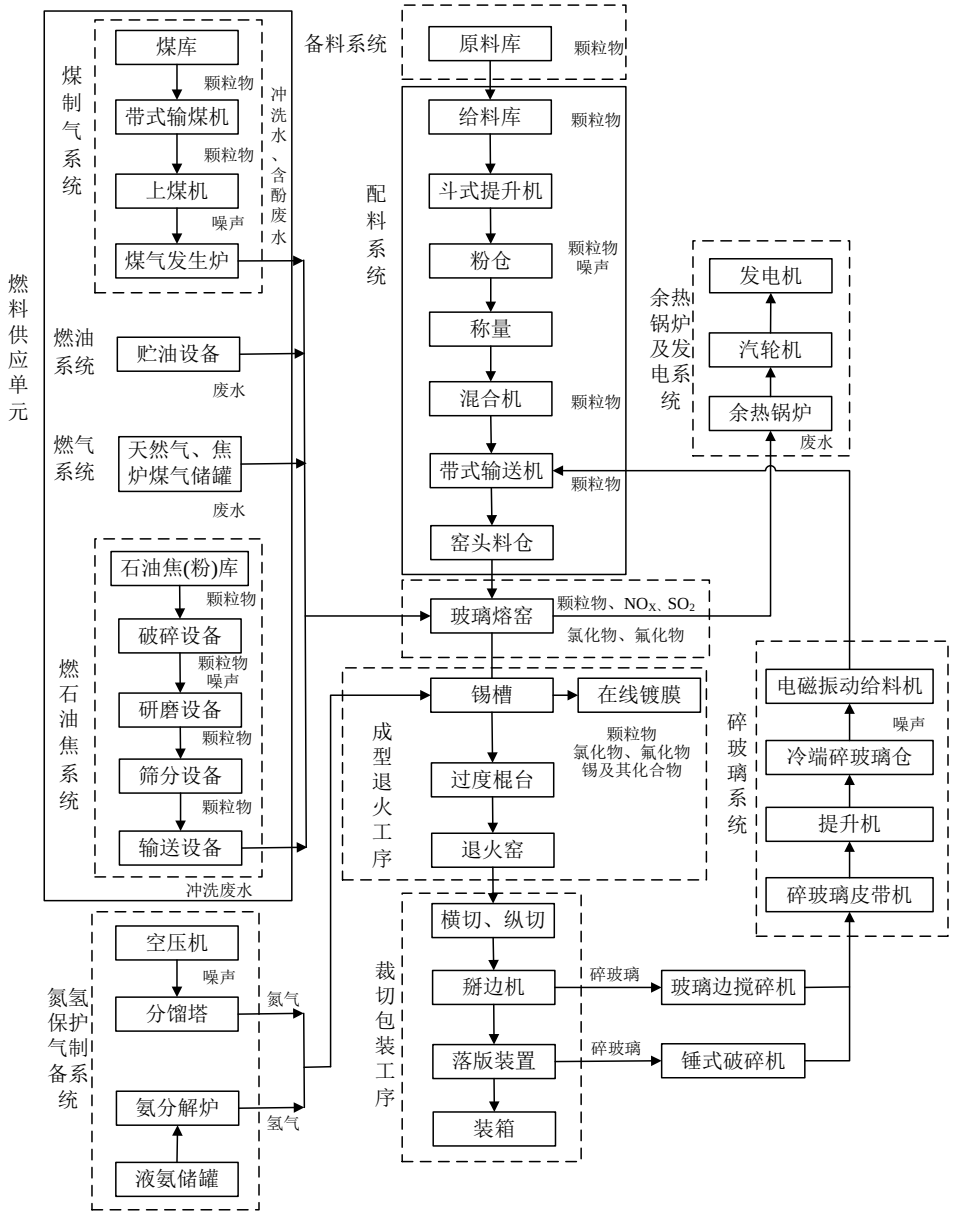
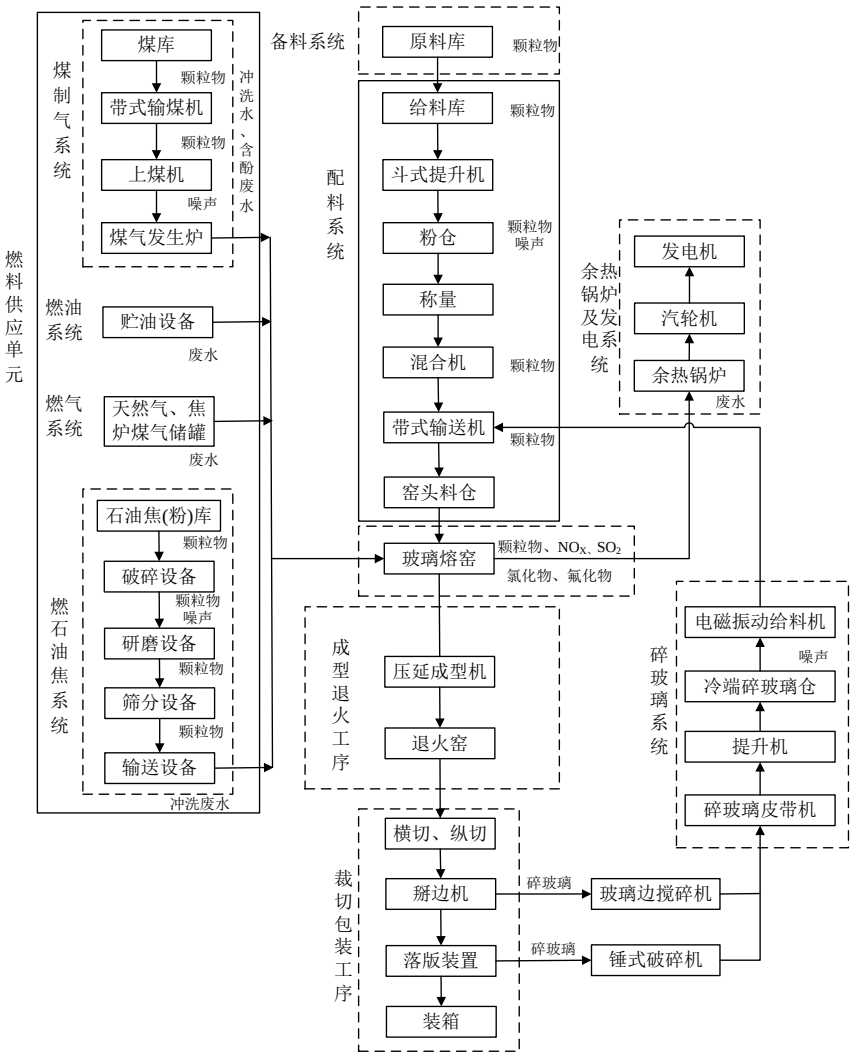


