

附件3

《日用玻璃工业污染物排放标准》

(二次征求意见稿)

编制说明

《日用玻璃工业污染物排放标准》编制组

2015年11月

项目名称：玻璃工业污染物排放标准——容器玻璃

项目统一编号：385

承担单位：中国轻工业清洁生产中心、中国环境科学研究院、中国日用玻璃协会、中国建材国际工程集团有限公司（蚌埠玻璃工业设计研究院）

编制组主要成员：孙晓峰、李晓倩、赵万帮、张国宁、刘建平、陆少锋、张琳、王靖、魏玉霞、赵国华

目 录

1	项目背景.....	25
1.1	任务来源.....	25
1.2	工作过程.....	25
2	行业概况.....	26
2.1	日用玻璃行业在我国的发展概况.....	26
2.2	日用玻璃行业在其他国家和地区发展概况.....	29
3	标准制订的必要性分析.....	30
3.1	国家及环保主管部门的相关要求.....	31
3.2	行业发展带来的主要环境问题.....	31
3.3	行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展.....	31
3.4	现行环保标准存在的主要问题.....	32
4	日用玻璃行业产排污情况分析.....	33
4.1	行业主要生产工艺.....	33
4.2	主要污染物分析.....	35
4.3	行业排污现状.....	36
5	日用玻璃行业污染控制技术分析.....	37
5.1	大气污染物控制技术.....	37
5.2	水污染物控制技术.....	41
6	标准主要技术内容.....	42
6.1	标准适用范围.....	42
6.2	标准制订原则.....	43
6.3	标准结构框架.....	43
6.4	术语和定义.....	43
6.5	污染物项目的选择.....	43
7	污染物排放限值的确定及制定依据.....	43
7.1	水污染物排放标准制定依据.....	43
7.2	大气污染物排放标准制定依据.....	45
8	主要国家、地区及国际组织相关标准研究.....	51
8.1	国外标准研究.....	51
8.2	本标准与现行标准及其他行业污染物排放标准对比.....	51
9	实施本标准的环境效益及经济技术分析.....	54
9.1	实施本标准的环境（减排）效益.....	54
9.2	技术经济分析.....	54
附 1 (A)	我国日用玻璃工业大气污染排放调查数据.....	55
附 1 (B)	我国日用玻璃工业水污染排放调查数据.....	56

《日用玻璃工业污染物排放标准》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

根据国家《“十一五”国家环境保护标准规划》（环发〔2006〕20号），为推进环境执法和监督管理工作实现科学化、法制化和规范化，进一步健全环境保护法规，完善环境保护技术法规和标准体系，“十一五”期间将“…加大制定行业型污染物排放标准工作的力度，完成钢铁、煤炭、火力发电、农药、有色金属、建材、制药、石化、化工、石油天然气、机械、纺织印染等重点行业污染物排放标准制修订工作，增加行业型排放标准覆盖面，逐步缩小通用型污染物排放标准适用范围…”。

根据《“十一五”国家环境保护标准规划》，玻璃工业污染物排放标准体系分为五项标准：

- 玻璃工业污染物排放标准—平板玻璃
- 玻璃工业污染物排放标准—电子玻璃
- 玻璃工业污染物排放标准—容器玻璃
- 玻璃工业污染物排放标准—玻璃纤维及制品
- 玻璃工业污染物排放标准—矿棉

2007年6月，原国家环境保护总局向中国环境科学研究院标准所下达了制订《玻璃工业污染物排放标准—容器玻璃》（原下达计划名字）的标准制订计划，标准项目编号385。计划下达后，环境标准研究所联合中国轻工业清洁生产中心、中国日用玻璃协会、中国建材国际工程集团有限公司（蚌埠玻璃工业设计研究院），共同组成《日用玻璃工业污染物排放标准》编制组。

1.2 工作过程

1.2.1 成立编制组

2008年初环境标准研究所联合蚌埠玻璃设计研究院、中国轻工业清洁生产中心和中国日用玻璃协会，成立了《日用玻璃工业污染物排放标准》编制组。

1.2.2 函调及现场考察

编制组成立后，开展了对国外生产技术、污染治理和生产发展趋势资料的收集、整理；在此基础上，还深入容器玻璃生产企业进行了实地调查，收集了相关数据。

编制组前往秦皇岛方圆玻璃有限公司和安徽蚌埠的四家日用玻璃企业进行了实地调查，对日用玻璃生产工艺、产生的主要污染物及产物环节有了深刻的了解。

为了对全国的日用玻璃企业的产排污情况有全面详细的了解，编制组对我国容器玻璃工业企业开展了函调，进行函调的企业共70家，主要有：北京格雷海姆玻璃制品有限公司、上海澳联玻璃有限公司、秦皇岛索坤日用玻璃有限公司、秦皇岛市方圆玻璃有限公司、河北辛集天玉玻璃有限公司、献县沧顺实业有限公司、河南巨力玻璃有限公司、河南华兴玻璃有限公司、安丘安泰玻璃有限公司、泰山生力源集团玻璃有限公司、山东省联兴玻璃股份有限公司、烟台新中萃玻璃包装有限公司、华鹏玻璃（菏泽）有限公司、山东华鹏玻璃股份有限公司、青岛广源发集团平度玻璃有限公司、山东景耀玻璃（集团）有限公司、烟台张裕玻璃制品有限公司、山东省药用玻璃股份有限公司、青岛崂山玻璃有限公司、武汉欧文斯玻璃容器有限公司、四川蜀玻（集团）有限责任公司、四川省长宁县佳美玻璃制品有限公司、四川省宜宾环球集团有限公司、四川天马玻璃有限公司、四川什邡蓝海玻璃制品有限公司、四川省犍为合盛玻业有限责任公司、成都东方玻璃有限公司、重庆东阳玻璃有限公司、徐州

荣昌玻璃制品有限责任公司、宿迁蓝色玻璃精品有限公司、无锡华众玻璃有限公司、广东华兴玻璃有限公司、广东澳联玻璃有限公司、深圳华晶玻璃瓶有限公司、湛江圣华玻璃容器有限公司、佛山市南海区东方玻璃有限公司、安徽发强玻璃有限责任公司、蚌埠市鑫民玻璃有限公司、芜湖天健玻璃有限公司、莆田市日晶玻璃制品有限公司、青岛北汇玻璃有限公司、安徽德力玻璃器皿有限公司、凤阳金星实业有限公司、北京鹿牌都市生活用品有限公司、德清县杭翔玻璃制品有限公司、蚌埠市珠城玻璃工艺品有限公司、蚌埠市飞翔保温瓶厂、重庆星源玻璃器皿有限责任公司、金辉玻璃器皿(深圳)有限公司、重庆市合川富源玻璃器皿厂、深圳大合耐热玻璃器皿厂、闻喜县新达玻璃器皿有限公司、沧州兴达玻璃器皿制造有限公司、江门市春之晖日用品有限公司、亚德利玻璃(珠海)有限公司、沈阳市晶心盏玻璃器皿有限公司、安徽金桥玻璃器皿有限公司、凤阳华众玻璃有限公司、安庆市玻璃有限责任公司、德州晶华集团有限公司、济南力诺玻璃制品有限公司、石家庄华莹玻璃制品有限公司、蚌埠市新黄山玻璃制品有限公司、蚌埠市金辉玻璃制品有限公司、蚌埠华光鲲鹏玻璃厂、蚌埠富世日用制品有限公司、凤阳金威保温容器有限公司、蚌埠市龙宇保温容器有限公司、蚌埠市蓝天保温瓶厂、蚌埠市白云保温瓶厂。

1.2.3 开题论证

2010年1月22日,环境保护部科技标准司在北京主持召开了标准开题报告论证会,参加会议的有环保部科技司、污防司、评估中心、北京市劳动保护科学研究所、中国环境科学研究院、中国日用玻璃协会、中国建材国际工程有限公司、安徽省第一轻工业学校、安徽德力玻璃有限公司专家代表,对标准的适用范围、名称、主要污染源和污染物等提出了修改意见,由于日用玻璃生产工艺复杂、产品种类众多,各专家建议对行业污染和控制情况进行详细分析,加强调研并听取行业专家意见。按专家意见要求,将《玻璃工业污染物排放标准—容器玻璃》改为《日用玻璃工业污染物排放标准》。

1.2.4 论证后修改补充

根据开题报告论证会纪要要求,编制组针对增加大气和水污染物排放控制管理进行函调,对重点企业进行现场调查,并收集国内外相关资料,咨询专家意见等。在此基础上修改补充完善了《日用玻璃工业污染物排放标准》(征求意见稿)及编制说明。并将修改后的《日用玻璃工业污染物排放标准》(征求意见稿)及编制说明发至重点企业征集意见。

1.2.5 完成征求意见稿及编制说明,公开征求意见

标准编制组考虑生产工艺及污染控制技术,参考国内外相关排放标准确定排放限值,于2011年3月完成了《日用玻璃工业污染物排放标准》(征求意见稿)的编制工作。2011年4月12日,环境保护部发布办公厅函(环办函[2011]381号),对《日用玻璃工业污染物排放标准》(征求意见稿)及其编制说明进行广泛公开征求意见。

2 行业概况

2.1 日用玻璃行业在我国的发展概况

日用玻璃工业在我国国民经济中属于传统民生经济产业,具有悠久历史,与人民日常生活和下游产业的发展密切相关,是国民经济发展中不可或缺的重要产业。按照我国现行国民经济行业分类标准,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。

我国日用玻璃工业具有天然矿物资源消耗大、能耗高、生产过程中有污染,企业规模小、数量多、产业集中度低等基本特征。日用玻璃生产过程是以煤、重油、天然气、电等为能源形式,以石英砂等矿物原料为主,纯碱等化工原料为辅,在窑炉中经1400℃以上高温熔化、澄清、均化、冷却,经成型、退火等设备加工成最终产品。

日用玻璃制品主要包括:各类实验室及医用玻璃器皿、玻璃仪器、玻璃量器、玻璃烧器、

太阳能玻璃管、各类包装用玻璃瓶罐、日用及家用玻璃器皿、玻璃杯、玻璃餐具、酒具、水具、玻璃工艺品、玻璃装饰品、各类玻璃保温瓶胆及玻璃保温瓶等。

2.1.1 产品产量及主要经济指标情况

根据国家统计局月度统计快报对日用玻璃制品及玻璃包装容器规模以上工业法人企业统计，2014年日用玻璃制品及玻璃包装容器产量2799.86万吨，累计同比增长8.23%。

近十年我国日用玻璃制品及玻璃包装容器产量见图1。

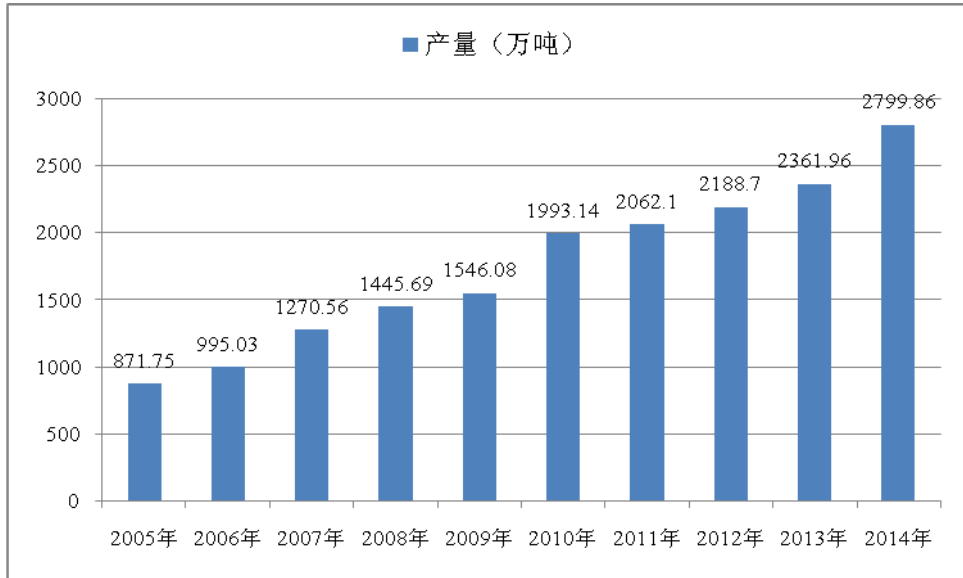


图1 2005-2014 我国日用玻璃制品及玻璃包装容器产量

日用玻璃制品及玻璃包装容器产量在100万吨以上的地区有：四川省483.02万吨、山东省443.69万吨、河南省276.24万吨、湖北省229.43万吨、河北省169.38万吨、安徽省122.89万吨、黑龙江省121.01万吨、广东省118.18万吨、江苏省110万吨。以上九省产量占全国总产量的74.1%。

