

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

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、胥彦玲、刘长雷、张国宁、张佟
佟、张福祥、薛鹏丽、高山

目 录

1. 项目背景.....	91
1.1 任务来源.....	91
1.2 工作过程.....	91
2. 行业概况.....	93
2.1 我国玻璃纤维及制品工业发展现状.....	93
2.2 国外玻璃纤维及制品行业发展现状.....	99
3. 标准制订的必要性.....	99
3.1 国家及环保主管部门相关要求.....	99
3.2 行业发展带来的主要环境问题.....	100
3.3 现行环保标准存在的主要问题.....	103
4. 玻璃纤维行业产排污情况分析.....	103
4.1 生产工艺.....	103
4.2 主要污染物分析.....	109
5. 玻璃纤维及制品行业污染控制技术分析.....	110
5.1 大气污染物控制技术.....	110
5.2 水污染物控制技术.....	116
6. 标准主要技术内容.....	118
6.1 标准适用范围.....	118
6.2 标准结构框架.....	118
6.3 术语和定义.....	118
6.4 污染物项目的选择.....	118
7. 污染物排放限值的确定及制定依据.....	119
7.1 水污染物排放标准制定依据.....	119
7.2 大气污染物排放标准制定依据.....	121
8. 主要国家、地区及国际组织相关标准研究.....	127
8.1 国外标准研究.....	127
8.2 本标准与现行标准及其他行业污染物排放标准对比.....	127
9. 实施本标准的环境效益及经济技术分析.....	131
9.1 实施本标准的环境（减排）效益.....	131
9.2 技术经济分析.....	133

《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

1.2.1 成立编制组

2007年，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成立标准编制组。

1.2.2 函调及现场考察

编制组成立后，开展了对国内外玻璃纤维及制品行业生产技术、污染治理和生产发展趋势资料的收集、整理；在此基础上，对我国二十余家玻璃纤维及制品企业开展了函调和实地调研，了解全国玻璃纤维及制品行业的产排污情况和污染治理状况。

1.2.3 开题论证

2010年10月25日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、北京市劳动保护科研院所、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》。

1.2.4 起草征求意见稿和编制说明

开题论证后，标准编制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。

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2015年10月完成了《玻璃纤维及制品工业污染物排放标准》（征求意见稿）的编制工作。2015年11月27日，环境保护部发布办公厅函（环办函[2015]1959号），对《玻璃纤维及制品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。

标准征求意见单位86个，包括8个部委（局）、31个省、自治区、直辖市环保厅（局）、新疆生产建设兵团环保局、11个环保部直属单位、25家玻璃纤维生产企业、10个环保部业务司局。回复意见单位18家，回函比例20.9%，提出意见单位8个，无意见单位10个，共提出意见9条。标准编制组对9条意见进行了逐条处理，采纳5条，未采纳4条。有55.56%的意见得到采纳。

1.2.6 标准二次征求意见

2016年环保部对环境管理体制进行重大改革，成立大气、水、土壤三个业务司，环境标准制修订任务转移到各业务司进行管理。2017年2月22日，环保部修订发布了新的《国家环境保护标准制修订工作管理办法》，明确了新的标准管理体制、制修订程序和内容要求。根据该管理办法的规定，对标准二次征求意见。

2. 行业概况

2.1 我国玻璃纤维及制品工业发展现状

2.1.1 产品性能

玻璃纤维及制品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，目前玻璃纤维及制品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。

玻璃纤维是一种工程材料，其化学组成主要有 SiO_2 、 Be_2O_3 、 CaO 、 Al_2O_3 等。玻璃纤维的结构如下图所示。

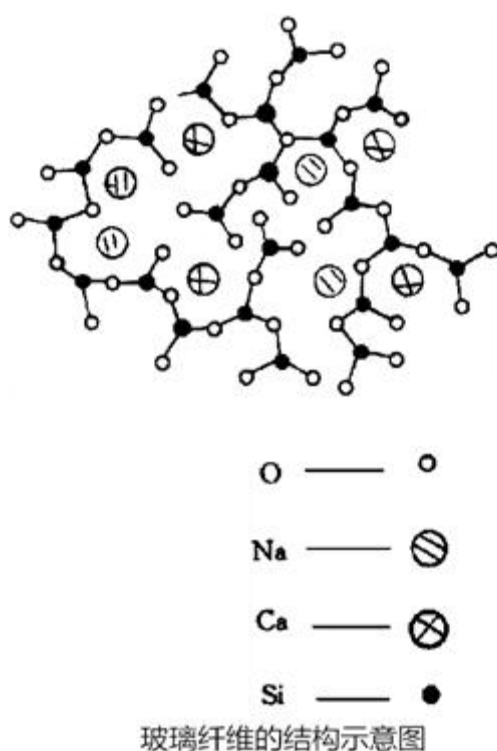


图1 玻璃纤维结构示意图

在国际标准定义中，玻璃纤维纺织制品是以连续玻璃纤维或定长玻璃纤维为基材制成的纺织制品的通称，就其产品形态而言，可分为纱线和织物两大类。纱线是由连续纤维和定长纤维所制成的有捻或无捻的各种结构纺织材料的通称，无捻结构包括复丝、原丝、毛条、粗纱、无捻粗纱和定长毛纱等，有捻结构包括单股纱、合股纱、多股络纱和花式线。连续纤维织物是经向和纬向均采用连续纤维织造而成的织物。我国惯于认同的玻璃纤维纺织制品概念是采用玻璃纤维为原料，通过纺纱（包括捻纱和络纱）或纺纱织造加工制成的各种玻璃成分、不同形态结构、不同工艺和应用性能的众多产品的通称。

