

附件 5

《玻璃纤维及制品工业污染物排放标准》

(征求意见稿)

编制说明

《玻璃纤维及制品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——玻璃纤维及制品

项目统一编号：386

承担单位：中国轻工业清洁生产中心、中国环境科学研究院、中国玻璃纤维工业协会

编制组主要成员：孙晓峰、李晓倩、李晓鹏、张国宁、张福祥、刘长雷、魏玉霞、赵国华

目 录

1	项目背景	71
1.1	任务来源	71
1.2	工作过程	71
2	行业概况	72
2.1	我国玻璃纤维行业发展现状	72
2.2	国外玻璃纤维行业发展现状	74
3	标准制订的必要性	75
3.1	国家及环保主管部门相关要求	75
3.2	行业发展带来的主要环境问题	76
3.2	现行环保标准存在的主要问题	79
4	玻璃纤维行业产排污情况分析	79
4.1	行业主要生产工艺	79
4.2	主要污染物分析	81
5	玻璃纤维行业污染控制技术分析	82
5.1	大气污染物控制技术	83
5.2	水污染物控制技术	84
6	标准主要技术内容	85
6.1	标准适用范围	85
6.2	标准结构框架	85
6.3	术语和定义	85
6.4	污染物项目的选择	85
7	污染物排放限值的确定及制定依据	86
7.1	水污染物排放标准制定依据	86
7.2	大气污染物排放标准制定依据	88
8	主要国家、地区及国际组织相关标准研究	92
8.1	国外标准研究	92
8.2	本标准与现行标准及其他行业污染物排放标准对比	92
9	实施本标准的环境效益及经济技术分析	95
9.1	实施本标准的环境（减排）效益	95
9.2	技术经济分析	96

《玻璃纤维及制品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

依据原国家环境保护总局《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）中有关《玻璃工业污染物排放标准》的制订计划，项目统一编号 386。

本标准由中国轻工业清洁生产中心、中国环境科学研究院、中国玻璃纤维协会共同承担。

1.2 工作过程

（1）收集资料

任务下达后，标准编制组于 2009 年 10 月组建并开始了相关工作的计划安排和资料收集调研工作。课题组首先查阅了大量国内外有关玻璃纤维行业环境保护的政策法规和行业环保措施等信息资料，同时以多种形式开展调研工作。收集相关的污染数据、深入企业现场采样分析、发放调查问卷，了解掌握玻璃纤维生产企业污染物排放情况、污染治理技术、企业环境管理现状等。

（2）现场调研

编制组于 2010 年 3 至 7 月对玻璃纤维生产企业进行了现场调研，调研内容包括：

● 生产工艺

重点考察了玻璃纤维生产企业所采用的工艺路线、生产规模以及资源、能源消耗情况以及清洁生产技术等。

● 产污情况

重点考察了玻璃纤维生产过程中的产污环节、污染物种类、产生量、污染物排放去向等。

● 污染控制

对调研企业现有的污染物处理工艺、效果、主要设备及投资费用、运行费用进行了调研。

● 污染监测状况

对企业废气、废水监测项目、监测方法、主要仪器、设备及人员配备情况进行了调查研

究。

(3) 开题论证

2010年10月由环境保护部科技标准司主持召开了开题论证会。参加会议的有环境保护部总量司、污防司、环评司、环境保护部标准所、中国建材院、北京市劳动保护研究所、中国环科院和三家企业代表。经与会代表和专家的论证,确定了标准编制主导思想、基本原则、技术路线、主要工作内容等,要求课题组进一步对企业产排污现状以及标准经济技术可行性进行充分评估,对有关的行业数据进一步完善。并形成了以下意见:

一、为加强对玻璃纤维工业企业污染物排放的控制与管理,制订《玻璃工业污染物排放标准——玻璃纤维及制品》十分必要。

二、标准主编单位对我国玻璃纤维工业企业污染物排放与控制现状、国内外相关法规标准情况进行了分析,提出了标准制订构想及下一步工作计划,符合开题要求。

三、论证委员会通过该标准的开题论证,并提出如下意见和建议:

1、污染物控制项目应根据调研情况进一步确定。

2、补充玻璃纤维制品、玻璃纤维工业用球等相关术语等定义。

为与《日用玻璃工业污染物排放标准》等标准保持一致,本标准名称改为《玻璃纤维及制品工业污染物排放标准》。

(4) 起草征求意见稿和编制说明

本项目开题论证后,课题组按照工作计划进入了本标准的起草阶段,根据相关文件的编制原则,分别完成了本标准技术内容框架中的各项要求。以前期调研数据为基础,确定了本标准的污染物控制项目、指标限值等内容,结合开题论证会专家意见形成了本征求意见稿及编制说明。

2 行业概况

2.1 我国玻璃纤维行业发展现状

玻璃纤维工业诞生于上个世纪的30年代末,经过70多年的发展,已形成一门独立的工业体系,目前玻璃纤维工业有数千个品种和规格,在国民经济各个部门获得5万多种用途,成为现代工业材料中重要的组成部分。1958年,玻璃纤维在我国投入工业性生产,从90年代末开始飞速发展,目前总产能位居世界第一位。据不完全统计,我国经工商管理部门注册的连续玻璃纤维生产企业总数有300余家。

池窑纱品种结构也转变为根据市场和客户需求确定玻璃纤维纱品种。同时池窑技术已经由大漏板、纯氧燃烧、电助融、物流自动化等,向全窑低能耗、全自动技术过渡。图1为近14年我国玻璃纤维产品产量变化。

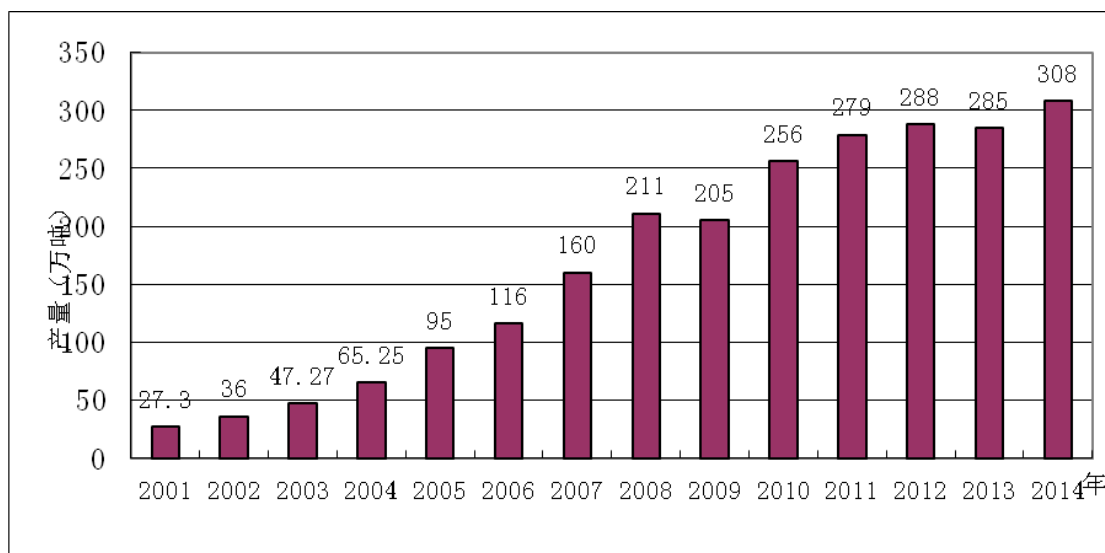


图1 我国近十四年玻璃纤维年产量

由上图可知，2001年以来玻璃纤维产量的增长率基本在20%~45%之间浮动（除2009年受金融危机影响增长率为-3%）。2011年开始，产量增长率降至10%以下。这是由于近年来行业以控制总量，大力发展深加工为导向，且取得了显著成效。

2004年至2010年间我国出口玻璃纤维及制品逐年递增，2010至2012年趋于平稳。进口量较为平稳，如图2所示。其中，2012年玻璃纤维及制品进口数量为20.37万吨，进口商品金额9.12亿美元；出口数量为121.01万吨，出口金额为19.47亿美元，实现贸易顺差10.35亿美元。