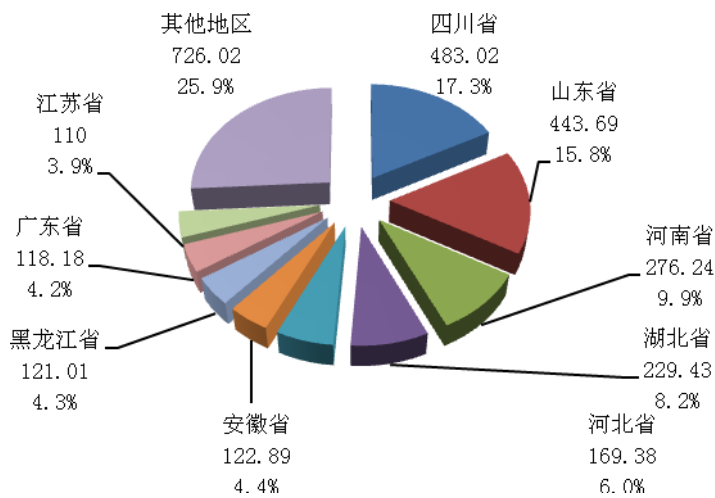


图2 日用玻璃制品及玻璃包装容器产区分布

根据国家统计局月度统计快报对玻璃保温容器规模以上工业法人企业统计，2014年玻璃保温容器产量40927万个，累计同比增长-9.90%。

近五年我国玻璃保温容器产量见图3。

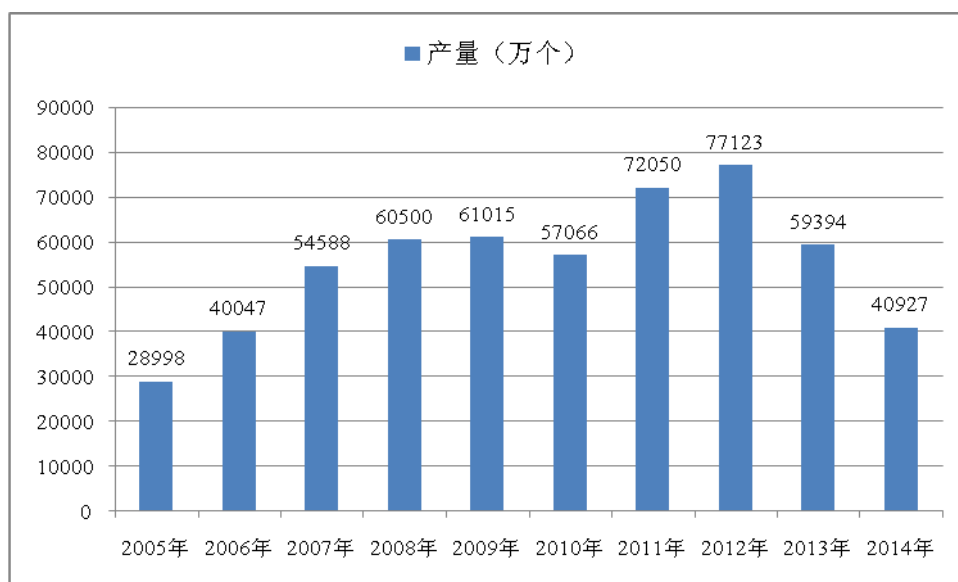


图3 2005-2014年我国玻璃保温容器产量

玻璃保温容器产量在4000万个以上的地区有：安徽省15972万个、湖南省10740万个。以上二省产量占全国总产量的65.27%。

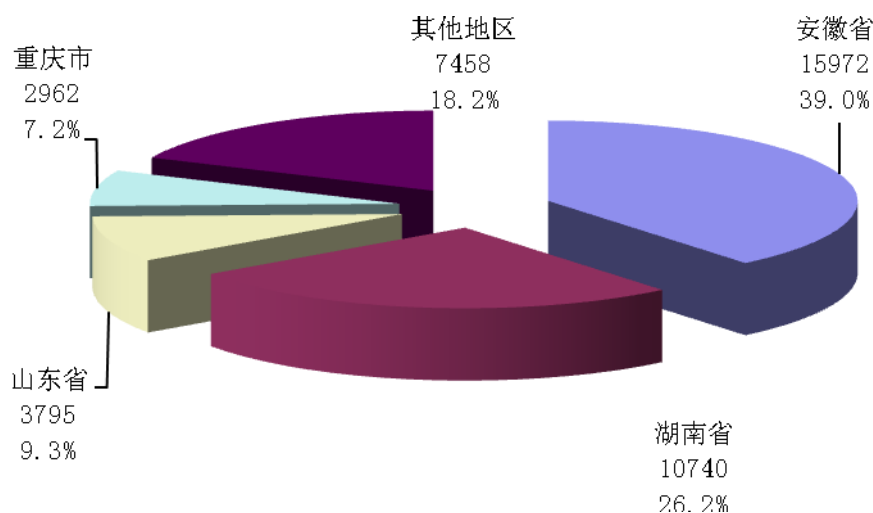


图4 2014年我国保温容器主要产区分布

2014年1-12月份，玻璃制品制造业主营业务收入1660.91亿元，累计同比增长9.74%；主营业务成本1421.83亿元，累计同比增长10.89%；利润总额164.39亿元，累计同比增长6.55%，其中：实现利润104.16亿元，累计同比增长4.76%；主营业务收入利润率6.27%，比上年下降0.37个百分点。

2.1.2 进出口情况

根据海关进出口统计数据，2014年1-12月，重点跟踪的日用玻璃行业22类主要产品累计进出口总额55.92亿美元。其中：出口额52.73亿美元，累计同比增长-17.27%；进口额3.19亿美元，累计同比增长5.22%。

表1 2014年1-12月累计出口统计

项目	单位	出口量	同比增长%	出口额 (万美元)	同比增长%
日用玻璃				527292.87	-17.27
其中：玻璃瓶罐	吨	1311814	2.71	121132.81	10.51
玻璃器皿	吨	1484498	-7.69	356980.04	-25.75
玻璃保温瓶胆	万个	2943	-10.52	2208.25	-13.11
玻璃内胆制的保温瓶	万个	11083	3.27	31366.95	6.73
玻璃仪器	吨	65356	-2.31	15604.81	3.38

表 2 2014 年 1-12 月累计进口统计

项 目	单 位	进 口 量	同 比 增 长 %	进 口 额 (万 美 元)	同 比 增 长 %
日用玻璃				31866.58	5.22
其中：玻璃瓶罐	吨	18417	7.52	5592.54	5.58
玻璃器皿	吨	46275	4.45	17916.73	7.88
玻璃保温瓶胆	万个	414.23	32.39	397.36	31.47
玻璃内胆制的保温瓶	万个	30.78	33.46	304.17	21.77
玻璃仪器	吨	16234	-2.50	7655.78	-2.23

2.1.3 工艺水平和技术装备情况

近年日用玻璃企业技术改造力度有所加强，技术进步水平有所提高，投资力度加大和规模化，促进了行业的发展。2004 年以来，行业初步改变了原有的小投资、小规模、短期限经营行为，许多企业在新建、改建的项目中，突出节能降耗，优化窑炉结构设计，采用先进的窑炉设备和筑炉材料以及热工参数控制系统，生产线的配置更趋合理，投资规模化、窑炉大型化、一窑多线多模腔成为主流，以此降低产品单耗，提高窑炉出料量。根据协会对部分企业新建、改建窑炉项目的了解，燃煤玻璃瓶罐生产企业的窑炉熔化面积一般在 80 平米以上，熔化率超过 $2t/d \cdot m^2$ 。企业装备水平有程度不同的改善，生产效率有所提高，国产八组双滴料行列式制瓶机技术已趋成熟，可实现电子定时控制、电子伺服供料、电子分料及电子拔瓶等，器皿生产吹制和压制机械的机电一体化水平有所提高。

行业技术进步虽有所提升，但进展缓慢，技术开发和应用水平企业间差距较大。大多数企业生产工艺水平和装备水平不高，能源消耗大，尤其是瓶罐轻量化技术受工艺水平和装备等因素的限制发展滞后，行业节能、环保方面的投入不足。

2.1.4 日用玻璃企业的燃料结构

日用玻璃制造方法因玻璃种类、用途、质量和生产量而不同，但基本包括原料制备、熔制、成形、退火等一系列工序，这些生产过程需消耗大量的能源，其中：玻璃熔制过程中，窑炉的能耗约占整个产品综合能耗的 70% 左右。

目前，我国日用玻璃工业大多采用煤（发生炉煤气）、重油、天然气、电等作为窑炉的能源，其中使用发生炉煤气玻璃窑炉数量约占总量的 1/2。各种能源从使用效果看，各有其特点。我国煤炭资源最为丰富，应用最为广泛，在现行的能源价格体系下，具有非常明显价格优势。发生炉煤气的热值低、燃烧状态难以控制，煤的储运和煤气制备过程产生污水和煤气泄露及生产过程中排放的粉尘、 CO_2 、 SO_2 、 NO_x 等都会对环境造成污染。重油具有热值高、易控制、热能利用率高的优点，但燃烧产生的烟气，如不经处理直接排放，烟气中的粉尘和二氧化硫含量，很难达到国家规定的排放标准。天然气同样具有热值高、易控制的特点，但燃烧的火焰黑度较低，传热效果稍差，热能利用率比重油稍低。天然气是一种清洁能源，燃烧产生的烟气对环境的污染小。我国石油、天然气资源比重较低，价格较高，东部沿海地区大型玻璃企业以重油为燃料较多，受天然气供应能力与价格的影响，仅在四川、重庆等西部地区及西气东输沿线地区的部分玻璃企业使用天然气。全电熔炉在人工制玻璃器皿及对熔化质量要求高、特殊难熔玻璃及产品附加值较高的企业中应用较多，但全电熔炉一般熔化面积较小，比较适应多品种、小批量生产方式。大型玻璃熔窑一般增加电助熔装置，以提高玻璃熔化质量和降低能源成本。除玻璃熔制外，在玻璃成形、退火等生产工序和辅助设备中，以电能消耗为主。出于降低能源成本的考虑，少部分以重油为燃料的企业改用煤焦油。煤焦油虽与重油性能相近，可满足熔化需求，且价格低于重油，但煤焦油是煤化工深加工的重要原料，可提炼多种高附加值的物质，用作燃料国家在经济上并不合算。煤焦油含有多种有机物，其中有些属致癌物，对环境的污染比重油还严重。以人工吹制玻璃器皿和玻璃工艺品的企业采用燃煤坩埚圆盘炉较多。

2.2 日用玻璃行业在其他国家和地区发展概况

欧洲是世界上日用玻璃产量最大的地区，近几年产量一直处于平稳状态，每年的产量相差不多，据欧洲玻璃容器协会统计 2008 年玻璃容器产量超过 2226.6 万吨，比 2007 年略有下降，其中产量位于前三位的是德国、法国和意大利，三个国家的产量占到欧盟总产量的 51%，有企业 140 多家，欧洲也是碎玻璃回收利用率最高的地区，玻璃容器的回收率达到 62%。

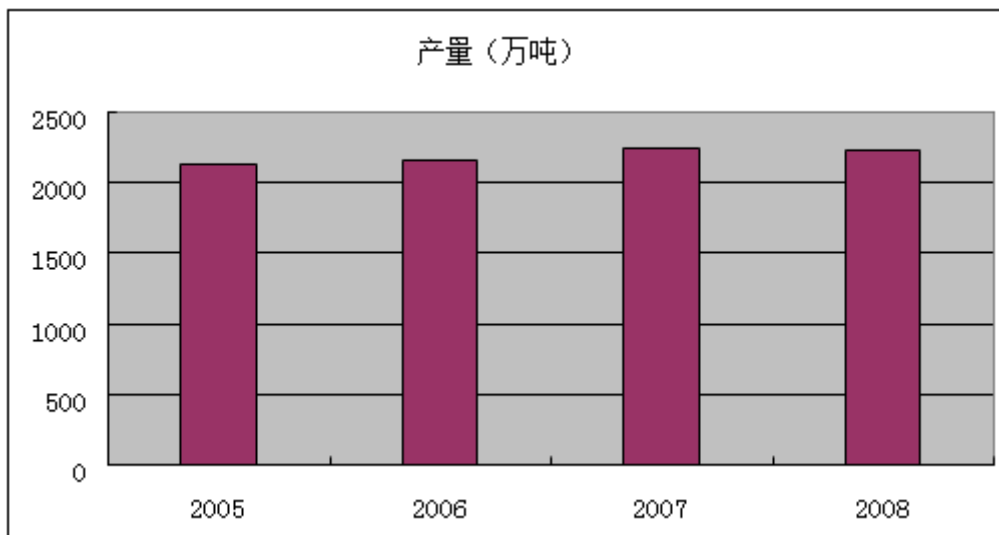


图 5 欧洲 2005-2008 年玻璃容器产量

美国 2008 年玻璃容器产量为 340.9 亿只，年产量约 1 000 万 t，占美国玻璃总产量的 50%，产业高度集中化，O-I、BALL、FOSTER 和 CANADIAN CONSUMER GLASS PACKAGING Co. 等 4 家公司就占据了美国 95% 的市场份额，美国碎玻璃回收率比欧洲低，为 30% 左右。