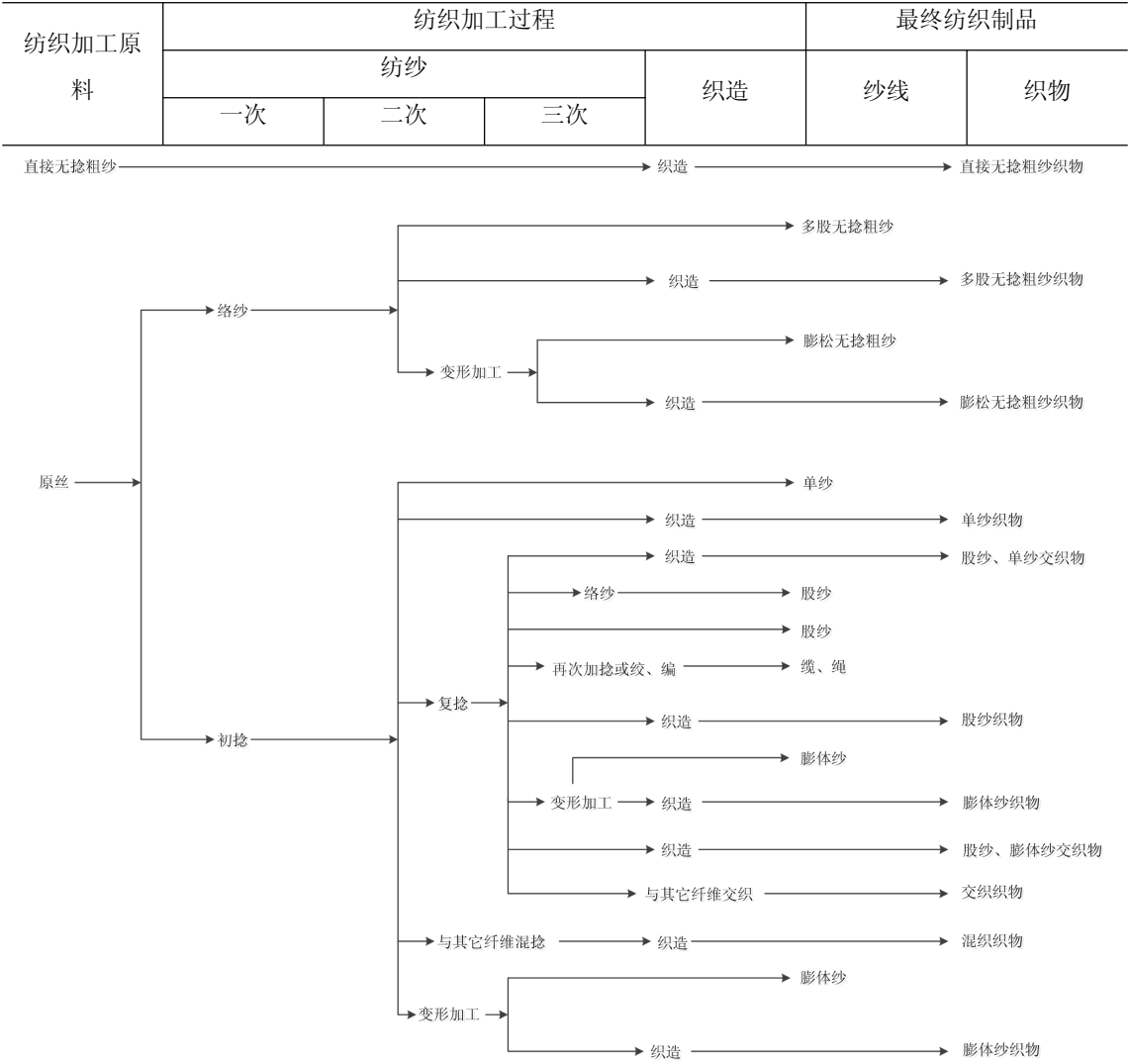
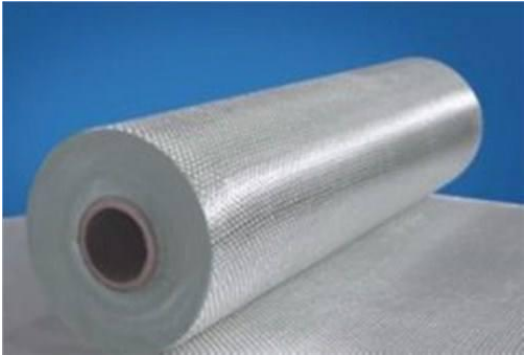


图2 玻璃纤维纺织制品系统图



缠绕型无捻粗纱



无捻方格布



短切原丝毡



无捻粗纱布

图3 常见玻璃纤维产品

玻璃纤维具有不燃、耐腐蚀、耐高温、吸湿小、伸长小等优良性能。通常玻璃纤维外表呈光滑的圆柱状，其截面呈完整的圆形；其密度比有机纤维高，比大多数金属低，大致与铝接近。玻璃纤维密度一般在 $2.5\sim 2.7\text{g/cm}^3$ 左右，主要取决于玻璃成分。某些特种玻璃纤维，如石英玻璃纤维、高硅氧玻璃纤维和低介电玻璃纤维等，密度仅为 $2.0\sim 2.2\text{g/cm}^3$ ，而含有大量种金属氧化物的高模量玻璃纤维密度可达到 $2.7\sim 2.9\text{g/cm}^3$ 。

表1 各种纤维的密度

纤维名称	尼龙	碳纤维	铝丝	钛	玻璃纤维
密度/ (g/cm^3)	1.14	1.4~1.9	2.7	4.4	2.5~2.7

玻璃纤维的强度不仅要比块状玻璃的强度高数十倍，而且也远远超过其他天然纤维、合成纤维以及各种合金材料，所以是理想的增强材料。

表2 各种材料的拉伸强度

材料	3~9 μm 玻璃纤维	尼龙	人造丝	铬钼钢	轻质镁合金	碳纤维
拉伸强度 /MPa	1470~4800	490~680	340~440	1370	330	3900

此外，由于玻璃纤维的软化温度高达 $550\sim 750^\circ\text{C}$ ，所以具有很好的耐热性，玻璃纤维还具有良好的电绝缘性能和介电性能，抵抗水、酸、碱等介质侵蚀的能力强，有着优良的隔音、吸声性能。

2.1.2 产品产量

1958 年，玻璃纤维及制品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。

2001 年以来玻璃纤维产量的增长率基本在 $20\%\sim 45\%$ 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。

2016 年，全行业玻璃纤维纱产量 362 万吨，同比增长 12.07% 。其中：池窑纱产量 340 万吨，同比增长 11.66% ，占玻纤纱总产量的 93.92% ；坩埚拉丝产量 22 万吨。玻纤行业产