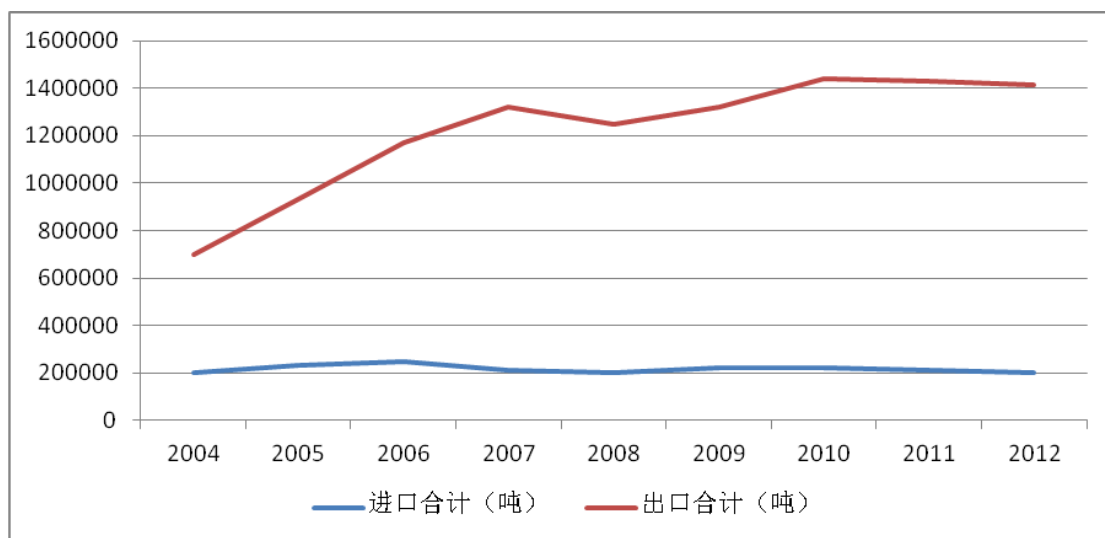


图2 2004~2012年玻璃纤维及制品进出口数量走势

池窑拉丝方面：截止到2014年底，国内池窑企业21家，池窑产能总规模达到331万吨，其中三大玻璃纤维——巨石、泰山、重庆的合计产能约210万吨，产能集中度达到63%。“十二五”期间，玻璃纤维行业进行发展战略结构大调整，从以发展池窑为中心，转移到完善提升池窑技术、重点发展玻璃纤维制品加工业。一方面大型池窑企业积极实施精细化管理，进行工艺技术改造和产能结构调整；另一方面球窑、坩埚等中小企业积极实施转产制品深加工。目前全行业已经成功扭转了玻璃纤维纱产能过快增长的势头，同时产能结构明显优化，代铂坩埚产能持续减少，2014年玻璃纤维总产能330万吨左右，实际产量308万吨。其中，

池窑拉丝产量为 285 万吨，所占比例提升至 90%以上。表 1 中列出了近年来我国玻璃纤维工业主要经济运行情况。

表1 “十二五”以来玻璃纤维行业主要运行指标情况

年份	2010	2011	2012	2013	2014
玻璃纤维总产量(万吨)	256	279	288	285	308
同比增长率(%)	24.88	8.98	3.23	-1.0	8.1
池窑纱产量(万吨)	217	244	252	262	285
池窑拉丝比例(%)	84.77	87.45	87.50	91.9	92.5
主营业务收入同比增长率(%)	39.20	26.26	13.26	14.90	13.37
利润总额同比增长率(%)	143.10	9.93	18.38	16.20	14.83

未来，大力发展玻璃纤维制品深加工已经成为我国玻璃纤维工业发展共识。其中，我国三大池窑企业纷纷加大对制品深加工生产线的建设投入，四川玻璃纤维、陕西华特、常州宏发、兖州创佳等企业也都在积极打造玻璃纤维制品深加工生产基地。此外高硅氧玻璃纤维、耐碱玻璃纤维、低介电玻璃纤维、高强玻璃纤维等高性能玻璃纤维制品研发与应用也成为行业热点。

目前，我国大型池窑企业均以天然气为原料，能耗占整个行业的 60%左右。一些天然气匮乏的地区采用煤及重油作为原料，分别占行业能耗的 15%和 5%左右。玻璃纤维拉丝过程中漏板拉丝工序消耗部分电能，占行业能耗的 10%左右。

坩埚拉丝方面：玻璃纤维工业用玻璃纤维原料球作为坩埚拉丝工艺的原料，其产能及质量对坩埚法拉丝有重要作用。马蹄形火焰窑是国内制造玻璃纤维原料球的主要窑型。据初步统计，“十一五”期间我国在产的玻璃纤维原料球窑企业共30座，总产能41.09万吨。“十二五”期间，根据行业发展规划要求，加快对坩埚拉丝工艺的改造升级，球窑数量明显减少。2014年我国球窑生产企业共25家。主要分布在山东、河北、四川等省市（主要省市球窑产能分布如表3所示）。

表2 “十一五”我国玻璃纤维原料球生产分布情况

省市	数量(座)	产能(万吨)	占全国比重(%)	平均规模(万吨/座)
山东省	11	15.08	36.70	1.37
河北省	6	13.05	31.76	2.18
四川省	11	10.64	25.89	0.97
其他地区	2	2.32	5.65	1.16
合计	30	41.09	100.00	—

根据玻璃纤维行业准入条件可知，我国玻璃纤维原料球产能只允许在原有基础上对较大企业进行扩建，且单窑生产线规模应达到 20000 吨/年及以上。由上表可看出，目前我国玻璃纤维原料球生产企业平均生产规模除河北省外均无达到准入条件要求。此外，目前以煤为主要燃料的玻璃纤维原料球窑炉 16 座，产能合计 26.63 万吨；以天然气为燃料的玻璃纤维原料球窑炉共 14 座，共计产能 14.46 万吨。可以看出，煤炭仍然是玻璃纤维原料球生产企业的主要燃料。

2.2 国外玻璃纤维行业发展现状

2012 年，全球玻璃纤维总产量达到 530 万吨左右，其中无捻粗纱产量约为 433 万吨，纺织纱产量约为 96.5 万吨。国外玻璃纤维成产基本集中在 OCV、PPG、JM 三大公司，这三

家公司与我国三大玻璃纤维企业产量占全球玻璃纤维总产能的 83%，未来玻璃纤维行业将继续保持较高的集中度。近几年全球玻璃纤维年递增率保持在 5% 左右。

国外的玻璃纤维产品目前已拥有 5000 多个品种，60000 多个规格用途，遍及电子、通讯、建筑、化工、冶金、核能、航空、航天、兵器、舰艇、车船、海洋开发及遗传工程等高新技术领域。目前全球玻璃纤维总需求量正以年平均增长 16~20 万吨的规模，品种和规格以年平均增长 1000~1500 种的速度迅猛发展。

国外玻璃纤维制品，按用途划分基本上可以分为四大类：增强热固性材料用玻璃纤维制品、增强热塑性材料用玻璃纤维制品、增强沥青用玻璃纤维制品及玻璃纤维纺织制品。从总体上看，国外玻璃纤维增强制品约占总量的 70%~75%，玻璃纤维纺织制品占总量的 25%~30%。

3 标准制订的必要性

3.1 国家及环保主管部门相关要求

(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。

(2) 《国家环境保护“十二五”规划》中的要求

《国家环境保护“十二五”规划》指出“加大结构调整力度”，“加大建材等行业落后产能淘汰力度”，“着力削减化学需氧量和氨氮排放了”，“加大二氧化硫和氮氧化物减排力度”。加快电力及其他行业的脱硫脱硝步伐，并要求东部地区现有燃煤锅炉安装低氮燃烧装置。并提出“十二五”期间二氧化硫、氮氧化物减排 8%、氨氮和氮氧化物减排 10% 的约束性指标。以上对玻璃纤维行业的提出了更高的环保要求。

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) 行业发展规划及准入条件的需要

《产业结构调整指导目录（2011 版）》中指出鼓励 5 万吨/年及以上无碱玻璃纤维池窑拉丝技术和高性能玻璃纤维及制品技术开发与生产，限制投建中碱玻璃球生产线、铂金坩埚球法拉丝玻璃纤维生产线，淘汰陶土坩埚玻璃纤维拉丝生产工艺与装备。

《玻璃纤维行业准入条件（2012 年修订）》中要求新建无碱玻璃纤维池窑法粗纱拉丝生产线（单丝直径>9 微米）单窑规模应达到 50000 吨/年及以上，新建细纱拉丝生产线（单丝直径≤9 微米）单窑规模应达到 30000 吨/年及以上。严禁新建和改扩建中碱玻璃纤维池窑法拉丝生产线。严禁新建和扩建无碱、中碱、玄武岩代铂坩埚拉丝生产线。新建高性能或特种玻璃纤维生产线，其生产规模池窑法应达到 20000 吨/年及以上，代铂坩埚法应达到 2000 吨

/年及以上且产品单丝直径小于 7 微米，产品质量和规格达到我国标准相关要求。新建玻璃纤维池窑法拉丝生产线要采用纯氧燃烧、电助熔、物流自动化、废气余热利用等先进工艺和装备，并同步建设环保、安全生产配套设施。玻璃纤维和玻璃球生产中浸润剂废液、冷却水须经回收处理后综合利用等要求，进一步加大了行业的环境保护要求。

纵观今年行业颁布的规划等文件，未来我国玻璃纤维行业发展将会在现有产能的基础上，提高行业整体技术水平，加大对玻璃纤维产品深加工的投入，增加我国玻璃纤维制品的附加值。行业污染物排放标准的制定将更有效地加快产业结构优化调整，使行业发展布局趋于合理化，促进新、改、扩建玻璃纤维企业采用更先进的污染物达标技术。

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，针对玻璃纤维行业制定污染物排放标准十分必要。

3.2 行业发展带来的主要环境问题

随着玻璃纤维及其产品产量的增加，行业所造成的环境问题也不容忽视。目前，国内玻璃纤维企业发展技术水平参差不齐，规模较大的企业有相对完善的污染治理设施，基本可以达到现行标准要求。然而，一些规模较小，生产工艺较落后的企业，尤其是仍在使用产业结构调整目录中落后设备的一些企业，对环境造成较大污染。按照行业现有污染物排放水平（玻璃纤维及其制品制造业产排系数，见表3）估算，我国玻璃纤维行业2014年排放工业废水2219万吨，排放工业废气13.65亿立方米，其中排放烟尘514.96吨，排放NO_x8230.38吨。

