

附件三：

《日用玻璃工业污染物排放标准》

（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

2011年4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：中国环境科学研究院

编制组主要成员：张国宁、魏玉霞、陆少锋、张琳、刘建平

标准处项目负责人：何俊

目 录

1	项目背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	工作过程	1
2	行业概况	2
2.1	日用玻璃行业在我国的发展概况	3
2.2	行业在其他国家和地区发展概况	7
3	标准制（修）订的必要性分析	8
3.1	国家及环保主管部门的相关要求	8
3.2	行业发展带来的主要环境问题	9
3.3	行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展	10
3.4	现行环保标准存在的主要问题	11
4	日用玻璃行业产排污情况分析	12
4.1	行业主要生产工艺	12
4.2	主要污染物分析	15
4.3	行业排污现状	16
5	日用玻璃行业污染控制技术分析	18
5.1	大气污染物控制技术	18
5.2	水污染物控制技术	22
6	标准主要技术内容	23
6.1	标准适用范围	23
6.2	标准制订原则	24
6.3	标准结构框架	24
6.4	术语和定义	24
6.5	污染物项目的选择	25
7	污染物排放限值的确定及制定依据	25
7.1	大气污染物	25
7.2	水污染物限值确定依据	29
8	主要国家、地区及国际组织相关标准研究	30
8.1	国外标准研究	30
8.2	本标准与现行标准的对比	31
9	实施本标准的环境效益及经济技术分析	32
9.1	实施本标准的环境（减排）效益	32
9.2	技术经济分析	32

《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（包括含铅玻璃）

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，环境标准研究所邀请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）、中国轻工业清洁生产中心、中国日用玻璃协会参加，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）成立编制组

2008年初环境标准研究所邀请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参加，成立了《日用玻璃工业污染物排放标准》编制组。

（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。

（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》。

（5）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。

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。日用玻璃制品中，各类包装用玻璃瓶罐产量约占其总产量的 80%，日用及家用各类玻璃器皿等产量约占其总产量的 15%，实验室及医用玻璃器皿等产量约占其总产量 3%，其他日用玻璃制品产量约占其总产量的 2%。玻璃保温容器中，3.2 升保温瓶约占其总产量的 60%，2 升保温瓶约占其总产量的 25%，其他保温瓶约占其总产量的 15%。日用玻璃产品品种丰富，用途广泛，具有良好、可靠的化学稳定性和阻隔性，对盛装物无污染等特性，是可循环和可回收再利用的无污染产品，是各国公认的安全和优异的包装材料，也是人们日常生活所喜爱的用品。

2.1.1 产品产量及主要经济指标情况

根据国家统计局对日用玻璃工业规模以上全部工业法人企业和个别地区的少量规模以上工业企业统计，2009 年日用玻璃制品及玻璃包装容器产量 1546.08 万吨，累计同比增长 5.45%，与上年同期 1445.69 万吨的统计数相比，增长率为 6.94%。近五年我国日用玻璃制品及玻璃包装容器产量见图 1。

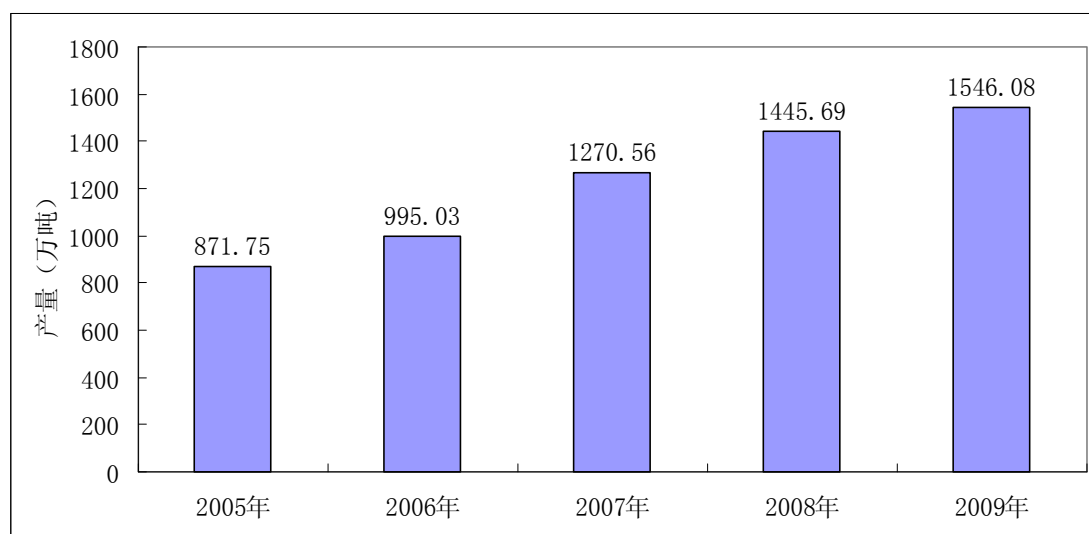


图 1 2005-2009 我国日用玻璃制品及玻璃包装容器产量

我国日用玻璃制品及玻璃包装容器主要产区为四川、山东、河北、广东和河南，这五省的产量占到全国的 61.75%，其中四川省产量为 277.02 万吨、山东省 268.15 万吨、河北省 158.38

万吨、广东省136.67万吨、河南省114.43万吨（见图2-2）。2009年四川、河北日用玻璃制品及玻璃包装容器产量分别比该省上年同期统计数增长23.7%和4.8%，取代了山东、广东列地区产量的第一位和第三位。山东、广东、河南的产量分别比该省上年同期统计数减少3.2%、15.1%和14.6%，列地区产量的第二位、第四位和第五位。