能增长主要集中于三大池窑企业，受风电、热塑及覆铜板行业需求的拉动，行业产能利用率提高，产量稳中有增。在市场调节和全行业努力下，玻纤纱产能持续优化。

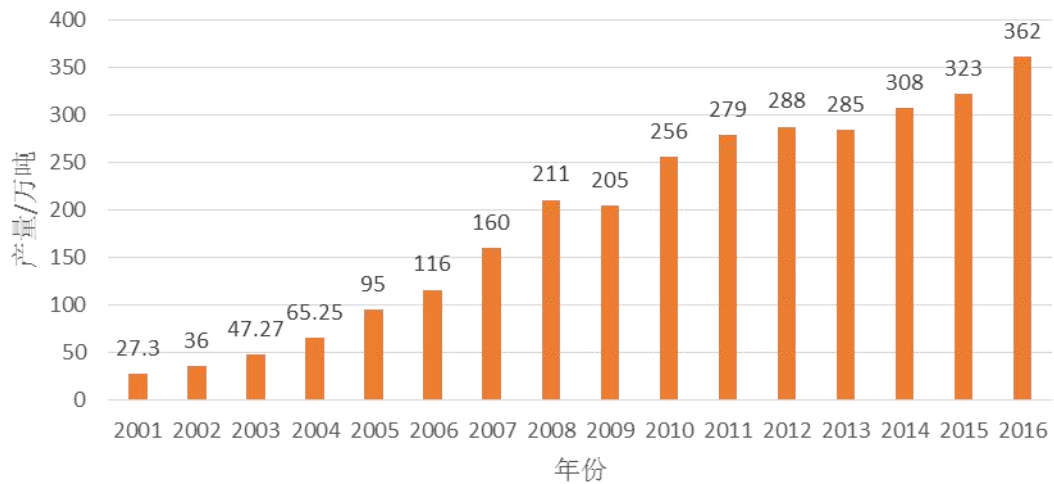


图4 我国近年玻璃纤维及制品产量变化情况

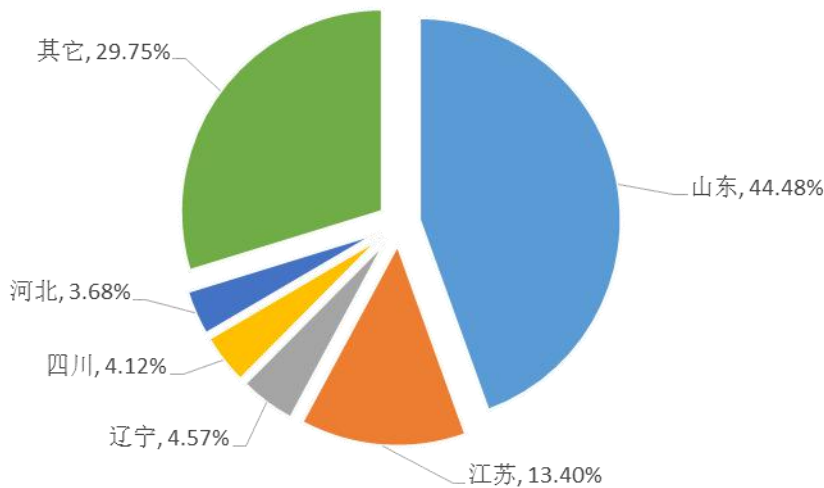


图5 我国玻璃纤维企业分布情况

在行业政策引导和市场调节的双向作用下，全行业成功扭转了玻纤纱产能过快增长的势头。“十二五”规划期间，玻纤纱产量一直保持与国民经济同步增长，企业针对市场进行应用研究并逐步调整产品结构，优化生产成本。自 2014 年始，大部分玻纤企业实现了量价齐升，利润大幅提升。玻纤纱产品供求关系良好，市场需求稳定，产能利用率高位运行。

2016 年，玻璃纤维规模以上企业实现主营业务收入约 1725 亿元，同比增长 6.2%；利润总额 118.6 亿元，同比增长 9.8%。2016 年上半年，玻璃纤维增强纱市场供求关系继续保持适度从紧，产品价格延续了去年的增长势头，带动行业整体利润水平持续攀升。下半年，受风电市场减速发展的影响，增强纱市场回落，但电子纱市场异军突起，产品价格大幅攀升，确保行业整体利润实现快速增长。

2004 年至 2010 年间我国出口玻璃纤维及制品逐年递增，2010 年以后趋于平稳。2016

年，玻璃纤维及制品进口数量 19.26 万吨，同比下降 17.3%；进口额 8.07 亿美元，同比下降 9.1%。玻璃纤维及制品进口均价 4188.36 美元/吨，同比增长 9.97%。行业进口在产品数量持续减少的基础上，产品结构持续高端化。其中，玻璃纤维粗纱进口量 2.33 万吨，同比减少 59.83%，进口均价 857 美元/吨，同比降低 29.84%；玻璃纤维细纱进口数量 1.23 万吨，与 2015 年相同，继续大幅下降 43.32%，平均单价继续上涨至 5165 美元/吨。玻璃纤维薄片（巴厘纱）进口量 1287 吨，较去年大量减少，同比下降 41.66%，进口均价 6316 美元/吨，比去年增长 11.67%。

2016 年玻纤及制品出口数量 131.02 万吨，同比增长 4.90%；出口额 20.6 亿美元，同比增长 0.49%，与去年基本持平；出口均价 1572.88 美元/吨，同比降低 4.14%。贸易顺差 12.54 亿美元，同比增长 7.82%。此外，巨石集团、重庆国际两大企业在海外的池窑生产基地运转逐步进入正轨，海外玻纤纱产量合计达到 17.5 万吨。一方面受美国、欧盟等发达国家的经济回温影响，另一方面巴黎气候大会召开和《巴黎协定》的签署，促使人类不断寻找减少碳排放的措施和办法，促使轻质高强纤维复合材料日益受到追捧，带动国际玻纤市场需求的快速增长。玻璃纤维粗纱出口量 56.39 万吨，同比增长 0.61%，出口均价 949.9 美元/吨，高于进口均价 92.84 美元/吨。玻璃纤维细纱出口量 4.67 万吨，较去年上涨 10.4%，出口金额 0.87 亿美元，与去年基本持平，但出口均价 1869.04 美元/吨，降幅达 12.27%。

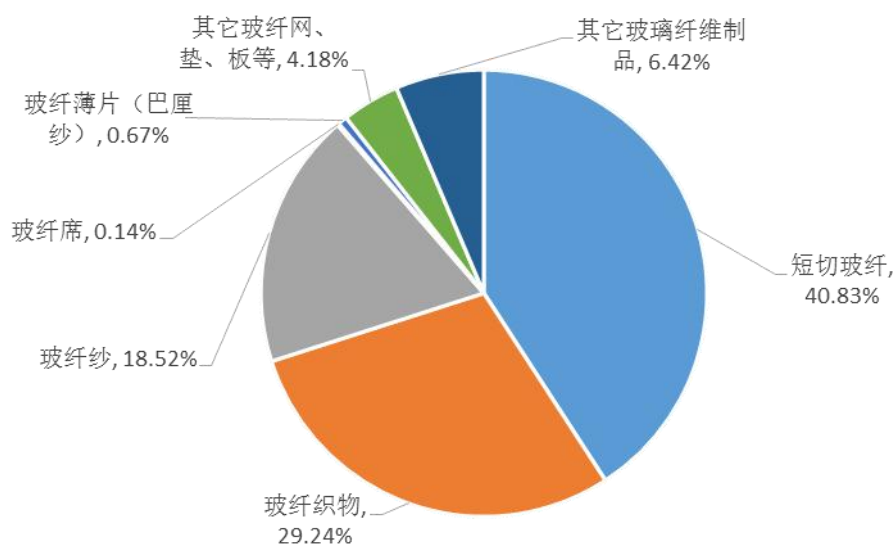


图6 2016年玻璃纤维及制品出口产品结构图

“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。表 3 中列出了近年来我国玻璃纤维工业主要经济运行情况。