目前，尽管我国玻璃纤维行业大企业产量比重不断提高。纯氧助燃工艺的发展虽然给行业氮氧化物的减排提供了技术支撑，但氮氧化物的达标排放仍然任重道远，需要企业及相关科研单位积极探索，寻求更有效的去除途径。此外，与处理技术工艺先进的大企业相比，某些小企业仍然采用直排的方式，配合料车间无配备除尘装置，无论对操作员工的健康安全还是当地环境带来了很大威胁。小企业数量不能得到有效控制，产业结构不能进一步优化，行业发展带来的环境问题仍然不能忽视。

表3 玻璃纤维及其制品制造业产排污系数表

产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术	排污系数
玻璃纤维纱	叶蜡石+重油	池窑拉丝	所有规模	工业废水量	吨/吨产品	7.62	物化+生物	7.06
				化学需氧量	克/吨产品	6873	物化+生物	698
				石油类	克/吨产品	44.48	物化+生物	6.92
				工业废气量（窑炉）	米 ³ /吨产品	9907	吸收法	10695
				烟尘	千克/吨产品	4.03	吸收法	0.77
				二氧化硫	千克/吨产品	9.65	吸收法	1.93
				氮氧化物	千克/吨产品	9.77	吸收法	3.54
				氟化物	克/吨产品	797.3	吸收法	66.99
玻璃纤维纱	叶蜡石+气	池窑拉丝 (熔煅烧窑)	>3万吨/年	工业废水量	吨/吨产品	7.07	物化+生物	6.79
				化学需氧量	克/吨产品	6008	物化+生物	521.3
				石油类	克/吨产品	86.3	物化+生物	4.31
				工业废气量（窑炉）	米 ³ /吨产品	5495 ^{错误! 未找到引用源。}	湿法除尘、过滤式除尘	6016 ^{错误! 未找到引用源。}
				烟尘	千克/吨产品	0.44	湿法除尘、湿法除尘+静电除尘、过滤式除尘	0.09
				二氧化硫	千克/吨产品	6.31	吸收法	0.02
							吸附法	1.25
				氮氧化物	千克/吨产品	7.27 ^{错误! 未找到引用源。}	吸收法、吸附法	2.49 ^{错误! 未找到引用源。}
			氟化物	克/吨产品	797.3	吸收法、吸附法	18.36	
			1-3万吨/年	工业废水量	吨/吨产品	9.67	物化+生物	8.91
				化学需氧量	克/吨产品	7558	物化+生物	785.54
				石油类	克/吨产品	107.8	物化+生物	16.61
				工业废气量（窑炉）	米 ³ /吨产品	6262 ^{错误! 未找到引用源。}	吸收法、吸附法	6817 ^{错误! 未找到引用源。}
烟尘	千克/吨产品	1.68		吸收法、吸附法	0.29			

产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术	排污系数
				二氧化硫	千克/吨产品	6.56	吸收法、吸附法	0.12
				氮氧化物	千克/吨产品	8.74	吸收法、吸附法	2.99
				氟化物	克/吨产品	797.3	吸收法、吸附法	25.69
	玻璃球	铂金坩埚拉丝	所有规模	工业废水量	吨/吨产品	3.54	化学混凝气浮法	3.54
				化学需氧量	克/吨产品	6607	化学混凝气浮法	1204
				石油类	克/吨产品	162.85	化学混凝气浮法	22.2
玻璃纤维原料球（无碱）	石英砂+长石	所有工艺	所有规模	工业废气量（窑炉）	米 ³ /吨产品	14139	直排	14139
				烟尘	千克/吨产品	0.46	直排	0.46
				二氧化硫	千克/吨产品	1.13	直排	1.13
				氮氧化物	千克/吨产品	24.69	直排	24.69
				氟化物	克/吨产品	144.4	直排	144.4
玻璃纤维原料球（中碱）	石英砂+长石	所有工艺	所有规模	工业废气量（窑炉）	米 ³ /吨产品	11117	直排	11117
				烟尘	千克/吨产品	0.28	直排	0.28
				二氧化硫	千克/吨产品	1.32	直排	1.32
				氮氧化物	千克/吨产品	18.17	直排	18.17
				氟化物	克/吨产品	32.6	直排	32.6

注**错误！未找到引用源。**以天然气为燃料采取纯氧燃烧工艺的工业废气量的产排污系数在此基础上除以 2；

错误！未找到引用源。以天然气为燃料采取纯氧燃烧工艺的氮氧化物的产排污系数在此基础上除以 4；

3.2 现行环保标准存在的主要问题

我国尚未针对玻璃纤维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。目前玻璃纤维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)和《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)。但在这些标准实施过程中，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。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。但玻璃纤维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，玻璃纤维工业应执行“一切排污单位”或“其他排污单位”的项目和标准，这显然不符合玻璃纤维工业的实际情况。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。例如：生产玻璃纤维的炉窑主要污染物之一是氮氧化物，但《工业炉窑大气污染物排放标准》并未对氮氧化物进行严格的控制。

(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。这十几年来，我国玻璃纤维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，规范对新建和现有污染源的环境保护管理工作。

进入21世纪是我国玻璃纤维行业发展最快的时期，随着近年玻璃纤维产能的逐年增长，我国已成为世界玻璃纤维第一生产大国，玻璃纤维行业给环境带来的污染也是不能轻视的，尤其是大气污染物的排放。

可见，玻璃纤维及制品行业目前执行的污染物排放标准不利于严格控制污染物排放，促进行业污染治理和技术进步。

4 玻璃纤维行业产排污情况分析

4.1 行业主要生产工艺

生产玻璃纤维常用的方法有两种：球法坩埚拉丝、池窑法直接拉丝。

(1) 坩埚法

坩埚法拉丝工艺被称为二次成型工艺，即先把玻璃配合料经高温熔化制成玻璃球，再将玻璃球通过电二次加热至熔化，再高速拉制成一定直径的玻璃纤维原丝。

这种生产工艺工序繁多，又由于玻璃球二次加热熔化，给生产及产品带来很多弊端，诸如能耗高、成型工艺不稳定、产品质量不高、劳动生产率低，使生产规模和自动化水平受到一定限制。因此，目前在国外，除少量特种玻璃纤维还沿用这种生产工艺外，大规模工业化生产品种，已基本淘汰了这种生产工艺。在我国采用坩埚法生产的比例正迅速下降。坩埚法生产虽然能耗高，但也有优点：技术要求不高、投资较低、建设周期短、产品方案调整灵

活等，它仍是一种适合于中小型玻璃纤维企业的生产工艺。

玻璃球是坩埚法生产玻璃纤维的原料，其生产工艺流程主要包括配合料熔制、玻璃球成型和玻璃球退火等。马蹄形火焰窑目前是我国制造玻璃球的主要窑型。图3和图4分别为玻璃纤维原料球和坩埚拉丝法制造玻璃纤维的生产工艺流程。

