

附件 3

《玻璃制造业污染防治可行技术指南 (征求意见稿)》编制说明

《玻璃制造业污染防治可行技术指南》编制组
二〇一八年八月

项目名称：玻璃制造业污染防治可行技术指南

项目统一编号：技-2018-007

项目承担单位：中国建材检验认证集团股份有限公司、武汉理工大学、
中国建材检验认证集团秦皇岛有限公司、建筑材料工业技术情报研究
所、北京市环境保护科学研究院、环境保护部环境工程评估中心

标准所技术管理承办人：谭玉菲、王宗爽

科技标准司项目管理人：王泽林、李磊

目录

1	标准编制背景	28
1.1	任务工作来源	28
1.2	项目工作过程	28
2	标准编制的必要性	30
2.1	国家环境管理部门要求	30
2.2	产业政策及准入条件要求	31
3	行业生产与污染防治技术现状	31
3.1	行业概况	31
3.2	工艺过程污染物产生及污染预防技术	33
3.3	污染治理技术	34
3.4	典型案例分析	36
4	标准编制的基本原则	40
5	标准主要技术内容说明	41
5.1	适用范围	41
5.2	污染防治可行技术	41
5.3	环境管理措施	50
5.4	污染防治先进可行技术	50
6	实施本标准的成本—效益分析	50
6.1	环境效益	50
6.2	经济成本	50
7	对实施本标准的建议	50

《玻璃制造业污染防治可行技术指南（征求意见稿）》

（编制说明）

1 标准编制背景

1.1 任务工作来源

2018年元月，原环境保护部下达工作任务单，启动《玻璃制造业污染防治可行技术指南》编制任务。2018年5月，生态环境部下发了《关于组织实施2018年度国家环境技术体系建设项目计划的通知》（环办科技函〔2018〕301号），提出包括《玻璃制造业污染防治可行技术指南》在内的10项污染防治可行技术指南计划项目。项目承担单位为中国建材检验认证集团股份有限公司，协作单位包括武汉理工大学、中国建材检验认证集团秦皇岛有限公司、建筑材料工业技术情报研究所、北京市环境保护科学研究院、环境保护部环境工程评估中心。

1.2 项目工作过程

（1）前期准备阶段

收到工作任务后，中国建材检验认证集团股份有限公司组织5家协作单位的20余名专家和技术人员成立了标准编制工作组，编制了工作方案及调查表，确定了标准的大纲、主要内容以及重点难点问题，明确了任务分工，并对典型生产企业开展了现场考察。

（2）开展技术初筛

通过检索国内外相关标准和文献资料、排污许可信息平台资料收集、行业协会调研、发放问卷调研及开展实地调研等，获得了136家平板玻璃企业及17家平板显示玻璃企业的污染防治技术的相关信息。对企业生产工艺类型、燃料种类、污染预防技术、污染治理技术等资料进行了初步归类，通过与行业协会专家、污染治理工程设计专家、污染治理设施运行维护专家、地方环保部门的研讨、综合分析后，确定了备选技术清单，清单共包括31种大气污染防治技术，3种熔窑烟气治理技术组合，以及6项废水污染防治技术。

（3）召开标准开题论证会

在广泛调查及讨论咨询的基础上，明确了标准的适用范围、确定了玻璃制造业的污染防治可行技术与污染防治先进可行技术，形成了标准文本草案及开题报告。2018年3月30日由科技标准司在北京主持召开了开题论证会，来自原环境保护部科技委、中国环境监测总站、河北省沙河玻璃技术研究院、中国建筑玻璃与工业玻璃协会、北京济元紫能环境工程有限公

司、中国轻工业清洁生产中心、旭硝子特种玻璃（大连）有限公司的7位专家对标准草案和开题报告进行了论证，对标准的适用范围、余热利用在污染防治技术体系中的定位、氨逃逸治理的经济成本和环境效益等问题提出了修改意见，并针对调研企业的数量及代表性、污染防治技术可行性分析、可行技术的先进性评估等问题提出了建议。开题论证会最终形成以下论证意见：

1) 标准主编单位提供的材料齐全、内容完整；

2) 标准定位准确，技术路线合理可行。

论证委员会通过该标准的开题论证。提出的具体修改意见和建议如下：

1) 标准适用于执行 GB 26453 的平板玻璃制造业。

2) 进一步提高调研样本的代表性，加强污染防治技术的可行性分析。

3) 按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018），《环境保护标准出版技术指南》（HJ 565-2010）的相关要求进行标准文本和编制说明的编写。

（4）开展技术调查

针对开题论证会专家提出的意见，编制组从不同熔窑规模、不同燃料、不同地域、不同治理技术等角度考虑，选择了28家平板玻璃生产企业及3家平板显示玻璃生产企业，对原辅燃料类型及用量、废气废水治理技术的工艺参数及经济成本、噪声及固废污染防治情况、达标排放情况、环境管理现状等方面开展了现场调查。现场调研的企业涵盖了我国玻璃企业集中度最高的12个省及直辖市（广东、浙江、天津、福建、安徽、湖北、江苏、山东、陕西、重庆、河北、河南），兼顾大、中、小各类规模，涵盖所有生产工艺类型（浮法、压延、溢流法）及标准文本所列的所有可行技术类型。

编制组于2018年4月24日至2018年4月28日期间，针对我国玻璃企业最大的生产集中区域——河北省沙河市进行了重点调研，并在此期间组织当地12家平板玻璃企业进行了技术交流。

由于干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术在我国属于较新的一种治理技术，目前国内有3家企业使用该技术，因此编制组针对该项技术，选取了1家企业开展现场测试工作。测试期间，编制组对两条600 t/d的浮法玻璃生产线烟气入口和出口中颗粒物、SO₂、NO_x、氯化氢和氟化物的浓度进行了监测。通过监测核实了该项技术的排放情况。

在上述工作的基础上，编制组组织行业污染治理工程设计专家、玻璃企业技术人员、污染治理设施运行维护专家等相关专家进行研讨、综合分析后，对备选技术清单中的技术进行

了进一步的筛选，形成了备选可行技术清单。清单共包括19种大气污染防治技术以及13种熔窑烟气治理技术组合。

(5) 技术评估和形成征求意见稿

编制组按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018）中的要求，构建了评价指标体系，包括污染防治技术性能、经济指标、运行管理和环境效益等指标，按照技术的特征与原理对备选可行技术内的技术单元进行分析和归类，结合调研得到的资料进行了技术经济分析。先后举办了7次专家咨询会进行技术评估，最终确定了可行技术的种类、关键技术参数、污染物排放水平等信息，并提出了低于国家污染物排放标准限值70%的先进可行技术。

最终确定了平板玻璃企业大气污染防治可行技术组合12种，平板显示玻璃大气污染防治可行技术组合2种。对三类不同的企业分别确定了2种废水处理与回用可行技术。提出了4种平板玻璃企业污染防治先进可行技术。

在上述工作的基础上，编制组编制完成标准的征求意见稿及编制说明。

(6) 召开征求意见稿技术审查会，提交征求意见稿和编制说明

2018年7月20日，科技标准司主持召开了标准征求意见稿技术审查会，审议委员会通过了本标准征求意见稿的审议，并提出了修改建议如下：

1) 建议进一步核实确认可行技术中的关键参数。

2) 按照《污染防治可行技术指南编制导则》（HJ 2300-2018），《环境保护标准出版技术指南》（HJ 565-2010）的相关要求进行标准文本和编制说明的编写。

编制组根据审议委员会提出的修改建议，对标准文本及其编制说明进行了进一步的修改和完善，编制完成标准征求意见稿及其编制说明，上报科技标准司。

2 标准编制的必要性

2.1 国家环境管理部门要求

(1) 《十三五生态环境保护规划》要求

《十三五生态环境保护规划》要求平板玻璃行业推进煤改气、煤改电，禁止掺烧高硫石油焦等劣质原料，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高效除尘、脱硝；分区域、分流域制定实施平板玻璃行业、领域限期整治方案，升级改造环保设施，确保稳定达标。