图 3.2-1 浮法玻璃生产工艺流程与主要产污节点

2）压延玻璃生产工艺

压延平板玻璃是采用压延方法制造的一种平板玻璃，其工艺过程与主要产污节点见图 3.2-2。压延法是将熔窑中的玻璃液经压延辊辊压成型、退火而制成，主要用于制造夹丝（网）玻璃和压花玻璃。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。压延平板玻璃成型工艺分为单辊法和双辊法。单辊法是将玻璃液浇注到压延成型台上，台面可以用铸铁或铸钢制成，台面或轧辊刻有花纹，轧辊在玻璃液面碾压，制成的压花玻璃再送入退火窑。双辊法生产压花玻璃又分为半连续压延和连续压延两种工艺，玻璃液通过水冷的一对轧辊，随辊子转动向前拉引至退火窑，一般下辊表面有凹凸花纹，上辊是抛光辊，从而制成单面有图案的压花玻璃。



3.2-2 压延玻璃生产工艺流程与主要产污节点

（2）平板玻璃主要大气污染物分析

在平板玻璃生产过程中，有物料输送过程、物料熔化过程和成型过程等。物料的输送和成型过程主要是物理过程，产生的污染主要是粉尘性废气。物料熔化过程主要是通过燃料的燃烧产生热量将物料熔化和分解的过程，在这一过程中不管是物料的分解还是燃料的燃烧都有化学过程，因此在这一过程中主要产生的污染物是烟尘和有害气体。根据平板玻璃工业使用的原料、生产工艺和对平板玻璃工业污染物的调查，平板玻璃工业主要的污染物有：

1）粉尘。平板玻璃原料中的颗粒状、粉状或尘状物料在贮存、搬运、混合工序中

飞散产生粉尘。

2）烟尘（包括金属颗粒物）。平板玻璃烟尘来源于三个方面：在加料过程中少部分的原料被带入烟气中；熔炉中易挥发物质（部分金属氧化物，如 Na_2O 等）高温挥发后冷凝生成烟尘；燃料燃烧后生成的烟尘。

3）二氧化硫。浮法玻璃生产企业排放的二氧化硫，一般为含硫燃料的燃烧和原料中芒硝的分解所产生。国内部分企业为了降低成本，使用煤焦油、发生炉煤气和石油焦，这些燃料中硫含量较高，燃烧后产生超过 2500mg/Nm^3 的二氧化硫污染物。芒硝作为玻璃熔化最成熟和常用的澄清剂，目前暂无更好的替代产品，芒硝在高温的熔窑内会分解为二氧化硫。

4）氮氧化物。浮法玻璃生产企业排放的氮氧化物大部分来自燃料的燃烧过程，其余为原料和燃料分解产物，形成机理主要包括燃料型、热力型和快速型。由于玻璃窑炉中的高温，氮氧化物的主要来源是受热生成的氮氧化物，氮气在超过 1300℃的燃烧气氛中发生氧化反应生成氮氧化物。影响氮氧化物生成的主要因素就是火焰的温度、反应区的氧气含量以及火焰在高温区域的停留时间。减少燃料的消耗量，减少空气燃烧比，降低高温区的温度，都可以减少氮氧化物的生成。

5）氯化氢。由于原料、碎玻璃中含有的氯化物杂质，当燃烧时便会生成一定量的氯化氢，一般初始浓度在 85mg/Nm^3 以下。在线镀膜期间产生的废气含有乙烯、硅烷、氯化氢、氟化氢、含锡颗粒物、单丁基三氯化锡等物质，经镀机两侧的排废系统进入排废管路。

6）氟化物。由于平板玻璃一般不采用萤石作为原料，但辅助原料澄清剂包括氟化物、卤化物，乳浊剂包括氟化物等，所以在生产过程氟化物主要来源于原料中的含氟物质。

7）锡及其化合物。锡槽成型时会产生少量的无组织锡及化合物。

8）氨。SCR 脱硝过程中，过量氨的喷入或者管理水平不足会导致氨逃逸增加。

综上，玻璃生产过程中产生的大气污染物主要包括烟（粉）尘、二氧化硫、氮氧化物、氯化氢、氟化氢、锡及其化合物、氨等，如下表所示。

表 3.2-1 玻璃生产过程污染物一览表

编号	主要污染物	产生工序	排放规律
1	粉尘	原料贮存、加工、配料、在线镀膜、运输等	无组织
2	烟尘、二氧化硫、氮氧化物	炉窑熔制	有组织
3	氯化氢、氟化物	炉窑熔制、在线镀膜	有组织
4	锡及其化合物	锡槽成型	无组织
5	氨	SCR 脱硝	有组织

3.2.2 日用玻璃生产工艺及主要大气污染物分析

（1）日用玻璃生产工艺

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。

日用玻璃配合料一般由 7~12 种原料组成。主要有石英砂、纯碱、石灰石、白云石、长石、硼砂、铅和钡的化合物等。此外，还有澄清剂、着色剂、脱色剂、乳浊剂等辅助材料。

表 3.2-2 日用玻璃原料种类及来源

原料	来源
SiO_2	石英砂等
B_2O_3	硼砂（NaB_4O_7）、硼酸（H_3BO_3）等
Al_2O_3	氧化铝（Al_2O_3）、氢氧化铝（$Al(OH)_3$）长石等
碱金属原料	纯碱（Na_2CO_3）等
碱土金属原料	方解石（$CaCO_3$）、白云石（$MgCO_3 \cdot CaCO_3$）等
澄清剂	氧化物澄清剂：白砒（As_2O_3）、氧化锑（Sb_2O_3）、硝酸盐、二氧化铈等 硫酸盐型澄清剂：硫酸钠、硫酸钡、硫酸钙等 卤化物澄清剂：氟化物、氯化钠、氯化铵等
着色剂	离子着色剂：锰化合物、钴化合物、镍化合物、铜化合物、铬化合物、钒化合物、铁化合物、硫、稀土元素氧化物、铀化合物 胶态着色剂：金化合物、银化合物、铜化合物 硫硒化合物着色剂：硒与硫化镉、锑化合物
脱色剂	化学脱色剂：硝酸钠、白吡和三氧化二锑、二氧化铈、卤素化合物 物理脱色剂：二氧化锰、硒、氧化钴、氧化钕、氧化镍
乳浊剂	氟化合物、磷酸盐、锡化合物、氧化砷和氧化锑
助溶剂	氟化合物、硼化合物、硝酸盐、钡化合物