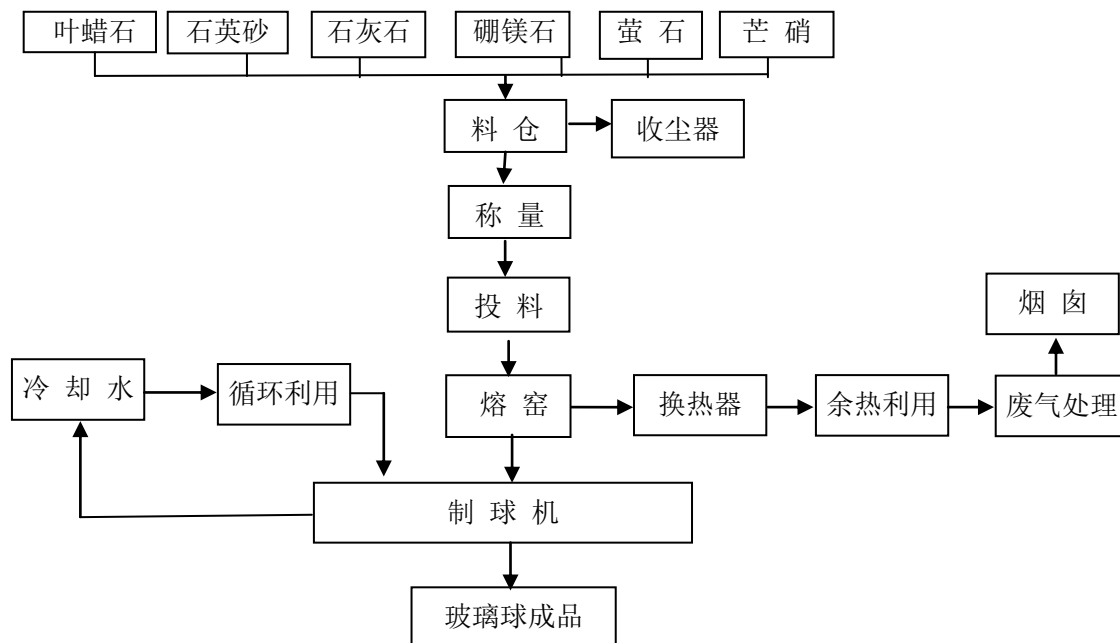


图3 玻璃纤维原料球生产工艺流程图

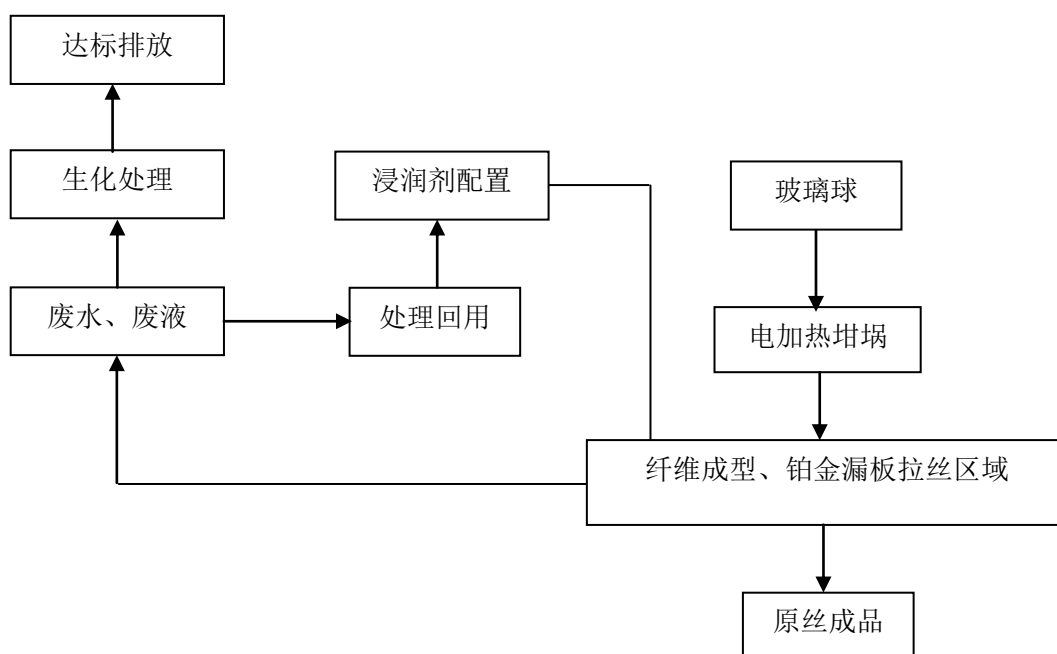


图4 坩埚法生产工艺流程图

(2) 池窑法

池窑法直接拉丝是将矿物原料磨细配制送入单元窑，用燃料燃烧加热熔化物料后直接拉丝，具有产量大、质量稳、能耗低的特点。池窑法拉丝工艺又被称为一次成型工艺，主要分

为以下几个工序：配合料制备、玻璃熔制、纤维成型、浸润剂配制和玻璃纤维制品加工五大工序。目前，全球95%以上的玻璃纤维均采用池窑拉丝工艺，只有一些特殊的玻璃纤维品种仍使用坩埚法拉丝工艺。

这种生产工艺是将各种玻璃配合料在池窑熔化部经高温熔成玻璃液，在澄清部排除气泡成为均匀的玻璃液，再在成型通路中辅助加热，经池窑漏板，高速拉制成一定直径的玻璃纤维原丝。一座窑炉可以通过数条成型通路，安装上百台拉丝漏板同时生产。池窑拉丝工艺流程如图4所示。

这种池窑拉丝工艺温度控制合理，节约能源消耗，也使生产工艺稳定，产品产量、质量得以提高。采用这种池窑法拉丝工艺能实现规模化工业生产，并容易实施最先进的全自动控制技术，使劳动生产效率得以大幅度提高。因此，池窑法拉丝工艺已经成为当前国际上的主流拉丝工艺。用这种方法生产的玻璃纤维总量约占全球总量的85%~90%。

目前，我国池窑法生产企业有21家：山东泰山玻璃纤维有限公司、浙江桐乡巨石集团、重庆国际复合材料公司、珠海富华玻璃纤维公司、杭州圣戈班维特克斯玻璃纤维厂、北京圣戈班维特克斯玻璃纤维厂、中材金晶玻璃纤维公司、河北金牛股份有限公司、广东忠信玻璃纤维公司、昆山南亚玻璃纤维公司、昆山台嘉玻璃纤维公司、上海宏联电子材料有限公司、四川威玻新材料集团有限公司、邯郸长风玻璃纤维厂、江苏九鼎新材料股份有限公司、常州长海玻璃纤维制品有限公司、山东玻璃纤维复合材料有限公司、江西大华玻璃纤维集团公司、山东格赛博玻璃纤维科技有限公司、江苏丹阳中亚玻璃纤维公司、安徽丹凤集团。

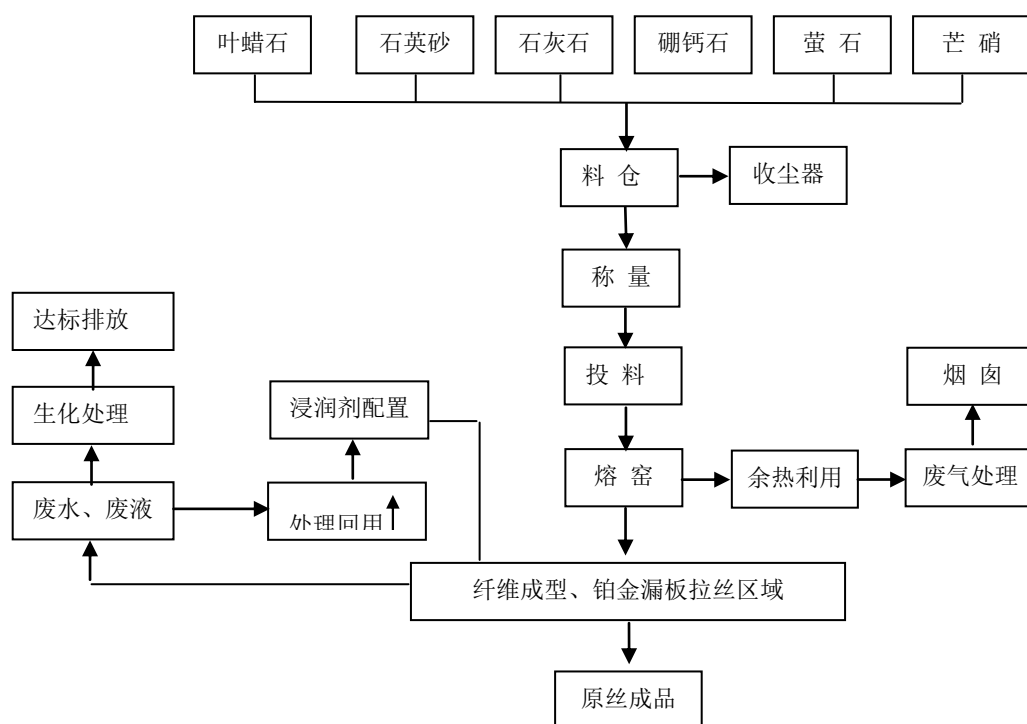


图5 池窑法生产工艺流程图

4.2 主要污染物分析

4.2.1 大气污染物排放

玻璃纤维生产过程中大气污染物主要包括粉尘和窑炉烟气。

粉尘会在贮存、输送、拆包、破碎、粉磨、混料过程中产生。多数企业在这些部分都有袋式收尘装置，也有企业采用封闭式运输，粉尘污染较小。整体来说，玻璃纤维企业产生的粉尘量不大，且影响范围不大，仅在厂区周围。

窑炉烟气是玻璃纤维污染的主要部分，具体的污染物及其产生原因见表 4。

表4 熔化过程产生的大气污染物一览表

污染物	产生来源
烟尘、粉尘及颗粒物	原料贮存库和配料车间； 加料过程中少部分原料被带入烟气中； 挥发性物质高温挥发后冷凝生成的烟尘； 燃料燃烧后生成的烟尘
NO _x	高温导致空气中的氮与氧气反应生成大量的热 NO _x ； 原料中硝酸盐热分解产生 NO _x
SO ₂	燃料中含硫成分的氧化； 原料中作为澄清剂的芒硝分解产生的硫氧化物
氯化氢	原料、燃料中含有的氯化物杂质； 氯化物作澄清剂
氟化氢	玻璃纤维原料中的萤石（含有氟化钙）； 原料中的含氟杂质
重金属及其化合物	玻璃纤维原理中的微量元素

4.2.2 废水污染物排放

玻璃纤维企业产生的废水包括：拉丝喷雾工序生产废水、浸润剂配置过程设备清洗水、地面冲洗水、喷雾冷却水、废气湿法治理产生的废水和生活污水。其中拉丝废水是玻璃纤维工业废水的主要污染源。

拉丝喷雾废水是一种有机废水，其性质与所含浸润剂种类有关。通常，浸润剂可分为三大类：淀粉型、增强型和石蜡型。各类浸润剂的化学组成有很大差别，但主要包括：油脂类、乳化剂和水溶性有机物。因此，拉丝废水的主要污染因子有 COD、BOD、氨氮、总磷、总氮和石油类。

玻璃球生产企业生产过程不使用水，因此玻璃球生产企业也不排放废水。

4.2.3 其他废物排放

玻璃纤维生产过程中产生的其他废弃物主要包括：

- 1) 拉丝过程中的玻璃纤维废丝。正常生产过程中产生的碎玻璃和废玻璃纤维，一部分回收再利用，少量不能回收成为固体废弃外排。
- 2) 过期的报废浸润剂，主要成分是化工物质，属于危险废物，需要委托有资质的单位处置。
- 3) 废耐火材料。熔窑热修更换下来的废耐火材料及熔窑冷修时拆下的废耐火砖，部分厂家出售综合利用。
- 4) 一般性工业垃圾，如各类除尘设施捕集的不回收利用的粉尘、废渣，水处理设施产生的污泥以及废弃的包装材料等。