(2) 污染物排放标准要求

当前国家出台的玻璃制造业的相关排放标准包括:《平板玻璃工业大气污染物排放标准》(GB 26453-2011)和《电子玻璃工业大气污染物排放标准》(GB 29495-2013),标准中对大气污染物排放限值、监测和监控、标准实施与监督等方面提出了相关要求。

(3) 排污许可制度要求

国务院办公厅发布的《控制污染物排放许可制实施方案》(国办发〔2016〕81号)提到,建立健全基于排放标准的可行技术体系,推动企事业单位污染防治措施升级改造和技术进步。根据原环境保护部发布的《排污许可证申请与核发技术规范 玻璃工业—平板玻璃》(HJ 856-2017),企业和环保部门在填报和审核排污许可申请材料时,需要参考行业污染防治可行技术指南来判断企业是否具备符合规定的污染防治设施或污染物处理能力。

2.2 产业政策及准入条件要求

国务院办公厅《关于促进建材工业稳增长调结构增效益的指导意见》(国办发〔2016〕34号)要求平板玻璃企业要严格限制高硫石油焦燃料,鼓励整合玻璃用硅砂、石英砂等资源,提高综合利用水平。

工业和信息化部《建材工业发展规划(2016-2020年)》提出,加强清洁生产,开发并利用适用技术实施节能减排技术改造,推广适用于建材窑炉烟气脱硫脱硝除尘综合治理、煤洁净气化等成套技术装备,开展清洁生产技术改造。鼓励合理利用劣质原料和工业固废,推进生产环节固废近零排放。推广无铬耐火材料,推广使用天然气,实现脱硝催化剂回收与再生,限制高硫石油焦粉等劣质燃料。

工业和信息化部《平板玻璃行业规范条件(2014年本)》中,在生产工艺装备、清洁生产 and 环境保护、节能降耗和综合利用等方面提出要求。

《产业结构调整指导目录(2013年修正)》(发展改革委第21号令)规定,鼓励电子工业用超薄(1.3 mm以下)、太阳能产业用超白(折合5 mm厚度可见光透射率>90%)、在线镀膜玻璃和低辐射等特殊浮法玻璃生产线;限制普通浮法玻璃生产线;淘汰平拉工艺平板玻璃生产线(含格法)。

综上所述,为落实国家环境管理要求,并为当前环境管理制度提供技术支撑,落实产业政策及准入条件,满足技术发展需求,制定《玻璃制造业污染防治可行技术指南》是必要的。

3 行业生产与污染防治技术现状

3.1 行业概况

3.1.1 行业发展现状

平板玻璃行业是我国重要基础建材产业，按用途分类包括建筑用、汽车用和太阳能电池用平板玻璃。我国平板玻璃产量从 1989 年开始至今已连续 28 年位居世界第一，产量约占全球总产量的 50%。根据国家统计局数据，2017 年平板玻璃产量达到 7.90 亿重箱。根据全国排污许可管理信息平台数据、工信部发布的符合平板玻璃行业准入条件企业名录及行业协会提供数据，截止 2018 年 3 月底，我国正常运行的平板玻璃企业 180 家。

平板显示玻璃产品按用途分类包括基板玻璃、防护（触摸）玻璃。根据行业协会提供数据，2017 年平板显示玻璃产量 2.32 亿平方米；截止到 2018 年 3 月底，我国共有 23 家平板显示玻璃企业。

3.1.2 资源消耗现状

玻璃制造业需要消耗矿物原料和化工原料，原料主要包括硅砂、长石、石灰石、白云石、纯碱等，其中硅含量约占 72%、铝含量约占 1.2%、钙含量约占 8%、镁含量约占 4%、钠含量约占 14%。2017 年全国生产 7.90 亿重量箱平板玻璃，共消耗 4536 万吨原料，其中硅砂 3266 万吨、长石 54 万吨、石灰石 363 万吨、白云石 181 万吨、纯碱 635 万吨。

玻璃熔制需要在 1550℃~1600℃ 的高温下进行，因此生产过程中能源消耗非常大。目前国内企业选用的燃料种类主要包括以下几种：天然气、煤制气、焦炉煤气、重油、煤焦油和石油焦。

3.1.3 生产工艺现状

平板玻璃生产工艺包括浮法和压延法两种。浮法是将玻璃液漂浮在金属液面上制得平板玻璃的一种方法。它是将玻璃液从池窑连续地流入并漂浮在有还原性气体保护的金属锡液面上，依靠玻璃的表面张力、重力及机械拉引力的综合作用，拉制成不用厚度的玻璃带，经退火、冷却而制成平板玻璃。目前浮法已成为平板玻璃主要的制造工艺技术。

浮法玻璃生产工艺环节包括配料、熔化、成型、退火和切裁包装 5 个工序。生产工艺流程图见图 3-1。

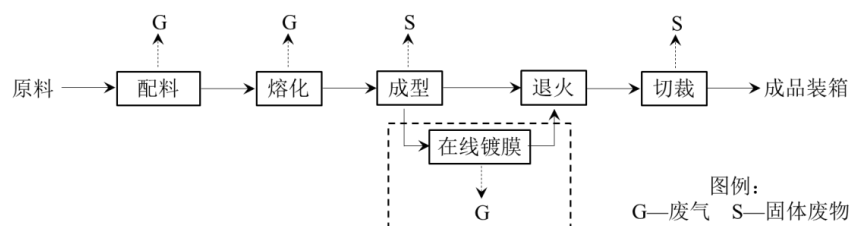


图 3-1 浮法玻璃生产工艺示意图

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

平板显示玻璃生产工艺分为浮法和溢流法，其中浮法生产工艺与平板玻璃中的浮法生产工艺基本相同。溢流法为熔窑内熔融的玻璃液流入到耐火材料制造的斜槽（溢流砖）内，斜槽流满后，沿着溢流砖两侧流下并合流至尖锥部，由下方的辊子牵引后形成玻璃板的方法。溢流法生产平板显示玻璃的窑炉吨位小，使用天然气和电作为能源，熔融的玻璃液通过铂金通道流入溢流砖，再用成型辊子牵引形成玻璃板，退火切割，在经过切割、清洗生产平板显示玻璃成品。与浮法生产工艺相比，溢流法的成型工艺有所区别。此外，溢流法还有清洗、研磨等后端处理的工艺环节。其生产工艺见图 3-2。

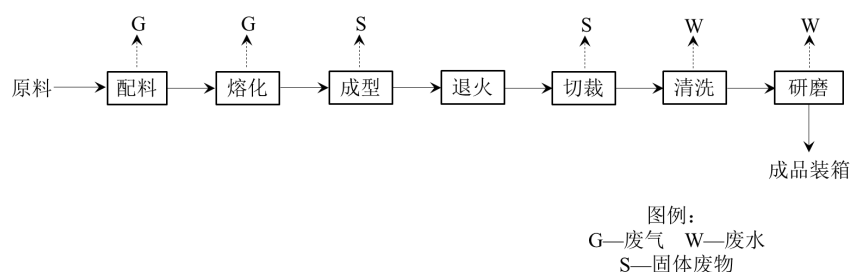


图 3-2 溢流法生产工艺流程图

3.1.4 污染物排放现状

玻璃制造业排放的污染物主要由平板玻璃产生。根据 2015 年环境统计数据，平板玻璃行业主要污染物二氧化硫、氮氧化物、颗粒物排放量分别为 13.12 万吨/年、26.66 万吨/年、2.79 万吨/年，占非金属矿物制品业污染物排放量的比例分别为 6.43%、9.99%、0.97%，占全国重点工业企业污染物排放量的比例分别为 0.93%、2.45%、0.24%。平板玻璃行业大气污染物二氧化硫、氮氧化物全部来自玻璃熔窑排放，约 50%的颗粒物排放也来自熔窑。