表3 “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	2015	2016
玻璃纤维总产量 (万吨)	256	279	288	285	308	323	362
同比增长率 (%)	24.88	8.98	3.23	-1.00	8.10	4.87	12.04
池窑纱产量 (万吨)	217	244	252	262	285	304.5	340
池窑拉丝比例 (%)	84.77	87.45	87.50	91.9	92.5	94.27	93.92
主营业务收入同比增长率 (%)	39.20	26.26	13.26	14.90	13.37	10.10	6.20
利润总额同比增长率 (%)	143.10	9.93	18.38	16.20	14.83	10.20	9.80

2.1.3 产品应用

我国玻璃纤维制品下游需求分布比例如图 6 所示。由于国内热塑性复合材料加速发展，各大玻纤生产企业纷纷加大了热塑性玻纤品种的研发与生产力度。纤维增强热塑性产品产量 2015 年同比增长 15%以上，远远高过 2013 年 5%的增长率，目前占国内纤维增强塑料制品行业总产量的 37.3%。据统计，当前我国整车配件上复合材料应用比例仅占 8%~12%左右，而国外应用比例达到 20%~30%，未来 10 年随着国内汽车轻量化步伐的加快，车用玻纤复合材料需求也将迎来快速增长期。伴随着汽车轻量化，汽车中热塑性产品应用越来越多，都开始使用热塑性复合材料。

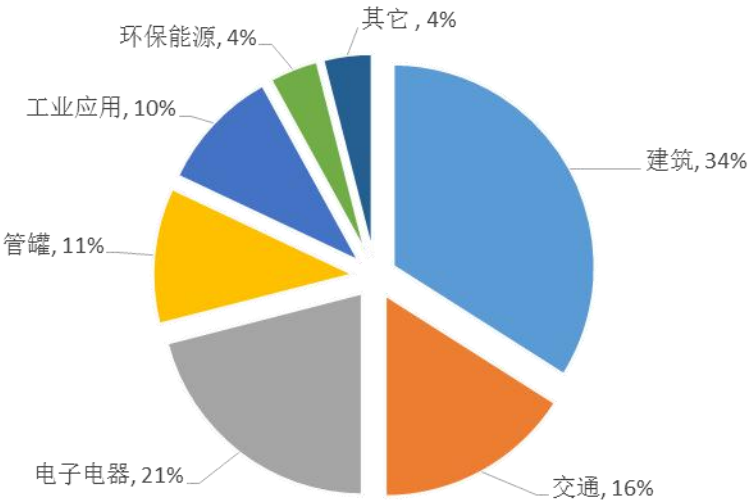


图7 我国玻璃纤维制品下游需求分布图

表4 部分玻璃纤维制品的应用情况

产品	应用领域
玻璃纤维连续原丝毡	汽车领域：保险杠、车门、后盖、底盘、轿车外壳、汽车高顶、轮罩挡泥板
玻璃纤维针刺毡	工业滤材：炭黑、钢铁、有色金属、化工、焚烧等行业
	汽车领域：汽车内装饰、车顶和车门的垫层、发动机与车厢间的隔板、行李箱

产品	应用领域
	的衬垫、消音除尘器等
	其它领域：管道各种发热器件的保温隔热、绝缘材料等
玻璃纤维缝编织物	军工领域、汽车行业、风力发电系统等
玻璃纤维复合毡	高温烟尘过滤材料、汽车座椅壳体、汽车蓄电池托盘、汽车内饰材料等

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。

2.2 国外玻璃纤维及制品行业发展现状

国外玻璃纤维成产基本集中在欧文斯科宁（OCV）、PPG、佳斯迈威（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。以上对玻璃纤维及制品行业的提出了更高的环保要求。

（2）《“十三五”生态环境保护规划》中的要求

《“十三五”生态环境保护规划》提出“十三五”期间二氧化硫、氮氧化物减排 15%，氨氮和氮氧化物减排 10%的约束性指标。并提出“十三五”期间对建材等重点行业，实施综

合治理，对二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘以及重金属等多污染物实施协同控制。原料破碎、生产、运输、装卸等各环节实施堆场及输送设备全封闭、道路清扫等措施，有效控制无组织排放。

（3）《国家环境保护标准“十三五”发展规划》中的要求

《国家环境保护标准“十三五”发展规划》提出《玻璃纤维及制品工业污染物排放标准》拟于 2018 年颁布实施。

（4）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。

纵观近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治理技术。

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。基于我国现阶段环境管理的需要，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物治理设施，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 5）估算，我国玻璃纤维行业排放工业废水 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_x 8230.38 吨。

表5 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
				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
				工业废气量（窑炉）	米 ³ /吨产品	5495 ^①	湿法除尘、过滤式除尘	6016 ^①
				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 ^②	吸收法、吸附法	2.49 ^②
				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
				工业废气量（窑炉）	米 ³ /吨产品	6262 ^①	吸收法、吸附法	6817 ^①
				烟尘	千克/吨产品	1.68	吸收法、吸附法	0.29
				二氧化硫	千克/吨产品	6.56	吸收法、吸附法	0.12

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
				氮氧化物	千克/吨产品	8.74 ^②	吸收法、吸附法	2.99 ^②
				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
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①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；

②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。

3.3 现行环保标准存在的主要问题

我国尚未针对玻璃纤维及制品工业制订专项国家污染物排放标准。目前，玻璃纤维及制品工业水污染物排放管理执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996），大气污染物排放管理执行《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996）和《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）。但在这些标准实施过程中，存在一定问题，表现在：

（1）综合性排放标准缺乏行业针对性，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。但玻璃纤维及制品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，玻璃纤维及制品工业应执行“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二十余年，技术内容与当前环保形势不适应，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，我国玻璃纤维及制品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。

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，不利于促进行业污染治理和技术进步。因此，制订《玻璃纤维及制品行业污染物排放标准》十分必要。

4. 玻璃纤维行业产排污情况分析

4.1 生产工艺

4.1.1 纤维玻璃的熔制

用于拉制玻璃纤维的玻璃统称为纤维玻璃。纤维玻璃的熔制过程是指将配合料在高温下经过硅酸盐反应、熔融再转化成均质玻璃液的过程；熔融是指配合料反应后固相相融的过程；澄清是指从熔融的玻璃中排除气泡的过程；均化是指把线道、条纹以及节瘤等缺陷减少到容许程度的过程，也是把玻璃的化学成分均化的过程；这些过程是分阶段交叉进行的。