5 玻璃纤维行业污染控制技术分析

5.1 大气污染物控制技术

(1) 粉尘控制技术

粉尘主要产生于贮存、搬运、混合工序中的原料飞散，除尘装置主要是袋式除尘器，袋式除尘器除尘效率高，一般可以达到95%-99%。粉尘也可通过封闭式运输进行控制。整体来说，我国较好的玻璃纤维厂产生的粉尘量不大，且影响范围不大，仅在厂区周围。

(2) 烟气控制技术

烟气中的主要污染成分包括：烟尘、SO₂、NO_x、氟化物、氯化氢。

➤ 烟尘、SO₂、氟化物、氯化氢

烟气治理方面，多数治理措施主要是针对氟化物、氯化氢、烟尘和硫化物。由于SO₂、HCl、HF都是酸性气体，都易溶于水，一般使用碱性物质来处理。主要分为干法、半干法、湿法三类。采取的化学药剂多为石灰、石灰水溶液或其他碱性药剂，氮氧化物能与碱性试剂发生反应，在治理过程中也有消除。玻璃纤维企业使用的几种治理方案包括：

(1) 湿法（见图6）：湿法处理是对废气中的二氧化硫用碱液进行吸收，利用有害物的特性使其溶于水溶液中与吸收剂以离子态反应生成无毒无害的物质，净化效率高，同时去除烟尘。例如，超强湍流湿法处理工艺。

(2) 干法（见图7）：干法脱氟脱硫设备目前国内使用较少，全国仅1家玻璃纤维企业使用，采用碱性材料和废气充分混合吸收，发生化学反应，然后通过过滤式除尘装置将吸收剂和废气中的粉尘除去，该工艺脱硫效果很好，除氟率大于99%，虽然设备简单，但运行费用高，占地面积大，工艺参数要求严格，目前我国引进了一套装置，该装置对加入的石灰粉末要求很高(纯度>90%、粒度>300目)。干法处理废气的优点在于无洗涤废水，不需要对废水进行处理，缺点是要对吸收剂进行处理。

(3) 半干法：半干法工艺系统与干法基本相同，只是将干法喷石灰粉吸收改成喷石灰乳液，该工艺设备系统简单、运行操作简便，脱硫除氟效果也不错。其主要的问题在于控制上不太好，废气温度控制要求高，反应吸收塔湿度大，接近露点，石灰乳液用量较大，利用率较低，后端设备一方面过滤袋堵塞，另一方面设备易腐蚀。

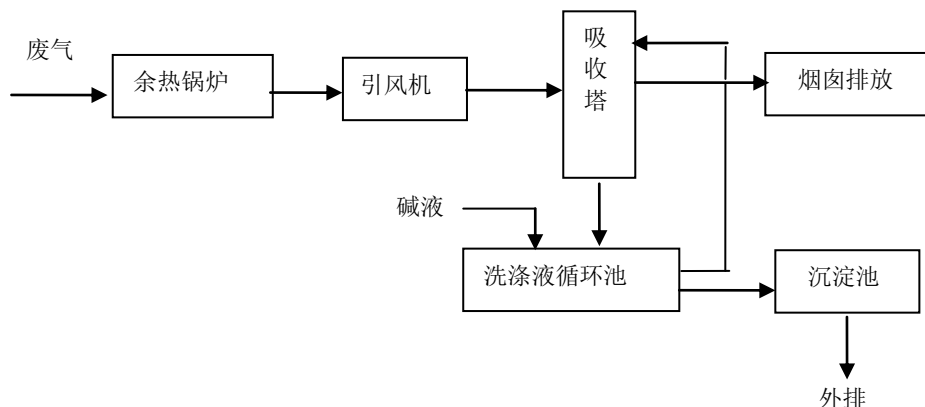


图6 湿法脱硫除氟处理工艺流程图

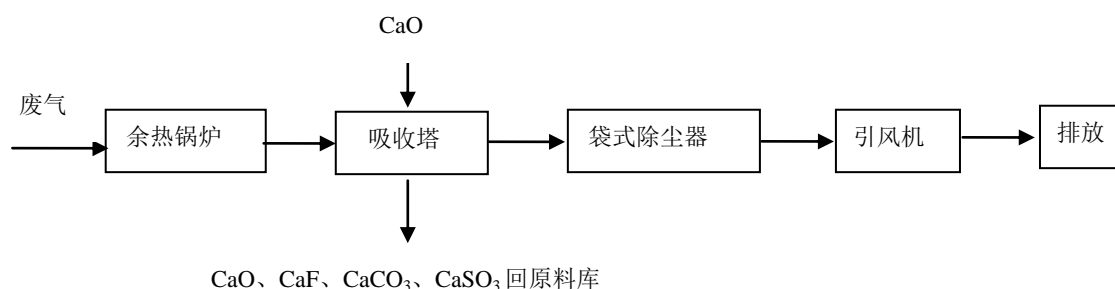


图7 干法脱硫除氟处理工艺流程图

➤ NO_x控制技术

玻璃熔窑废气中氮氧化物的产生主要来源是：（1）原料中硝酸盐分解；（2）燃料中含氮物质的燃烧；（3）空气中氮的燃烧。氮氧化物NO_x主要是一氧化氮和二氧化氮。玻璃熔窑废气中氮氧化物NO_x，初始90-95%为NO，但在排放过程中，随着浓度的下降逐渐转为NO₂。

玻璃纤维生产过程产生的氮氧化物的治理措施主要为一次措施，即在产生NO_x的源头上进行严格控制，限制NO_x的形成，主要的一次措施包括纯氧助燃技术和改进燃烧技术。

纯氧助燃技术是控制NO_x最为理想的成熟技术，不仅节约能源，而且能显著降低污染物的排放，是玻璃技术未来的发展方向。纯氧助燃，是指燃料燃烧时直接使用氧气（>90%）助燃。纯氧助燃的优点在于节约能源（节能约30%左右），增加出料量（增加约25%左右），同时能大大削减粉尘和氮氧化物的排放。根据有关文献，采用纯氧助燃技术，热氮氧化物排放量可降低70~90%（取决于氧的纯度），最终NO_x排放能达到1~2 kg/t玻璃的排放水平，与空气助燃相比，可削减三分之二的排放量。

目前，泰山玻璃纤维、巨石集团都已采用纯氧燃烧技术。但由于纯氧助燃投资较大，炉窑对耐火材料的要求高，以及纯氧的来源等问题，目前主要是规模较大的玻璃纤维生产企业采取了该项技术，但总体而言，纯氧助燃技术代表了玻璃纤维生产技术未来的发展方向。

5.2 水污染物控制技术

玻璃纤维企业废水主要为生活废水、生产废水及废气处理工艺产生废水。目前，采用最多的仍然是物理化学联合生物处理的工艺流程。BOD₅、COD_{Cr}均为主要处理指标。另外，由于废水呈乳化状，透明度低，外观呈乳白色。所以，废水的颜色和浊度也是被处理对象。随着企业节水意识的提高，很多企业对废水进行深度处理后进行废水回用，减少了废水排放量。图8为玻璃纤维行业常用废水处理工艺。

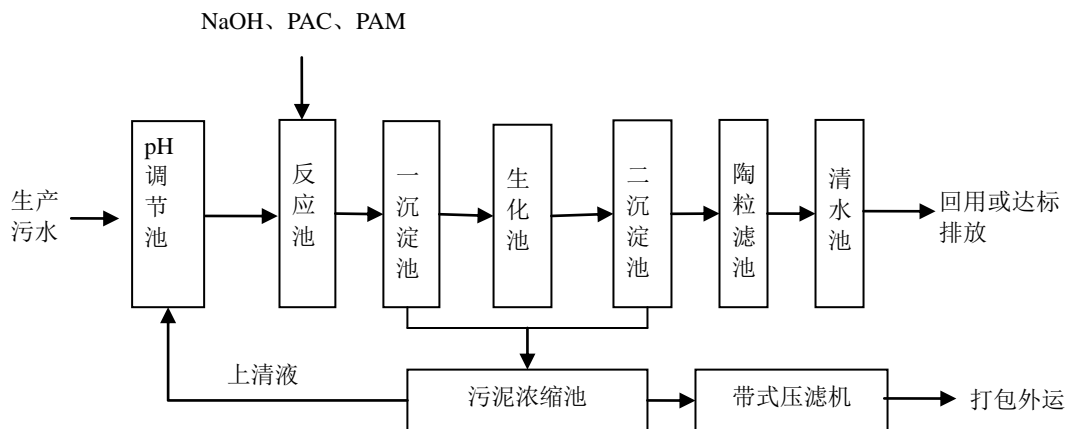


图8 玻璃纤维工业废水处理工艺流程图

6 标准主要技术内容

6.1 标准适用范围

《玻璃纤维及制品工业污染物排放标准》的适用范围主要包括玻璃纤维工业企业，包括玻璃纤维、玻璃纤维原料球及玻璃纤维制品企业的大气污染物、水污染物排放管理，以及新建、改建、扩建玻璃纤维、玻璃原料球生产线项目的环境影响评价、设计、竣工验收及其建成后的污染物排放控制管理。其中，根据《国民经济行业分类代码》（GB/T 4754-2011），玻璃纤维增强塑料制品制造（也称玻璃钢）与玻璃纤维及制品行业不属于同类别，不适用于本标准。

表5 国民经济行业分类和代码（玻璃纤维及制品制造）

代码				类别名称	说明
门类	大类	中类	小类		
C				制造业	
	30			非金属矿物制品业	
		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

6.2 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、实施监督6个部分。

6.3 术语和定义

标准定义了玻璃纤维工业、玻璃纤维原料球、玻璃纤维、玻璃纤维制品、玻璃纤维熔窑、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15个术语。