3.2 工艺过程污染物产生及污染防治技术

3.2.1 工艺过程污染物产生

玻璃制造业的废气主要来自于两大部分：生产工艺及燃料的储备或制备。其中，产生废气的主要生产工艺环节包括原料的破碎、备料及储存、配合料制备、熔化、成型退火、氮氢保护气制备等。产生废气的燃料储备、制备环节包括煤制气制备、石油焦（粉）储存与输送环节及储油环节等。

玻璃制造业的废水按来源可分为生产废水和生活废水。生产废水主要包括车间冲洗废水、循环冷却水、软水制备系统排污水等。此外，使用重油的企业还会排放含油废水，采用湿法脱硫治理窑炉烟气的企业还会产生脱硫废水；溢流法生产平板显示玻璃过程中还会产生清洗、研磨废水。

玻璃制造业产生的一般工业固体废物主要有碎玻璃、除尘器收集的颗粒物、脱硫副产物（如石膏）、水处理站污泥、废弃耐火材料、锡渣等，使用煤制气作为燃料的企业会有煤气发生炉炉渣。产生的危险废物主要有废脱硝催化剂（钒钛系）、废机油、废离子交换树脂等，使用煤制气作为燃料的企业会有酚水池污泥及煤焦油，使用重油及煤焦油的企业会有油罐清理废油渣。

玻璃制造业的噪声主要来自生产过程中的设备运行产生的机械振动、冲击和风机运行时产生的噪声，包括：原料车间的物料破碎、筛分、混合和提升作业，浮法联合车间内的投料、熔窑燃烧、风机、碎玻璃破碎机等作业产生的噪声；此外，余热发电系统的汽轮机、发电机、水泵，以及公辅系统的循环冷却塔、空气压缩站、风机、水泵等设备产生噪声。

3.2.2 污染预防技术

玻璃制造业的污染预防主要采取原料和燃料优化控制、低氮燃烧技术。

原料优化控制主要采取原料替代和优化原料配方等方式，控制含有硝酸盐、硫化物、氟化物和氯化物等原料的使用量。燃料优化控制主要采用清洁燃料或低硫燃料。目前玻璃制造业使用的各种燃料中，清洁燃料主要为天然气。

目前国内玻璃制造业采用的低氮燃烧技术主要为全氧燃烧技术。全氧燃烧技术就是把空气—燃料燃烧系统变为氧气（纯度大于 90%）—燃料燃烧系统，减少氮氧化物的排放。该技术具有占地面积小、投资费用低、能耗低、颗粒物及 NO_x 排放量小等特点。

3.3 污染治理技术

3.3.1 大气污染治理技术

玻璃熔窑大气污染治理是我国平板玻璃制造业污染控制的重点和难点。由于玻璃生产工艺的特殊性，熔窑烟气温度高，产生的热力型 NO_x 浓度高（可达 4000mg/Nm³），脱硝难度大；原料成分复杂、烟尘粘性高，增加了颗粒物脱除的难度；玻璃窑炉周期性换火还会造成

颗粒物、SO₂、NO_x浓度产生较大的波动，这对脱硫脱硝系统的烟气适应性提出了较高的要求。

我国平板玻璃企业于 2014 年前基本完成了脱硫改造；截止 2015 年底，70%的平板玻璃企业完成脱硝设施建设。我国平板显示玻璃企业基本都建立了脱硝设施。由于平板显示玻璃均采用天然气作为燃料，熔化过程产生的 SO₂ 浓度较低，在满足达标排放要求的前提下，目前平板显示玻璃企业基本没有建立专门的脱硫设施。

针对玻璃熔窑烟气特点，配料工序产生的颗粒物治理可采取袋式除尘技术或滤筒除尘技术。玻璃熔化工序产生烟气中颗粒物治理可采取静电除尘技术、湿式电除尘技术或袋式除尘技术。通常在脱硝前采取静电除尘技术，对熔窑烟气进行预收尘处理，在湿法脱硫后采取湿式电除尘技术，在半干法脱硫后采取袋式除尘技术。

玻璃熔化工序烟气的脱硫技术包括湿法和半干法两大类。湿法脱硫技术包括石灰石/石灰-石膏法和钠碱法。半干法脱硫技术包括旋转喷雾干燥脱硫技术（SDA 技术）、烟气循环流化床脱硫技术（CFB-FGD 技术）和新型脱硫除尘一体化技术（NID 技术）。

玻璃熔化工序产生烟气的脱硝技术主要为选择性催化还原法（SCR）脱硝技术。

平板玻璃和浮法生产平板显示玻璃熔化工序大气污染治理过程通常需要先经过余热利用过程，以满足静电除尘器、SCR 脱硝反应器和脱硫反应器的工作温度要求。

玻璃熔化过程产生的氯化氢和氟化物通过脱硫过程实现协同处置。

3.3.2 水污染治理技术

玻璃制造企业产生的废水包括生产废水和生活污水。生产废水主要包括车间冲洗废水、循环冷却系统排污水、软化水制备系统排污水、脱硫废水、含油废水等，溢流法生产平板显示玻璃产生废水还包括清洗、研磨废水。玻璃制造企业产生的水污染物主要包括化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD₅）、悬浮物（SS）、盐类、氨氮和石油类。

车间冲洗废水通常经酸碱中和调节 pH 值至需求范围，反应后水自流进入絮凝反应池，然后经过沉淀处理后回用或排放。循环冷却系统和软水制备系统排污水具有相似的水质参数，通过混凝沉淀处理，再经过滤工艺净化水质，根据厂区回用水的需求可将过滤替换成反渗透、超滤进行深度处理。脱硫废水应用较为广泛的治理技术为预处理（化学沉淀法）后经生化或者物化法进行深度处理，可根据脱硫废水实际排放污染物浓度分别选择后续处理（吹脱法、生化法等）技术。含油废水处理通常采用隔油、混凝、气浮的方法进行简单处理后进行回用。

目前大部分的玻璃制造企业的生活污水都是采取预处理（化粪池）后排入污水处理厂，

也有部分玻璃制造企业内设有生活污水处理站，通常采用生化法对污水进行处理，处理后的水质可满足中水回用的标准，可进行循环利用。

3.4 典型案例分析

3.4.1 案例一：干法脱硫+陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术

(1) 企业概况

该企业拥有两条浮法玻璃生产线，日熔化量分别为 500 t/d 和 600 t/d，主要生产建筑、汽车用浮法玻璃。使用的主要燃料为天然气，备用燃料为重油（仅当天然气供应紧张时使用）。

(2) 污染防治技术及主要工艺

① 废气

a. 污染预防技术：以清洁燃料——天然气作为主要燃料。

b. 污染治理技术工艺路线：余热利用→干法脱硫→陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术→二次余热利用。

② 废水

主要的废水种类为生活污水，此外还有少量的生产废水（软化水制备系统排水、原料车间冲洗废水、玻璃清洗用水等），其中生活污水经预处理后排入市政管网，生产废水经简单处理后回用。

(3) 污染物排放水平

污染防治系统投运后至今运行稳定。运行结果表明：该系统可以完全适应玻璃窑炉烟气负荷变化，在设计条件下运行时，能够保证稳定达标。

3.4.2 案例二：静电除尘+SCR+半干法（CFB-FGD）脱硫+袋式除尘

(1) 企业概况

该企业拥有四条浮法玻璃生产线，日熔化量分别为 450 t/d、550 t/d、600 t/d（2 条），主要生产建筑、汽车用浮法玻璃。使用的主要燃料为天然气及焦炉煤气。