从加入配合料直到熔制成玻璃液，包括以下几个阶段：

（1）硅酸盐形成阶段

配合料进入炉窑后，受热过程中经过一系列物理、化学变化，各组元间的固相反应、吸附水的挥发、结晶水的脱水、碳酸盐的热分解、释放大气，配合料变成了由硅酸盐和 SiO_2 组成的烧结物，对普通的钠钙硅玻璃而言，大约在 $800\sim 900^\circ\text{C}$ 终结。

（2）玻璃形成阶段

由于继续加热，烧结物开始熔化，首先熔化的是低熔混合物。同时硅氧与硅酸盐相互溶解，这一阶段结束时烧结物变成了透明体。不再有未起反应的配合料颗粒，但此时玻璃液中带有大量的气泡、条纹，在玻璃液的化学成分上是不均匀的。对普通钠钙玻璃来讲，大约在 1200°C 左右。对硼铝硅酸盐来讲大约在 1400°C 以上。

（3）玻璃的澄清阶段

继续加热升温，玻璃液粘度降低，玻璃液溶解的气泡长大，上浮而释放，直到可见气泡全部排除，对普通钠钙玻璃而言，此阶段温度为 $1400\sim 1500^\circ\text{C}$ 以上。

（4）玻璃液的均化阶段

玻璃液长时间处于高温下，在窑体上下温差的情况下发生玻璃液的对流和作业流的牵动等，使其化学组成趋于一致。这可由测定不同部位的玻璃折射率或密度是否一致来鉴定。

（5）玻璃液的冷却阶段

将已澄清均化好的玻璃液降温，直到冷却至成型温度，如制玻璃球、池窑通路拉丝。

4.1.2 纤维玻璃的成型

生产玻璃纤维常用的方法有两种：池窑法直接拉丝、球法坩埚拉丝。

（1）池窑法

池窑法直接拉丝是将矿物原料磨细配制送入单元窑，用燃料燃烧加热熔化物料后直接拉丝，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。

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。

这种池窑拉丝工艺温度控制合理，节约能源消耗，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大规模化工业生产，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 $85\%\sim 90\%$ ，只有一些特殊的玻璃纤维品种仍使用坩埚法拉丝工艺。

目前，我国池窑法生产企业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、安徽丹凤集团等。

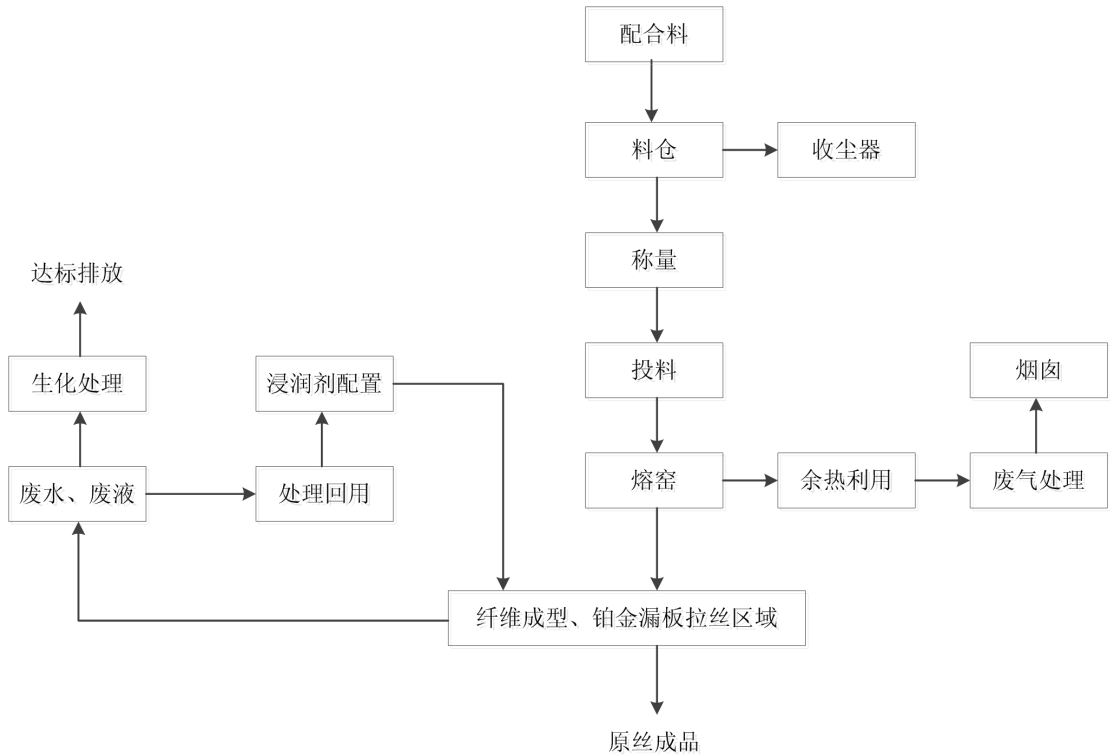


图8 池窑法生产工艺流程图

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

（2）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，已基本上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。