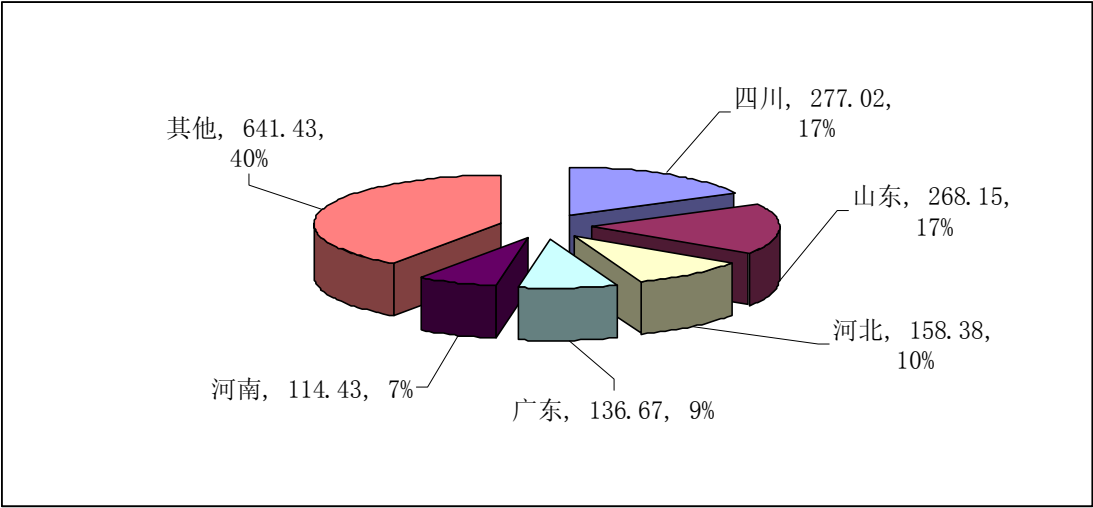


图 2 日用玻璃制品及玻璃包装容器产区分布

按国家统计局统计口径，2009年玻璃保温容器产量61015.16万个，累计同比增长5.69%，与上年同期60499万个的统计数相比，增长率为0.85%。近五年我国玻璃保温容器产量见图2-3。

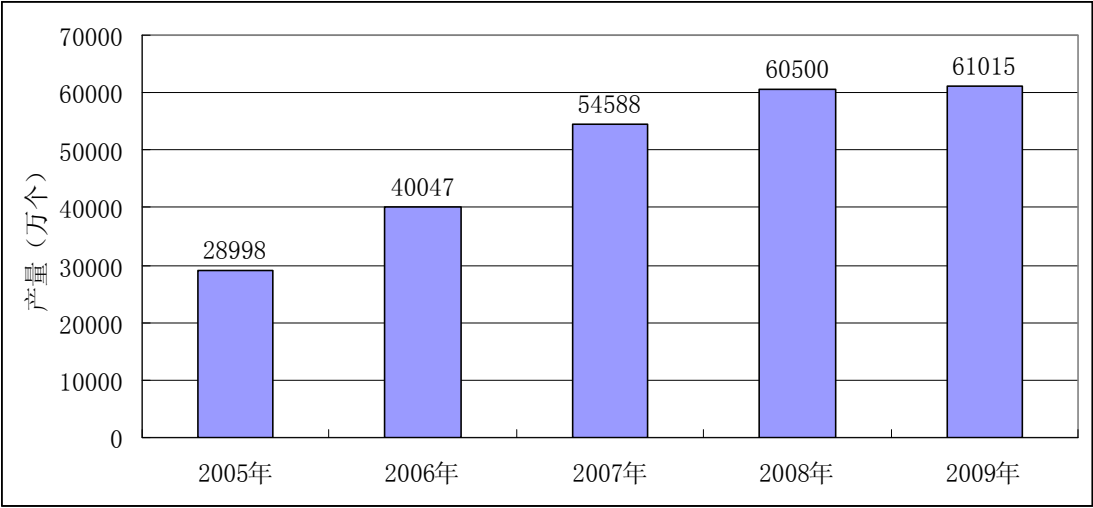


图 3 2005-2009 年我国玻璃保温容器产量

我国玻璃保温容器生产主要集中在湖南、北京、山东和重庆，这四个省市的产量占到全国的80.88%。其中湖南省31973万个、北京市7258万个、山东省5093.98万个、重庆市5023万个（见图2-4）。

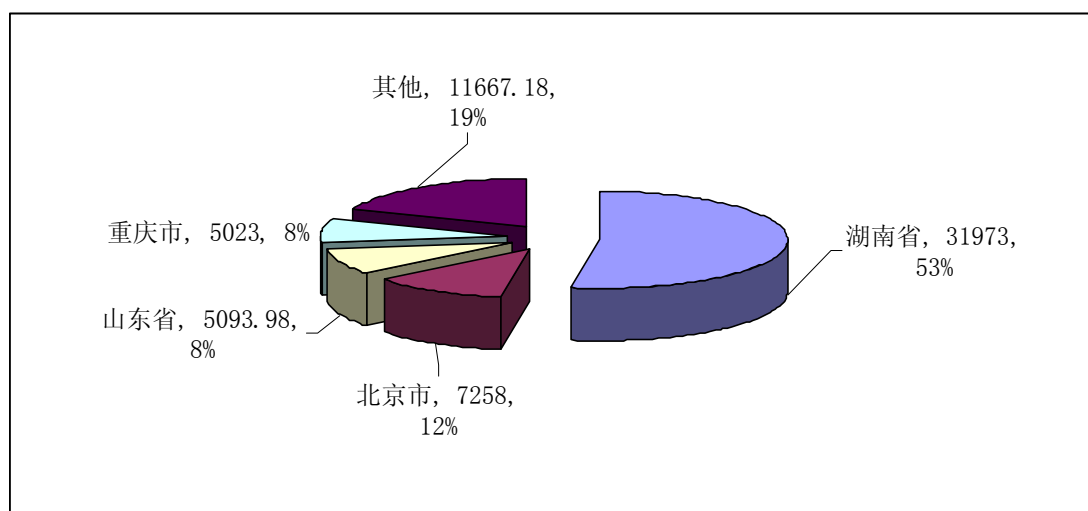


图4 2009年我国保温容器主要产区分布

2009年1-12月份，玻璃制品制造业完成工业总产值（当年价）1016.72亿元，累计同比增长16.37%。按统计口径，完成工业总产值首次突破1000亿元。完成工业销售产值987.16亿元，累计同比增长16.99%。累计工业产品销售率为97.09%，比2008年提高了0.55个百分点。其中，日用玻璃制品及玻璃包装容器制造业汇总企业单位数1196个，完成工业总产值（当年价）806.75亿元，累计同比增长16.75%；工业销售产值783.64亿元，累计同比增长17.25%；累计工业产品销售率97.13%。玻璃仪器制造业汇总企业单位139个，完成工业总产值（当年价）162.26亿元，累计同比增长14.31%；工业销售产值157.36亿元，累计同比增长15.99%；累计工业产品销售率96.98%。玻璃保温容器制造业汇总企业单位71个，完成工业总产值（当年价）47.71亿元，累计同比增长17.13%；工业销售产值46.16亿元，累计同比增长16.06%；累计工业产品销售率96.76%。