日用玻璃的制造工艺主要包括：配合料制备、熔制、成型、退火、表面处理和加工、检验和包装等工序。

1）配合料制备：包括原料的贮存、称量、混合及配合料的输送。要求配合料混合均匀，化学成分稳定。

2）熔制：把配置合格的配合料加入到熔炉内，配合料在高温加热的作用下形成符合要求的玻璃液的过程为玻璃熔制过程。玻璃的熔制包括物理、化学反应，玻璃配合料在这些高温反应过程中，使各种原料的机械混合物变成了复杂的熔融物。根据过程中的不同变化实质，一般认为玻璃的熔制过程有五个阶段。包括硅酸盐形成阶段、玻璃的形成阶段、玻璃液的澄清阶段、玻璃液的均化阶段和玻璃液的冷却阶段。

玻璃熔炉是由多种耐火材料砌筑的熔制玻璃的主要热工设备。熔炉的任务就是将混合好的配合料在高温的作用下，经过一系列的物理化学反应，使之成为质量均匀的无结石、条纹、气泡等缺陷并适宜于成形各种玻璃制品的玻璃液。

玻璃熔炉也称为熔窑，一般分为池炉和坩锅炉。按加热方式又分为火焰炉和电熔炉。火焰炉按其燃料的不同分为烧煤（发生炉煤气）、天然气、重油三种热源形式。具体炉型如下：

蓄热式马蹄焰池窑：主要用于各类瓶罐、钠钙玻璃器皿的生产。采用的燃料为发生炉煤气（约占80%）、天然气、石油焦、重油等。《日用玻璃行业规范条件（2017年本）》规定：燃料应优先使用清洁能源。可选用优质煤制热煤气燃料，即用两段煤气发生炉气化含硫量小于0.5%、灰分含量小于10%的优质煤生产的热煤气，通过热煤气管道直接送至玻璃熔窑燃烧。

电熔炉：主要用于耐热玻璃制品（器皿）、仪器玻璃、太阳能集热管、晶质高脚杯、泡壳的生产。

坩埚炉：主要用于艺术玻璃（琉璃）的生产与新产品开发。

3）成形：把已熔化好并符合成形要求的玻璃液，通过一定方法转变为具有固定几何形状制品的过程，称为玻璃制品的成形。日用玻璃品种繁多，形状各异，其成形方法也彼此不同。通常有吹制成型、压制成形、压吹成形、离心浇注等成形方法。

4）退火：玻璃器皿制品特别是厚度不匀、形状复杂的制品，在成形后从高温冷

却到常温这一过程中，如冷却过快，则玻璃制品产生的内外层温度差和由于制品形状关系而产生的各部位温差，会使玻璃制品产生热应力。当制品遇到机械碰撞或受到急冷急热时，该应力将造成制品破裂。为了消除玻璃制品中的永久应力，就需要对玻璃制品进行退火处理。退火是先把玻璃制品加热，然后按照规定的温度制度进行保温和冷却，这样玻璃制品的永久应力就会减少到实际允许值，把这种处理过程称为退火。

5）表面处理：一般通过在退火炉的热端和冷端涂层的方法对玻璃瓶罐进行表面处理。

热端涂层是将成型后处于炽热状态（500~600℃）的瓶罐置于气化的四氯化锡、四氯化钛或四氯化锡丁酯的环境中，使这些金属化合物在热的瓶罐表面上经过分解氧化形成氧化物薄膜，以填平玻璃表面微裂纹，同时防止表面微裂纹的产生，提高玻璃瓶罐的机械强度。

冷端涂层是用单硬脂酸盐、油酸、聚乙烯乳剂、硅酮或硅烷等，在退火炉出口处对温度约 100~150℃的瓶罐表面进行喷涂，形成一层润滑膜，以提高瓶罐表面的抗磨损、润滑性和抗冲击强度。

6）加工和装饰：玻璃器皿制品在完成了成型和退火工序后，大多数要进行加工。玻璃器皿制品的加工工序方法复杂而多样化，包括爆口、磨口、抛光、烘口、切割钻孔、钢化等。为了美化玻璃器皿制品和提高制品的艺术性，玻璃器皿制品一般都要进行各种装饰。因此，装饰也是玻璃器皿制品生产的重要环节。

装饰按工艺特点分为成形过程的热装饰方法和加工后的冷装饰方法两类。热装饰是把不同颜色的易熔玻璃制成各种图案、颗粒、粉体等，利用成形时制品的高温作用，把其粘结或喷洒在制品表面。冷装饰方法是把已完成各种加工后的制品，用低温颜色釉料、玻璃花纸、有机染料等，通过彩绘、印花、贴花、喷花等工艺，使制品达到装饰效果。

（2）日用玻璃主要污染物分析

日用玻璃生产过程产生的大气污染物主要包括以下几类：

1）粉尘、烟尘：粉尘主要来源于原料的贮藏、粉碎、筛分、搬运、混合工序中的原料飞散；烟尘主要是原料及燃料在熔窑内燃烧产生的。

2）二氧化硫：主要来自燃料中的含硫成分的氧化以及配合料中芒硝分解。

3）氮氧化物：主要来源于助燃空气中氮的燃烧，当温度高于 1300℃，氮气与氧气反应生成氮氧化物；此外，还有部分来源于配合料中少量硝酸盐的分解及燃料中含氮物质的燃烧。

4）氯化氢：来源于含氯原料（如使用氯化钠作澄清剂）或原料中氯化物杂质。

5）氟化物：来源于含氟原料（如使用萤石作乳浊剂、助溶剂）以及原料中含氟杂质。

6）砷、锑、铅等重金属污染物：主要来源于燃料、碎玻璃以及含砷、锑澄清剂等原辅材料的添加。同时，铅晶质玻璃含铅量较高，按氧化铅的含量，分为全铅晶质玻璃（PbO 含量 30%~35%）、中铅晶质玻璃（PbO 含量 24%~30%）、低铅晶质玻璃（PbO 含量 12%以下），熔制时 PbO 挥发量可达 10%~12%。

7）挥发性有机物：主要来源于喷漆、烘干、烤花等工序。釉料主剂、固化剂等原辅材料的化学成分决定了污染物类型。原辅材料成分主要包括环氧树脂、二甲苯、乙醇等。

3.2.3 玻璃纤维生产工艺及主要大气污染物分析

（1）玻璃纤维行业生产工艺

生产玻璃纤维常用的方法有两种：池窑法、坩埚法。池窑拉丝工艺是国际主流拉丝工艺。用这种方法生产的玻璃纤维总量约占全球总量的 85%~90%，只有一些特殊的玻璃纤维品种仍使用坩埚法拉丝工艺。

1）池窑法。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，主要包括配合料制备、玻璃熔制、纤维成型、浸润剂配制和玻璃纤维制品加工 5 个工序。