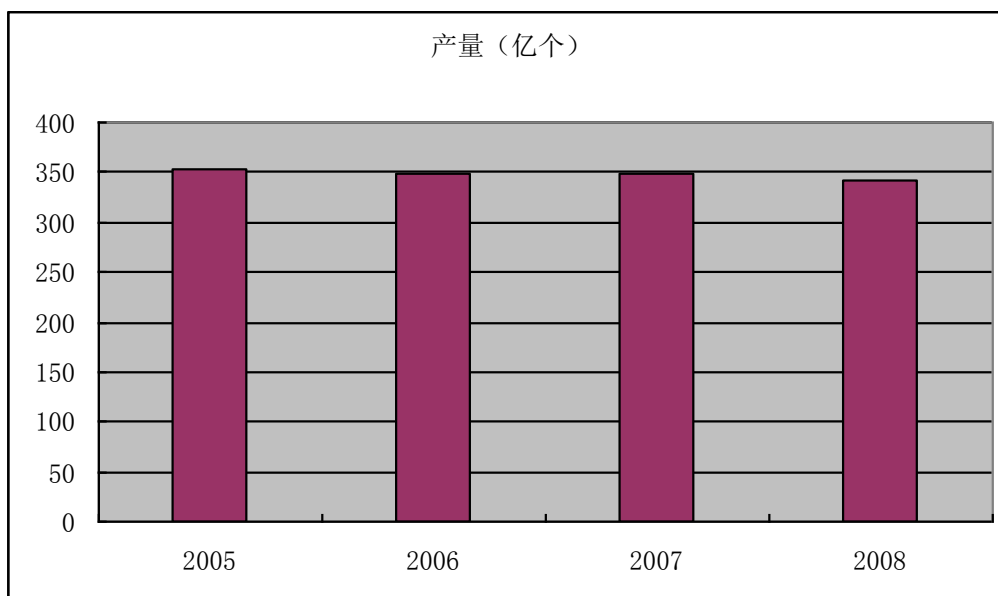


图 6 美国玻璃容器 2005-2008 年产量

目前，美国和欧盟的日用玻璃企业使用的燃料主要为重油、天然气和电能。

目前，世界玻璃容器制造技术的发展方向是节约能源、提高熔化质量和延长窑炉使用年限。节约能源一般从两方面出发，一是技术设备上的改进与革新，一是提高碎玻璃的使用率。

3 标准制订的必要性分析

3.1 国家及环保主管部门的相关要求

(1) 《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中的要求

面对日趋强化的资源环境约束，必须增强危机意识，树立绿色、低碳发展理念，以节能减排为重点，健全激励与约束机制，加快构建资源节约、环境友好的生产方式和消费模式，增强可持续发展能力，提高生态文明水平。

《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》提出，“十二五”期间国家对化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物四种主要污染物实施排放总量控制。

《国家环境保护“十二五”规划》提出，二氧化硫排放总量削减8%，氮氧化物总量削减10%。

此外，国家环境保护标准改革和调整的总体思路是工业污染物排放标准逐步实现分行业制定，扩大行业性工业污染物排放标准的适用范围，增强污染物排放标准对行业的针对性。基于此形势下环境管理的需要，原国家环境保护总局在《关于印发〈“十一五”国家环境保护标准规划〉的通知》（环发[2006]20号）中下达了有关《玻璃工业污染物排放标准》的制订计划。

3.2 行业发展带来的主要环境问题

随着日用玻璃行业的快速发展，如果不对其污染物排放进行控制，其污染物排放总量将日益增加，对环境的危害也将日益增加。根据对日用玻璃企业的调研，目前仅少数大型企业安装了除尘、脱硫脱硝装置，占企业中大多数的中小型企业其废气均不经处理直接排放。近年来，众多日用玻璃企业因超标排放被相关管理部分处罚。¹

根据日用玻璃工业产排污系数估算，2014年日用玻璃制品烟尘的排放量约为4.2万吨，二氧化硫排放量约为8.4万吨，氮氧化物约为12.6万吨。

表3 2014年日用玻璃行业主要大气污染物排放量

主要污染物	排放量（万吨）		占比
	全国（2013年）	日用玻璃	
二氧化硫	1835.2	8.4	4.58‰
氮氧化物	1545.6	12.6	8.15‰
烟（粉）尘	1094.6	4.2	3.84‰

为控制日用玻璃工业污染排放，推进行业污染治理，制定该工业污染物排放标准是必要的。

查阅欧盟玻璃行业BAT最佳可行技术指南文件，文中对容器玻璃的主要大气污染物排放量进行了统计，如表4所示：

表4 欧盟BAT最佳可行技术指南文件对容器玻璃熔炉排放量统计

污染物	容器玻璃熔炉			
	未安装二次处理设施		有二次处理设施	
	排放浓度 (mg/Nm ³)	吨产品排放量 (kg/t 熔融玻璃)	排放浓度 (mg/Nm ³)	吨产品排放量 (kg/t 熔融玻璃)
NO _x (NO ₂)	400-5000	0.6-11.7	<400	<0.74
SO _x (SO ₂)	100-4500	0.2-9.8	100-1637	0.2-3.4
颗粒物	40-800	0.1-1.9	1-32	0.002-0.22
氯化氢	5-62	0.01-0.12	7-30	0.01-0.07
氟化物	1-70	<0.16	<1-6	<0.02
金属	<1-16	<0.017	<1-3	<0.003

注：二次处理一般包括袋式除尘、脱硫、SCR脱硝等设施

3.3 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

根据《日用玻璃行业准入条件》文件，文中对日用玻璃的环境保护要求：

(一) 清洁生产

¹ 环保按日计罚玻璃厂缴48万。http://microreading.chinadaily.com.cn/hqsj/shbt/2015-04-17/content_13555925.html 等。

日用玻璃行业应符合清洁生产要求，不断采取改进设计，使用低硫含量的优质燃料，控制硫酸盐和硝酸盐原料的使用、禁止使用三氧化二砷、三氧化二锑、含铅、含氟、铬矿渣及其它有害原料，产品后加工工序应使用环保型颜料和制剂；采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头消减污染，提高资源利用效率。

（二）末端治理

1.主要污染物未达到当地排放标准和总量控制指标的新建或改扩建生产项目，必须对其主要污染物采取烟气脱硫除尘、外排废水处理等末端治理措施。废水原则上应自行处理或接入集中工业废水处理设施处理后达标排放，不得接入城镇污水处理系统。确需接入城镇污水处理系统的，必须报经城镇污水处理行业主管部门充分论证、领取《城市排水许可证》后方可接入。接入城镇污水处理系统的日用玻璃生产企业，其排放的废水污染物指标应达到集中污水处理厂或《污水排入城市下水道水质标准》规定的要求。

2.以发生炉煤气为主要燃料的新建或改扩建玻璃熔窑，必须在烟道上设置除尘或含有除尘的末端治理装置，以保证熔窑换向时烟气排放达到《工业熔窑大气污染物排放标准》（GB 9078）规定的限制要求。

3.新建或改扩建玻璃熔窑，应预留烟气脱硝治理设施场地。

（三）污染物在线检测

污水排放和熔窑烟气排放须设置自动在线检测系统，并与环保部门联网。

（四）对各项污染物排放进行控制，达到国家相应排放标准。

（五）新建或改扩建玻璃生产项目的环保设施必须与主体工程“三同时”（同设计、同施工和同时投入使用）

3.4 现行环保标准存在的主要问题

我国尚未针对日用玻璃工业制订专项国家污染物排放标准。按照环境标准管理办法的规定，未制订行业排放标准的行业应执行综合污染物排放标准。目前日用玻璃工业水污染物排放管理执行的是《污水综合排放标准》（GB 8978-1996），大气污染物排放管理执行的是《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996），但在这两项标准实施过程中，存在不少问题，表现在：

（1）综合性排放标准过于综合，缺乏行业针对性，可操作性较差

比如，现行标准中二氧化硫排放限值适用于燃煤（油）炉窑，但对于日用玻璃工业，熔窑的燃料主要包括：发生炉煤气、重油、天然气和石油焦粉，而且我国日用玻璃企业使用发生炉煤气的较多，其二氧化硫排放浓度限值应用于日用玻璃行业不太适合。

对于水污染物，《污水综合排放标准》中对于日用玻璃企业执行哪个项目的限值没有明确规定，所以对日用玻璃行业缺乏针对性，在标准上很难操作。例如，《污水综合排放标准》表4规定了56种第二类污染物最高允许排放浓度。但日用玻璃工业要执行哪些项目，标准没有明确规定。如果按此标准规定的原则，日用玻璃工业应执行“一切排污单位”或“其他排污单位”的项目和标准，这显然不符合日用玻璃工业的实际情况。可见，由于综合性排放标准缺乏行业针对性，在标准实施上很难操作。

（2）现行标准缺乏特征污染物控制项目，不利于行业污染物控制。

首先，现行标准没有针对氮氧化物做出规定，而日用玻璃工业属于高温熔制行业，热力学氮氧化物产生较多，氮氧化物的排放水平要高于电厂、水泥等工业，日用玻璃热力学氮氧化物排放集中在4~8kg/t，是日用玻璃工业氮氧化物的主要来源。

（3）现行标准发布实施距今十多年，技术内容与形势不适应，控制水平落后，对行业技术进步的促进作用不足。

《污水综合排放标准》和《工业炉窑大气污染物排放标准》都是1996年发布实施的，而近些年废气治理技术发展很快，象针对二氧化硫的处理，目前干法脱硫、半干法脱硫、湿法脱硫技术已较为成熟，在日用玻璃工业也有应用，且现行标准制定的限值较为宽松，不利

于日用玻璃工业的技术进步和环境保护。这十几年来，我国日用玻璃工业无论是生产规模还是生产工艺技术都有了质的飞跃，如果仍沿用老标准，不利于行业技术进步。

(4) 现行标准难以满足环境保护管理和执法工作的需要。

现行标准在污染物排放标准制订过程中，对排放控制水平的经济和技术成本、可行性分析不足，其科学性、系统性、协调性和可操作性尚待提高。为适应依法行政要求，贯彻《行政许可法》的立法精神，有必要专门制订污染物排放标准，规范对新建立和现有污染源的环境保护管理工作。

因此，有必要制订专门的日用玻璃工业污染物排放标准。本标准制订发布后，日用玻璃工业污染物排放管理按本标准执行，其水污染物排放不再执行《污水综合排放标准》，大气污染物排放也不再执行《工业炉窑大气污染物排放标准》。

4 日用玻璃行业产排污情况分析

4.1 行业主要生产工艺

日用玻璃行业主要包含玻璃仪器制造、日用玻璃制品及玻璃包装容器制造、玻璃保温容器制造等。其中，玻璃瓶罐和瓶胆生产工艺如图 7、图 8 所示。

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。

主要原料种类及来源见表 5。

表 5 日用玻璃原料种类及来源

原料	来源
SiO ₂	石英砂等；
B ₂ O ₃	硼砂 (NaB ₄ O ₇)、硼酸 (H ₃ BO ₃) 等；
Al ₂ O ₃	氧化铝 (Al ₂ O ₃)、氢氧化铝 (Al(OH) ₃) 长石等；
碱金属原料	纯碱 (Na ₂ CO ₃) 等；
碱土金属原料	方解石 (CaCO ₃)、白云石 (MgCO ₃ · CaCO ₃) 等；
澄清剂	白砒 (As ₂ O ₃)、氧化铋 (Sb ₂ O ₃)、硝酸盐、硫酸盐、氟化物、氯化物、氧化铈、铈盐等
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、铋化合物
脱色剂	化学脱色剂：硝酸钠、白砒和三氧化二铋、二氧化铈、卤素化合物 物理脱色剂：二氧化锰、硒、氧化钴、氧化钒、氧化镍
乳浊剂	氟化合物、磷酸盐、锡化合物、氧化砷和氧化铋
助熔剂	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、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。根据个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

熔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。

(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、压制成型、压吹成型、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。热装饰是把热衷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。

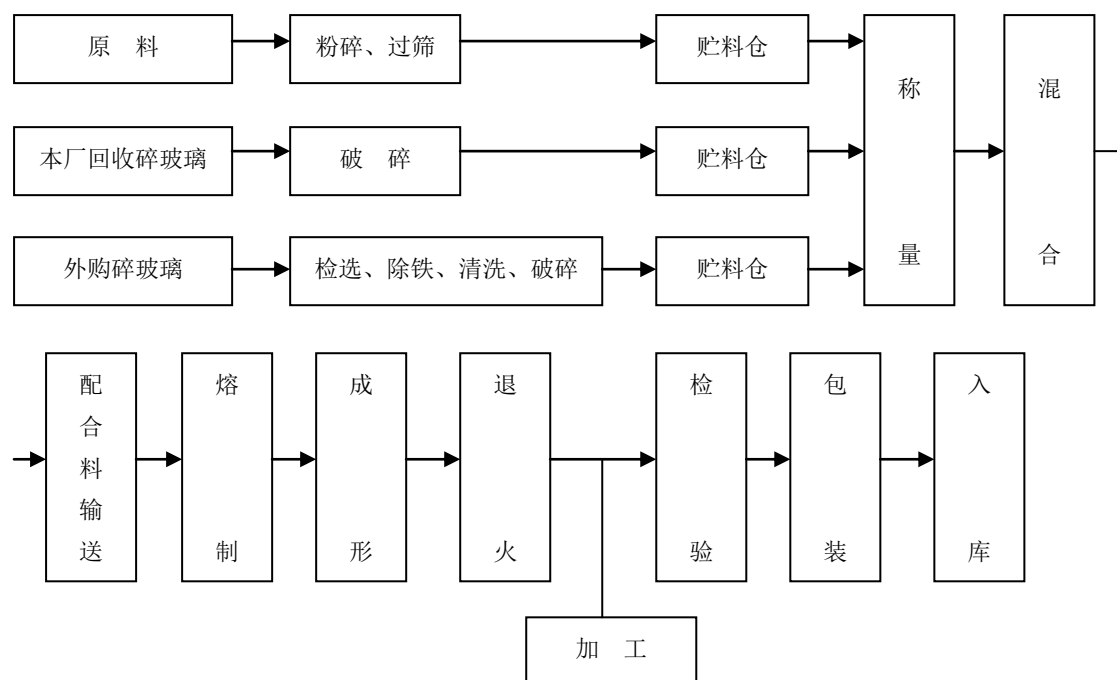


图7 玻璃瓶罐生产工艺

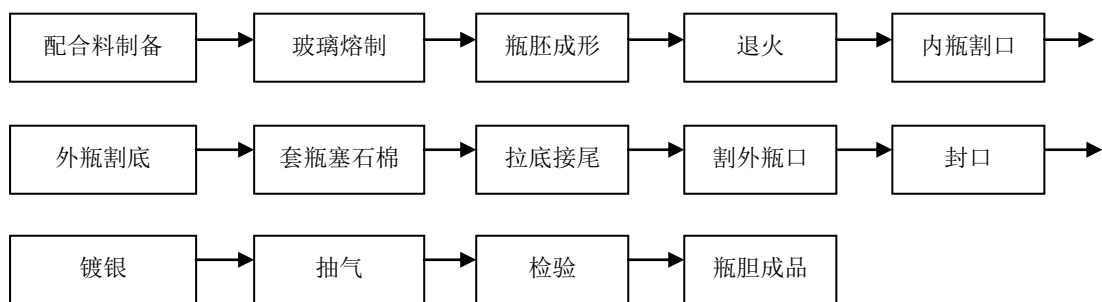


图8 瓶胆生产工艺

4.2 主要污染物分析

4.2.1 大气污染物

日用玻璃属钠钙玻璃，生产过程中对大气的污染主要有以下三个方面：一是燃料燃烧产生的硫氧化物（ SO_x ）、氮氧化物（ NO_x ）等；二是玻璃熔窑高温熔制时产生的含有高活性 Na^+ 、少量重金属及具有粘附性的碱性烟尘；三是原料加工、配合料制备产生的粉尘。