2.1.2 进出口情况

根据海关进出口统计数据，2009年1-12月份协会重点跟踪的日用玻璃行业22类主要产品进出口总额33.96亿美元。其中：出口额32.11亿美元，同比减少1.7%；进口额1.85亿美元，同比减少12.1%。行业主要产品进出口统计数据经综合加工整理，分别汇总如下：

表1 2009年1-12月累计出口统计

项目	出口量（吨）	同比增长%	出口额(万美元)	同比增长%
日用玻璃			321124.05	1.7
其中：玻璃瓶罐	728053.7	-15.4	46388.77	-19.5
玻璃器皿	1290616.4	4.3	196243.16	8.0
玻璃保温容器（万个）	30250.3	-5.7	74944.92	-7.6
玻璃仪器	41013.5	-25.3	9265.98	-25.8

表2 2009年1-12月累计进口统计

项目	出口量（吨）	同比增长%	出口额(万美元)	同比增长%
日用玻璃			18503.63	-12.1
其中：玻璃瓶罐	15901	-13.6	3395.68	-27.7
玻璃器皿	36836.1	3.3	8280.81	0.2

玻璃保温容器 (万个)	232.6	-6.2	556.14	-5.2
玻璃仪器	10077.6	-9	7491.95	-16.3

2009 年受国际金融危机的影响，行业主要产品出口受挫，与2008年相比，协会重点跟踪的22类产品的出口量和出口额均有较大幅度下降，其中16类产品出口量负增长，15类产品出口额负增长，13类产品出口量和出口额均为负增长。

2.1.3 企业规模及分布情况

2004 年第一次全国经济普查，全国共有日用玻璃生产企业 3253 家，其中规模以上企业 1472 家。根据协会掌握的情况，行业中绝大多数是中小企业，年产量 10 万吨以上的玻璃瓶罐瓶罐生产企业有 30 余家，年产量在 3 万吨以上的日用玻璃生产企业占企业总量不足 30%，产业集中度不高。随着我国经济体制改革的不断深化，日用玻璃行业企业所有制结构也发生深刻变化。上世纪末，企业经过大规模改革、改制、改组，目前行业中国有经济成分所占比例极低，绝大多数为民营或私营股份制企业，外资企业以多种形式进入我国日用玻璃行业，世界知名的瓶罐玻璃、器皿玻璃、技术玻璃生产制造商在我国均建有合资或独资生产企业。日用玻璃行业已经形成多元化经济体制格局，资本结构、投资主体的多元化和融资渠道的多样性，使行业市场化程度有很大提高。

在所有制结构进一步调整和完善的过程中，行业的地区结构也发生了相应的变化。受成本因素和国家环保政策的制约，近几年行业企业主要是向能源或原材料便宜、劳动力便宜、配套产业集中的地区转移，山东、广东、四川继续保持传统生产优势，河南、河北发展迅速，山西祁县、闻喜，河北保定、承德，浙江浦江，广东佛山，河南林州等地产业特色突出。行业地区结构的变化主要表现在：产业集群的发展，形成了一些产业特色区域，行业生产的集中度有了提高，大企业生产规模扩大快，生产达到一定规模的企业绝对数增加较快，行业的生产集约化程度有一定的提高。

2.1.4 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 平方米以上，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、电子伺服送料、电子分料及电子拨瓶等，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。

2.1.5 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、CO₂、SO₂、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 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,每年的产量相差不大,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%。