目前，我国大型池窑企业均以天然气为原料，采用纯氧燃烧技术。一些天然气匮乏的地区采用煤及重油作为原料。玻璃纤维拉丝过程中漏板拉丝工序消耗部分电能。玻璃纤维工业用玻璃球生产企业的主要燃料仍然是煤气。

2）坩埚法。坩埚法拉丝工艺被称为二次成型工艺，先把玻璃配合料经高温熔化制成玻璃球，再将玻璃球通过二次加热至熔化，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，能耗高、成型工艺不稳定、产品质量不高、劳动生产率低，目前除少量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。

（2）大气污染物分析

玻璃纤维生产过程产生的大气污染物如下表所示。

表 3.2-3 玻璃纤维生产过程产生的大气污染物

污染物	产生来源
粉尘、烟尘	原料贮存、配料、投料环节；挥发性物质高温挥发后冷凝生成的烟尘；燃料燃烧生成的烟尘
氮氧化物	氮与氧气反应生成热 NOx；原料中硝酸盐热分解产生 NOx
二氧化硫	燃料中含硫成分的氧化；原料中作为澄清剂的芒硝分解产生的硫氧化物
氯化氢	原料、燃料中含有的氯化物杂质；氯化物作澄清剂
氟化物	玻璃纤维原料中的含氟杂质
氨	使用氨水、尿素等含氨物质作为还原剂去除烟气中氮氧化物时产生氨逃逸
VOCs	浸润剂的配制和使用、拉丝等工序

3.3 污染控制措施

3.3.1 清洁生产技术

通过不断改进玻璃熔窑的设计、优化熔窑运行参数、选用低硫优质燃料、控制配合料质量、采用最佳清洁生产适用技术（如：分段燃烧、低氮燃烧、纯氧燃烧等），降低玻璃熔制过程的能耗，减少熔窑烟气量，有效降低熔窑污染物的产生量。主要包括以下几个方面：

1、生产高附加值的高档玻璃产品和特殊品种玻璃产品，采用氮氧化物产生量较小的全电熔窑或全氧燃烧玻璃熔窑。

2、玻璃熔窑燃料优先选用天然气等清洁燃料，可降低因燃料燃烧产生的 SO_2，使 SO_2 初始排放浓度小于 400 mg/m^3。通过减少芒硝、硝酸盐的加入量，可降低熔化工序 SO_2 和 NOx 初始浓度。采用粉状原料，可减少原料破碎过程产生的颗粒物。平板玻璃在线镀膜工艺选用低氯化物和氟化物含量的原材料，通过优化氯化物和氟化物配比，减少氯化氢和氟化物的产生量。

3、与空气助燃玻璃熔窑相比，纯氧燃烧技术可减少系统中氮气的输入，从而

减少 NOx 的生成和降低烟气 NOx 排放量，同时提高燃烧效率。纯氧燃烧技术通常适用于采用天然气等高热值燃料的熔窑，可使 NOx 初始排放浓度达到 500~700 mg/m^3（以基准排气量 3000m^3 玻璃液折算）。

4、电熔窑技术，通过电极加热把热量直接输送到熔炉内，具有热效率高、适合于熔制高质量玻璃以及含高挥发物组分的玻璃和极深色玻璃、减少 SO_2 和 NOx 污染等优点。

3.3.2 颗粒物治理技术

颗粒物主要产生于原料的储存、称量、输送、混合、投料、熔化等过程。玻璃工业应用较多的是静电除尘器和袋式除尘器。从安全角度考虑，采用发生炉煤气为燃料的企业不采用静电除尘器，而使用袋式除尘器。玻璃行业常用颗粒物治理技术包括袋式除尘技术、滤筒除尘技术、静电除尘技术和湿式电除尘技术等。

3.3.3 氮氧化物治理技术

1、低氮燃烧技术。低 NOx 燃烧技术是通过控制燃烧过程中空气-燃料的化学计量比和温度的变化限制 NOx 的生成。低氮氧化物燃烧器大致分为以下几类：阶段燃烧器、自身再循环燃烧器、浓淡型燃烧器、分割火焰型燃烧器、混合促进型燃烧器、低 NOx 预燃室燃烧器。

2、纯氧燃烧技术。纯氧助燃是燃料燃烧时直接使用氧气助燃，一般含氧量大于 90%。该技术具有节能、降低运行成本、减少 NOx 和颗粒物排放的优点。采用纯氧助燃工艺时，每吨玻璃的 NOx 排放量减少 50%左右，最高可减少 65%，颗粒物排放量可减少 50%~60%。但纯氧助燃投资较大，熔窑对耐火材料的要求高。

3、末端治理技术。目前应用较多、相对成熟的末端治理措施是选择性催化还原技术（SCR），是在熔炉出口处安装催化反应器，在反应器前喷入还原剂（如氨水或尿素），在适当的温度（300-400℃）和催化剂作用下，将烟气中的 NOx 还原成氮气和水。该技术 NOx 去除效率可达 70%~90%，排放浓度可控制在 100~200mg/m^3。SCR 技术一次投资较大，运行成本主要取决于催化剂的寿命。

但需要指出的是，钠钙玻璃熔窑的烟气中含有高活性的 Na^+、Ca^{2+}及具有吸附性的碱性烟尘可使催化剂中毒失活。因此，2010 年欧盟玻璃工业采用最佳使用技

术结论中未建议在钠钙玻璃熔炉中采用 SCR 末端治理技术，仅对含碱少量的特种玻璃建议采用 SCR 技术，并要求脱硝前烟气浓度控制在 10~15mg/m^3 以下。

3.3.4 氯化氢和氟化物治理技术

氯化氢和氟化物排放来源于原料中的杂质。通过使用含 NaCl 杂质少的纯碱、减少含氟原料的使用、增加碎玻璃的用量，可减少氯化氢和氟化物的排放量。在平板玻璃镀膜工序中，可选用低氯化物和氟化物含量的在线镀膜原材料，通过优化氯化物和氟化物的配比，可减少在线镀膜尾气中氯化氢和氟化物的产生。

通过末端治理来减少氯化氢和氟化物的排放，一般是随着烟气脱硫协同控制的。不论是湿法还是干法、半干法脱硫，均可去除氯化氢和氟化物。

3.3.5 二氧化硫治理技术

1、石灰石/石灰-石膏法。采用该技术，当入口烟气 SO_2 浓度小于 3500 mg/m^3 时，出口烟气 SO_2 浓度可达到 100~150 mg/m^3。

2、钠碱法。采用该技术，当入口烟气 SO_2 浓度小于 2000 mg/m^3 时，出口烟气 SO_2 浓度可达到 100~150 mg/m^3。

3、旋转喷雾干燥脱硫技术（SDA 技术）。适用于 SO_2 初始排放浓度小于 2000 mg/m^3 的玻璃熔化工序烟气脱硫。采用该技术，出口烟气 SO_2 浓度可达到 300~400 mg/m^3。