(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炉窑内燃烧产生的。

(2) SO_x

玻璃熔炉排出废气中的 SO_x ，主要来自燃料中的含硫成分。另外，有一部分来源于用作钠钙玻璃澄清剂的芒硝分解产生的，这部分产生的 SO_x 量也比较多。

(3) NO_x

玻璃熔炉烟气中的 NO_x 产生主要来源于助燃空气中氮的燃烧，当温度高于 $1300^{\circ}C$ ，空气中氮气就会与氧气反应生成 NO_x ；此外，还有一小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

由于使用了含氯原料（如使用氯化钠作澄清剂）或原料中含有氯化物杂质，当配合料熔制时会生产一定量的氯化氢。

(5) 氟化氢

氟化氢主要来源于含氟原料（如使用萤石氟化钙作乳浊剂、助溶剂）以及原料中含有的含氟杂质。

(6) 重金属污染物

在玻璃工业中，镉的多种化合物被用作原料，在配合料制备、熔制以及玻璃的加工等过程中，镉的化合物会进入大气。

玻璃工业使用铅丹和密陀僧（氧化铅）作为原料。含铅玻璃在熔制时，约有 10~12% 的 PbO 进入大气。

玻璃配合料中常加入白砷（ As_2O_3 ）作为澄清剂、脱色剂。砷的氧化物在池窑的高温作用下可以挥发进入烟气， As_2O_3 的挥发率达 40%。

上述大气污染物初始排放水平见表 6。

表 6 日用玻璃大气污染物初始排放水平
(干烟气、273K、压力 101.3kPa、8% 含氧量状态下)

污染物	初始排放浓度 (mg/Nm^3)	初始吨产品排放量 (欧盟水平) (kg/t)	初始吨产品排放量(我国排 放水平估计) (kg/t)
颗粒物	40~1000	0.2~0.6	0.31~2.96
硫氧化物 (SO_2 计)	300~2800	0.5~7.1	1.2~12.8
氮氧化物 (NO_2 计)	1200~3000	1.2~3.9	1.5~11.7

污染物	初始排放浓度 (mg/Nm ³)	初始吨产品排放量 (欧盟水平) (kg/t)	初始吨产品排放量(我国排 放水平估计) (kg/t)
氯化氢	5~90	0.02~0.08	0.03~0.23
氟化物	1~20	0.001~0.022	0.002~0.045
重金属	1~15	0.001~0.011	0.002~0.027

4.2.2 水污染物

日用玻璃企业中的废水来源主要有冷却水、各生产过程中产生的废水和冲洗水，生产保温玻璃瓶胆的企业产生的废水中还有含银废水。

(1) 设备与玻璃液冷却水

包括冷却循环水、含污冷却水。冷却循环水指熔窑池壁水包和水管冷却水、玻璃液冷却水、成形机及其他设备冷却水。此类水使用后水质不起变化，主要是水温升高，属热污染，经冷却后可循环使用。而含污冷却水是指冷却设备时，可能会带入一些油类污染物，如成形时的模具冷却水，这种水如污染物较少，可直接循环使用，如污染物较多，也可经过处理后循环使用。玻璃液冷却水是直接与玻璃液接触的冷却水，包括池窑放料、供料机放料等所用冷却水，一般来说日用玻璃淬冷时溶于水的化学成分较少。

(2) 原料加工处理中的废水

碎玻璃回收清洗所产生的含有悬浮物、污泥、有机物等废水。

(3) 燃料及其加工处理中的废水

指燃料本身含有的水分以及燃料气化过程中所产生的废水。当熔窑以重油为燃料时，重油在装卸、输送、储存过程中排放2%左右，废水中含油量在600~6000mg/l；如以发生炉煤气为燃料时，在气化过程中的沥滤水含有煤粉和悬浮物，发生炉灰盘水封水和洗涤煤气的洗涤水含有悬浮物、煤焦油、酚、硫化物和少量氟化物，熔炉煤气交换器的水封水也含有上述污染物。

(4) 地面与设备冲洗水

根据车间各工段生产情况与不同类型、不同用途的设备冲洗时废水中含有的污染物也不同，如原料车间的含硅质粉尘、各种矿物粉尘；熔制车间污水含有配合料粉尘、玻璃粉末等；成形车间污水中含有玻璃粉末、油污等。

(5) 含氟废水

在玻璃厂酸蚀、磨砂等生产工艺中，由于引入氢氟酸作为辅助生产原料导致含氟废水污染。

(6) 含银废水

清洗后的瓶胆注入氯化亚锡将表面敏化，再注入银水通过银镜反应进行机器或手工镀银。含银废水包括镀银废液及镀银后瓶胆清洗水，此外还含少量悬浮物等。

总之，日用玻璃工业废水的特点是 pH 值高、无机固体悬浮物较多，而 BOD 和 COD 值较低。

4.3 行业排污现状

从调研的情况看，大中型企业大都安装了脱硫设施，配料车间均为密闭操作，粉尘收集经除尘器处理后排放，废水经过处理后全部回用或少量外排，但小企业废气基本为直排。所以行业内对污染物的治理水平存在着较大差异。日用玻璃产排污系数见表 7。

表 7 日用玻璃产排污系数

产品名称	燃料类型	污染物	排污系数 (kg/t产品)	备注
啤酒瓶	发生炉煤气	烟尘	0.7	此处给出数据均为未进行末端治理的值
		NO _x (以NO ₂ 计)	4.31	
		SO _x (以SO ₂ 计)	4	
		废水	0.7 (m ³ /t)	
		COD	105 (g/t产品)	
白料瓶	发生炉煤气	烟尘	1.1	
		NO _x (以NO ₂ 计)	7.16	

产品名称	燃料类型	污染物	排污系数 (kg/t产品)	备注
		SO _x (以SO ₂ 计)	4.78	
		废水	0.54 (m ³ /t)	
		COD	90 (g/t产品)	
其他玻璃容器	发生炉煤气	烟尘	1.03	
		NO _x (以NO ₂ 计)	7.37	
		SO _x (以SO ₂ 计)	4.99	
		废水	0.6 (m ³ /t)	
		COD	90 (g/t产品)	
	油料	烟尘	0.41	
		NO _x (以NO ₂ 计)	5	
		SO _x (以SO ₂ 计)	4	
		废水	0.5 (m ³ /t)	
		COD	80 (g/t产品)	
玻璃器皿	发生炉煤气	烟尘	1.04	此处给出数据均为未进行末端治理的值
		NO _x (以NO ₂ 计)	8	
		SO _x (以SO ₂ 计)	5	
		废水	0.59 (m ³ /t)	
		COD	80 (g/t产品)	
	燃油	烟尘	0.45	
		NO _x (以NO ₂ 计)	5	
		SO _x (以SO ₂ 计)	4.2	
		废水	0.5 (m ³ /t)	
		COD	80 (g/t产品)	
玻璃保温瓶胆	煤气	烟尘	2.53	此处给出数据均为未进行末端治理的值
		NO _x (以NO ₂ 计)	8.95	
		SO _x (以SO ₂ 计)	6.33	
		废水	3.1 (m ³ /t)	
		COD	794	

5 日用玻璃行业污染控制技术分析

5.1 大气污染物控制技术

日用玻璃污染治理技术主要分为清洁生产技术和末端治理技术（见表8）。

表8 日用玻璃污染治理技术

技术分类	清洁生产技术	末端治理技术
颗粒物治理技术	控制原料粒度、配合料含水率和温度，增加碎玻璃含量	袋式除尘器、静电除尘器
硫氧化物治理技术	低硫燃料，减少原料中硫酸盐的使用量	干法、半干法、湿法烟气脱硫
氮氧化物治理技术	燃烧技术改进，电熔技术，纯氧燃烧技术	3R技术、SCR和SNCR脱硝技术

5.1.1 粉尘治理技术

粉尘是日用玻璃工业的大气污染物之一，主要产生于原料的储存、称量、输送、混合、投料等过程。

粉尘的治理一般是根据工艺流程，选取集中或分散除尘系统，在工艺允许的条件下尽量回收可利用的粉尘。

除尘系统的核心是各种除尘器，主要有袋式除尘器、电除尘器、水力除尘器、旋风除尘器等。目前，日用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，一般情况下，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。

袋式除尘器是一种利用有机或无机纤维过滤布将含尘气体中的粉尘过滤出来的净化设备，因滤布多做成袋式，所以称袋式除尘器。袋式除尘器采用深层过滤或表面过滤的过滤机理将粉尘阻挡在滤布外部而通过洁净气体，为维持持续稳定的处理能力和较高的净化效率，需要采取清灰机构将附着的粉尘抖落。袋式除尘器具有除尘效率高、适应性强、维护简单等优点。

5.1.2 烟尘、二氧化硫治理技术

二氧化硫治理技术包括过程控制和末端治理。过程控制主要是使用低硫燃料和减少原料中硫酸盐的使用。末端治理主要是对烟气进行脱硫处理。

(1) 燃料的低硫化

目前我国日用玻璃行业使用的主要燃料为发生炉煤气、重油和天然气。目前，少数企业开始使用石油焦粉。

减少二氧化硫最简便的方法是使用含硫量低的燃料。但是低硫燃料的来源有限，且价格较高，所以还可采用对燃料进行低硫化的方法。燃料脱硫主要包括气体燃料脱硫、重油脱硫和煤脱硫。气体燃料的脱硫较容易做到，主要去除方法有氧化铁法、活性炭吸附法、氧化锌法、干式氧化法等。重油一般是在催化剂作用下，用高压加氢反应进行脱硫，但成本高、技术复杂。

(2) 原料中硫酸盐的消减

在日用玻璃熔炉中，通常为确保持熔性或质地品质，芒硝代替了纯碱的来源的一部分。配料中 Na_2SO_4 的硫成分一部分留在玻璃中，其余的 SO_x 随废气排放。如果芒硝的使用量减少了， SO_x 就会减少。

(3) 燃烧烟气脱硫

从排烟中去除二氧化硫的技术称为烟气脱硫，烟气脱硫的方法很多，主要分为两大类，干法和湿法。干法采用粉状或粒状吸收剂、吸附剂或催化剂来脱除烟气中的 SO_2 ，特点是处理后的烟气温度降低很少，烟气湿度没有增加，有利于烟囱的排气扩散，同时在烟囱附近不会出现雨雾现象。但是干法脱硫时 SO_2 的吸附或吸收速度较慢，因而脱硫效率低，且设备庞大，投资费用高。

干法脱硫常用的方法有活性炭法、氧化铜法、接触氧化法等。活性炭法应用较广泛，这种方法稳定性好，还能回收硫酸。氧化铜法是以氧化铝为载体，氧化铜为吸附剂吸收 SO_2 ，生产硫酸铜，然后用氢还原硫酸铜，回收氧化铜和 SO_2 ，但这种方法费用较高。接触氧化法是用五氧化二钒做催化剂，将 SO_2 转化为 SO_3 。

干法中最新的方法是喷雾干燥器同布袋或静电除尘器组合成的开式二段流程。这种方法也叫半干法，是利用喷雾干燥的原理向热烟气中喷入石灰浆液并形成雾滴，烟气中的 SO_2 与雾滴中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生化学反应，生产性质稳定的、溶解度低的 $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 及少量的 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，从而达到脱除 SO_2 的目的。细小雾滴可以提供较大的反应表面积，提高脱硫效率。而雾滴在吸收 SO_2 的同时被烟气干燥，生产固体粉末，大部分随烟气排出进入除尘器，除尘器将各种粉尘同时除去，而净化后的烟气因降温不多，可直接排入大气。这种方法具有运行稳定、脱硫除尘效率高的优点，但能耗大、一次性投资大，见图 9。