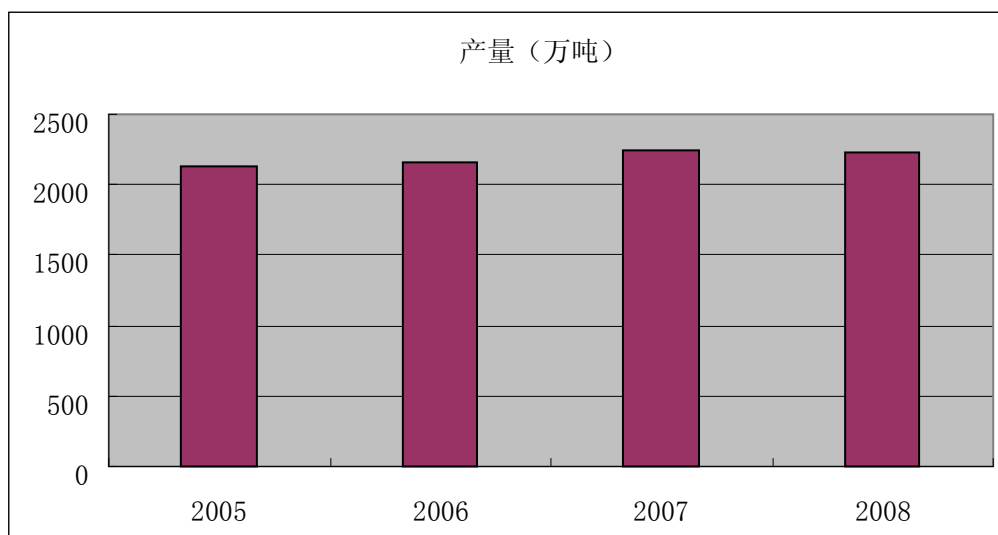


图 5 欧洲 2005-2008 年玻璃容器产量

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。

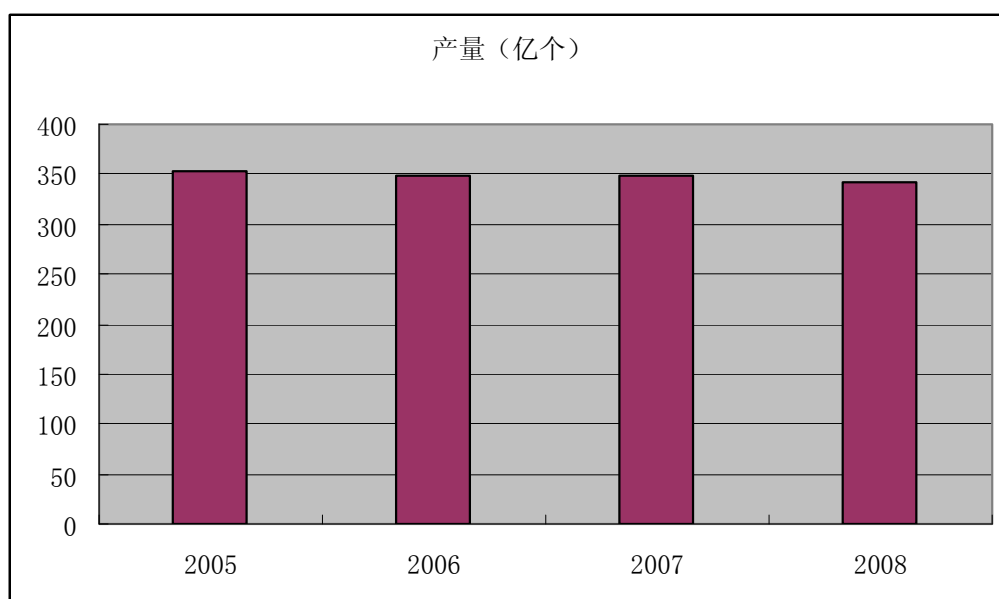


图 6 美国玻璃容器 2005-2008 年产量

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(修)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十一个五年规划纲要》中的要求

节约能源、降低能耗，减少污染物排放，是转变发展思路、创新发展模式、提高发展质量、加快经济结构调整、彻底转变经济增长方式的重要途径。《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出了“十一五”期间，主要污染物排放总量减少 10% 的约束性指标。因此，到 2010 年，矿棉行业的污染物排放量也必须在 2005 年的基础上削减 10% 左右，而控制污染物的排放浓度和排放量或控制污染物的排放总量是实现这一目标的重要保证。

(2)《国家环境保护“十一五”规划》中的要求

《国家环境保护“十一五”规划》指出“加强工业废气污染防治”，“工业炉窑要使用清洁燃烧技术，以细颗粒污染物为重点，严格控制烟（粉）尘和二氧化硫的排放。开展新一轮的除尘改造，推广使用高效的布袋除尘设施。继续抓好煤炭、钢铁、有色、石油化工和建材等行业的废气污染源控制，对重点工业废气污染源实行自动监控”，“继续开展氮氧化物控制研究，加快氮氧化物控制技术开发与示范，将氮氧化物纳入污染源监测和统计范围，为实施总量控制创造条件”。

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。基于此形式下环境管理的需要，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

(1) 本行业 SO₂、COD、主要（特征）污染物、废气排放量

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，只有大型企业装备了废气处理装置，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。根据日用玻璃工业产排污系数估算，2008 年日用玻璃制品烟尘的排放量约为 1.5 万吨，二氧化硫排放量约为 6.8 万吨，氮氧化物约为 9.5 万吨。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。

表 3 2008 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）	
	全国	日用玻璃
二氧化硫	2321.2	6.8
氮氧化物	1624.5	9.5
烟尘	901.6	1.5

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

容器玻璃熔炉				
污染物	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
HCl	5-62	0.01-0.12	7-30	0.01-0.07
HF	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

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》（GB9078）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》(GB9078-1996), 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, 熔炉的燃料主要分为三类——发生炉煤气、重油和天然气, 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 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。各类别生产工艺见图 7。

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	芒硝（Na ₂ SO ₄ ）、白砒（As ₂ O ₃ ）、氧化锑（Sb ₂ O ₃ ）、卤化物等；
着色剂	三氧化二铬（Cr ₂ O ₃ ）、硒粉（Se）、镉黄（CdS）等；
脱色剂	硒粉（Se）、氧化钴（CoO）等；
乳浊剂	萤石（CaF ₂ ）、氟硅酸钠（Na ₂ SiF ₆ ）等