4、烟气循环流化床脱硫技术（CFB-FGD 技术）。适用于各种玻璃熔窑的熔化工序烟气脱硫。采用该技术，当入口烟气 SO_2 浓度小于 3000 mg/m^3 时，出口烟气 SO_2 浓度可达到 150~400 mg/m^3。

5、新型脱硫除尘一体化技术（NID 技术）。适用于各种玻璃熔窑的熔化工序烟气脱硫。采用该技术，当入口烟气 SO_2 浓度小于 3500 mg/m^3 时，出口烟气 SO_2 浓度可达到 100~400 mg/m^3。

3.3.6 挥发性有机物治理技术

1、喷漆、淋漆工序挥发性有机物治理技术。喷釉车间喷漆、调漆、烘烤工段可共用 1 套有机废气处理系统。工艺为预处理+活性炭吸附。喷漆废气先通过管道经预处理器过滤漆渣和脱水预处理后，再采用活性炭吸附工艺进行处理，效率 90%

左右。

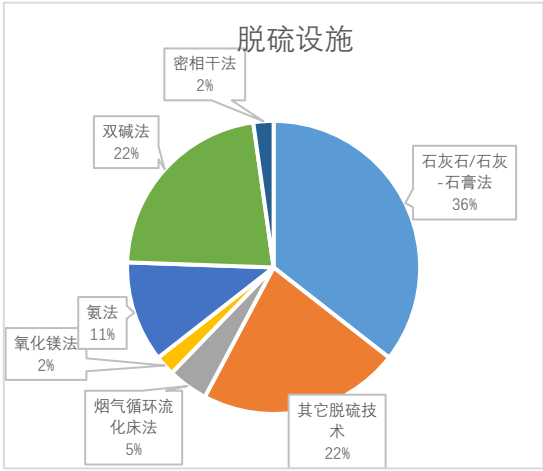
2、玻璃纤维拉丝和浸润剂配置工序挥发性有机物治理技术。玻璃纤维的生产过程中，拉丝等工序和浸润剂的配置及使用过程中会产生少量挥发性有机物，浓度较低，一般可采用活性炭、活性碳纤维、硅藻土、沸石等作为吸附材料，吸收有机废气。其中，活性炭吸附应用最多，吸附后通过解吸可回收有机溶剂。

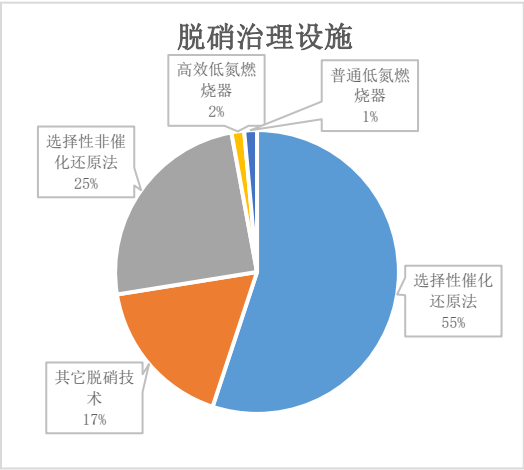
3.3.7 无组织排放控制

玻璃工业的粉尘无组织排放是一个突出的环境问题，采取封闭和密闭作业可有效予以解决。如封闭式料棚、洒水、合理的工艺布置、适当维护、加强清扫管理等。通过对这些措施的综合使用，可有效降低粉尘无组织排放。

3.4 污染设施安装情况

根据 2020 年四川省大气污染源排放清单系统填报数据，四川省玻璃行业脱硫、脱硝、除尘、VOCs 治理设施安装率分别为 11.4%、17.5%、44.9%、32.5%。脱硫设施以石灰石/石灰-石膏法和双碱法为主，占比为 36%和 22%；脱硝设施安装以选择性催化还原法和选择性非催化还原法为主，占比为 55%和 25%；除尘设施安装以布袋除尘和湿法除尘工艺为主，占比为 54%和 20%；VOCs 治理设施以活性炭吸附为主，占比为 47%。





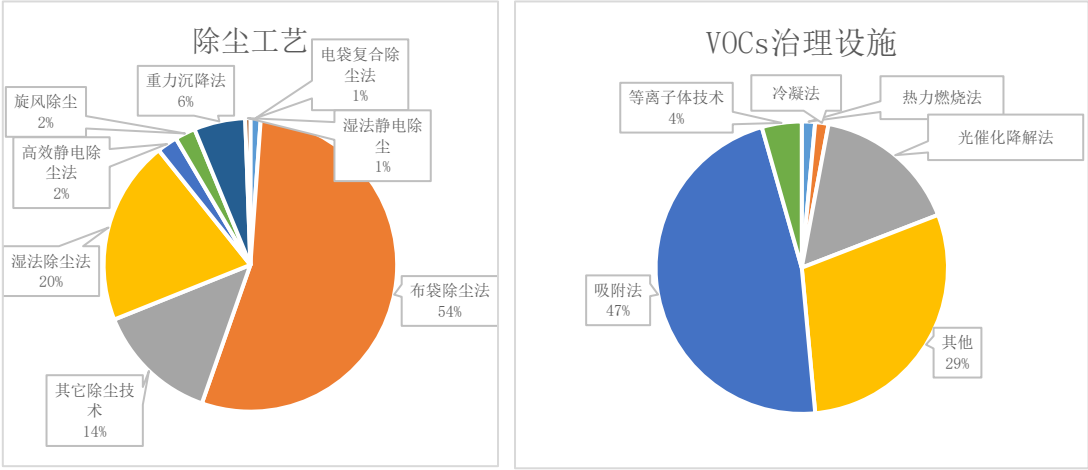


图 3.4-1 四川省玻璃行业脱硫、脱硝、除尘、VOCs 治理设施安装情况

四川省不同玻璃企业治理设施安装情况见表 3.4-1。玻璃行业除尘设施安装率最高，平板玻璃制造、日用玻璃制品制造、玻璃纤维及制品制造安装率均在 50%以上；脱硝治理设施安装率次之，其中平板玻璃制造安装率最高，为 67%，玻璃纤维及制品制造安装率为 38%，其余行业安装率均在 30%以下；脱硫治理设施安装率仅次于脱硝，平板玻璃制造安装率最高，为 50%，其余行业安装率在 7%-33%之间；VOCs 治理设施安装率整体较低，所有行业安装率均在 40%以下。从行业来看，平板玻璃制造污染物治理设施安装率整体高于其他行业，除 VOCs 治理设施外，脱硫、脱硝及除尘设施安装率均在 50%及以上，其它玻璃制品制造业脱硫、脱硝治理设施安装率均低于 15%，远低于平板玻璃等行业。