(2) 污染防治技术及主要工艺参数

① 废气

a. 污染预防技术：以清洁燃料——天然气作为主要燃料。

b. 污染治理技术工艺路线：余热利用→静电除尘→SCR 脱硝→二次余热利用→半干法（CFB-FGD）脱硫→袋式除尘。各工艺段的主要参数为：

静电除尘器：电场数量 2，电场风速 0.4 m/s，同极间距 400~450 mm。

脱硝系统：进口温度 320~380 °C，反应层层数 2+1 层。

脱硫系统：系统阻力 1500 Pa，塔内流速 3.1 m/s，钙硫比 1.1，烟气停留时间 4 s。

袋式除尘器：系统阻力 1500 Pa，过滤风速 0.8~1.2 m/min。

②废水

厂内污水主要为生活污水，此外还有少量生产废水（循环冷却系统排污水、原料车间冲洗废水），其中生活污水经化粪池处理后排入市政管网，生产废水经简单处理后进行回用。

（3）污染物排放水平

污染防治系统投运后至今运行稳定。运行结果表明：该系统可以完全适应玻璃窑炉烟气负荷变化，在设计条件下运行时，能够保证稳定达标。

3.4.3 案例三：静电除尘+SCR+半干法（NID）脱硫+袋式除尘

（1）企业概况

该企业拥有两条浮法玻璃生产线，日熔化量为 600 t/d、900 t/d，主要生产太阳能、Low-E 用原片等特种玻璃。使用的主要燃料为天然气。

（2）污染防治技术及主要工艺参数

①废气

a. 污染预防技术：以清洁燃料—天然气作为主要燃料。

b. 污染治理技术工艺路线：余热利用→静电除尘→SCR 脱硝→二次余热利用→半干法（NID）脱硫→袋式除尘。各工艺段的主要参数为：

静电除尘器：系统阻力 200 Pa，电场数量 2，电场风速 0.6 m/s，同极间距 400 mm。

脱硝系统：进口温度 360 °C，氨逃逸浓度 0.01 ppm。

脱硫系统：系统阻力 1500 Pa，塔内流速 15 m/s，钙硫比 1.45，烟气停留时间 1 s。

袋式除尘器：系统阻力 1200 Pa，过滤风速 0.61 m/min。

②废水

厂内污水主要为生活污水，此外还有少量生产废水（循环冷却系统排污水、原料车间冲洗废水），生活污水和生产废水混合后采用絮凝+沉淀的工艺进行处理，处理之后的废水全部回用于厂区绿化等，不向外排放。

（3）污染物排放水平

污染防治系统投运后至今运行稳定。运行结果表明：该系统可以完全适应玻璃窑炉烟气负荷变化，在设计条件下运行时，能够保证稳定达标。

3.4.4 案例四：静电除尘+SCR+半干法（SDA）脱硫+袋式除尘

（1）企业概况

该企业拥有两条浮法玻璃生产线，日熔化量为 650 t/d、600 t/d，主要从事浮法玻璃生产、销售；玻璃及原材料加工。使用的主要燃料为天然气和焦炉煤气。

（2）污染防治技术及主要工艺参数

①废气

a. 污染预防技术：使用的燃料中有清洁燃料—天然气。

b. 污染治理技术工艺路线：余热利用→静电除尘→SCR 脱硝→二次余热利用→半干法（SDA）脱硫→袋式除尘。各工艺段的主要参数为：

静电除尘器：系统阻力 200 Pa，电场数量 2，电场风速 0.85 m/s，同极间距 400 mm。

脱硝系统：进口温度 350 °C，反应层层数 2+1。

脱硫系统：系统阻力 1000 Pa，塔内流速 1 m/s，钙硫比 1.2~1.4，烟气停留时间 18 s。

袋式除尘器：系统阻力 1500 Pa，过滤风速 0.82 m/min。

②废水

厂内污水主要为生活污水，此外还有少量生产废水（循环冷却系统排污水、软水制备系统排污水），软水制备系统排污水、余热锅炉循环冷却水和生活污水排放至厂内综合污水处理站进行处理，其余生产废水排至工业废水集中处理厂。

（3）污染物排放水平

污染防治系统投运后至今运行稳定。运行结果表明：该系统在设计条件下运行时，能够保证稳定达标。

3.4.5 案例五：静电除尘+SCR+湿法（钠碱法）脱硫+湿式电除尘

（1）企业概况

该企业拥有两条浮法玻璃生产线，日熔化量均为 600 t/d，主要从事浮法玻璃生产。使用的燃料为煤制气。

（2）污染防治技术及主要工艺参数

①废气

污染治理技术工艺路线：余热利用→静电除尘→SCR 脱硝→余热利用→湿法（钠碱法）脱硫→湿式电除尘。各工艺段的主要参数为：

静电除尘器：电场数量 2，电场风速 0.5 m/s，同极间距 400 mm。

脱硝系统：进口温度 350 °C，反应层层数 3+1。

脱硫系统：塔内流速 3.3 m/s，喷淋层数 3 层，钙硫比 1.1，烟气停留时间 4.2 min。

湿式电除尘器：系统阻力 300 Pa，电场风速 1.53 m/s。

②废水

厂内污水主要为生活污水，此外还有生产废水（循环冷却系统排污水、软水制备系统排污水和脱硫废水），生活污水经厂内化粪池预处理后排入市政污水管网；脱硫废水排入脱硫废水处理系统（中和+絮凝+沉淀），软水制备系统排污水、余热锅炉循环冷却水串联用于脱硫系统补水。

（3）污染物排放水平

污染防治系统投运后至今运行稳定。运行结果表明：该系统可以完全适应玻璃窑炉烟气负荷变化，在设计条件下运行时，能够保证稳定达标。

3.4.6 案例六：静电除尘+SCR+湿法（石灰石/石灰-石膏法）脱硫+湿式电除尘

（1）企业概况

该企业拥有一条浮法玻璃生产线，日熔化量为 600 t/d，主要生产原片、建筑用浮法玻璃。使用的主要燃料为煤制气。

（2）污染防治技术及主要工艺参数

①废气

污染治理技术工艺路线：余热利用→静电除尘→SCR 脱硝→余热利用→湿法（石灰石/石灰-石膏法）脱硫→湿式电除尘。各工艺段的主要参数为：

静电除尘器：系统阻力 200 Pa，电场数量 2，电场风速 0.88 m/s，同极间距 450 mm。

脱硝系统：进口温度 350 °C，反应层层数 2+1。

脱硫系统：系统阻力 1000 Pa，塔内流速 2 m/s，喷淋层数 3 层，钙硫比 1.03，烟气停留时间 5min。

湿式电除尘器：系统阻力 300 Pa，电场风速 0.6 m/s。

②废水

厂内污水主要为生活污水，此外还有少量生产废水（含酚废水和脱硫废水、氨氮），其中生活污水经化粪池处理后排入市政管网，脱硫废水送往脱硫废水处理站处理。

（3）污染物排放水平

污染防治系统投运后至今运行稳定。运行结果表明：该系统可以完全适应玻璃窑炉烟气负荷变化，在设计条件下运行时，能够保证稳定达标。

3.4.7 案例七：静电除尘+SCR

(1) 企业概况

该企业拥有 2 条浮法和 1 条压延玻璃生产线，日熔化量分别为 500 t/d（2x250 t/d）和 650 t/d，主要生产浮法玻璃。使用的主要燃料为天然气。

(2) 污染防治技术及主要工艺参数

① 废气

a. 污染预防技术：以清洁燃料—天然气作为主要燃料。

b. 污染治理技术工艺路线：余热利用→静电除尘→SCR 脱硝→二次余热利用。各工艺段的主要参数为：

静电除尘器：系统阻力 200 Pa，电场数量 2，同极间距 400 mm。

脱硝系统：进口温度 320 °C，反应层层数 1。

② 废水

厂内污水主要为生活污水，此外还有少量生产废水（软化系统废水和余热锅炉废水），其中生活污水经化粪池处理后排入市政管网，软化系统废水直接排放，余热锅炉废水通过沉淀后排放。