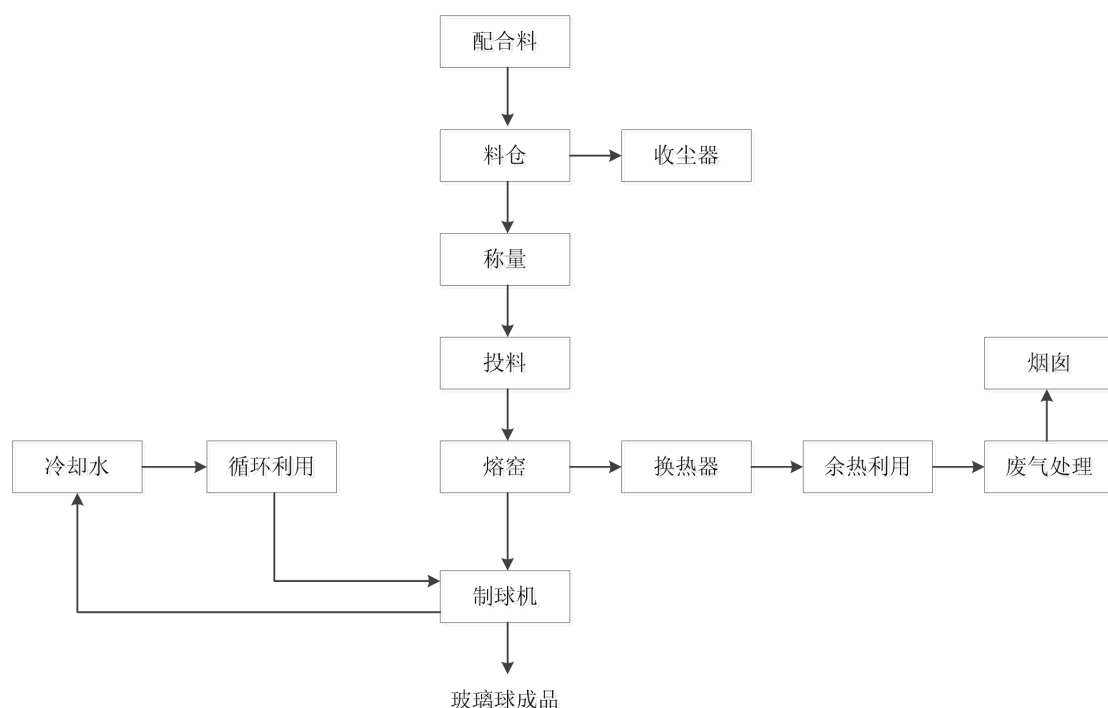


图9 玻璃纤维原料球生产工艺流程图

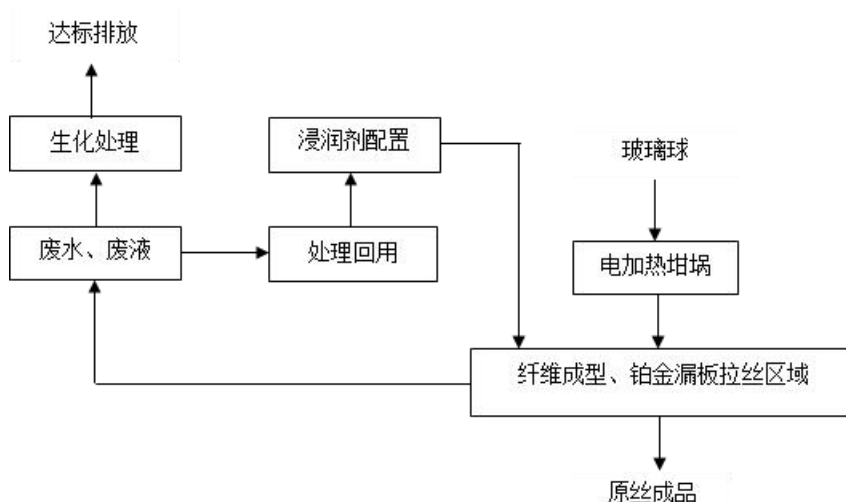


图10 坩埚法生产工艺流程图

4.1.3 原辅材料

纤维玻璃的原料，依据它们的用量和生产工艺及制品的作用，可分为主要原料和辅助原料两大类。一般纤维玻璃都为硅酸盐玻璃，其主要氧化物为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 B_2O_3 等，引入的原料有石英砂、叶腊石、石灰石、白云石、纯碱、硼钙石、硼镁石、硼酸等矿物原料和化工原料，它们是引入玻璃主要成分的原料，称为主要原料；为保证玻璃熔制过程中的熔制质量，如玻璃澄清、助熔、着色、脱色作用，而用量不大的原料，称为辅助原料，它们分为玻璃助熔剂、澄清剂、脱色剂、着色剂、乳浊剂、氧化剂等等。