表 3.4-1 四川省不同玻璃企业治理设施安装情况

行业类型	脱硫	脱硝	除尘	VOCs 治理
平板玻璃制造	50%	67%	75%	8%
日用玻璃制品制造	33%	29%	50%	21%
玻璃纤维及制品制造	31%	38%	69%	10%
其它玻璃制品制造	7%	13%	41%	36%

3.4.1 平板玻璃制造

根据 2020 年污染源排放清单统计结果，四川省共有 12 家平板玻璃制造企业，其

中大型企业 6 家，中型企业 2 家、小型企业 4 家。不同企业治理设施安装情况结果见图 3.4-2，大、中型企业脱硫、脱硝、除尘治理设施安装情况优于小型企业，所有大、中型企业均安装脱硝、除尘治理设施，所有小型企业均未安装脱硫和脱硝治理设施。所有大、中型企业均未安装 VOCs 治理设施，小型企业安装率仅为 25%。

平板玻璃制造企业脱硫、脱硝、除尘、VOCs 治理设施安装率分别为 50%、67%、75%、8%，从治理工艺来看，脱硫治理工艺主要有石灰石/石灰-石膏法、烟气循环流化床法以及密相干法，占比分别为 67%、17%、17%；脱硝工艺主要为选择性催化还原法，占比为 88%；除尘工艺，主要为布袋除尘法、电袋复合除尘法、高效静电除尘法，其中布袋除尘技术占比最高，为 44%，电袋复合除尘法、高效静电除尘法占比分别为 22%、11%；VOCs 治理技术均为活性炭吸附。

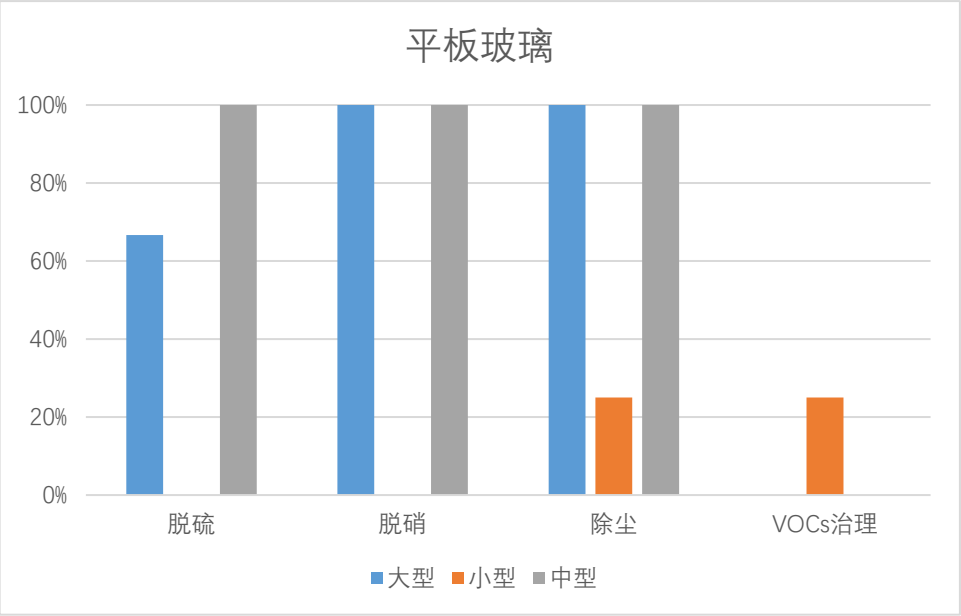


图 3.4-2 不同平板玻璃制造企业治理设施安装情况

3.4.2 日用玻璃制品制造

四川省共 24 家日用玻璃制品制造企业，其中大型企业 4 家，中型企业 6 家、小型企业 14 家。不同企业治理设施安装情况结果见图 3.4-3，大、中型企业脱硫、脱硝、除尘治理设施安装情况优于小型企业，大、中型企业脱硫、脱硝、除尘安装率均在 50%及以上，中型企业除尘设施安装达 100%，小型企业所有污染物治理设施安装率均在 30%以下，且均未安装脱硝治理设施。大型企业均未安装 VOCs 治理设施，中小型治

理设施安装率分别为 25%、29%。

日用玻璃制造企业脱硫、脱硝、除尘、VOCs 治理设施安装率分别为 33%、29%、50%、21%，脱硫工艺以氨法、双碱法、石灰石/石灰-石膏法为主，占比分别为 38%、38%、13%；脱硝工艺均为选择性催化还原法；除尘工艺主要为布袋除尘和普通静电除尘，占比分别为 92%和 8%；VOCs 治理工艺均为吸附法。

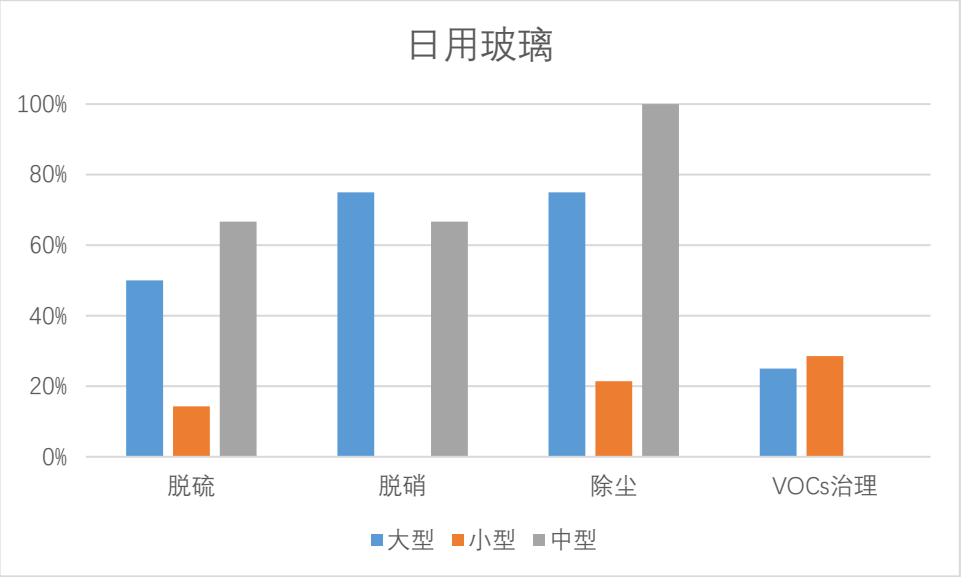


图 3.4-3 不同日用玻璃制造企业治理设施安装情况

3.4.3 玻璃纤维及制品制造

四川省共 29 家玻璃纤维及制品制造企业，其中大型企业 3 家，中型企业 9 家、小型企业 17 家。不同企业治理设施安装情况结果见图 3.4-4，大、中型企业脱硫、脱硝、除尘治理设施安装情况优于小型企业，大、中型企业脱硫、脱硝、除尘设施安装率均在 65%以上，其中大型企业脱硝和除尘治理设施安装率均为 100%，小型企业均未安装脱硫治理设施，脱硝治理设施安装率仅为 6%。所有大、中型企业均未安装 VOCs 治理设施，小型企业安装率仅为 18%。