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。

（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。

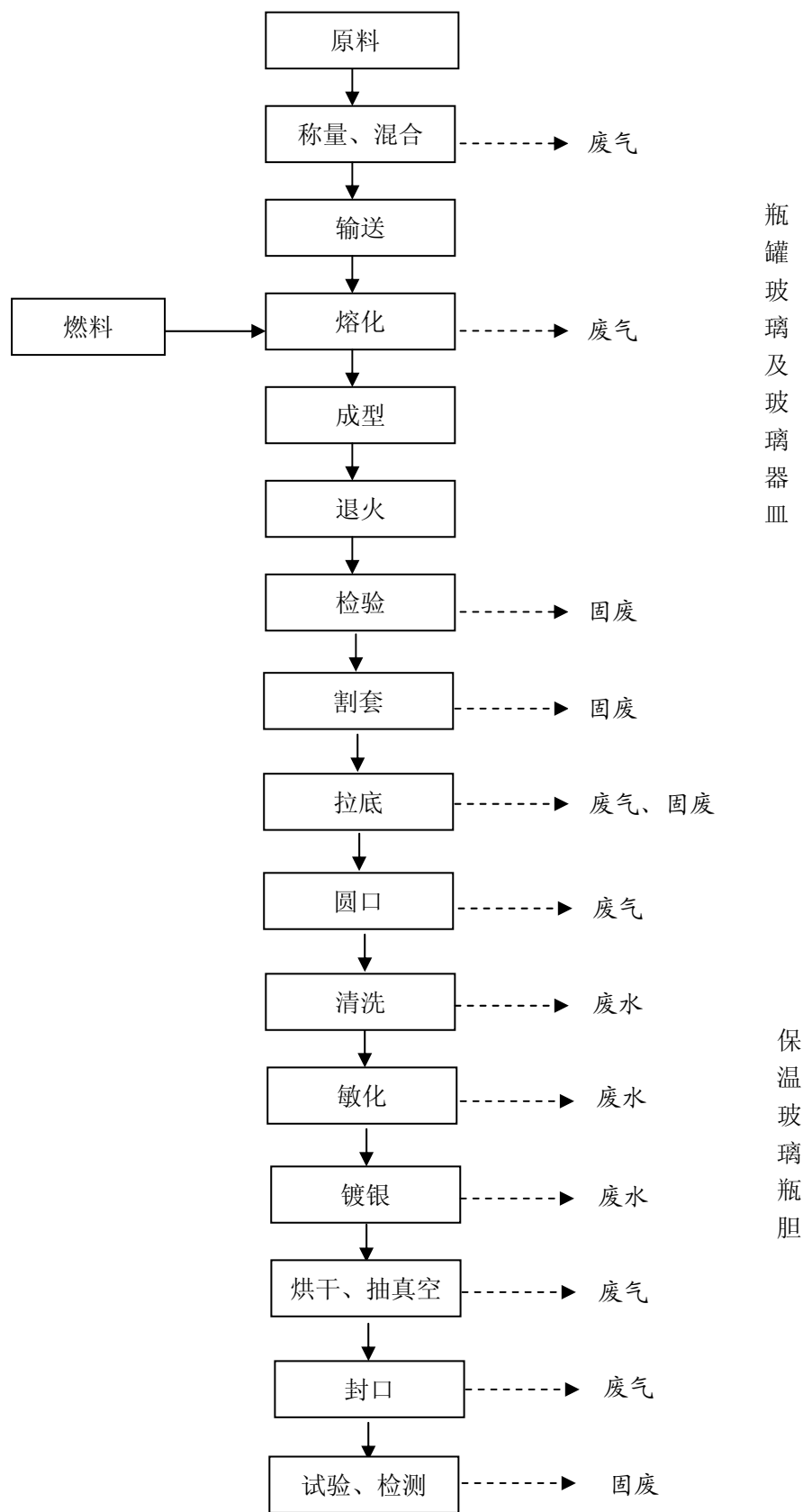


图 7 日用玻璃生产工艺流程图示意图

4.2 主要污染物分析

4.2.1 大气污染物

日用玻璃主要的污染物为大气污染物，在日用玻璃生产过程中，大气污染物主要产生于备料和熔制过程。配合料的输送和形成过程产生的污染主要是粉尘性废气。而熔制过程因为是通过燃料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燃料燃烧还是物料分解都有化学过程，因此在这一过程中主要产生的污染物是烟尘和有害气体，所以日用玻璃生产主要的污染物为：

(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

玻璃熔炉中的 NO_x 是空气及燃料燃烧以及玻璃原料中添加的少量硝酸盐分解后产生的。玻璃熔炉排出的废气中所含的 NO_x，约 95% 为 NO，NO₂ 仅占 5% 左右。

(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

主要来源于熔制过程中澄清剂的使用及后续加工工序中的着色、印花、喷涂等装饰工艺。如水晶玻璃生产使用的 Pb，啤酒瓶生产使用的着色剂 Cr，生产硒硫化镉颜色玻璃使用的着色剂硫化镉和硒；脱色剂中的硒与氧化钴。

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
HCl	5~90	0.02~0.08	0.03~0.23
HF	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、硫化物和少量氰化物，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，此外还含少量石油类、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	
		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	
		SO _x (以SO ₂ 计)	4.78	
		废水	0.54	
		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	
		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	
		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	
		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	
		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	
		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	-	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、湿法烟气脱硫
氮氧化物治理技术	电助熔技术,纯氧燃烧技术,低NO _x 燃烧器	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。

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，用高压加氢方应进行脱硫，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，通常为确保持熔或质地品质，芒硝代替了纯碱的来源的一部分。配合料中 Na₂SO₄ 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 8。

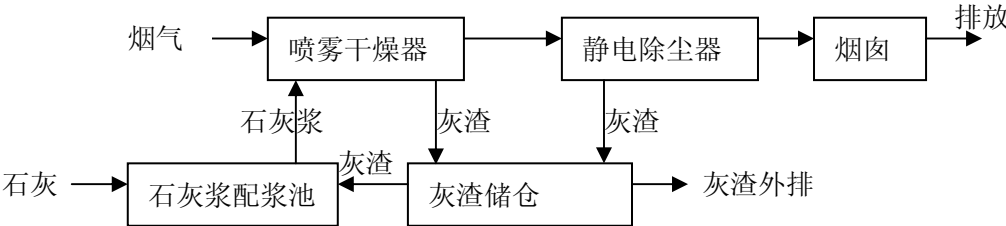


图 8 半干法脱硫除尘工艺示意图

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 9。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。

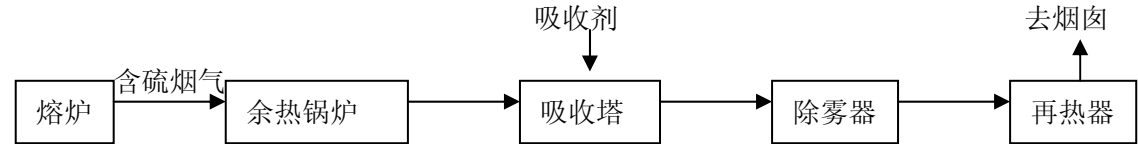


图 9 湿法脱硫除尘工艺图

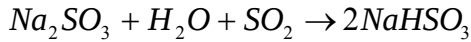
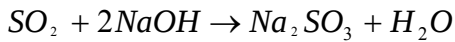
(a) 石灰-石灰石法

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

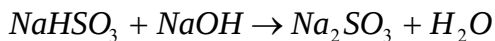
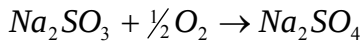
点是脱硫效率高、工艺设备简单、投资和运行费用低，但易结垢且会产生二次污染物。