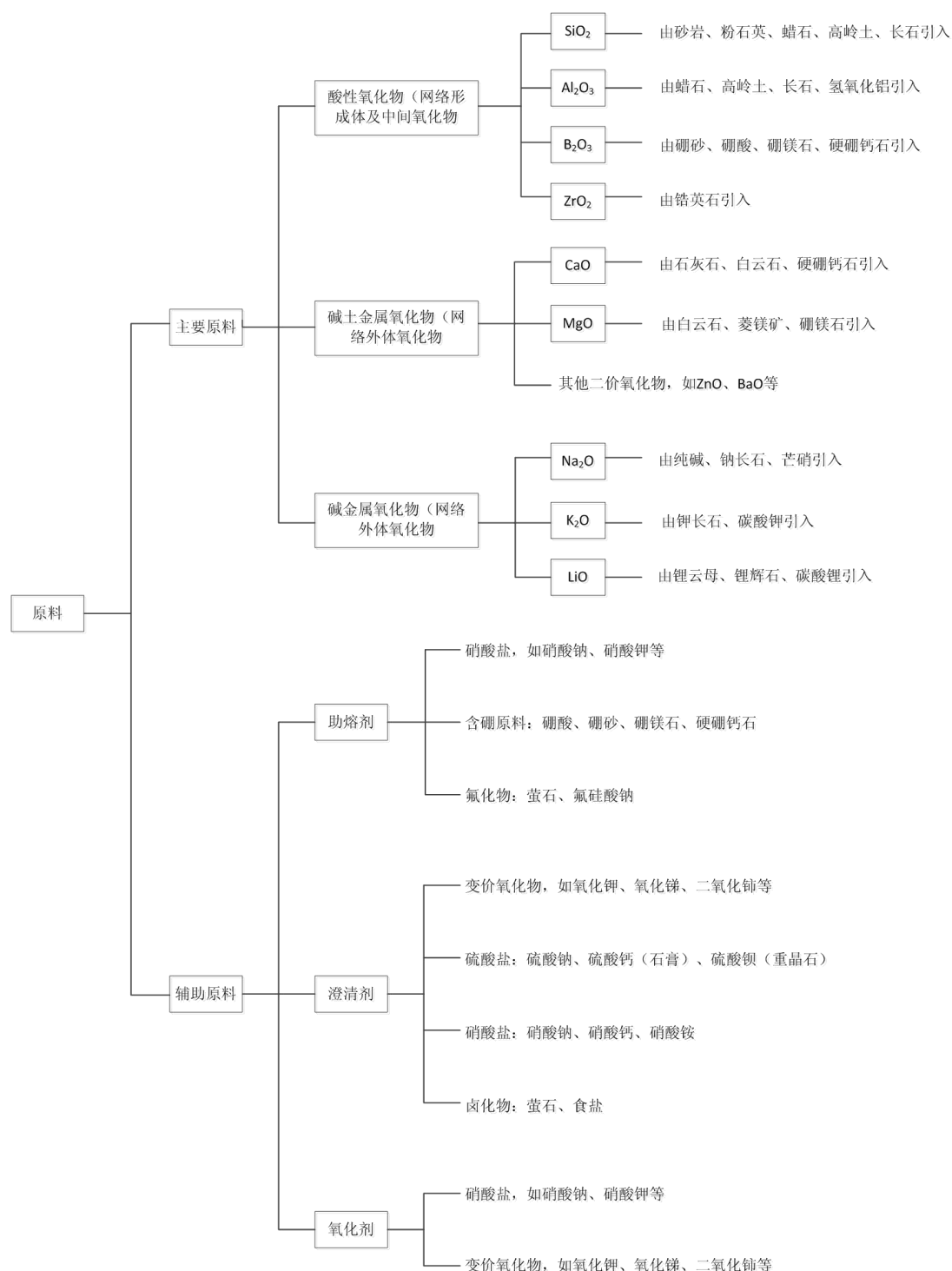


图11 玻璃纤维的原料构成

在玻璃纤维拉丝过程中,需要在玻璃纤维表面涂覆一种以有机物乳状液或溶液为主体的多相结构的专用表面处理剂。这种涂覆物既能有效地润滑玻璃纤维表面,又能将数百根乃至数千根玻纤单丝集成一束,还能改变玻璃纤维的表面状态,这样不仅满足了玻纤原丝后道工序加工性能的要求,而且在复合材料中还能促进玻璃纤维与被增强的高分子聚合物的结合。对这些有机涂覆物统称为玻璃纤维浸润剂。浸润剂的作用可概括为以下五个方面: 润滑-保护作用; 粘结-集束作用; 防止玻璃纤维表面静电荷的积累; 为玻璃纤维提供进一步加工和

应用所需要的特性；使玻璃纤维获得与基材有良好的相容性及界面化学结合或化学吸附等性能。玻璃纤维浸润剂可分为两大类：

(1) 增强型浸润剂

增强型浸润剂主要指可直接用于热固性塑料（不饱和聚酯树脂、环氧树脂、乙烯基树脂、酚醛树脂等）、热塑性塑料（聚乙烯、聚丙烯、尼龙等）和橡胶、聚氨酯弹性体等增强玻纤制品生产的浸润剂。该浸润剂组分中含有偶联剂，起到了玻纤与基体树脂粘结的桥梁作用，可提高复合材料的电学、力学及耐老化性能。该浸润剂应具有良好的拉丝、络纱工艺，同时还赋予玻璃纤维应具有二次加工性能，如短切性、分散性、成带性、浸透性等等。由于玻璃钢复合材料制造方法及其性能要求的多样化，所以浸润剂也必须多样化，也就是说必须系列化、专用化，每一种玻纤产品有专用的浸润剂与之配套。

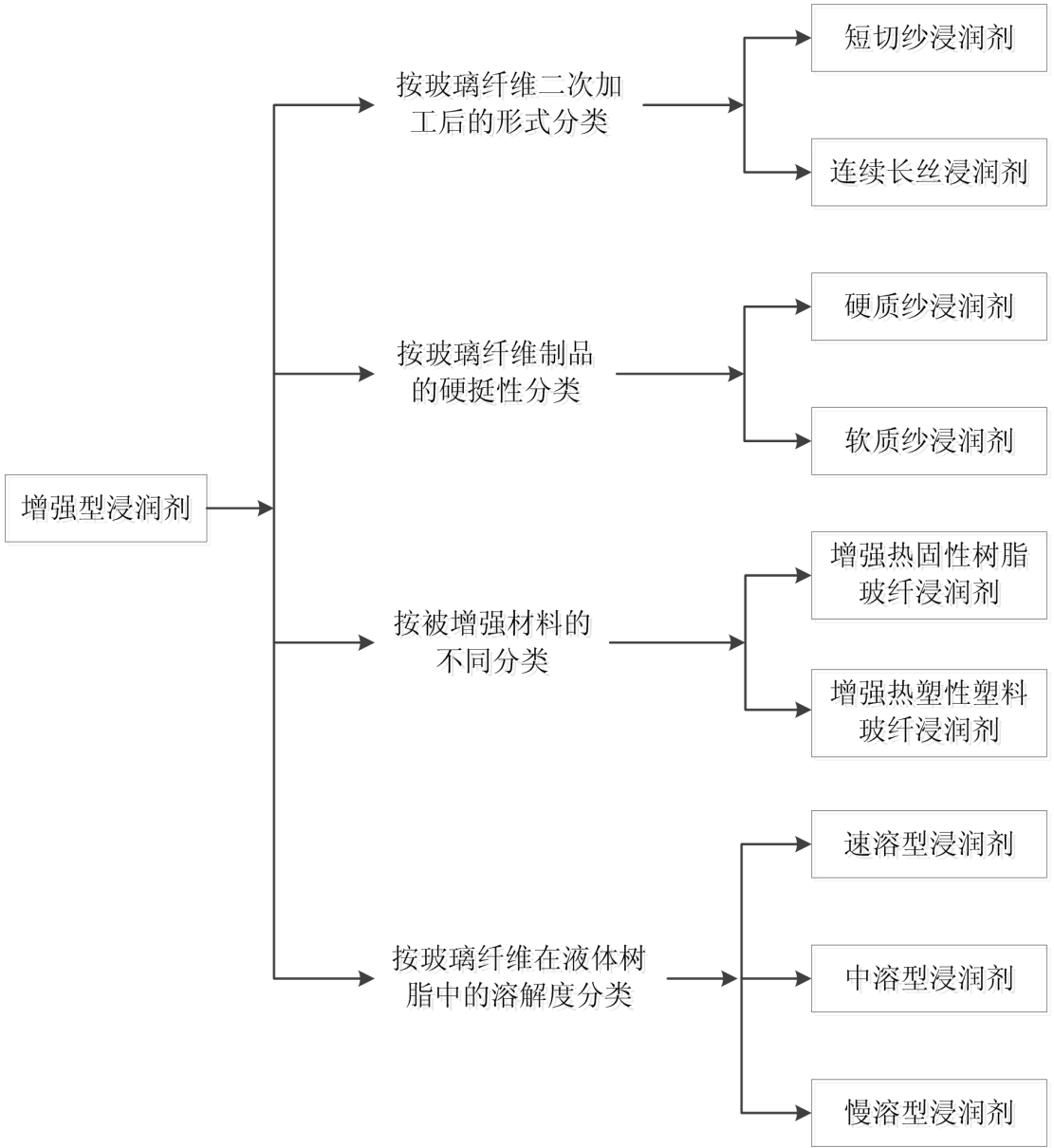


图12 增强型浸润剂的分类

(2) 纺织型浸润剂

纺织型浸润剂是玻璃纤维纺织加工而使用的浸润剂，该浸润剂具有良好的拉丝、加捻、合股、整经、织造等纺织加工性能。由于纤维上涂覆的浸润剂会妨碍纤维与被增强基材之前的粘合，因此一般需通过热清洗和后处理工艺，将玻璃纤维表面的浸润剂除去，再经偶联剂处理后方可使用。

针对以往增强型浸润剂纺织性能不适于加工细纱薄布，而一般的纺织型浸润剂又必须经热清洗处理后方能使用的矛盾，增强纺织型浸润剂应运而生，其特点为即可满足细纱薄布拉丝、加捻、合股、整经、织造等技术要求，又不需经后处理工序可直接使用，与各种基体树脂具有良好的浸透性和结合力。增强纺织型浸润剂的优点是节约了昂贵的后处理工序的费用，同时避免了高温热清洗对玻璃纤维的强度损失。