(3) 污染物排放水平

污染防治系统投运后至今运行稳定。运行结果表明：该系统可以完全适应玻璃窑炉烟气负荷变化，在设计条件下运行时，能够保证稳定达标。

4 标准编制的基本原则

(1) 立足我国实际，与国际接轨

充分借鉴发达国家污染防治管理体系的成功经验，并结合我国实际情况，编制适合我国国情的玻璃制造业污染防治可行技术指南。

(2) 科学性与实用性相结合

总结我国玻璃制造主导工艺路线，分析主要产污环节及污染物排放节点，分析玻璃制造主要污染物及特征污染物，总结在生产中得到应用的污染治理技术，筛选确定不同条件下的玻璃制造污染防治可行技术，使指南具有较强的科学性、指导性和可操作性。

(3) 政策相符

在污染治理、清洁生产、发展循环经济和节能减排实施中，国家制订了一系列技术政策，是制订污染防治可行技术指南的重要参考。

(4) 方法规范，客观公正

本指南编制过程中在专家组成、工艺筛选、污染治理工艺筛选、技术调查、文件审查方面严格按照污染防治可行技术指南编制导则及编制要求。

5 标准主要技术内容说明

5.1 适用范围

本标准的适用范围包括执行《平板玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453）的平板玻璃企业和执行《电子玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 29495）的平板显示玻璃企业。

根据《平板玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453）所界定的平板玻璃企业，本标准给出了“平板玻璃”的术语定义：用浮法或压延法生产的板状硅酸盐玻璃（含电子玻璃工业太阳能电池玻璃）。

根据《电子玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 29495）所界定的平板显示玻璃企业，本标准给出了“平板显示玻璃”的术语定义：用于制造液晶显示器、等离子体显示器和有机发光显示器等的基板玻璃、防护（触摸）玻璃及其他玻璃。

本标准的适用范围不包括《电子玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 29495）中的CRT显像管玻璃和电光源玻璃。CRT显像管玻璃目前国内已无生产企业；电光源玻璃按照《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）的分类属于玻璃制品制造业（305中类），并不属于玻璃制造业（304中类）。

本标准适用范围为平板玻璃和显示玻璃企业，这与GB/T 4754中玻璃制造业（304中类）基本一致，只是不包括加工玻璃制品制造企业。加工玻璃制品实际上是在平板玻璃的基础上，通过深加工处理（如钢化、夹胶、夹层等）得到的高强度、耐高温、隔热、隔音等特殊性能的玻璃产品。

5.2 污染防治可行技术

在全面掌握我国平板玻璃和平板显示玻璃污染防治技术现状的基础上，标准编制工作组技术调查过程重点获取了39家平板玻璃企业和10家平板显示玻璃企业的建设项目竣工环境保护验收监测、执法检查、监督性监测、在线监测等数据。列入本标准的平板玻璃和平板显

示玻璃的每一项污染防治可行技术和污染防治先进可行技术都有3个以上达标案例，每个案例都有详细的技术调查数据。

5.2.1 平板玻璃企业大气污染防治可行技术

本标准共列出了平板玻璃企业大气污染防治的12种可行技术组合。污染防治技术包括预防技术和治理技术。

预防技术主要为全氧燃烧技术。以天然气为燃料并采用全氧燃烧技术，仅适用于压延法平板玻璃企业。目前，有采用压延法生产平板玻璃的企业稳定运行全氧燃烧技术，其烟气治理采取的技术路线为“静电除尘+SCR+半干法（CFB-FGD）脱硫+袋式除尘”。

治理技术包括配料工序颗粒物治理技术、熔化工序烟气治理技术和在线镀膜工序尾气治理技术。其中，配料工序颗粒物治理技术主要采用袋式除尘或滤筒除尘，颗粒物排放水平可达到30 mg/m³以下。

在线镀膜尾气治理技术路线包括“冷凝法+水喷淋吸收+碱液吸收”和“焚烧法+袋式除尘+碱液吸收”两种，对应不同的脱硫技术路线组合，共有4中包括在线镀膜位置治理在内的平板玻璃企业大气污染防治可行技术组合。

熔化工序的烟气治理是平板玻璃企业大气污染治理的重点。共有以下7种技术组合：

（1）静电除尘+SCR

该可行技术仅采用静电除尘对玻璃熔窑烟气进行除尘处理，无脱硫技术及末端除尘技术，仅能满足现行国家标准限值（颗粒物排放浓度≤50 mg/m³，SO₂排放浓度≤400 mg/m³）的要求，仅适用于以天然气为燃料的玻璃制造企业，且对原辅材料的含硫率具有较高的要求。其技术路线示意图见图5-1。

以天然气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度为30~50 mg/Nm³、SO₂排放浓度为200~400 mg/m³，NO_x排放浓度为400~600 mg/m³。

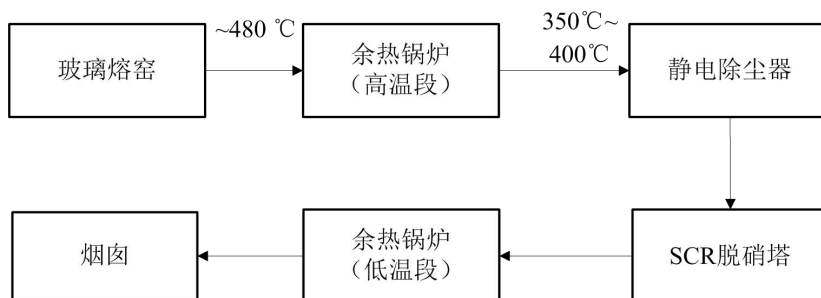


图 5-1 “静电除尘+SCR” 技术路线示意图

(2) 静电除尘+SCR+湿法（石灰石/石灰-石膏法）脱硫+湿式电除尘

该可行技术以应用于以天然气、煤制气或焦炉煤气作燃料的玻璃制造企业。该技术应用广泛，技术成熟度高，脱硫剂为石灰或者石灰石，价廉易得且利用率高。该可行技术应用于玻璃制造行业的脱硫效率普遍为70%~95%，采用大液气比时，甚至能达到先进可行技术的排放要求。其技术路线示意图见图5-2。

以天然气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度为10~20 mg/m³、SO₂排放浓

度为100~150 mg/m³，NO_x排放浓度为350~500 mg/m³；以煤制气或焦炉煤气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度为10~20 mg/m³、SO₂排放浓度为100~150 mg/m³，NO_x排放浓度为300~450 mg/Nm³。

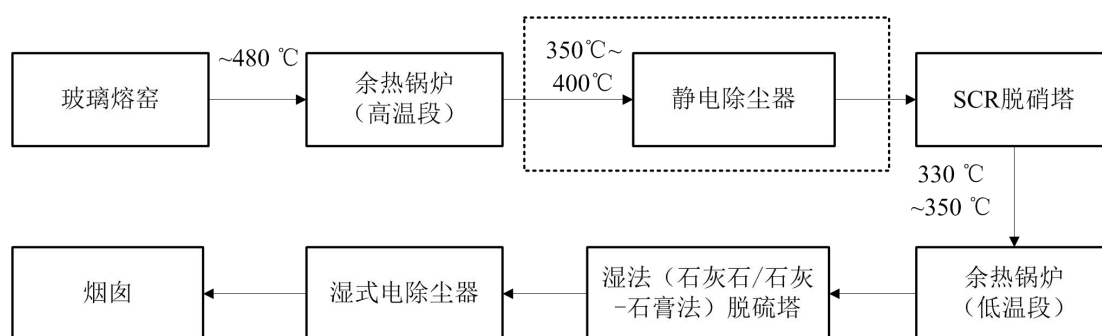


图5-2 “静电除尘+SCR+湿法（石灰石/石灰-石膏法）脱硫+湿式电除尘”技术路线示意图

(3) 静电除尘+SCR+湿法（钠碱法）脱硫+湿式电除尘

该可行技术可以应用于以天然气、煤制气或焦炉煤气作燃料的玻璃制造企业。钠碱法脱硫系统反应剂活性高、吸收系统不堵塞，使用钠基作脱硫剂，其碱性强、溶解度大、反应活性远大于石灰石/石灰，所以只用很低的液气比就可达到高效率的脱硫效果，脱硫效率较高。调研结果表明，该可行技术应用于玻璃制造企业的脱硫效率普遍为70%~95%，对高硫烟气处理效果更明显。其技术路线示意图见图5-3。