玻璃纤维及制品制造企业脱硫、脱硝、除尘、VOCs 治理设施安装率分别为 31%、38%、69%、10%，脱硫工艺包括石灰石/石灰-石膏法、氨法、其他脱硫工艺，占比分别为 56%、11%、33%；脱硝工艺包括选择性非催化还原法、选择性催化还原法、高效低氮燃烧器、其它脱硝技术，占比分别为 45%、18%、9%、27%；除尘工艺包括布袋除尘法、单筒旋风除尘法、湿法除尘法、重力沉降法和其它除尘技术，占比分

别为 70%、10%、5%、5%、10%；VOCs 治理工艺主要有吸收法和等离子体技术，占比均为 34%。

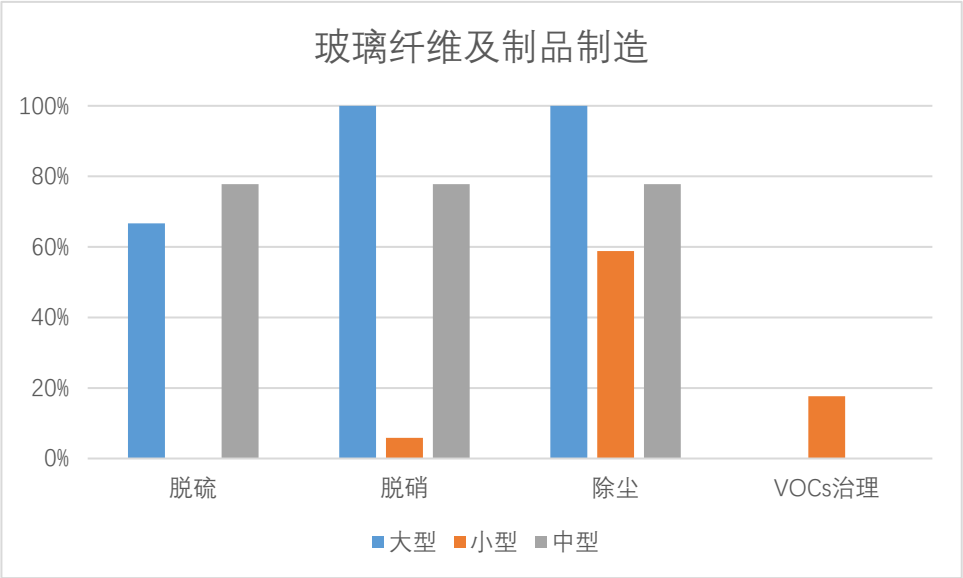


图 3.4-4 不同玻璃纤维及制品制造企业治理设施安装情况

3.4.4 其它玻璃制品制造

四川省共 329 家其它玻璃制品制造企业，其中大型企业 12 家，中型企业 48 家、小型企业 269 家。不同企业治理设施安装情况结果见图 3.4-5，大、中型企业脱硫、脱硝、除尘治理设施安装情况优于小型企业，大、中型企业除尘设施安装率均在 60%以上，脱硝设施安装率均在 40%以上，不同企业脱硫设施安装率均在 25%以下，VOCs 治理设施安装率在 21%~42%之间。

其它玻璃制品制造企业脱硫、脱硝、除尘、VOCs 治理设施安装率分别为 7%、13%、41%、36%，脱硫工艺主要包括烟气循环流化床法、氧化镁法、石灰石/石灰-石膏法、双碱法、氨法等，其中双碱法和石灰石/石灰-石膏法占比最高分别为 32%、27%，其它工艺占比均为 5%；脱硝工艺主要为选择性催化还原法、选择性非催化还原法、普通低氮燃烧器，占比分别为 51%、28%、2%；除尘工艺主要包括布袋除尘、湿法除尘、重力沉降、旋风除尘等，其中布袋除尘和湿法除尘占比最高分别为 46%、25%；VOCs 治理工艺主要包括热力燃烧法、吸附法、冷凝法、光催化降解法、等离子体技术、吸收法、水封等工艺，其中吸附法和光催化降解法占比最高，分别为 72%、9%。

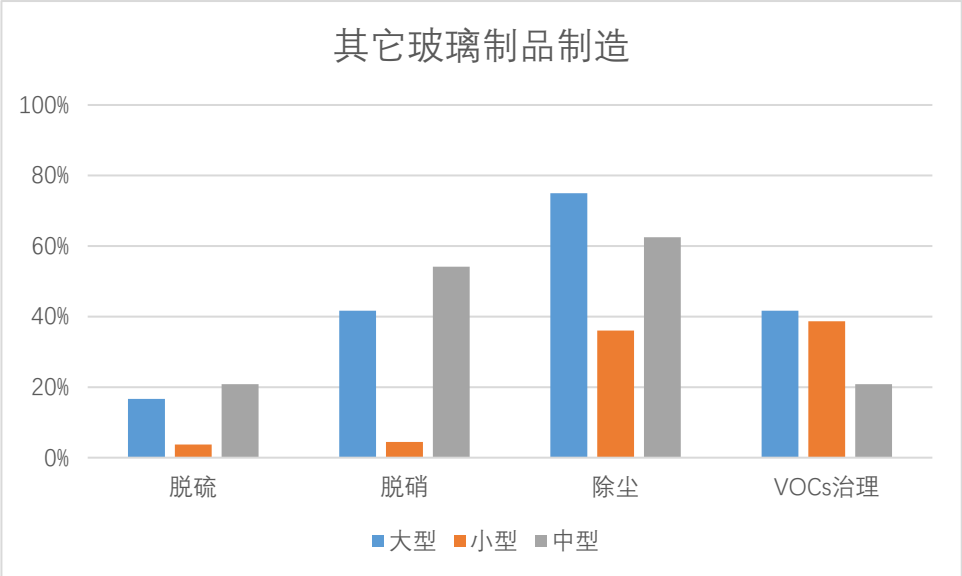


图 3.4-5 其它玻璃制造企业治理设施安装情况

3.5 污染排放情况

2020 年四川省玻璃企业污染物排放情况见表 3.4-1。由表可得，各污染物排放基本以大型企业为主。全省玻璃行业 SO_2、NOx、VOCs、$PM_{2.5}$、PM_{10} 总排放量分别为 1.12 万吨、1.46 万吨、0.41 万吨、1.35 万吨和 1.42 万吨，大型企业排放量较高，占比分别为 78.5%、72.1%、69.0%、72.4%、72.3%，应加大大型企业污染物治理力度。