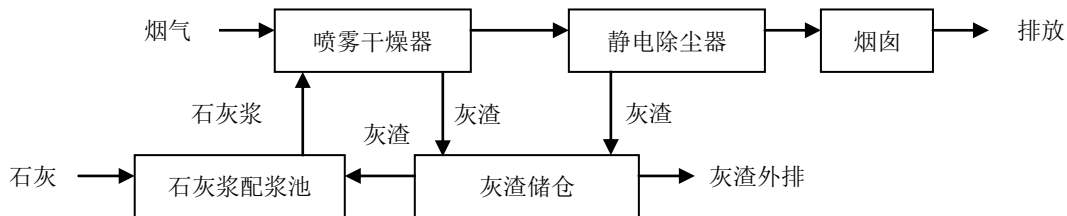


图 9 半干法脱硫除尘工艺示意图

湿法烟气脱硫（湿式吸收法）是采用液体吸收剂洗涤烟气去除 SO_2 ，脱硫反应速度快，所以湿法脱硫效率高，且设备不大，投资也相当较少，见图 10。但处理后的烟气温度降低，含水量增加。为了提高扩散，防治烟囱附近形成雨雾，还需对烟气进行再加热，但由于近年节能意识不断提高，且水蒸气并不污染空气，所以也有不再加热烟气的例子。湿法脱硫以石灰-石灰石法应用最为普遍，其次是氢氧化镁、苛性（活性）碱、氨法等，湿法脱硫除尘的工艺流程如图。就设备而言，玻璃熔炉大多使用苛性碱或氢氧化镁做吸收剂。

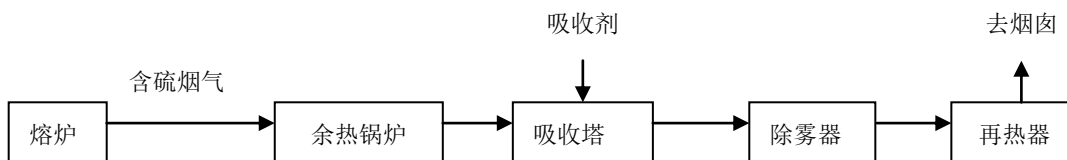


图 10 湿法脱硫除尘工艺图

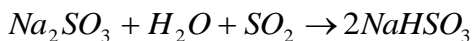
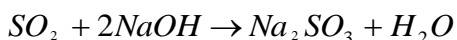
(a) 石灰-石灰石法

此法是用石灰石浆或石灰浆洗涤含 SO_2 的烟气，在高效脱硫除尘装置内烟气中的 SO_2 与碱性脱硫剂作用，生成亚硫酸钙，部分被氧化成硫酸钙，并随洗涤液排出。这种方法的优

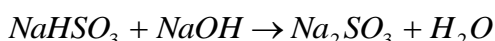
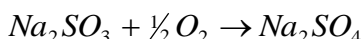
点是脱硫效率高、工艺设备简单、投资和运行费用低，但易结垢且会产生二次污染物。

(b) 苛性钠法

此法就是用苛性碱溶液与废气中的二氧化硫反应，生成亚硫酸盐和亚硫酸氢钠。



吸收液中的 Na_2SO_3 经过氧化，形成芒硝 (Na_2SO_4)，而吸收液中的 $NaHSO_3$ 过多时，就要加入苛性碱溶液，与 Na_2SO_3 分离、氧化，形成芒硝。



苛性钠法在玻璃行业使用较多。

5.1.3 氮氧化物治理技术

燃料燃烧时产生的 NO_x 分为两种，一种是燃料中的 N 经过氧化生成的 NO_x ，另一种为燃烧空气中的 N_2 与 O_2 在高温下剧烈反应生成的热 NO_x 。玻璃熔炉一般都是在高温下运行，所以热 NO_x 占大部分。 NO_x 主要是指 NO 和 NO_2 。玻璃熔炉废气中的 NO_x ，初始 90~95% 为 NO，但在排放过程中，随着温度的下降而逐渐转化为 NO_2 。

日用玻璃炉窑 NO_x 控制技术可分为一次措施和二次措施，控制技术参见表 9。

表 9 玻璃熔炉 NO_x 控制技术

控制技术	一次措施		二次措施（特种玻璃案例）	
	燃烧技术改进	纯氧燃烧	SCR	SNCR
去除效率	40%~60%	70%~90%	70%~95%	40%~75%
排放浓度	480~1800 mg/Nm ³	0.5~1.5kg/t玻璃液	<500 mg/Nm ³	500~700 mg/Nm ³

(1) 低 NO_x 燃烧技术

低 NO_x 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达到限制 NO_x 的生成。这种控制是通过预先对空气和燃料按一定的比例强制分配和混合而实现的。因此，要抑制 NO_x 的生成量就必须从燃烧入手。依靠减少过剩空气降低 NO_x 排放值见表 10。

表 10 过剩系数与 NO_x 排放值关系表（空气预热温度为 600℃）

过剩系数n	NO_x 排放值 (mg/Nm ³)	与通常窑炉运行相比改变率%
1.165	1035	+14.2
1.125	908	0
1.035	381	-58.0
1.026	281	-69.0
1.009	234	-74.2
1.0	197	-78.2

(注：计算 NO_x 浓度按 NO_2 计)

根据降低 NO_x 的燃烧技术，低氮氧化物燃烧器大致分为以下几类：

a) 阶段燃烧器

根据分级燃烧原理设计的阶段燃烧器，使燃料与空气分段混合燃烧，由于燃烧偏离理论当量比，故可降低 NO_x 的生成。

b) 自身再循环燃烧器

一种是利用助燃空气的压头，把部分燃烧烟气吸回，进入燃烧器，与空气混合燃烧。由于烟气再循环，燃烧烟气的热容量大，燃烧温度降低， NO_x 减少。另一种自身再循环燃烧器是把部分烟气直接在燃烧器内进入再循环，并加入燃烧过程，此种燃烧器有抑制氧化氮和节能双重效果。

c) 浓淡型燃烧器

其原理是使一部分燃料作过浓燃烧，另一部分燃料作过淡燃烧，但整体上空气量保持不变。由于两部分都在偏离化学当量比下燃烧，因而 NO_x 都很低，这种燃烧又称为偏离燃烧或非化学当量燃烧。

d) 分割火焰型燃烧器

其原理是把一个火焰分成数个小火焰，由于小火焰散热面积大，火焰温度较低，使“热反应 NO_x ”有所下降。此外，火焰小缩短了氧、氮等气体在火焰中的停留时间，对“热反应 NO_x ”和“燃料 NO_x ”都有明显的抑制作用。

e) 混合促进型燃烧器

烟气在高温区停留时间是影响 NO_x 生成量的主要因素之一，改善燃烧与空气的混合，能够使火焰面的厚度减薄，在燃烧负荷不变的情况下，烟气在火焰面即高温区内停留时间缩短，因而使 NO_x 的生成量降低。混合促进型燃烧器就是按照这种原理设计的。

f) 低 NO_x 预燃室燃烧器

预燃室是近 10 年来我国开发研究的一种高效率、低 NO_x 分级燃烧技术，预燃室一般由一次风（或二次风）和燃料喷射系统等组成，燃料和一次风快速混合，在预燃室内一次燃烧区形成富燃料混合物，由于缺氧，只是部分燃料进行燃烧，燃料在贫氧和火焰温度较低的一次火焰区内析出挥发分，因此减少了 NO_x 的生成。

(2) 纯氧燃烧

纯氧气助燃，是燃料燃烧时直接使用氧气助燃，一般含氧量大于 90%。纯氧燃烧玻璃熔窑的特点主要是采用纯氧燃烧技术、配合料余热技术及需使用天然气等含氮成分很少的高热值燃料，生产运行中具有熔窑热耗低，烟气量少， NO_x 排放浓度高但吨玻璃液 NO_x 生成量少的优点。在纯氧燃烧技术及配合料余热技术正常使用的条件下，熔窑热耗比空气助燃玻璃熔窑低 40%，吨玻璃液 NO_x 排放量低于 1.5kg/t。

(3) 电助熔技术

玻璃熔炉电助熔技术是指通过电极把电能直接输送到火焰加热的熔炉内，加强熔化。其原理如图 11 所示。电极由池底（或池壁）插入，通电后，电极附近的玻璃液在焦耳热效应的作用下温度逐渐升高，密度变小，玻璃液向上运动，上升到液面后向两边，形成热障。电能产生的焦耳热效应使得热点和投料端温度差加大，强化了热点的作用，所产生的有益对流，有助于配合料的合理分布，便于稳定熔炉操作。

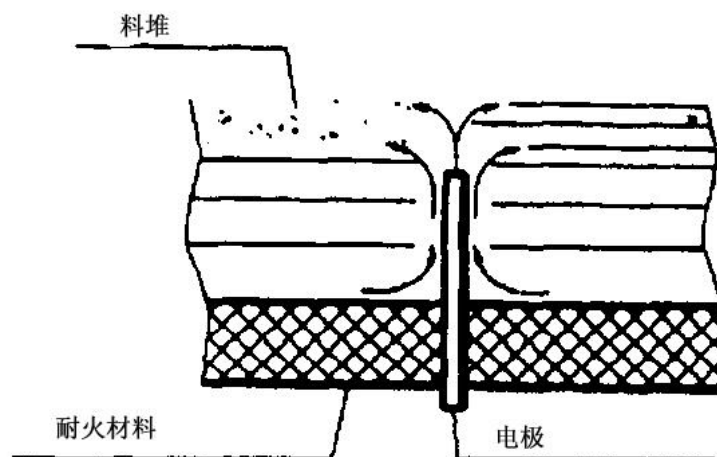


图 11 电助熔原理示意图

电助熔技术可以在熔炉的空间温度不变甚至降低的情况下使玻璃液温度升高或不变，从而减少 NO_x 的产生。

(4) 末端治理技术

是指对已经产生的 NO_x 进行处理，从而降低 NO_x 的排放浓度和排放量，主要的方法有：3R 技术、SCR 和 SNCR 脱硝技术。

3R 的含义是在蓄热室里进行反应和还原，其特点是向蓄热室添加天然气等碳氢燃料，使其与蓄热室废气中的 NO_x 发生反应而生成对环境无害的氮气和水蒸汽，并对这种废气有控制的进行燃烧。

非催化选择性还原法（SNCR）是指在废气处理过程中使用氨水（ NH_3 ）来将玻璃熔窑废气中的 NO_x 还原，生成对环境无害的氮气和水蒸汽。采用该方法的反应温度较高，最佳反应温度为 950°C 左右。

3R 和 SNCR 法需在蓄热室里进行反应和还原，由于普通蓄热室的格子体顶部温度普遍超过 1350°C ，格子体通常又用筒形砖或十字形砖摆砌，格孔之间基本相互隔绝，因此在低于格子体顶面温度的部位很难向蓄热室内均布添加天然气或氨水，使之进行反应和还原，故在玻璃工业中很少被采用。

选择性催化还原法（SCR 法）是目前最成熟的烟气脱硝技术。是在废气处理过程中使用氨水（ NH_3 ）作还原剂、在特殊的合金催化剂的催化作用下，使 NH_3 与废气中的 NO 在催化剂表面进行还原反应而生成对环境无害的氮气和水蒸汽。

日用玻璃属钠钙玻璃，钠钙玻璃熔窑的烟气中含有高活性 Na^+ 、 Ca^{+2} 及具有粘附性的碱性烟尘；高活性 Na^+ 、 Ca^{+2} 与具有极大表面积和比孔体积的催化剂表面接触时，能直接与活性位发生反应使催化剂钝化，特别是 Na^+ 会强烈地与分散的矾结合并抵消酸性位，减弱矾的还原性能，显著地降低 SCR 活性，而具有粘附性的碱性烟尘粘附在催化剂表面并覆盖催化剂的活性位使催化剂失活，因此 2010 年欧盟玻璃工业采用最佳适用技术结论中未建议在钠钙玻璃熔窑中采用末端治理技术，仅对含碱很少及不含碱的特种玻璃建议采用末端治理技术，并对采用 SCR 脱硝技术的使用条件进行了详细说明：脱硝前烟气应进行脱硫除尘，烟尘浓度控制在 $10\sim 15 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ ，以便最大限度地减少含有高活性 Na^+ 、 Ca^{+2} 和具有粘附性的碱性烟尘及催化反应生成的硫酸铵。

5.1.4 氟化氢和氟化物治理技术

在大多数情况下，氟化氢和氯化氢的排放是由于原料中的杂质引起的，所以减少氟化氢和氯化氢的排放首先可以从原料来考虑，一是使用含 NaCl 少的纯碱，二是减少含氟原料的使用，三是增加碎玻璃的用量。其次可通过末端治理来减少氟化氢和氯化氢的排放，一般是随着烟气脱硫一起进行的。不论是干法、半干法还是湿法均可去除氯化氢和氟化物。