以天然气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度为10~20 mg/m³、SO₂排放浓度为100~150 mg/m³，NO_x排放浓度为350~500 mg/m³；以煤制气或焦炉煤气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度为10~20 mg/m³、SO₂排放浓度为100~150 mg/m³，NO_x排放浓度为300~450 mg/Nm³。

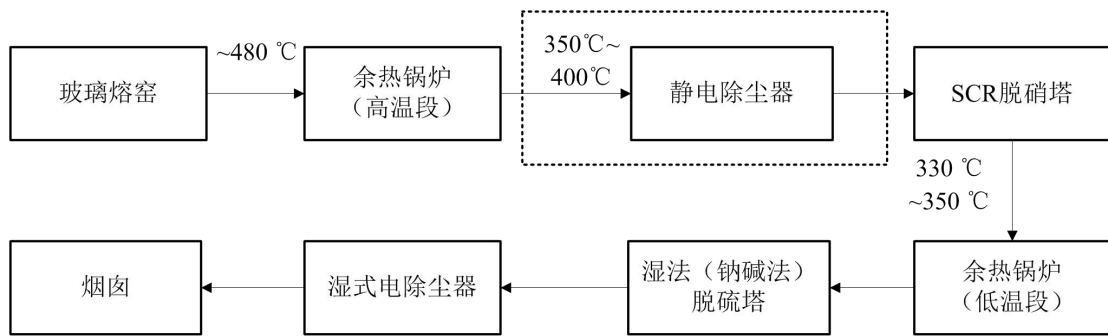


图5-3 “静电除尘+SCR+湿法（钠碱法）脱硫+湿式电除尘”技术路线示意图

(4) 静电除尘+SCR+半干法（CFB-FGD或NID）脱硫+袋式除尘

该可行技术可以应用于以天然气、煤制气、焦炉煤气、重油、煤焦油和石油焦作燃料的玻璃制造企业，其技术路线示意图见图5-4。

CFB-FGD技术应用于玻璃制造企业的脱硫效率普遍为80%~95%。该技术工艺流程简单、技术成熟，系统中设置了烟气再循环系统，因此能适应玻璃熔窑烟气波动大的特点。脱硫剂在系统内多次再循环，延长了吸收剂与烟气的接触时间，从而大大提高了吸收剂的利用率和脱硫效率，在钙硫比较低的情况下就可以达到较高的脱硫效率；脱硫产物呈干态、无废水排放，吸收塔及后部设备、烟囱不用防腐，但在应用时需注意“塌床”问题。

NID技术应用于玻璃制造企业的脱硫效率普遍为80%~95%。该技术系统占地面积小、性价比高、布置灵活、对脱硫剂品质要求不高。采用生石灰（CaO）的消化及灰循环增湿的一体化设计，保证新鲜消化的高质量消石灰立刻投入循环脱硫反应。烟气在反应器中高速流动，整个装置结构紧凑、运行可靠，装置的负荷适应性较好，能适应玻璃熔窑烟气波动大的特点。此外脱硫产物呈干态、无废水排放，设备安装简单，建设周期短，吸收塔及后部设备、烟囱不用防腐。

以天然气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度在20~30 mg/m³、SO₂排放浓度150~200 mg/m³，NO_x排放浓度在300~450 mg/m³；以煤制气或焦炉煤气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度在20~30 mg/m³、SO₂排放浓度在150~250 mg/m³，NO_x排放浓度在300~450 mg/Nm³；以重油、煤焦油或石油焦为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度在20~30 mg/m³、SO₂排放浓度在200~400 mg/m³，NO_x排放浓度在400~600 mg/Nm³。

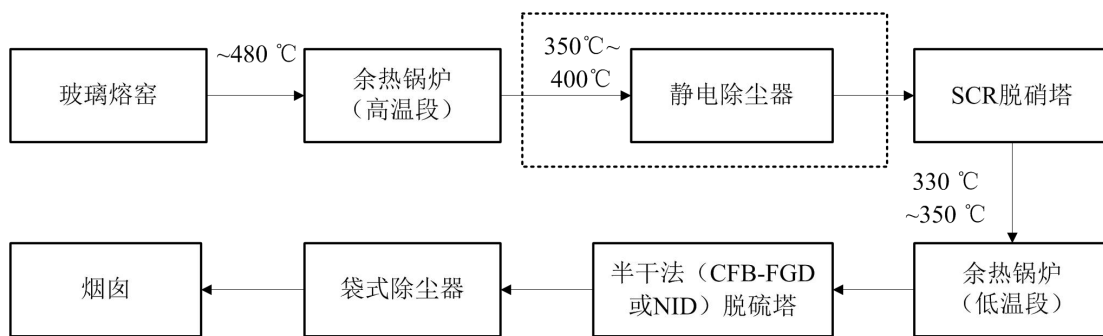


图5-4 “静电除尘+SCR+半干法（CFB-FGD或NID）脱硫+袋式除尘”技术路线示意图

(5) 全氧燃烧+静电除尘+SCR+半干法（CFB-FGD）脱硫+袋式除尘

该可行技术通过在玻璃熔化工序采取了全氧燃烧这种预防技术，极大降低了玻璃熔窑烟气的NO_x的初始排放浓度，熔窑烟气再经后续的SCR脱硝系统可达到先进可行技术的NO_x排放要求。该可行技术仅用于以煤制气或焦炉煤气作燃料并采用压延法生产平板玻璃的企业。其技术路线示意图见图5-5。

以煤制气或焦炉煤气作燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度为20~30 mg/m³、SO₂排放浓度为150~200 mg/m³，NO_x排放浓度为100~200 mg/m³。

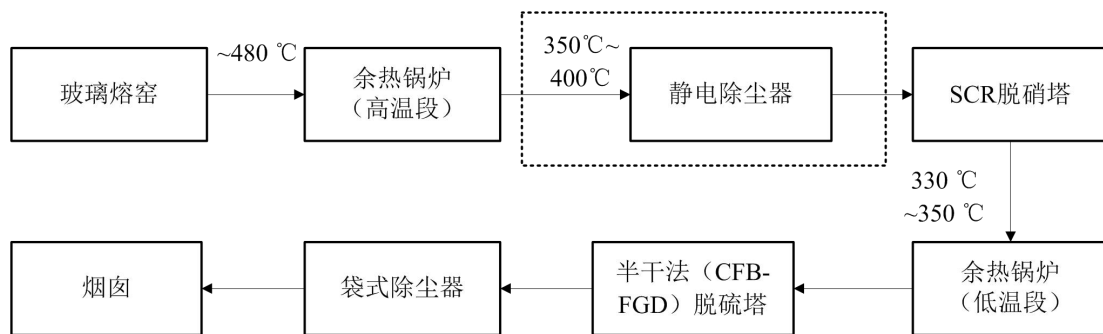


图5-5 “全氧燃烧+静电除尘+SCR+半干法（CFB-FGD）脱硫+袋式除尘”技术路线示意图

(6) 静电除尘+SCR+半干法（SDA）脱硫+袋式除尘

该可行技术可用于以天然气、煤制气或焦炉煤气作燃料的玻璃制造企业。

SDA 技术应用于玻璃制造企业的脱硫效率普遍为 60%~85%。该技术系统可靠、工艺流程成熟度高，对不同的烟气流量、烟气温度都有很快的响应，吸收浆液被雾化成数十亿颗细小的雾滴，具有很大的比表面积，能和二氧化硫快速反应，反应效率高，工艺水耗低且不产生污水，无需安装防腐层和烟气再加热系统，操作和维护成本低。其技术路线示意图见图 5.1-6。