(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 。

控制热 NO_x 的排放的过程控制主要采取降低炉内温度和减少燃烧空气量的措施。

(1) 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 10 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。

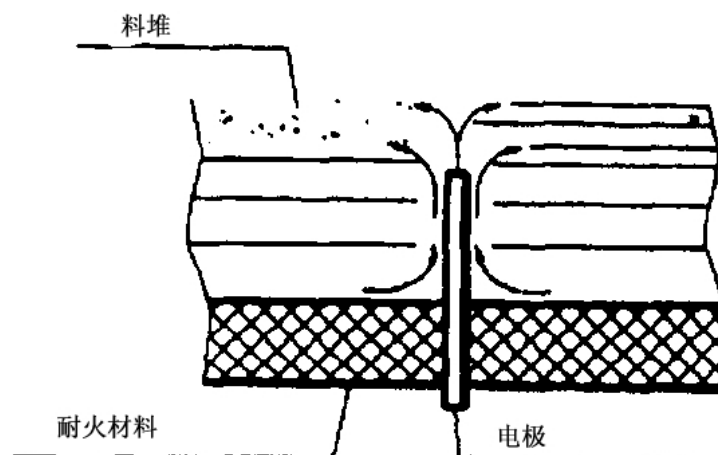


图 10 电助熔原理示意图

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。

(2) 纯氧燃烧技术

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%。使用纯氧燃烧技术，不仅可以节约燃料，而且能有效控制排出的烟尘和氮氧化物等问题。一般而言，采用纯氧助燃技术，废气产生量可以降低 70~85%（高低取决于氧气的纯度）。

采用纯氧助燃，由于氮气得到分离，燃烧生成的氮氧化物的大大降低。一般情况下，NO_x 排放量可以削减 70~90%。对于容器玻璃采用纯氧助燃技术，NO_x 排放量可以小于 1kg/t 玻璃的水平。

(3) 低 NO_x 燃烧器

低 NO_x 燃烧器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。燃烧器是工业炉的重要设备，它保证燃料稳定着火燃烧和燃料的完全燃烧等过程，因此，要抑制 NO_x 的生成量就必须从燃烧器入手。依靠减少过剩空气降低 NO_x 排放值见表 9。

表9 过剩系数与NO_x排放值关系表

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 NO₂ 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。

（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蒸汽，并对这种废气有控制的进行燃烧。研究表明：与其他除 NO_x 的技术相比，该技术可同时适用于浮法玻璃熔窑和瓶罐玻璃熔窑，具有应用范围广、操作使用方便、不使用化学药品、运行成本低和除 NO_x 效果好等优点，采用该项技术，玻璃熔窑废气中的 NO_x 生成量可减少 80% 以上。

选择性催化还原法(SCR 法)是指在废气处理过程中使用氨水（NH₃）作还原剂、在特殊的合金催化剂的催化作用下，使 NH₃ 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蒸汽。由于采用了特殊的催化剂，该方法可在较低温度下使用，废气处理温度可降至 250~450℃，其除 NO_x 的效率可达 80~90%，但运行成本较高。

非催化选择性还原法是指在废气处理过程中使用氨水（NH₃）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蒸汽。采用该方法的反应温度较高，最佳反应温度为 950℃ 左右，其除 NO_x 的效率低于 3R 技术和 SCR 法，但运行成本较低，近年来也有用尿素取代氨水作还原剂的报道。

5.1.4 HCl 和 HF 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 HCl 和 HF。

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；石油类污染物主要采用隔油池、气浮池技术；BOD、COD、酚类污染物采用生化处理设施进行处理。

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 11。硫化剂可采用硫化钠、硫化亚铁等。

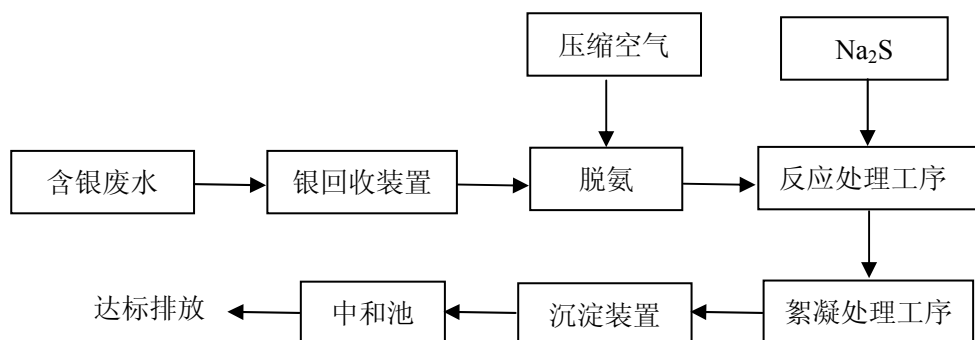


图 11 含银废水处理工艺流程示意图

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（包括含铅玻璃）

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 10 所示：

表 10 《国民经济行业分类与代码》中玻璃及玻璃制品制造行业分类情况

代 码				类 别 名 称	说 明
门类	大类	中类	小类		
C				制造业	
	31			非金属矿物制品业	
		314		玻璃及玻璃制品制造	指任何形态的玻璃和玻璃制品、玻璃纤维及其制品的生产，以及利用废玻璃、废玻璃纤维再生产玻璃制品的活动。
			3141	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。
			3142	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。
			3143	光学玻璃制造	
			3144	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的制造。

代 码				类 别 名 称	说 明
门类	大类	中类	小类		
			3145	日用玻璃制品及玻璃包装容器制造	指日用玻璃制品，以及主要用于产品包装的各种玻璃容器的制造。
			3146	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。
			3147	玻璃纤维及制品制造	
			3148	玻璃纤维增强塑料制品制造	也称玻璃钢，是指用玻璃纤维增强热固性树脂生产塑料制品的活动。
			3149	其他玻璃制品制造	