5.2 水污染物控制技术

日用玻璃企业废水中的 SS 主要采用沉淀和过滤技术；BOD、COD、酚类污染物采用生化处理设施进行处理。

对于含氟废水的处理，一般先加石灰进行初级处理，然后再加电石渣、硫酸铝等絮凝剂进行深度处理。常用的方法有石灰—二氧化碳曝气法、镁盐石灰法和电石渣法。

对于含银废水可主要是投加硫化剂使金属离子与硫化物反应生成难溶的金属硫化物沉淀，见图 12。硫化剂可采用硫化钠、硫化亚铁等。

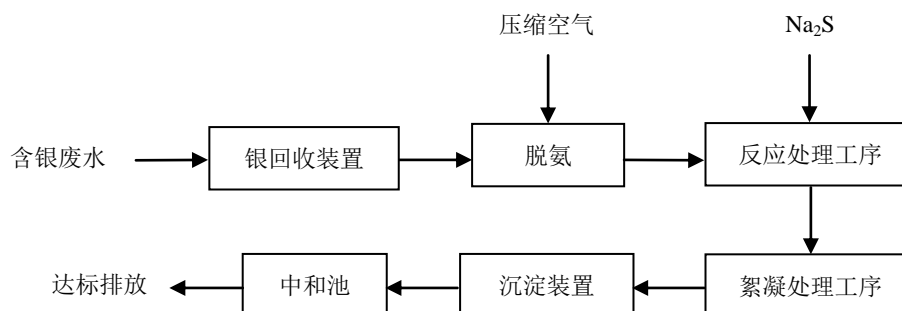


图 12 含银废水处理工艺流程示意图

6 标准主要技术内容

6.1 标准适用范围

根据国家《“十一五”国家环境保护标准规划》，为推进环境执法和监督管理工作实现科学化、法制化和规范化，进一步健全环境保护法规，完善环境保护技术法规和标准体系，“十一五”期间将对玻璃工业分类制订污染物排放标准，形成完整的排放标准体系。玻璃工业污染物排放标准体系包括五项标准，分别为：

- 玻璃工业污染物排放标准—平板玻璃
- 玻璃工业污染物排放标准—电子玻璃
- 玻璃工业污染物排放标准—容器玻璃
- 玻璃工业污染物排放标准—玻璃纤维及制品
- 玻璃工业污染物排放标准—矿棉

国民经济行业分类中关于玻璃及玻璃制品的分类见表 11 所示：

表 11 《国民经济行业分类与代码》(GB/T 4754-2011) 中玻璃及玻璃制品制造行业分类情况

门类	代码			类别名称	说明
	大类	中类	小类		
C				制造业	
	30			非金属矿物制品业	
		304		玻璃制造	指任何形态玻璃的生产，以及利用废玻璃再生产玻璃活动，包括特制玻璃的生产
			3041	平板玻璃制造	指用浮法、垂直引上法、压延法等生产平板玻璃原片的活动
			3049	其他玻璃制造	指未列明的玻璃制造
		305		玻璃制品制造	指任何形态玻璃制品的生产，以及利用废玻璃再生产玻璃制品的活动
			3051	技术玻璃制品制造	指用于建筑、工业生产的技术玻璃制品的制造
			3052	光学玻璃制造	指用于放大镜、显微镜、光学仪器等方面的光学玻璃，日用光学玻璃，钟表用玻璃或类似玻璃，光学玻璃眼镜毛坯的制造，以及未进行光学加工的光学玻璃元件的制造
			3053	玻璃仪器制造	指实验室、医疗卫生用各种玻璃仪器和玻璃器皿以及玻璃管的制造
			3054	日用玻璃制品制造	指餐厅、厨房、卫生间、室内装饰及其它生活用玻璃制品的制造
			3055	玻璃包装容器制造	指主要用于产品包装的各种玻璃容器的制造
			3056	玻璃保温容器制造	指玻璃保温瓶和其他个人或家庭用玻璃保温容器的制造
			3057	制镜及类似品加工	指以平板玻璃为材料，经对其进行镀银、镀铝，或冷、热加工后成型的镜子及类似制品的制造
			3059	其他玻璃制品制造	
		306		玻璃纤维和玻璃纤维增强塑料制品制造	
			3061	玻璃纤维及制品制造	
			3062	玻璃纤维增强塑料制品制造	也称玻璃钢，指用玻璃纤维增强热固性树脂生产塑料制品的活动

根据《国民经济行业分类与代码》(GB/T 4754-2011) (见表 10)，玻璃工业包括玻璃制造、玻璃制品制造、玻璃纤维和玻璃纤维增强塑料制品制造三大类。对比玻璃工业污染物排放标准体系与表 10，除《日用玻璃工业污染物排放标准》外，其余四项标准分别已经涵盖了“3041 平板玻璃制造”、“3051 技术玻璃制品制造”、部分“3052 光学玻璃制造”、“3061 玻璃纤维及制品制造”以及“3062 玻璃纤维增强塑料制品制造”等行业类别。

为使玻璃工业污染物排放标准体系能全面覆盖玻璃行业，编制组认为《日用玻璃工业污

染物排放标准》的适用范围应包括表 1 中剩余的三个行业类别，即：

- 3053 玻璃仪器制造
- 3054 日用玻璃制品制造
- 3055 玻璃包装容器制造
- 3056 玻璃保温容器制造

因此，本标准适用范围为：各类玻璃仪器、日用玻璃制品以及玻璃包装容器、玻璃保温容器。

6.2 标准制订原则

本标准制订原则如下：

(1) 根据日用玻璃行业环境影响分析、污染源调查、国外法规标准以及行业相关政策要求，制订可行的污染物排放限值；

(2) 区分新老污染源。现有企业执行现行排放标准，新建企业执行本标准，新源限值适当从严；

(3) 不区分燃料类型，鼓励企业采用天然气等清洁能源，并达到日用玻璃行业准入条件相关要求；现有企业经一段时间过渡期后逐步达到新源标准。

6.3 标准结构框架

本标准的主要内容包括前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、污染物排放控制要求、污染物监测要求、标准的实施与监督七个部分。

本标准对现有企业和新建企业分别提出控制要求。对于现有企业，根据目前污染物控制水平，设立一个相对合理的指标，自 年 月 日起至 年 月 日执行，期间为现有企业进一步改造期限，自 年 月 日起执行新建企业的标准指标；对于新建企业的指标要求是根据当前先进的生产工艺、清洁生产技术和治理技术可以达到的水平而确定的限值指标，自 年 月 日执行。

6.4 术语和定义

本标准规定了日用玻璃工业、玻璃熔窑、标准状态、排气筒高度、现有企业、新建企业、直接排放、间接排放、公共污水处理系统、企业边界、排水量、单位产品基准排水量等 12 个术语。

6.5 污染物项目的选择

日用玻璃产生烟气中所含成分很多，主要有 SO₂、NO_x、氯化氢、氟化物、颗粒物、金属元素等，重金属主要来源于熔制过程中澄清剂、着色剂的使用及后续加工工序中的印花、喷涂等装饰工艺。

目前，国外对日用玻璃控制的主要大气污染物项目有 SO₂、NO_x、氯化氢、氟化物、颗粒物和重金属。因此，本标准中控制的主要大气污染物项目包括 SO₂、NO_x、颗粒物、氯化氢、氟化物、烟气黑度和重金属。

废水污染物项目包括 pH 值、悬浮物、化学需氧量 (COD_{Cr})、五日生化需氧量 (BOD₅) 氨氮、总氮、总磷、挥发酚、总银和单位产品基准排水量。

7 污染物排放限值的确定及制定依据

7.1 水污染物排放标准制定依据

7.1.1 新建企业水污染物排放标准确定依据

(1) 常规污染物的确定

根据调研，我国部分日用玻璃生产企业水污染物排放水平见表 12。

表 12 部分企业水污染物排放情况

编号	pH	SS	COD	银
1	—	46	70	—
2	7.39	—	23.6	—
3	—	—	112	—
4	7.73	39	31	—
5	7.83	9.88	41.84	—
6	—	—	19.2	—
7	7	—	100	—
8		34	51.8	0.151

基于日用玻璃行业水污染物排放现状和污染防治技术，参考国家、地方和行业现行水污染物排放标准，制定新建企业水污染物排放标准。对于玻璃保温瓶胆的企业，通过提高硝酸银回收率（100%）等措施，减少含银废水产生和排放。

本标准规定：pH 6~9，悬浮物 50mg/L，化学需氧量（COD_{Cr}）100 mg/L，五日生化需氧量（BOD₅）20mg/L，氨氮 10mg/L，总氮 15 mg/L，总磷 1 mg/L，挥发酚 0.5 mg/L，总银 0.5 mg/L。除总银是车间排放口排放浓度，其它为企业排放口浓度。

（2）基准排水量

根据行业现有水平、清洁生产水平，结合《日用玻璃行业准入条件》（工产业政策[2010]第 3 号）、《日用玻璃行业清洁生产评价指标体系》（试行）和产排污系数制定单位产品基准排水量。

本标准规定玻璃瓶罐、玻璃啤酒瓶、玻璃器皿、玻璃仪器等单位产品基准排水量为 0.6m³/t 产品，保温瓶胆单位产品基准排水量为 3.1m³/t 产品。

7.1.2 水污染物特别排放限值确定依据

太湖蓝藻暴发等多起环境污染事件的发生，使人们认识到工业的发展已经严重影响了人类饮用水资源。为了保护三河、三湖等重点水域的水质，逐步恢复已受污染的水体，根据环境保护部相关要求，在本标准中增加水污染物特别排放限值。

特别排放限值的确定以《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级标准的A标准为本标准环境敏感地区水污染物排放限值。A标准是城镇污水处理厂出水作为回用水的基本要求。

为达到特别排放限值，日用玻璃企业必须进行产业结构调整，推行清洁生产。执行特别排放限值区域的日用玻璃企业，在生产规模上必须做大做强；使用清洁能源和原料；在生产工艺方面必须应用最先进的清洁生产技术，降低水资源消耗，减少污染物产生强度；在末端治理方面，采用先进废水治理技术，严格环境管理，提高污水回用率等措施。

基准排水量根据日用玻璃行业最先进的技术、设备水平而定。

本标准规定玻璃瓶罐、玻璃啤酒瓶、玻璃器皿、玻璃仪器等单位产品基准排水量（特别排放限值）为 0.5m³/t 产品，保温瓶胆单位产品基准排水量为 2.5m³/t 产品。

本标准特别排放限值与《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）对比情况如表13所示。

表 13 本标准特别排放限值与 GB 18918-2002 对比情况（单位：mg/L，pH 值除外）

序号	污染物	排放限值	GB 18918-2002	
			A 标准	B 标准
1	化学需氧量	50	50	60
2	五日生化需氧量	10	10	20
3	悬浮物	20	10	20
4	总磷	0.5	0.5	1
5	总氮	15	15	20
6	氨氮	8	5 (8)	8 (15)
7	pH 值	6~9	6~9	
8	挥发酚	0.5	0.5	

序号	污染物	排放限值	GB 18918-2002	
			A 标准	B 标准
9	总银	0.1	0.1	

对日用玻璃企业执行水污染物特别排放限值的地域范围、时间，由省级人民政府规定。

7.1.3 间接排放限值确定依据

日用玻璃企业中的废水来源主要有冷却水、冲洗水和生活污水等，生产保温玻璃瓶胆的企业产生的废水中还有含银废水。废水常规污染物包括pH、悬浮物、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷，特征污染物为挥发酚和总银。

日用玻璃工业废水以常规污染物为主，废水如去除挥发酚和总银后排入城镇污水处理厂或园区污水处理厂，影响不大。

因此，根据日用玻璃工业废水水质，考虑城镇污水处理厂基本设计要求，本标准规定了排入城镇污水处理厂的水污染物间接排放限值。企业向其他公共污水处理系统排放废水时，挥发酚和总银在本标准规定的监控位置执行相应的排放限值；其他水污染物排放控制要求由企业公共污水处理系统商定或执行相关标准，并报当地环境保护主管部门备案。

7.2 大气污染物排放标准制定依据

7.2.1 颗粒物限值确定依据

(1) 配料过程颗粒物排放限值的确定

粉尘主要产生于物料的破碎、筛分、转运过程。配料车间一般采用密闭通风法进行粉尘治理，即把原料加工处理、配合料的称量、混合以及输送设备封闭起来，各个设备用管道组成一个或几个抽风系统，通过抽风机将含尘空气送到除尘器，然后排放。日用玻璃企业常用的除尘器有袋式除尘器、旋风除尘器，目前使用最多的为袋式除尘器。

粉尘初始排放浓度为40~1000 mg/Nm³，表14为我国部分日用玻璃企业配料车间、碎玻璃系统的颗粒物排放水平。可以看出，我国大部分生产线采用袋式除尘设备，颗粒物排放水平基本能达到50mg/Nm³的排放水平。目前，袋式除尘技术非常成熟，布袋除尘器具有很高的除尘效率（95~99%），且收集起来的原料普遍回收利用，欧盟BAT指南规定颗粒物排放限值为5~30 mg/Nm³。

本标准规定：颗粒物排放限值为30mg/Nm³。

表14 部分日用玻璃企业配料车间、碎玻璃处理系统颗粒物排放水平

生产线编号	污染控制工艺	排放水平 (mg/Nm ³)
1	袋式除尘器	55.4
2	袋式除尘器	32
3	袋式除尘器	41.1
4	袋式除尘器	25
5	袋式除尘器	34.2
6	袋式除尘器	53