以天然气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度为 20~30 mg/m³、SO₂ 排放浓度为 300~400 mg/m³，NO_x 排放浓度为 300~450 mg/m³；以煤制气或焦炉煤气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度为 20~30 mg/m³、SO₂ 排放浓度为 350~450 mg/m³，NO_x 排放浓度为 300~450 mg/Nm³。

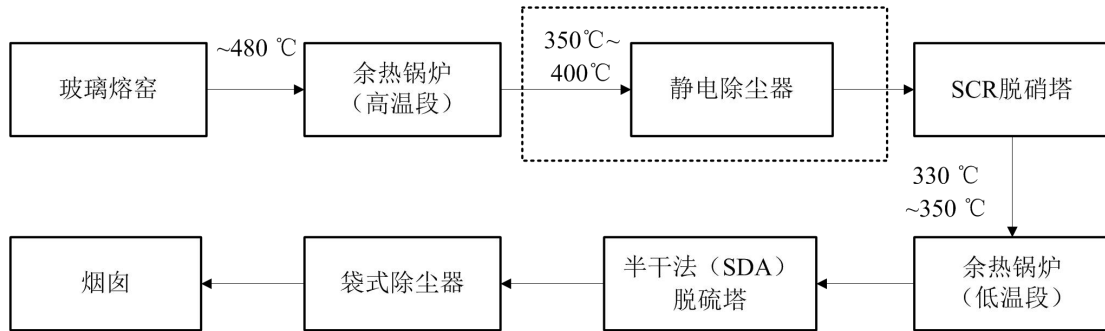


图5-6 “静电除尘+SCR+半干法（SDA）脱硫+袋式除尘”技术路线示意图

(7) 烟气干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术

该可行技术仅适用于以天然气作燃料的玻璃制造企业。其系统中高温烟气首先进入吸收塔，与脱硫剂（消石灰颗粒）充分混合，SO₂、SO₃及其他有害气体与消石灰发生反应。经过干法脱硫后的高温烟气与喷入的氨混合后一同进入复合陶瓷滤筒反应器进行除尘和脱硝反应。脱硝反应发生在脱硫、除尘之后，烟气中的SO₃、碱金属化合物、重金属等都被提前去除，大大减小了复合陶瓷滤筒中催化剂中毒风险。复合陶瓷滤筒的微孔结构有利于烟气与催化剂的大面积接触，提高脱硝效率，且可实现较长时间脱硝效果不发生明显衰减。其技术路线示意图见图5-7。

该技术除尘效率通常在 99%以上，脱硫效率通常为 75%~90%，脱硝效率通常为 80%~95%。以天然气为燃料的玻璃制造企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度为 10~20 mg/m³、SO₂ 排放浓度为 150~200 mg/m³，NO_x 排放浓度为 300~450 mg/m³。

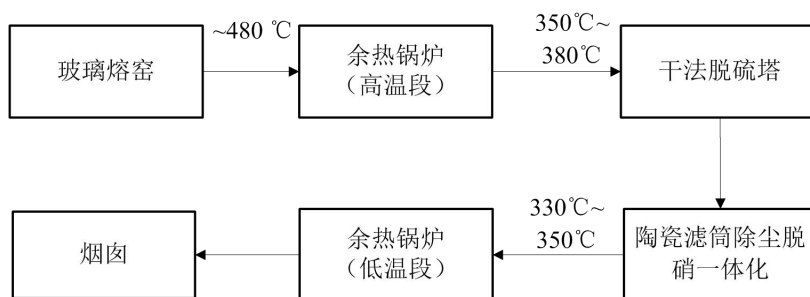


图5-7 “烟气干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化技术”技术路线示意图

5.2.2 平板显示玻璃企业熔化工序大气污染防治可行技术

(1) 全氧燃烧+袋式除尘

该可行技术仅适用于以天然气为燃料的平板显示玻璃企业。该技术通过在玻璃熔化工序采取了全氧燃烧这种预防技术,极大降低了玻璃熔窑烟气的 NO_x 的初始排放浓度,使得 NO_x 的初始排放浓度控制在 700 mg/m^3 以下,由于该可行技术没有熔窑烟气脱硫工序,必须对原辅材料的含硫率具有严格的要求,其熔窑烟气的 SO_2 初始排放浓度需控制在 400 mg/m^3 以下,单独采用袋式除尘技术可有效降低熔窑烟气的颗粒物排放浓度,并且袋式除尘技术的适应性好、不受粉尘比电阻和物化特性的影响、无需考虑污泥处理以及腐蚀等问题。

以天然气为燃料的平板显示企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度在 20 mg/m^3 以下、 SO_2 排放浓度 400 mg/m^3 以下, NO_x 排放浓度在 700 mg/m^3 以下。

(2) 静电除尘+SCR

该可行技术仅采用静电除尘对玻璃熔窑烟气进行除尘处理,仅适用于以天然气为燃料的平板显示玻璃企业,且对原辅材料的含硫率具有严格的要求,其熔窑烟气的 SO_2 初始排放浓度需控制在 400 mg/m^3 以下。其技术路线示意图见图5-8。

以天然气为燃料的平板显示玻璃企业经该可行技术治理后的熔窑烟气颗粒物排放浓度在 50 mg/Nm^3 以下、 SO_2 排放浓度在 400 mg/m^3 以下, NO_x 排放浓度为 $400\sim 600 \text{ mg/m}^3$ 。

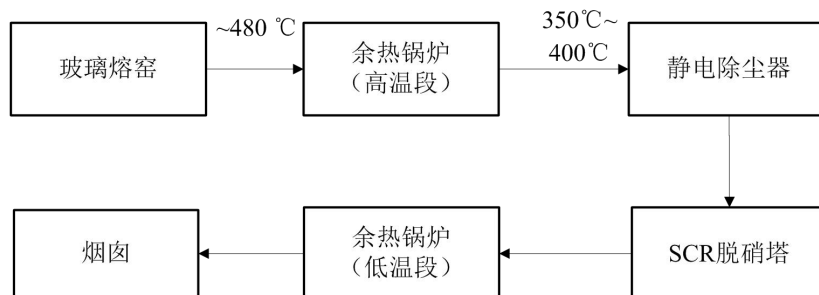


图 5-8 静电除尘+SCR 技术路线示意图

5.2.3 水污染治理技术

玻璃制造企业根据其排放的废水种类,可选择以下相应的可行技术,有针对性地对不同种类废水进行分类处理。

(1) 采用半干法、干法脱硫的平板玻璃及平板显示玻璃（浮法）企业

根据调研的数据,大部分采用半干法、干法脱硫的平板玻璃及平板显示玻璃（浮法）企业产生的废水包括生产废水（车间冲洗废水、含油废水、循环冷却水及软水制备系统排污水）和生活污水。其中车间冲洗废水的处理可行技术为中和、絮凝、沉淀;含油废水的处理可行

技术为隔油、混凝、气浮；循环冷却水及软水制备系统排污水的处理可行技术为混凝、沉淀、过滤或反渗透；生活污水的处理可行技术为预处理（化粪池）后排入市政污水处理厂或者生化处理（A/O+MBR、SBR、生物接触氧化法）。