6.4 污染物项目的选择

污染物控制项目的选择首先要满足新形势下环境保护的需要，原则上重点考虑对人体健康和生态环境有重要影响的有毒物质、以及国家实行总量控制的污染物和本行业的特征污

染物。

本标准污染物项目的选择从普遍性、代表性和污染危害的严重性三个方面着手，同时参考《大气污染物综合排放标准》、《工业炉窑大气污染物排放标准》、《污水综合排放标准》中的基本控制项目和排放限值，对我国玻璃纤维工业废气和废水排放情况进行综合分析后，按照生产环节提出了应当控制的大气污染物控制项目，主要包括：颗粒物、SO₂、NO_x、氯化氢、氟化物、烟气黑度；应当控制的水污染物项目包括：基准排水量、悬浮物、pH值、COD_{Cr}、氨氮、总磷、总氮、石油类、氟化物和BOD₅，如表6所示。

表6 玻璃纤维行业污染物控制指标

类别	控制指标
大气污染物	颗粒物、烟气黑度、NO _x 、SO ₂ 、氯化氢、氟化物
水污染物	pH、COD、BOD ₅ 、SS、总磷、总氮、石油类、氨氮、氟化物、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限值确定依据

(1) 常规污染物的确定

玻璃纤维工业废水为一种有机废水，其废水的水质与浸润剂类型有很大关系。根据对玻璃纤维企业废水中主要污染物的调研可知，多数玻璃纤维企业废水经处理后排入市政管网，有些企业根据地理位置特点，经处理后直接排放。我国部分玻璃纤维制造企业水污染物排放水平见表7。

表7 我国部分玻璃纤维企业水污染物排放情况

(pH 值除外) 单位: mg/L

编号	形式	pH	SS	COD _{Cr}	BOD ₅	石油类	氨氮	氟化物
1	直排	6~9	20~60	40~70	—	—	0.25~1	2~6
2	直排	7.36	—	504	259	2.15	0.69	—
3	间排	7.3	50	120	15	—	—	—
4	间排	7.1	12	214	56.4	0.35	7.35	18.0
5	间排	7.21	57	267	—	2.41	0.676	15.2
6	间排	7.2	84	342	97.6	2.55	2.19	—
7	间排	6~9	14	31	—	—	—	—
8	间排	6~9	130	160	48	—	—	—
9	间排	6~9	50	400~500	—	—	—	—
10	间排	6~9	32	33	12.3	—	0.253	—
11	间排	6~9	25	80	15	—	10	—
12	间排	6~9	60~80	150~250	30~50	3~5	1	—

基于目前行业废水处理技术，根据玻璃纤维制造企业目前对《污水综合排放标准》达标情况，并结合目前行业污染物处理技术，将排放限值定为：pH6~9，SS50mg/L，COD_{Cr} 100mg/L，BOD₅20mg/L，石油类 3mg/L，氨氮 10mg/L，总氮 15mg/L，总磷 1mg/L，氟化物 7mg/L。以上污染物限值为企业排放口浓度。

(2) 基准排水量

不同规模玻璃纤维企业废水产生和排放情况有所不同。根据行业排污系数可知，玻璃纤维及其制品制造业每吨产品废水产生量为7.62吨，排污系数为7.06吨，废水的回用率为7.3%左右。而年产大于3万吨的企业废水产生量为7.07吨/吨产品，废水排放量为6.79吨/吨产品，废水产生量、排放量较行业平均水平有所降低。

而玻璃纤维原料用球生产企业废水的产生主要来源于设备冷却水，经过自然冷却后可经定期补水后重复利用，因此玻璃球生产企业应做到工业废水的全部循环利用，只有部分生活污水外排。根据未来玻璃纤维行业发展规划，我国玻璃纤维企业将推进大型单元池窑拉丝生产技术，并采用池窑融化与通路纯氧燃烧技术等相结合的先进生产工艺，并促进企业规模化发展，新型工艺中废水排放量逐渐降低。近年来，部分大型玻璃纤维企业生产废水可实现全部回用，只有生活废水外排。

通过对我国部分玻璃纤维企业调研可知，有些规模较大玻璃纤维生产企业单位产品废水排放量在4~7吨之间。根据玻璃纤维行业产排污系数，本标准规定玻璃纤维拉丝生产企业单位产品基准排放量为 $5\text{m}^3/\text{t}$ 产品，玻璃纤维原料球生产企业单位产品基准排水量为 $1.5\text{m}^3/\text{t}$ 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。

在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区，执行更为严格的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。

为达到特别排放限值，玻璃纤维生产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。

基准排水量根据玻璃纤维行业最先进的技术、设备水平而定。

本标准规定即直接排放pH 6~9，SS 20 mg/L，COD_{Cr} 50 mg/L，BOD₅ 10 mg/L，石油类1 mg/L，氨氮8 mg/L，总磷0.5 mg/L，总氮10 mg/L，氟化物5 mg/L；间接排放pH 6~9，SS 40 mg/L，COD_{Cr} 100 mg/L，BOD₅ 20 mg/L，石油类3 mg/L，氨氮15 mg/L，总磷1 mg/L，总氮20 mg/L，氟化物10 mg/L；根据间接排放限值制定原则，特别排放限值中间接排放限值定为：pH 6~9，SS 35 mg/L，COD_{Cr} 100 mg/L，BOD₅ 20 mg/L，石油类2 mg/L，氨氮15 mg/L，总磷0.7 mg/L，总氮15 mg/L，氟化物5 mg/L。

本标准规定玻璃纤维拉丝生产企业单位产品基准排水量为 $5\text{m}^3/\text{t}$ 产品，玻璃纤维原料球生产企业单位产品基准排水量（特别排放限值）为 $1\text{m}^3/\text{t}$ 产品。

对玻璃纤维及玻璃纤维原料球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

玻璃纤维及制品企业中的废水来源主要拉丝喷雾工序生产废水、浸润剂配置过程设备清

洗车、地面冲洗水、喷雾冷却水、废气湿法治理产生的废水和生活污水。其中拉丝废水是玻璃纤维工业废水的主要污染源。废水污染物包括 COD、BOD、氨氮、总磷、总氮和石油类等。

玻璃纤维及制品工业废水以常规污染物为主，废水如去除氟化物后排入城镇污水处理厂或园区污水处理厂，影响不大。

因此，根据玻璃纤维及制品工业废水水质，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，氟化物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与其他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

配料过程的粉尘（颗粒物）主要产生位置在原料贮存塔及配料车间，主要产生于物料的破碎、筛选、转运、混料等过程。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。玻璃纤维生产企业常用的除尘器有布袋除尘器、旋风除尘器，目前使用最多的为袋式除尘器。目前除尘技术非常成熟，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。

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。目前环保部门及玻璃纤维企业尚未对配料车间粉尘进行监测。因此，根据对典型企业的调研基础数据及欧盟 BAT 指南规定的颗粒物排放限值（5~30 mg/Nm³）要求，本标准规定配料过程粉尘的排放限值为 40 mg/Nm³。

此外，玻璃池窑烟气中含大量的污染物颗粒物（烟尘）、SO₂ 和 HF。目前，行业颗粒物等污染物的减排通常有过程控制和末端治理两种方式。其中，末端治理技术有湿法除尘、湿法除尘与静电除尘相结合、过滤除尘法。通过对玻璃纤维企业调研可知，目前我国三大池窑生产企业建有除尘设备，且颗粒物排放浓度可以达到 100 mg/Nm³ 以下，而大多数玻璃纤维原料球生产企业并未安装除尘装置。表 9 为所调研部分玻璃纤维企业颗粒物排放现状。

表8 我国部分玻璃纤维企业颗粒物排放水平

企业编号	工艺	燃料及燃烧方式	排放水平 (mg/Nm ³)
1	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	108
2	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	69.85
3	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	53
4	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	92.45
5	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	118
6	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	34.6
7	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	25
8	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	14
9	池窑拉丝	天然气	160
10	坩埚拉丝	电加热	10
11	马蹄窑制球	发生煤气	44.58
12	马蹄窑制球	天然气	89.2

企业编号	工艺	燃料及燃烧方式	排放水平 (mg/Nm ³)
平均	-	-	68

注：未标明纯氧助燃的为空气助燃。

欧盟 BAT 技术中,经过二次处理的窑炉烟气中,颗粒物的排放浓度可达到 5~50 mg/Nm³,如表 10 所示。

表9 欧盟玻璃纤维颗粒物排放浓度要求

污染物	经一次处理	经二次处理
	mg/m ³ (千克/吨熔化玻璃纤维)	mg/m ³ (千克/吨熔化玻璃纤维)
颗粒物	200-500 (1.0-2.5)	5-50 (0.025-0.25)

注：一次处理方法指经过原料改进、熔制工艺改进等来去除污染物的方法，二次处理指进一步的处理，包括袋式除尘、静电除尘等处理技术

玻璃纤维生产过程中颗粒物排放浓度与工艺技术有较大关系，如果采用纯氧助燃工艺，颗粒物产生浓度会更低。结合企业实际调研可知，玻璃纤维企业熔窑烟气中颗粒物产生浓度在 10~160 mg/Nm³（见表 5）。目前我国较好的玻璃纤维企业采用干湿结合的方法处理池窑烟气，颗粒物去除效率基本在 70%~75%之间，但一部分采用燃煤、重油的中小型企业除尘效率未能达到 60%。为了进一步加强行业进行废气的末端处理，因此，本标准规定玻璃纤维企业生产线颗粒物排放限值定为 40 mg/Nm³。