根据《国民经济行业分类与代码》（GB/T 4754—2002）（见表 6），玻璃工业包括平板玻璃、日用玻璃、玻璃纤维等类别。对比玻璃工业污染物排放标准体系与表 6，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“3141 平板玻璃制造”、“3142 技术玻璃制品制造”、部分“3143 光学玻璃制造”、“3147 玻璃纤维及制品制造”以及“3148 玻璃纤维增强塑料制品制造”以及部分“3149 其他玻璃制品制造”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：

3144 玻璃仪器制造

3145 日用玻璃制品及玻璃包装容器制造

3146 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，制订现有企业及新建企业排放限值，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、玻璃熔窑、标准状态、大气污染物排放浓度、排气筒高度、无组织排放、现有企业、新建企业、排水量、单位产品基准排水量十个术语。

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、HCl、HF、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、HCl、HF、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、HCl、HF、黑度和重金属。

废水污染物项目包括 pH、SS、COD、石油类、总银和基准排水量。

7 污染物排放限值的确定及制定依据

7.1 大气污染物

7.1.1 配料过程粉尘（颗粒物）排放限值制订依据

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 11 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，所以本标准粉尘排放限值现有生产线为 50mg/Nm³，新建生产线严格控制，限值定为 40mg/Nm³。

表 11 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
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

7.1.2 熔窑烟气污染物排放限值制订依据

（1）颗粒物限值确定

颗粒物和 SO₂ 限值的确定以湿法脱硫工艺作为基础。目前我国日用玻璃企业安装了烟气处理设施的，均为湿法脱硫除尘设备，该工艺技术成熟、效果稳定。表 12 为我国部分日用玻璃企业烟尘排放水平。可以看出，我国大部分生产线烟尘排放水平基本能达到 100mg/Nm³

的排放水平。

表 12 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
8	发生炉煤气 (含S量0.5%)	35

日用玻璃企业颗粒物产生浓度在 100~550mg/Nm³，对于现有生产线，当除尘效率达到 80%时，排放浓度可达 20~110 mg/Nm³；当除尘效率达到 90%时，排放浓度可达到 55 mg/Nm³ 以下。由于目前生产线采用湿法除尘效率基本能达到 80%，并参考国外窑炉烟尘排放限值（表 13），故本标准规定现有生产线为 100 mg/Nm³，新建生产线定为 50 mg/Nm³。

表 13 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	5-30	50	50	50	80~150 (与熔窑规模有关)

（2）SO₂限值确定

目前我国日用玻璃熔炉所用燃料主要是发生炉煤气和重油，有少量企业使用天然气，使用电熔的企业就更少了。SO₂的产生多少主要有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 14。

表 14 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 2200~2800 mg/Nm³，当脱硫效率为

70%时, SO₂ 排放浓度在 660~840 mg/Nm³ 左右; 当脱硫效率达到 80%时, SO₂ 排放浓度在 440~560mgN/m³ 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 180~450 mg/Nm³ 左右。表 15 为我国部分日用玻璃企业 SO₂ 排放水平。我国日用玻璃生产线 SO₂ 排放水平能达到 850mg/Nm³ 的排放水平。

表 15 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

参考我国日用玻璃企业 SO₂ 排放水平及国外窑炉 SO₂ 排放限值 (表 16), 对于现有生产线, SO₂ 排放限值为 850mgN/m³; 对于新建企业, 应适当加严, SO₂ 排放限值为 700 mg/Nm³。

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 16 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	200~500	500	500	1800
	重油	500~1200		1500	

(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。表 17 是调研的几家日用玻璃熔炉 NO_x 排放浓度。通常日用玻璃熔炉 NO_x 排放浓度在 1200 mg/Nm³ 以上, 高者可达 2000~3000 mg/Nm³。

表 17 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	发生炉煤气 (含S量0.5%)	2232
3	重油 (含S量0.5%)	2657

(注: 以上烟气量为1500m³/t玻璃液)

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18。

表 18 玻璃熔炉 NO_x 控制技术

控制技术	一次措施		二次措施		
	低NO _x 燃烧器技术	纯氧燃烧	3R	SCR	SNCR
去除效率	40%~60%	70%~90%	70%~85%	70%~95%	40%~75%
排放浓度	480~1800 mg/Nm ³	0.5~2 kg/t玻璃液	<500 mg/Nm ³	<500 mg/Nm ³	500~700 mg/Nm ³

一次措施突出污染源控制，即在 NO_x 源头上进行严格控制。纯氧燃烧是燃料直接使用氧气助燃，优点在于节约能源，可大大减少烟尘和氮氧化物的产生量，最终排放可达到 0.5~2 kg/t 玻璃液，但纯氧燃烧的烟气量仅为原来的 15%~30%，排放浓度为 1200~2500 mg/Nm³。目前，纯氧助燃技术尚未在日用玻璃行业得到应用，但代表了行业技术的发展方向。

二次措施是对产生的 NO_x 进行末端处理，从而降低其排放浓度和排放量，主要包括 3R、SCR、SNCR 技术，脱硝效率很高，但其设备及运行成本较高。目前，我国日用玻璃企业还未采用此技术。

采用低 NO_x 燃烧器技术去除效率可达到 40%~60%，且设备及运行成本较低，可为大多数日用玻璃企业所建议采用的处理技术。

根据欧盟 IPPC 指令，采用 BAT 控制技术措施，日用玻璃工业 NO_x 排放可控制在 400-850mg/Nm³（见表 19）。

表 19 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
NO _x	燃烧改良	600~850	0.9~1.3
	熔炉改良	<500	<0.75
	电熔	<100	<0.3
	纯氧助燃	/	1.5~1.8
	末端脱硝	400~600	0.5~0.8
	原料中含有硝酸盐的玻璃产品使用BAT技术后	<1000	<3

进一步参照国外氮氧化物排放标准（见表20）：

表 20 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)	
NO _x	500~1500 (与窑型有关)	2.5~4kg/t	天然气	900~2000 (与窑型有关)	天然气	1400~3500 (与窑型有关)
			重油	700~1500 (与窑型有关)	重油	1200~3000 (与窑型有关)