（2）采用湿法脱硫的平板玻璃企业

根据调研的数据，大部分采用湿法脱硫的平板玻璃企业产生的废水包括生产废水（车间冲洗废水、含油废水、循环冷却水及软水制备系统排污水、脱硫废水）和生活污水。其中车间冲洗废水的处理可行技术为中和、絮凝、沉淀；含油废水的处理可行技术为隔油、混凝、气浮；循环冷却水及软水制备系统排污水的处理可行技术为混凝、沉淀、过滤或反渗透；脱硫废水的处理可行技术为中和、絮凝、沉淀、澄清浓缩、吹脱法；生活污水的处理可行技术为预处理（化粪池）后排入市政污水处理厂或者生化处理（A/O+MBR、SBR、生物接触氧化法）。

（3）平板显示玻璃（溢流法）企业

根据调研的数据，大部分使用溢流法生产平板显示玻璃的企业产生的废水包括生产废水（车间冲洗废水及清洗、研磨废水、含油废水、循环冷却水及软水制备系统排污水）和生活污水。其中车间冲洗废水及清洗、研磨废水的处理可行技术为中和、絮凝、沉淀；含油废水的处理可行技术为隔油、混凝、气浮；循环冷却水及软水制备系统排污水的处理可行技术为混凝、沉淀、过滤或反渗透；生活污水的处理可行技术为预处理（化粪池）后排入市政污水处理厂或者生化处理（A/O+MBR、SBR、生物接触氧化法）。

5.2.4 噪声治理技术

玻璃制造业噪声主要产生于设备的运转，属于机械噪声，风机入口产生空气动力噪声。按照玻璃制造业的生产工艺将噪声产生分化为原料工序、熔化工序、成型退火工序、切割包装工序、辅助生产工序和公用工程。目前企业采取的主要降噪措施包括：由振动、摩擦和撞击等引起的机械噪声，通常采取减振、隔声措施，如对设备加装减振垫、隔声罩等，也可将某些设备传动的硬件连接改为软件连接；车间内可采取吸声和隔声等降噪措施；对于空气动力性噪声，通常采取安装消声器的措施。

5.2.5 固体废物综合利用和处置技术

玻璃制造业产生的固体废物应优先采用有利于资源化利用的处理方法，再采用适当的处置方法，避免二次污染。

5.2.5.1 资源化利用技术

（1）配料工序除尘灰

配料工序使用袋式或滤筒除尘器除尘，收集的灰尘粒度很小，粒度可达到300目左右。生产玻璃的原料的粒度一般应小于150目。单从生产工艺上看，除尘灰不适用于回用，但从固体废物的资源化利用考虑，当除尘灰的成分稳定，生产工艺控制合理，除尘灰可直接作为原料回用；当除尘灰成分不稳定，不可作为原料回用，但可作为制砖的原料进行综合利用。

(2) 熔化工序除尘灰

熔化工序除尘灰主要指熔窑投料处除尘器收集的颗粒物，此处的料为配合料，收集的除尘灰含砂岩、白云石、石灰石、纯碱等成分，由于外界因素的变化，收集的除尘灰的成分变化较大，一般不适用于作为原料回用，可作为制砖的原料进行综合利用。

(3) 烟气脱硫固废

烟气中的硫治理后转入固体废物中，固体废物中主要含硫酸钙和硫酸亚钙，硫酸钙含量高回收利用率高，可作为生产石膏粉料、石膏砌块、矿井回填材料及改良土壤等。当不能利用时，交由第三方处理。

(4) 半干法脱硫灰渣

烟气中的硫治理后转入固体废物中，固体废物中主要含硫酸钙和硫酸亚钙，可作为混凝土的原料使用。

(5) 碎玻璃

玻璃制造业生产过程中各种原料的熔化温度高，碎玻璃的熔化温度较低，将碎玻璃回收加入配合料中可降低原料的熔化温度，提高熔化质量。一般玻璃制造企业碎玻璃添加量为10%~20%，企业产生的碎玻璃全部回用。碎玻璃进行清理、分类、清洗、抽样成分分析，以便确定其化学成分，从而进行回收再利用。

(6) 锡渣、废耐火材料、废滤袋

浮法生产平板玻璃或平板显示玻璃过程，金属锡会与漏入锡槽内的氧气发生化学反应，产生锡渣（主要成分为二氧化锡）。锡渣一般可由锡生产厂家回收进行处理。

玻璃熔窑耐火砖的主要材料是二氧化硅、氧化铝、氧化镁和氧化锆，可以作为生产耐火材料的骨料，报废的耐火材料基本全部回用。

除尘器的废滤袋，一般由厂家回收。

5.2.5.2 危险废物处置措施

玻璃制造业中设备维修时产生的废机油（危险废物代码HW08-900-249-08）、油罐清理过程产生的废油渣（危险废物代码HW08-900-249-08）、软水制备设施产生的失效的离子交换树脂（危险废物代码HW13-900-015-13）、废催化剂（危险废物代码HW50-772-007-50）、

油罐清理废油渣（危险废物代码HW08-900-249-08）等属于危险废物，要求委托有资质的单位进行处置。

5.3 环境管理措施

环境管理措施是实现污染物有效预防和控制而采取的管理方法和措施。结合玻璃生产特点和行业发展水平，按照国家和地方有关要求，为了预防和控制污染物有组织和无组织排放，本部分的内容从环境管理制度、无组织排放控制措施、污染治理设施的运行维护、燃料的使用、重污染天气下的污染物排放控制等方面提出了明确而具体的要求。

5.4 污染防治先进可行技术

综合考虑污染防治技术性能、经济指标、运行管理和环境效益等指标，通过工程案例分折、专家评议，并结合调研数据情况，本标准共列出了平板玻璃企业的4种污染防治先进可行技术，均可实现颗粒物、SO₂和NO_x三种主要污染物的排放同时稳定低于国家污染物排放标准限值的70%。这4种技术在我国平板玻璃企业得到成功应用，反映了我国现阶段玻璃制造业污染防治技术水平和一定时间内的技术发展方向。

6 实施本标准的成本—效益分析

6.1 环境效益

实施本标准后，会有更多企业选用清洁燃料、采用全氧燃烧等低氮燃烧技术，行业脱硫脱硝技术水平也会得到整体提升，从而减少污染物的产生，带来显著的环境效益。

6.2 经济成本

玻璃窑炉大气污染治理设施的投资与熔窑的生产能力、场地情况、燃料种类、烟气量、烟气性质、性能要求等密切相关。按最常见的600 t/d的玻璃熔窑计算，如采用“静电除尘+SCR脱硝+湿法脱硫+湿式电除尘”或“静电除尘+SCR脱硝+半干法脱硫+布袋除尘”达标技术路线，大气污染治理设施投资约为1600~2000万元；如采用“干法脱硫+复合陶瓷滤筒除尘脱硝一体化”技术路线，大气污染治理设施投资约为2200~2600万元。大气污染治理设施的年运行维护费用约800万元~1000万元。生产每重量箱平板玻璃的环保治理成本一般为3~4元，占总体生产成本的5%~7%左右。

7 对实施本标准的建议

针对本标准的实施提出如下建议：

（1）本标准发布后，应面向环保部门的相关工作人员、企业环保人员，就标准的主要

内容等及时开展培训等宣贯工作。

(2) 排污许可证核发机关在对企业的排污许可证申请材料审核时，应依据本标准的内容，对于企业的污染治理技术是否属于可行技术进行判别。

(3) 本标准确定的污染防治可行技术及污染防治先进可行技术仅为现阶段的可行技术及先进可行技术，标准发布后在鼓励行业采用指南推荐技术的同时，也应鼓励引进国外先进污染防治技术及应用国内自主研发的成熟可靠的新技术，并应根据国内玻璃制造行业污染防治技术水平的提高适时对本标准进行修订。