结合配料过程颗粒物排放水平及玻璃纤维末端处理后粉尘排放水平，本标准规定行业大气污染物中颗粒物的排放限值为 40 mg/Nm³。

7.2.2 二氧化硫限值确定依据

SO₂ 来源主要有两方面，一是作为燃料的重油，其成分中含有 1-2%的硫，因此燃烧产物中有 SO₂；二是玻璃配合料中芒硝（Na₂SO₄）分解形成的 SO₂。

表 11 为我国部分玻璃纤维企业处理后的熔窑烟气中 SO₂ 排放浓度，平均为 264 mg/Nm³。

表10 我国部分玻璃纤维企业熔炉 SO₂ 排放水平

企业编号	工艺	排放浓度 (mg/Nm ³)
1	池窑拉丝	20
2	池窑拉丝	132
3	池窑拉丝	179
4	池窑拉丝	49
5	池窑拉丝	321
6	池窑拉丝	304
7	池窑拉丝	248
8	池窑拉丝	1020
9	马蹄窑制球	105.56
平均	—	264

表 12 为欧盟 BAT 参考文件中不同燃料 SO₂ 排放浓度。

表11 欧盟玻璃纤维 SO₂ 排放浓度要求

燃料	经一次处理	经二次处理
	mg/m ³ (千克/吨熔化玻璃)	mg/m ³ (千克/吨熔化玻璃)
天然气	150-1200 (0.75-6.0)	—

燃料	经一次处理 mg/m ³ (千克/吨熔化玻璃)	经二次处理 mg/m ³ (千克/吨熔化玻璃)
重油	>3000 (15)	—

注：一次处理方法指经过原料改进、熔制工艺改进等来去除污染物的方法，二次处理指对产生的污染物进行处理的技术。

根据行业排污系数可知，目前我国玻璃纤维池窑拉丝工艺不同规模和处理技术企业 SO₂ 产生浓度在 974~1642 mg/Nm³。按照我国目前行业处理工艺，SO₂ 平均去除效率均在 90% 以上，有些较好的企业处理效率可达到 98% 以上，排放浓度可控制在 20~328 mg/Nm³ 之间。因此，本标准规定玻璃纤维企业生产线 SO₂ 排放限值为 150 mg/Nm³。

7.2.3 氮氧化物限值确定依据

由于现行排放标准没有规定 NO_x 排放要求，我国大多数玻璃纤维企业对 NO_x 排放管理缺乏重视，仅少数玻璃纤维企业对 NO_x 排放进行日常监测，如表 13 所示。

表12 我国部分玻璃纤维企业熔炉 NO_x 排放水平

企业编号	工艺	NO _x 排放浓度 (mg/Nm ³)
1	池窑拉丝	318
2	池窑拉丝	353
平均	—	336

表 14 为欧盟 BAT 参考文件中不同燃料 NO_x 排放浓度。

表13 欧盟玻璃纤维 NO_x 排放浓度要求

燃烧方式	经一次处理 mg/m ³ (千克/吨熔化玻璃)	经二次处理 mg/m ³ (千克/吨熔化玻璃)
空气助燃	600-1600 (0.5-8.0)	—
纯氧助燃	(0.3-1.9)	—

注：一次处理方法指经过原料改进、熔制工艺改进等来去除污染物的方法，二次处理指对产生的污染物进行处理的技术。

目前，我国玻璃纤维行业 NO_x 去除主要可分为一次措施和二次措施。一次措施突出污染源控制，即在产生 NO_x 的源头上进行严格控制，限制 NO_x 的形成。一次措施包括改进燃烧技术和纯氧助燃技术等。例如：纯氧助燃，是指燃料燃烧时直接使用氧气 (>90%) 助燃。纯氧助燃的优点在于节约能源（节能约 30% 左右），增加出料量（增加约 25% 左右），同时能大大削减粉尘和氮氧化物的排放。根据有关文献，采用纯氧助燃技术，热氮氧化物排放量可降低 70~90%（取决于氧的纯度），与空气助燃相比，可削减 2/3 的排放量。通过调研可知，我国规模较大的玻璃纤维企业均具备了纯氧助燃工艺，从工艺过程减少 NO_x 的排放。二次措施是指对熔窑废气中已经产生的 NO_x 进行处理，从而降低废气排放时的 NO_x 浓度和 NO_x 的排放量，主要的二次措施包括：3R 技术、SCR 和 SNCR 技术、湿法还原吸收法等。采用 SCR 技术，脱硝效率可达 70~80%。

通过行业 NO_x 排污系数及企业调研可知，我国玻璃纤维行业 NO_x 产生浓度为 986~1724 mg/Nm³ 之间，处理后排放浓度为 318~500 mg/Nm³。因此，本标准规定玻璃纤维企业 NO_x 排放限值为 500 mg/Nm³。

7.2.4 氯化氢限值确定依据

烟气中氯化物排放主要来源于原料、燃料中含有的氯化物杂质，例如纯碱、芒硝中都含有微量的 NaCl 杂质。还有一些情况下人为加入了氯化物，例如使用 NaCl 作澄清剂等。

HCl 的削减可采取合理选择原料、燃烧方式等工艺措施，也可采用烟气治理技术。实际上，在烟气脱硫过程中，由于 HCl 属于酸性气体，可与碱发生中和反应而得到去除。目前国内玻璃纤维企业熔炉缺乏对 HCl 的实际监测数据。国际上对 HCl 排放一般控制在 30 mg/Nm³，鉴于此，本标准规定玻璃纤维生产企业 HCl 排放浓度为 30 mg/Nm³。

7.2.5 氟化物限值确定依据

烟气中氟化物排放浓度与原料含氟量及处理技术有很大关系。目前我国玻璃纤维行业大多数企业采用二级碱液湿法去除氟化物。行业排污系数表明，目前我国玻璃纤维池窑拉丝企业与玻璃球生产企业氟化物产生浓度在 80~150mg/Nm³之间，排放浓度在 0.23~6 mg/Nm³(见表 15)。国际上对氟化物排放一般控制在 5mg/Nm³，鉴于此，本标准规定玻璃纤维生产企业氟化物排放浓度为 5mg/Nm³。

表14 我国部分玻璃纤维企业烟气氟化物排放浓度

企业编号	工艺	氟化物排放浓度 (mg/Nm ³)
1	池窑拉丝	4.85
2	池窑拉丝	1.59
3	池窑拉丝	2.96
4	池窑拉丝	3.38
5	池窑拉丝	5.44
6	池窑拉丝	4.54
7	池窑拉丝	4.58
8	池窑拉丝	0.23
9	池窑拉丝	6

7.2.6 基准氧含量制定依据

国内类似行业排放标准如表 15 所示。

表15 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，国内大型玻璃纤维企业均采用纯氧燃烧技术，实测废气含氧量 15%左右。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：玻璃纤维熔炉基准含氧量为 8%；纯氧燃烧为 15%。

7.2.7 无组织排放限值制定依据

《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16 无组织排放监控浓度限值 (mg/m³)

标准	GB 16297	GB 29620	GB 29495	GB 25464	GB 26453	GB 31573	GB 31574	GB 3095	本标准
颗粒物	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 美国玻璃纤维排放标准

对大气污染物排放要求：玻璃纤维制造厂新固定源污染物排放标准中规定以重油为燃料的玻璃纤维生产企业颗粒物的排放速率不得超过 0.325g/kg 产品，使用气态燃料的玻璃纤维生产企业颗粒物的排放速率不得超过 0.255g/kg 产品。使用初级消减技术的企业，颗粒物排放速率不得超过 0.5g 颗粒物/kg 产品。

对水污染物排放要求：玻璃纤维制造点源污染物排放标准中规定了玻璃纤维企业 COD、BOD₅、TSS、pH、苯酚的排放限值，如表 17 所示。

表17 美国玻璃纤维标准中水污染物排放限值

污染物	日最大值 (kg/t 产品)	连续 30 天日平均值不得超过 (kg/t 产品)
苯酚	0.0006	0.0003
COD	0.33	0.165
BOD ₅	0.024	0.012
TSS	0.03	0.015
pH	6-9	6-9

8.1.2 欧盟玻璃纤维排放标准

根据IPPC指令，欧盟制订了玻璃行业BAT技术参考报告。其中，玻璃纤维工业大气污染物排放限值见表18所示。

表18 欧盟玻璃纤维工业大气污染物排放限值

污染物	BAT	排放水平
颗粒物	静电除尘、布袋除尘	5-30 mg/Nm ³ , 0.14kg/t
二氧化硫	干法/半干法	天然气 (原料不含硫) : 200 mg/Nm ³ , 0.9 kg/t 天然气 (原料含硫) : 800 mg/Nm ³ , 3.6 kg/t 重油: 500-1200 mg/Nm ³ , 2.25-4.5 kg/t
氮氧化物	燃烧改进或纯氧助燃	600-1000 mg/Nm ³
氯化氢	-	30 mg/Nm ³
氟化氢	-	5-15 mg/Nm ³

8.2 本标准与现行标准及其他行业污染物排放标准对比

8.2.1 大气污染物排放限值对比

目前，我国尚未针对玻璃纤维工业制定专项国家污染物排放标准，玻璃纤维及制品工业污染物排放管理和建设项目环境影响评价、设计、竣工验收等目前依据《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)。与玻

玻璃纤维行业相似的建材类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。

此外，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），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）。