考虑到我国现有情况和玻璃熔炉的发展趋势及国外氮氧化物排放标准，对于现有企业暂

不限制 NO_x 排放浓度，新建企业 NO_x 排放浓度为 1200 mg/Nm³。

（4）HCl和HF限值的确定

HCl 和 HF 的排放主要来源于原料中含有的氯化物和氟化物杂质。HCl 和 HF 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 HCl 和 HF。如采用氢氧化钠湿法脱硫，HCl 的去除率可达到 90%以上。

由于我国目前没有实际的监测数据，所以限值主要参考国外排放标准（见表 21），HCl 排放浓度定为 30 mg/Nm³，HF 排放浓度为 5 mg/Nm³。

表 21 国外日用玻璃行业 HCl 和 HF 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)
HCl	10~30	30	30
HF	1~5	5	5

（5）重金属限值的确定

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。参照国外标准（见表22），对于存在使用着色剂、澄清剂（主要涉及到砷的使用）和生产铅晶质玻璃的企业，规定As、Pb、Cr、Cd浓度总和不得超过1mg /m³，Co、Se、Sb 浓度总和不得超过5 mg /m³ 。

表 22 国外标准重金属排放限值

污染物	欧盟BAT排放水平 (mg/Nm ³)		奥地利 (mg/Nm ³)		德国 (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)	Cd	0.1	Pb	3
			As	0.1		
			Co、Ni、Se	1.0 (总和小于等于1.0)	Se	3
	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)	Sb、Pb、Cr、Cu、Mn	5.0 (总和小于等于5)	其他重金属	4

7.2 水污染物限值确定依据

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 23。

表 23 部分企业水污染物排放情况

编号	pH	SS	COD	石油类	银
1	—	46	70	—	—

2	7.39	—	23.6	4.56	—
3	—	—	112	8.7	—
4	7.73	39	31	0	—
5	7.83	9.88	41.84	1.13	—
6	—	—	19.2	0.523	—
7	7	—	100	8	—

基于目前处理技术，并考虑到《污水综合排放标准》衔接问题，将排放限值定为现有企业 pH 6~9，SS 70mg/L，COD 100 mg/L，石油类 5 mg/L，总银 0.5 mg/L。新建企业 pH 6~9，SS 60mg/L，COD100 mg/L，石油类 4 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。

当日用玻璃废水未直接排放，而是排入二级城镇污水处理厂时，应达到预处理标准规定的限值和要求。即 pH 6~9，SS 400mg/L，COD 500 mg/L，石油类 20 mg/L，总银 0.5 mg/L。

单位产品基准排水量根据日用玻璃行业准入条件和产排污系数中数据，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 0.6 m³/t 产品，保温瓶胆单位产品基准排水量为 3.1 m³/t 产品。

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

欧盟对容器玻璃排放控制是基于 BAT（最佳可得技术）的，不仅对浓度进行了研究，还对吨产品排放量进行了研究。

（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：SCR、SNCR 处理技术。

具体排放水平见表 19。

（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低硫燃料的使用，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 16。

（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 22。

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/m^3 ；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/m^3 ；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 1mg/m^3 。

对于颗粒物，控制限值为 30mg/m^3 ；

SO_2 ，浓度限值按照燃料重油和天然气分类，天然气为燃料的为 800mg/m^3 ，重油为燃料的为 1500mg/m^3 。

NO_x 分为两类，采用低氮燃烧控制技术的排放限值为 800mg/m^3 ，在此基础上进一步进行尾气清洗技术的 NO_x 排放限值为 500mg/m^3 。

HCl 排放限值为 30mg/m^3 。

HF 排放限值为 5mg/m^3 。

8.2 本标准与现行标准的对比

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》（GB9078-1996）、《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的相关规定，表 24 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。

表 24 本标准大气排放限值与现行标准的对比（单位： mg/Nm^3 ）

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）		
	现有企业	新建企业	一级	二级	三级	一级	二级	三级
窑炉颗粒物	100	50	100	250	400	禁排	200	300
SO_2	850	700	1200	1430	1800	禁排	850	1200
NO_x	-	1200	-			-		
HCl	30	30	-			-		
HF	5	5	6	15	50	禁排	6	15
Pb	1（总和）	1（总和）	0.05	0.1	0.2	禁排	0.1	0.1
Cr			-			-		
Cd			-			-		
Co、Se、Sb	5（总和）	5（总和）	-			-		

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》（GB8978-1996）中相关规定，表 25 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 25 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）		
	现有企业	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	6-9
SS	70	60	70	200	400	70	150	400
COD	100	80	100	150	500	100	150	500
石油类	5	4	10	10	30	5	10	20
总银	0.5	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（现有企业烟尘浓度从执行 200 mg/Nm³ 排放标准降为 100 mg/Nm³，新建企业二氧化硫从执行 850 mg/Nm³ 排放标准降为 700 mg/Nm³）。计算结果表明，本标准实施后，日用玻璃企业每年的烟尘排放量可减少约 2 万吨，二氧化硫排放量可减少约 6 万吨。

9.1.2 氮氧化物削减效益

新建企业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削减约 4.5 万吨。

9.1.3 HCl 和 HF 削减效益

标准规定了 HCl 的排放限值，严格了 HF 的排放限值。本标准实施后，若日用玻璃企业全部达标，则 HCl 排放量每年可削减约 0.2 万吨，HF 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 26 为部分企业采用脱硫除尘设施的成本分析。

表 26 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。

附录 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		HF mg/Nm ³		HCl mg/Nm ³		Cr
							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	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	77	13					
2	发生炉煤气	4.27	水喷淋除尘	52000	38470	50	26	0.5			114 6	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	265 7						
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	500 0	450	180 0	180 0					

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	223 2	223 2				
13	重油	4.83	烟气脱硫	14.1	25130	45			122	122	187	56						

附录 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)		石油类(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	处理前	处理后
1	80			470	70	270	46						
2	30000												
3	366			112	112					8.7	8.7		
4	270	4-5	7.73	242	31	40	39	77	19	0	0	0	
5	53.5	7.09	7.83	173.6	41.84	636	9.88			12.6	1.13		

6					19.2				0.187		0.523		
7	0	6-9		211		91		48		6			
8		5	7	150	100					12	8		
9			7.39		23.6						4.56		