(1) 熔窑烟气颗粒物排放限值确定

颗粒物排放限值的确定以静电除尘器和袋式除尘器作为基础。目前，我国已安装粉尘处理设施的企业，均采用静电除尘器或袋式除尘器，该工艺技术成熟、效果稳定。表15为我国目前部分日用玻璃企业玻璃熔窑烟气中烟尘经末端处理后的排放水平。可以看出，我国部分生产线烟尘排放水平基本能达到50mg/Nm³的排放水平。

表15 部分日用玻璃企业烟尘排放水平

生产线编号	燃料	排放水平 (mg/Nm ³)
1	发生炉煤气 (含S量<0.3%)	77
2	发生炉煤气	50
3	重油 (含S量0.5%)	50
4	发生炉煤气	60
5	重油	90
6	重油	122
7	发生炉煤气 (含S量<0.6%)	60

生产线编号	燃料	排放水平 (mg/Nm ³)
8	发生炉煤气 (含S量0.5%)	35
9	石油焦粉	<10
10	石油焦粉	38
11	发生炉煤气	49

日用玻璃企业颗粒物产生浓度在 100~550mg/Nm³, 当除尘效率达到 90%时, 排放浓度可达到 55mg/Nm³ 以下。国外窑炉烟尘排放限值如表 16 所示。

表 16 国外窑炉颗粒物排放限值

污染物	欧盟BAT (mg/Nm ³)	奥地利 (mg/Nm ³)	芬兰 (mg/Nm ³)	法国 (mg/Nm ³)	意大利 (mg/Nm ³)
颗粒物	5-20	50	50	50	80~150 (与熔窑规模有关)

本标准规定: 熔窑烟气颗粒物排放限值为50mg/Nm³。

7.2.2 二氧化硫限值确定依据

目前, 我国日用玻璃熔炉所用燃料主要是发生炉煤气、重油、石油焦粉, 少数企业使用天然气, 使用电熔的企业就更少了。SO₂ 的产生多少主要由燃料中的含硫量决定。根据调研数据, 我国大中型日用玻璃生产企业使用的煤的含硫量一般在 1% 以下, 重油含硫量在 2% 以下。不同燃料 SO₂ 初始浓度见表 17。

表 17 不同燃料 SO₂ 初始浓度

燃料	燃料消耗	燃料含硫量	SO _x (as SO ₂) (mg/Nm ³)
天然气	200 m ³ /t玻璃液	微量	300~1000
重油	150kg/t玻璃液	≤1%	1200~1800
		≤2%	2200~2800
发生炉煤气	450 m ³ /t玻璃液	≤1%	600~1500

注: 发生炉煤气 SO₂ 产生浓度是在煤气化率为 3.3Nm³/kg 情况下的估算。

对于重油来说, 当含硫量为 2%时, SO₂ 产生浓度在 2200~2800mg/Nm³, 当脱硫效率为 70%时, SO₂ 排放浓度在 660~840mg/Nm³ 左右; 当脱硫效率达到 80%时, SO₂ 排放浓度在 440~560mg/Nm³ 左右。对于使用发生炉煤气作为燃料的企业, 如果使用的煤的含硫量小于 1%, 当脱硫效率为 70%时, SO₂ 排放浓度在 180~450mg/Nm³ 左右。天然气由于含硫量较低, 所以烟气一般不需进行脱硫处理。

表 18 为我国目前部分日用玻璃企业玻璃熔窑烟气中 SO₂ 经末端处理后的排放水平。

表 18 部分日用玻璃企业 SO₂ 排放水平

生产线编号	燃料	排放水平 (mg/Nm ³)
1	重油	830
2	发生炉煤气	800
3	重油 (含S量0.5%)	500
4	重油	450
5	发生炉煤气 (含S量<0.6%)	740
6	发生炉煤气	270-320

国外窑炉 SO₂ 排放限值如表 19 所示。

表 19 国外窑炉 SO₂ 排放限值

污染物	欧盟BAT (mg/Nm ³)		奥地利 (mg/Nm ³)	法国 (mg/Nm ³)	意大利 (mg/Nm ³)
SO ₂	天然气	200~300	500	200~300 (法国 2013年执行欧盟BAT)	1800
	重油	< 1000		< 1000	

国内类似行业排放标准如表 20 所示。

表 20 国内类似行业 SO₂ 排放标准 (单位: mg/Nm³)

污染物种类	SO ₂ 排放限值
工业窑炉, GB 9078-1996, 新建企业, 二级	850
砖瓦, GB 29620-2013, 新建企业	300

污染物种类		SO ₂ 排放限值
电子玻璃, GB 29495-2013, 新建企业, O ₂ 含量8%		400
陶瓷, GB 25464-2010, 新建企业, O ₂ 含量18%		50
平板玻璃, GB 26453-2011, 新建企业, O ₂ 含量8%		400
河北地标, DB13/1640-2012, 新建企业		400
山东地标, DB37/2375-2013, 新建企业	煤、重油、煤制气	300
	轻油、天然气	200
山东地标, DB37/2373-2013, 新建企业, O ₂ 含量8%		300

参考我国日用玻璃企业 SO₂ 排放水平及国内外相关污染物排放标准, 制定 SO₂ 排放限值。

本标准规定: SO₂ 排放限值为 400 mg/Nm³。

7.2.3 氮氧化物限值确定依据

据调查的情况看, 国内还没有日用玻璃生产企业对烟气进行脱硝处理, 也没有企业使用纯氧助燃等技术, 采用较多的是低 NO_x 燃烧器技术及电助熔技术。

研究表明, 全氧燃烧和 SCR 可降低玻璃熔窑烟气中 NO_x 排放浓度。而实践表明, 这些技术应用初期, 对 NO_x 确实有减排效果, 但随时间推移, 减排效果下降或失效。原因在于:

(1) 全氧燃烧玻璃熔窑主要是采用全氧燃烧技术、配合料预热技术及需使用天然气等含氮成分很少的高热值燃料。在钠钙玻璃熔窑的实际运行中, 配合料预热装置使用一年左右由于结块无法正常使用, 高温烟气不仅无法利用, 在排放过程中还会由于掺入空气致使氧气与氮气反应生成 NO_x, 吨玻璃液 NO_x 生成量将会明显高于采用分段燃烧、减少空气/燃料比例、降低助燃空气温度及采用低氮燃烧器等最佳适用技术 (BAT) 的普通空气助燃玻璃熔窑的指标。全氧燃烧玻璃熔窑多被用于熔制难熔、品质高且高附加值的特种玻璃。

(2) SCR 在实际运行中, 玻璃熔窑烟气中含有高高活性 Na⁺、Ca²⁺ 和粘附性的碱性飞尘、含有因催化作用反应生成的硫酸铵, 导致 SCR 技术仅在初期有效, 长期运行失去效果。而且玻璃熔窑烟气在除尘、脱硫后温度较低, 对 SCR 的适用性较差。

根据欧盟玻璃工业采用最佳适用技术 (BAT) 结论 (2010 年), 日用玻璃工业 NO_x 排放水平见表 21。

表 21 欧盟采用 BAT 最佳可行技术后 NO_x 排放水平

污染物	BAT	排放水平	
		mg/Nm ³	kg/t玻璃液
NO _x	燃烧改进	<500~1000	<1.25-2.5
	全电熔	<100	<0.3
	全氧燃烧	不采用	<0.5-1.5

进一步参照国外氮氧化物排放标准 (见表 22)。

表 22 国外氮氧化物排放限值

污染物	奥地利 (mg/Nm ³)	芬兰	法国 (mg/Nm ³)	意大利 (mg/Nm ³)	
				天然气	重油
NO _x	500~1500 (与窑型有关)	2.5~4kg/t	<500~1000 (法国2013年执行欧盟BAT)	1400~3500 (与窑型有关)	1200~3000 (与窑型有关)

国内类似行业排放标准如表 23 所示。

表 23 国内类似行业 NO_x 排放标准 (单位: mg/Nm³)

污染物种类		NO _x 排放限值
砖瓦, GB 29620-2013, 新建企业		200
电子玻璃, GB 29495-2013, 新建企业, O ₂ 含量8%		700
陶瓷, GB 25464-2010, 新建企业, O ₂ 含量18%		180
平板玻璃, GB 26453-2011, 新建企业, O ₂ 含量8%		700
河北地标, DB13/1640-2012, 新建企业		400
山东地标, DB37/2375-2013, 新建企业	煤、重油、煤制气	300
	轻油、天然气	200
山东地标, DB37/2373-2013, 新建企业, O ₂ 含量8%		500

注: 玻璃熔窑空气预热温度为1200-1350℃, 隧道窑、加热炉、冲天炉、热处理炉等其他炉窑的空气预热线

度最高不超过600℃，因此玻璃熔窑烟气NO_x远超过其他炉窑。部分地方不加区别地将玻璃熔窑与其他炉窑归类在一起执行一个排放标准是不科学的。目前，地方标准也难以执行。

表 24 是调研的部分日用玻璃熔炉 NO_x 排放浓度，均超过地方排放标准。

表 24 部分日用玻璃企业 NO_x 排放水平

生产线编号	燃料	排放水平 (mg/Nm ³)
1	重油	1800
2	重油 (含S量0.5%)	2657
3	重油	1653
4	重油	1762
5	发生炉煤气	1128
6	发生炉煤气 (SCR)	400-600 (不稳定, 易堵塞催化剂)
7	发生炉煤气	1098
8	发生炉煤气	992
9	发生炉煤气	1094
10	发生炉煤气	1102
11	发生炉煤气	1177
12	发生炉煤气	1112
13	石油焦粉	1363-2041
14	天然气	846
15	天然气	878

参考我国日用玻璃企业 NO_x 排放水平及国内外相关排放标准，本标准以优质煤制气（两段法）、燃烧改进等为依据，制定 NO_x 排放限值。

本标准规定：NO_x 排放限值为 1000 mg/Nm³。

7.2.4 氯化氢和氟化物限值确定依据

氯化氢和氟化物的排放主要来源于原料中含有的氯化物和氟化物杂质。氯化氢和氟化物的消减可采用原料选择、改进熔炉燃料方式等措施，也可通过烟气脱硫过程去除氯化氢和氟化物。如采用氢氧化钠湿法脱硫，氯化氢的去除率可达到 90% 以上。

玻璃窑炉废气中氟化物主要成分是氟化氢和少量不溶于水的氟化物尘粒，脱氟的主要手段是去除氟化氢和氟化物尘粒。氟化氢与氢氧化钙反应能生成难溶于水的氟化钙，氟化物去除效率达 95% 以上。

国外排放标准如表 25 所示。

表 25 国外日用玻璃行业氯化氢和氟化物排放标准

污染物	欧盟BAT (mg/Nm ³)	意大利 (mg/Nm ³)	奥地利 (mg/Nm ³)
氯化氢	10~30	30	30
氟化物	1~5	5	5

国内类似行业排放标准如表 26 所示。

表 26 国内类似行业氯化氢和氟化物排放标准 (单位: mg/Nm³)

污染物种类	氯化氢	氟化物 (以总F计)
工业窑炉, GB 9078-1996, 新建企业, 二级	—	6
砖瓦, GB 29620-2013, 新建企业	—	3
电子玻璃, GB 29495-2013, 新建企业, O ₂ 含量8%	30	5
陶瓷, GB 25464-2010, 新建企业, O ₂ 含量18%	25	3
平板玻璃, GB 26453-2011, 新建企业, O ₂ 含量8%	30	5
河北地标, DB13/1640-2012, 新建企业	—	6
山东地标, DB37/2375-2013, 新建企业	60	6

本标准规定：氯化氢排放限值为 30 mg/Nm³，氟化物排放限值为 5 mg/Nm³。

7.2.5 重金属限值确定依据

由于日用玻璃行业澄清剂和着色剂的使用，存在重金属的排放，目前企业基本对其不控制，缺少必要的监测。

国外玻璃行业重金属标准如下所示。

表 27 德国 TA Luft2002 重金属排放限值

污染物	排放限值 (mg/Nm ³)
Cd	0.2

污染物	排放限值 (mg/Nm ³)
As	0.7
Pb	3
Se	3
其他重金属	4

表 28 欧盟 IPPC 对容器玻璃行业重金属排放水平

污染物	排放水平 (mg/Nm ³)	
重金属	As、Co、Ni、Cd、Se、Cr ⁶⁺	总和<0.2-1 (高值指使用着色剂、砷澄清剂等情况；低值指不是专门使用这些物质的情况)
	As、Co、Ni、Cd、Se、Cr ⁶⁺ 、Sb、Pb、Cr ³⁺ 、Cu、Mn、V、Sn	总和<1-5 (高值指使用着色剂、砷澄清剂等情况；低值指不是专门使用这些物质的情况)

国内类似行业排放标准如表 29 所示。

表 29 国内类似行业重金属排放标准 (单位: mg/Nm³)

污染物种类	铅	砷	镉	锑	铬
工业窑炉, GB 9078-1996, 新建企业, 二级	0.1				
电子玻璃, GB 29495-2013, 新建企业, O ₂ 含量8%	0.7	0.5		5	
陶瓷, GB 25464-2010, 新建企业, O ₂ 含量18%	0.1		0.1		
河北地标, DB13/1640-2012, 新建企业	0.1				
山东地标, DB37/2375-2013, 新建企业	0.1	0.4	0.8		
无机化学品, GB 31573-2015	0.1 (2)	0.5	0.5	4	
再生铜、铝、铅、锌, GB 31574-2015	1 (2)	0.4	0.05	1	1