不同城市玻璃企业污染物排放情况如表 3.4-2。成都、德阳、泸州、宜宾排放量较高，其中成都市各污染物排放占比均在 36%以上，德阳市除颗粒物、CO 排放占比较低以外，其余污染物占比在 10.1%~21%之间，泸州市除 CO 以外，其余污染物排放占比均在 10%以上，宜宾市颗粒物排放占比均在 17%左右，达州市 CO 排放占比仅次于成都，为 49.2%，资阳市 VOCs 排放量占比为 11.7%，其余城市各污染排放占比均在 10%以下。

表 3.4-1 2020 年四川省玻璃企业污染物排放情况

企业类型	SO_2		NOx		CO		VOCs		$PM_{2.5}$		PM_{10}	
	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比
小型	450.0	4.0%	1542.0	10.5%	5.5	0.1%	546.6	13.2%	1587.5	11.7%	1668.3	11.7%
中型	1956	17.5	2538.	17.4	1878	50.6	735.	17.8	2142	15.8	2272.	16.0

企业类型	SO_2		NOx		CO		VOCs		$PM_{2.5}$		PM_{10}	
	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比	年排放量（t）	百分占比
	.7	%	0	%	.8	%	9	%	.6	%	1	%
大型	8802.8	78.5%	10541.7	72.1%	1826.2	49.2%	2854.6	69.0%	9798.1	72.4%	10278.5	72.3%
合计	11209.4		14621.7		3710.5		4137.2		13528.2		14218.9	
在全省总排放量占比	4.9%		2.5%		0.1%		0.8%		3.8%		1.7%	

表 3.4-2 2020 年四川省不同城市玻璃企业污染物排放情况（t/a）

地区(市、州)	SO_2	NOx	CO	VOCs	$PM_{2.5}$	PM_{10}
成都市	4634.6	7171.8	1882.7	1505.8	7571.4	7755.0
德阳市	2002.0	3075.7	1.0	415.9	142.8	146.7
泸州市	2316.4	1477.4	0.5	627.4	1729.2	1804.6
内江市	891.1	963.8	0.0	428.8	523.7	571.0
乐山市	4.7	40.2	0.0	12.2	25.9	29.6
绵阳市	26.3	15.9	0.0	102.8	187.1	440.6
自贡市	3.0	8.5	0.0	0.6	8.7	10.8
眉山市	31.0	162.5	0.1	19.7	120.8	126.1
宜宾市	913.5	431.1	0.1	220.0	2419.7	2461.3
南充市	26.4	217.8	0.0	40.6	19.4	20.9
遂宁市	195.4	892.3	0.0	96.0	239.8	244.5
达州市	23.0	30.5	1826.1	157.7	25.9	30.2
雅安市	0.7	5.7	0.0	0.8	5.6	5.8
资阳市	0.2	2.0	0.0	482.0	445.6	506.4
广元市	9.2	71.7	0.0	8.8	8.5	9.0
巴中市	0.9	9.9	0.0	1.4	5.0	5.0
广安市	128.0	19.2	0.0	13.0	32.3	33.9
攀枝花市	1.9	16.2	0.0	2.2	16.4	17.2
凉山彝族自治州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3
阿坝藏族羌族自治州	1.1	9.4	0.0	1.3	0.1	0.1

2020 年四川省不同玻璃行业污染物排放情况见表 3.4-3。四川省玻璃企业污染物排放量较大的行业有平板玻璃制造、玻璃包装容器制造、特种玻璃制造、玻璃纤维及制品制造等，其余行业污染物排放占比均低于 2%。平板玻璃行业颗粒物排放量占全省玻璃总排放量的 60%以上，其余污染物排放占比为 0.1%-58%。玻璃包装容器制造、特种玻璃制造行业，污染物排放占比分别为 0.0%-37.7%，0%-13.7%。玻璃纤维

及制品制造行业 CO、VOC 排放量较高，占比分别为 99.9%和 14.0%。

表 3.4-3　2020 年四川省玻璃行业污染物排放情况（t/a）

行业分类	SO_2	NOx	CO	VOCs	$PM_{2.5}$	PM_{10}
平板玻璃制造	6505.1	5778.4	3.3	1563.2	8455.2	8594.8
特种玻璃制造	187.0	1519.8	0.0	424.9	1633.5	1952.7
玻璃包装容器制造	2960.1	5518.2	0.6	709.2	1676.1	1785.3
其他玻璃制品制造	39.7	238.3	0.0	48.8	172.5	184.3
日用玻璃制品制造	1250.4	616.7	0.0	726.9	511.7	579.9
其他玻璃制造	39.0	28.0	0.7	13.9	6.9	7.3
玻璃仪器制造	117.1	71.3	0.0	34.5	2.5	2.7
玻璃保温容器制造	2.0	16.8	0.0	2.3	2.2	4.7
光学玻璃制造	5.6	48.4	0.1	8.1	26.4	27.3
技术玻璃制品制造	12.5	108.6	0.0	11.1	79.2	83.1
玻璃纤维及制品制造	75.2	630.6	3705.0	577.8	934.3	967.4
玻璃纤维增强塑料制品制造	15.6	46.5	0.7	16.5	27.7	29.2

4、国内外排放标准调研

4.1 国外标准

（1）美国

美国的大气污染物排放标准体系比较复杂，包括排放指南（Emission Guidance）、州实施计划（State Implementation Plan）、新建固定污染源排放标准（New Source Performance Standard）和全国有害大气污染物排放标准（National Emission Standard for Hazardous Air Pollutants）。如表 4.1-1，平板玻璃排放限值在以下标准中均有要求：一是针对常规污染物的新源标准（NSPS），其中 40 CFR Part 60 Subpart CC（1989 年修订）为玻璃工业；二是针对 189 种空气毒物的危险空气污染物标准（NESHAP），其中 40 CFR Part 63 Subpart SSSSSS（2007 年修订）为玻璃工业。两个排放标准均适用于熔窑设计规模 4.55 t/d 及以上的容器玻璃、平板玻璃、玻璃纤维和电子显示器玻璃等。NSPS 标准控制的常规污染物包括颗粒物 PM、SO_2、NOx，NESHAP 标准控制的大气污染物包括 PM、HAP（As、Cd、Cr、Pb、Mn、Ni）。美国玻璃熔窑使用的燃料一般为气或油，对平板玻璃熔窑而言，NSPS 标准中不同燃料的 PM 排放限值一致，均为 0.225 g/kg 玻璃。NESHAP

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/576034150144010205