表19及图9为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19 本标准大气污染物排放限值与现行标准限值对比表 (单位: mg/Nm³)

污染物种类	本标准, O ₂ 含量 8%	GB 9078-1996, 新建企业, 二级	砖瓦工业, GB 29620-2013, 新 建企业	电子玻璃, GB 29495-2013, 新建企业, O ₂ 含量8%	陶瓷工业, GB 25464-2010, 新 建企业, O ₂ 含量 18%	平板玻璃, GB 26453-2011, 新 建企业, O ₂ 含量 8%	河北, DB13/1640 -2012, 新建 企业	山东, DB37/2375-2013, 新建企业, O ₂ 含量9%	
								煤、重油、煤制气	轻油、天然气
颗粒物	40	200	30	50	30	50	50	50	20
烟气黑度(林格曼, 级)	1	1	—	1	1	1	1	1	1
二氧化硫	150	850	300	400	50	400	400	300	200
氮氧化物(以NO ₂ 计)	500	—	200	700	180	700	400	300	200
氯化物(以HCL计)	30	—	—	30	25	30	—	60	
氟化物(以总F计)	5	6	3	5	3	5	6	6	

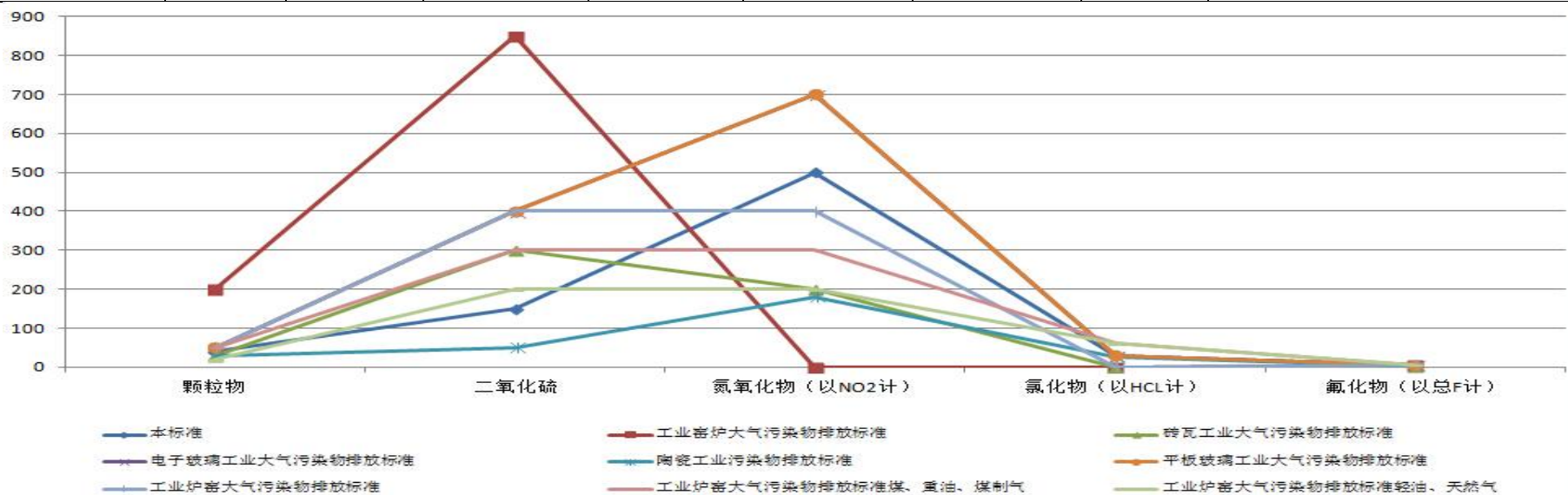


图9 该标准与相关标准对比图 (单位: mg/Nm³)

8.2.2 水污染物排放限值对比

目前，我国玻璃纤维生产企业执行的是《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的表4中有关规定，表20是本标准中所规定的水污染物排放限值与现行的《污水综合排放标准》的对比。

表20 本标准水污染物排放限值与现行标准对比表

污染物种类	本标准限值	《污水综合排放标准》		
		一级	二级	三级
pH	6~9	6-9	6-9	6-9
SS	50	70	150	400
COD _{Cr}	100	100	150	500
BOD ₅	20	20	30	300
氨氮	10	15	25	—
总磷	1	—	—	—
总氮	15	—	—	—
石油类	3	5	10	20
氟化物	7	10	10	20

从上表看出，除总磷、总氮外，本标准制定的新建企业排放限值均严于《污水综合排放标准》中的一级标准，或与之相当。

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

2014 我国年玻璃纤维行业产能达到 330 万，实际产量 308 万吨。其中 85%左右为中大型企业，都具有污染物控制设施，且 80%左右具有纯氧燃烧技术；部分玻璃纤维企业目前污染物达标还存在一定困难。根据玻璃纤维行业产业结构调整目录，“十二五”末至“十三五”期间，在控制行业产能、优化产业结构的同时，通过对不达标小企业将进行产业优化升级等措施，逐步实现企业的达标排放。

9.1.1 大气污染物减排总量评估

根据全国污染源普查可知，池窑拉丝大中型企业工业废气量为 6016 m³/t，中小企业排气量为 6817 m³/t。若为纯氧燃烧技术，废气排放量减半。“十二五”末，预计我国玻璃纤维行业产能达到 360 万吨，实际产量预计将达到 330 万吨，且行业规模化水平有大幅提升，玻璃纤维生产企业均执行新建企业排放标准。按照行业基准排气量计，标准实施后 2015 年行业废气排放量为 138.55 亿 m³/a。如果不实施本标准，2015 年废气排放量为 212.2 亿 m³/a。

本标准与工业污染源产排污系数手册估算结果比较，在标准实施后 2015 年大气污染物减排评估情况如表 21 所示。

表21 本标准实施后大气污染物减排总量评估

项目	排放量（万t/a）	污染物			排气量 万m ³
		烟尘	SO ₂	NO _x	
2015年不实施本标准排放量	排放量（万t/a）	0.04	0.26	0.48	2122037

项目			污染物			排气量 万m ³
			烟尘	SO ₂	NO _x	
2015年	实施本标准后	排放浓度 (mg/m ³)	40	150	500	1385530
		排放量 (万t/a)	0.07	0.14	0.8	
	削减情况	减排量 (万t/a)	0.03	0.01	0.34	736507
		减排 (%)	46.9	10.67	42.46	

9.1.2 水污染减排总量评估

根据全国污染源普查可知，池窑拉丝大中型企业工业废水排放量为 6.79t/t 产品，中小企业排水量为 8.91t/t 产品。2015 年末我国玻璃纤维行业产量将达到 330 万吨，按照标准对基准排水量的要求 5m³/t 产品，2015 年玻璃纤维行业废水排放量将控制到 1650 万 t，每年减少排放废水量 775.39 万 t。其中，COD 排放量每年可削减 0.078 万 t。

9.2 技术经济分析

(1) 玻璃纤维生产企业达标排放需要的环境保护设施经济需求

玻璃纤维制造企业污染物治理设施主要包含以下几个方面：池窑烟气和拉丝区通路废气的处理设施，废水（预）处理，以及有中水回用能力企业的中水回用设施。根据对玻璃纤维企业的实际调研，现以一家达标排放企业为例介绍其环保设备投资及运行费用情况。

➤ 废气治理

表22 固定资产投资费用

设备名称	数量 (个)	价格 (万元)	地点
插入式除尘器	83	199.4	配合料
除尘器	4	14	配合料
脉冲袋收尘器	1	8.8	离线短切
窑炉废气处理设施	5	1600	窑炉
纯氧燃烧系统	1	12000	窑炉
合计	-	13822.2	-

表23 运行费用

支出项目	用量 (吨;电的单位为度)	费用 (元)	单位产品费用 (元/吨)
药剂	4247.117	1720094.76	8.58
水	15747.68	57842.02	0.29
电	4143139.3	1353597.55	6.75
人工	-	454204.86	2.27
备品备件	-	444927.30	2.22
合计	-	4030666.48	20.10

➤ 废水治理

以日处理能力为 1200 吨玻璃纤维废水企业为例，表 24 为主要的固定设备、构筑物及处理费用情况。

表24 主要设备及构筑物清单

序号	名称	数量	备注
1	鼓风机	2 台	一用
2	加药机	2 台	

序号	名称	数量	备注
3	污水泵	2 台	一用一备
4	管道混合器	1 台	
5	组合填料	200 方	
6	电控	1 套	
7	阀门管道	1 批	
8	旋流混合器	1	
9	污泥泵	1	间歇使用
10	溶气气浮	1	
11	中和池	1 座	砖混防腐
12	厌氧池	1 座	砖混结构
13	接触氧化池	2 座	砖混结构
14	沉淀池	2 座	砖混结构
15	污泥池	1 座	砖混结构
16	清水池	1 座	
17	风机房污泥干化房	1 座	砖混结构

经调研，大多数玻璃纤维企业每吨水处理费用为 2 元左右，以日废水处理能力为 1200 吨玻璃纤维企业为例，其经济消耗情况如表 25 所示：

表25 企业废水处理经济分析

种类		数量	单价	废水处理费用（元/吨）
电费	—	443 度	0.75 元/度	0.28
药品	破乳剂	36kg	5 元/kg	1.13
	PAM	24kg	8 元/kg	
	PAC	180kg	2 元/kg	
	碱液	96kg	6.5 元/kg	
	人工	800 元/月		
总运行费用	—	—	—	1.41