参考我国日用玻璃企业重金属排放水平及国内外相关排放标准, 制定重金属排放限值。

本标准规定: 铅及其化合物排放限值为 0.5mg/Nm³; 砷及其化合物排放限值为 0.5mg/Nm³; 镉及其化合物排放限值为 0.2mg/Nm³; 锑及其化合物排放限值为 1mg/Nm³; 铬及其化合物排放限值为 1mg/Nm³。

7.2.6 基准氧含量制定依据

国内类似行业排放标准如表 30 所示。

表 30 基准含氧量 (单位: %)

窑炉种类	玻璃窑炉
上海地标, 工业炉窑, DB31/860-2014 (其他工业炉窑)	9
山东地标, 工业炉窑, DB37/2375-2013 (平板玻璃熔炉, 纯氧燃烧除外)	8
平板玻璃, GB 26453-2011	8
电子玻璃, GB 29495-2013	8

目前, 日用玻璃企业尚无采用纯氧燃烧的案例, 台湾玻璃标准纯氧燃烧含氧量按 15% 计算。根据日用玻璃窑炉实际运行情况, 参考我国国家和地方排放标准, 确定基准氧含量。

本标准规定: 日用玻璃熔炉基准含氧量为 8%; 纯氧燃烧为 15%。

7.2.7 无组织排放限值制定依据

《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ 2.1-2007) 规定了工作场所有害因素的职业接触限值, 其TWA值(时间加权平均容许浓度)或MAC值(最高容许浓度)的1/50可作为制定无组织排放限值的参考依据。《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)也将作为制定无组织排放限值的重要参考依据。

表 31 无组织排放监控浓度限值 (mg/m³)

标准	《工作场所有害因素职业接触限值》TWA 值	TWA/50	GB 16297	GB 29620	GB 29495	GB 25464	GB 26453	DB13/1640	GB 31573	GB 31574	GB 3095	本标准
铅	铅尘, 0.05; 铅烟, 0.03	0.0006	0.006	—	0.006	—	—	—	0.006	0.006	0.001 (季平均)	0.006
砷	0.01	0.0002	—	—	0.003	—	—	—	0.001	0.01	0.000006 (年平均)	0.003
颗粒物	—	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—	0.3 (24 小时平均)	1.0

8 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

8.1 国外标准研究

8.1.1 欧盟

欧盟玻璃工业排放控制是基于采用最佳适用技术（BAT）的，不仅考虑了排放浓度的限值，还充分考虑了熔窑热耗（玻璃熔化能耗）对污染物排放量（kg/t 玻璃液）的影响，更全面的反映了玻璃熔窑的治污水平。

（1）颗粒物

熔炉颗粒物以电除尘或袋式除尘技术为依据对新源和现有源进行了研究，对新源经研究发现排放水平可以达到 5-10 mg/Nm³，0.01-0.03kg/t 玻璃液；现有源经研究发现排放水平可以达到 10-30 mg/Nm³，0.02-0.05 kg/t 玻璃液。

（2）氮氧化物

对氮氧化物的排放控制是基于两种技术：

清洁生产技术，包括燃烧改良、炉型设计、电熔、纯氧燃烧。

排放废气处理技术（特种玻璃）：SCR、SNCR 处理技术。

具体排放水平见表 21。

（3）二氧化硫

对 SO₂ 的控制基于干法和半干法脱硫技术、尽量减少硫酸盐原料的使用和采用低硫燃料，针对不同燃料研究得出了不同的排放水平，具体排放水平见表 20。

（4）重金属

对重金属的控制主要基于：尽量减少重金属含量高的原料的使用、尽量减少着色剂脱色剂的使用、干法或半干法处理技术。

具体排放水平见表 27、表 28。

8.1.2 德国

德国污染物控制标准根据污染物对环境危害大小分为三类，其中，重金属第一类主要有汞及其化合物（Hg），铊及其化合物（Tl），控制限值为 0.05mg/m³；第二类主要有铅及其化合物（Pb）、钴及其化合物（Co）、镍及其化合物（Ni）、硒及其化合物（Se）、碲及其化合物（Te），控制浓度限值为 0.5mg/m³；第三类为锑及其化合物（Sb）、铬及其化合物（Cr）、铜及其化合物（Cu）、锰及其化合物（Mn）、钒及其化合物（V）、锡及其化合物（Sn），控制浓度限值为 1 mg/m³。

对于颗粒物，控制限值为 30 mg/m³；

SO₂，浓度限值按照燃料重油和天然气分类，天然气为燃料的为 800 mg/m³，重油为燃料的为 1500 mg/m³。

NO_x 分为两类，采用低氮燃烧控制技术的排放限值为 800mg/m³，在此基础上进一步进行尾气清洗技术的 NO_x 排放限值为 500 mg/m³。

氯化氢排放限值为 30mg/m³。

氟化物排放限值为 5mg/m³。

8.2 本标准与现行标准及其他行业污染物排放标准对比

目前，我国日用玻璃生产企业执行的大气污染控制标准是《工业窑炉大气污染物排放标准》（GB 9078-1996）中的相关规定。与日用玻璃行业相似的污染物排放标准还包括：《陶瓷工业污染物排放标准》（GB 25464-2010）、《平板玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453-2011）、《电子玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 29495-2013）、《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB 29620-2013）等。

山东省 2013 年 5 月 24 日颁布了《工业炉窑大气污染物排放标准》（DB37/2375-2013）和《建材工业大气污染物排放标准》（DB37/2373-2013）。山东省日用玻璃企业执行《建材工业大气污染物排放标准》（DB37/2373-2013）。¹

¹ 《山东省环境保护厅关于山东省日用玻璃行业大气污染物排放执行标准的复函》（鲁环函[2015]189 号）指出：由于 DB37/2375-2013、DB37/2373-2013 均未明确日用玻璃生产企业大气污染物排放标准限值，且日用玻璃工业生产所采用的原料、燃料，玻璃的基本成分、工艺参数以及排放的废气与平板玻璃基本一致，经研究，同意日用玻璃行业大气污染物排放执行标准参照执行 DB37/2373-2013 中平板玻璃、玻璃熔窑的排

河北省 2012 年 11 月 28 日颁布了《工业炉窑大气污染物排放标准》(DB13/1640-2012),
河北省日用玻璃企业执行该标准。

表 32 是本标准中所规定的大气污染物排放限值与现行标准限值的对比。

放浓度限值。

表 32 本标准大气排放限值与现行标准的对比 (单位: mg/Nm³)

污染物种类	本标准, 新建企业, O ₂ 含量8%	GB 9078-1996, 新建企业, 二级	GB 29620-2013, 新建企业	GB 29495-2013, 新建企业, O ₂ 含量8%	GB 25464-2010, 新建企业, O ₂ 含量18%	GB 26453-2011, 新建企业, O ₂ 含量8%	DB13/1640-2012, 新建企业	DB37/2373-2013, 玻璃熔窑, 新建企业, O ₂ 含量8%
颗粒物	50/30	200	30	50	30	50	50	30
烟气黑度 (林格曼, 级)	1	1	—	1	1	1	1	1
二氧化硫	400	850	300	400	50	400	400	300
氮氧化物 (以 NO ₂ 计)	1000	—	200	700	180	700	400	500
氯化氢	30	—	—	30	25	30	—	30
氟化物 (以总 F 计)	5	6	3	5	3	5	6	5
铅及其化合物	0.5	0.1	—	0.7	0.1	—	0.1	—
砷及其化合物	0.5	—	—	0.5	—	—	—	—
镉及其化合物	0.2	—	—	—	0.1	—	—	—
锑及其化合物	1	—	—	5	—	—	—	—
铬及其化合物	1	—	—	—	—	—	—	—

目前，我国日用玻璃企业排放的水污染物执行的是《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中相关规定，表 33 为本标准中规定的水污染物排放限值与现行标准限值的比对。

表 33 本标准水排放限值与现行标准的对比（单位：mg/L）

污染物种类	本标准限值	现行标准（现有企业）			现行标准（新建企业）		
	新建企业	一级	二级	三级	一级	二级	三级
pH	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9
SS	50	70	200	400	70	150	400
COD	100	100	150	500	100	150	500
BOD ₅	20	30	60	300	20	30	300
氨氮	10	15	25	—	15	25	—
总氮	30	—	—	—	—	—	—
总磷	1	—	—	—	—	—	—
挥发酚	0.5	0.5	0.5	2.0	0.5	0.5	2.0
总银	0.5	0.5					

9 实施本标准的环境效益及经济技术分析

9.1 实施本标准的环境（减排）效益

本标准的实施对社会有显著的环境效益。烟气脱硫除尘系统的投入运行及低 NO_x 燃烧器技术的使用可大幅度减少熔窑烟气中的二氧化硫、烟尘及氮氧化物的排放量，改善日用玻璃企业周围地区的生活环境，对推动我国日用玻璃行业的技术进步和可持续发展具有重要意义。主要的环境效益体现在以下几个方面：

9.1.1 烟尘、二氧化硫削减效益

现有企业采取脱硫除尘措施可对烟尘、二氧化硫明显消减。本标准比《工业炉窑大气污染物排放标准》执行更严的标准限值（烟尘浓度从执行 200mg/Nm³ 排放标准降为 50mg/Nm³，新建企业二氧化硫从执行 850 mg/Nm³ 排放标准降为 400 mg/Nm³）。计算结果表明，本标准实施后，日用玻璃企业每年烟尘排放量可降至 0.35 万吨，削减 3.85 万吨，削减率 91.7%；二氧化硫排放量可降至 2.8 万吨，削减 5.6 万吨，削减率 66.7%。

9.1.2 氮氧化物削减效益

本标准规定了氮氧化物的限值，有助于区域大气质量的改善。本标准实施后，氮氧化物排放量每年可降至 7 万吨，削减 5.6 万吨，削减率 44.4%。

9.1.3 氯化氢和氟化物削减效益

标准规定了氯化氢的排放限值，严格了氟化物的排放限值。本标准实施后，若日用玻璃企业全部达标，则氯化氢排放量每年可削减约 0.2 万吨，氟化物排放量每年可削减约 300 吨。

9.2 技术经济分析

9.2.1 脱硫除尘控制成本分析

脱硫除尘系统的投资与全厂基建总投资相比，约占 2%~5%。表 34 为部分企业采用脱硫除尘设施的成本分析。

表 34 脱硫除尘设施费用（单位：万元）

生产线	设施	设备投资	年运行费用	投资比例
1	脱硫除尘	150	100	3.5%
2		235	55	2.1%
3		174	80	4.2%
4		287	120	3.6%

若全国日用玻璃企业生产线均采用烟气脱硫除尘设施，则脱硫除尘系统总成本约为 70 亿元，运行费用总成本约 20 亿元。

9.2.2 氮氧化物控制成本分析

目前国内日用玻璃生产线对氮氧化物的排放标准不做要求，缺少相关数据。

由于采用低 NO_x 燃烧器技术每吨成品日用玻璃增加的成本在可采用的 NO_x 控制技术中是最少的，其它处理技术成本较高，多数企业无法承受，故低 NO_x 燃烧器技术可为大多数日用玻璃企业可考虑采用的一项控制技术。

附 1 (a) 我国日用玻璃工业大气污染排放调查数据

编号	燃料	产量 (万吨/ 年)	清洁生产工 艺或污染控 制技术	燃料用量 kg/d (m ³ /d)	烟气量 (Nm ³ /h)	烟囱高度 (m)	粉尘mg/m ³		烟尘mg/m ³		SO _x (以SO ₂ 计) mg/m ³		NO _x (以NO ₂ 计) mg/m ³	
							处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后
1	发生炉煤气(含S 量<0.3%)	9.76		170000	177.3	56	1500	50	103	77	97	15		
2	发生炉煤气	4.27	水喷淋除尘	52000	38470	50	26	0.5			1146	283		
3	天然气	5.1		30000		60								
4	天然气	9.3		60000		60								
5	发生炉煤气	2.92		270000	20000	65			450	50				
6	重油(含S量 0.5%)	9.47		29000	31000	30				50		500	2657	
7	发生炉煤气									142	800	800		
8	发生炉煤气		脱硫除尘塔							60		200		
9	重油							42		150	830	830		
10	重油	58.2	富氧助燃	210000		65	510	25	550	90	5000	450	1800	1800
11	发生炉煤气(含S 量<0.6%)	23.6		32000	80000	60	198	30	188	60	740	740		
12	发生炉煤气(含S 量0.5%)	8.48	富氧助燃	100000	35	60			193	35	749	321	2232	2232
13	重油	4.83	烟气脱硫	14.1	25130	45			122	122	187	56		

附 1 (b) 我国日用玻璃工业水污染排放调查数据

编号	废水排放量 (t/d)	pH		COD (mg/L)		SS (mg/L)		BOD ₅ (mg/L)		银 (mg/L)	
		处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后
1	80			470	70	270	46				
2	366			112	112						
3	270	4-5	7.73	242	31	40	39	77	19		
4	53.5	7.09	7.83	173.6	41.84	636	9.88				
5					19.2				0.187		
6		5	7	150	100						
7			7.39		23.6						
8			7.58		50-68		14-65		8.87-12.2		
9			7.85		51.8		34				0.151
10			7.93		21-28		88-98		5.5-8.4		