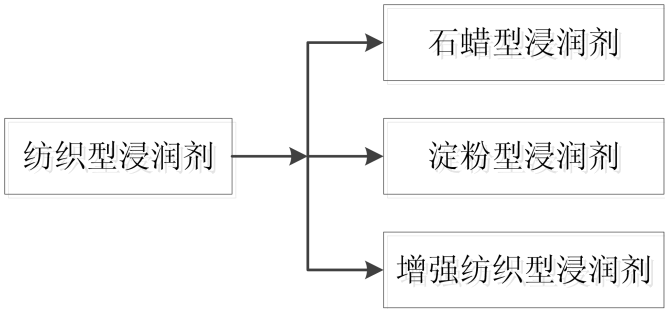


图13 纺织型浸润剂的分类

浸润剂是多种有机物和无机物混合而成的体系，从外观看，可以是溶液、乳状液、触变型胶体或膏体。因其作用和性能多样，故其组分亦相当复杂。浸润剂中主要组成为粘结成膜剂、润滑剂、抗静电剂及偶联剂。在某些浸润剂配方中还可能使用下列辅助组分，如润湿剂、pH 调节剂、防腐剂、增塑剂、交联剂、消泡剂、颜料等。

因浸润剂为液体，原丝经过涂覆浸润剂后，约 80%的浸润剂粘附在原丝表面，20%的浸润剂进入废水。

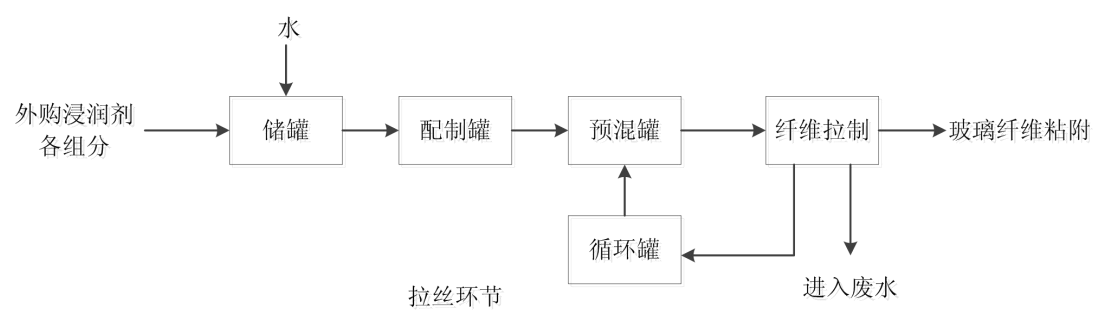


图14 浸润剂配制流程及产污环节

4.2 主要污染物分析

4.2.1 大气污染物排放

玻璃纤维及制品生产过程中的大气污染物主要为窑炉烟气，具体污染物及产生来源如下表所示。

表6 熔化过程产生的大气污染物一览表

污染物	产生浓度	产生来源
颗粒物	<300mg/m ³	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	<1000mg/m ³	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	<2000mg/m ³	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	<20mg/m ³	原料、燃料中含有的氯化物杂质； 氯化物作澄清剂
氟化氢	<20mg/m ³	玻璃纤维原料中的含氟杂质

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。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等。因此，拉丝废水的主要污染因子有 COD（<2000 mg/L）、SS（<200 mg/L）、氨氮（<10 mg/L）、氟化物（<15 mg/L）等。

玻璃球生产企业的废水来源主要有冷却水、冲洗水、生活污水。

5. 玻璃纤维及制品行业污染控制技术分析

5.1 大气污染物控制技术

玻璃纤维行业大气污染治理技术主要分为清洁生产技术和末端治理技术，如下表所示。

表7 玻璃纤维行业大气污染治理技术

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，采用封闭式运输	袋式除尘器
二氧化硫治理技术	选用低硫燃料，减少原材料、浸润剂中硫酸盐的使用量	干法、半干法、湿法烟气脱硫
氮氧化物治理技术	分段燃烧，低氮燃烧，纯氧燃烧技术	SCR、SNCR 脱硝技术

5.1.1 清洁生产技术

通过不断改进玻璃纤维炉窑的设计、优化窑炉运行参数、选用低硫优质燃料、把控配合料质量、采用最佳清洁生产适用技术（如：分段燃烧、低氮燃烧、纯氧燃烧等），降低玻璃熔制过程的能耗，减少炉窑吨玻璃液烟气量，有效地降低炉窑吨玻璃液污染物的产生量。

5.1.2 颗粒物的控制技术

颗粒物主要产生于贮存、输送、拆包、破碎、粉磨、混料过程中的原料飞散，多数企业在这些部分都有除尘装置，也有企业采用封闭式运输。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%。颗粒物也可通过封闭式运输进行控制。

5.1.3 SO₂、HF、HCl 的控制技术

由于SO₂、HF、HCl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：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。

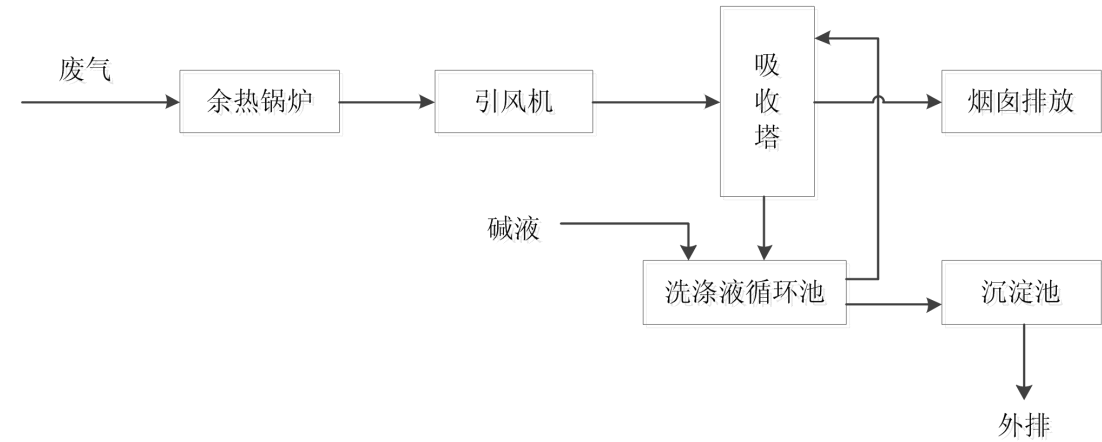


图15 湿法脱硫除氟处理工艺流程图

(2) 干法：干法脱氟脱硫设备目前国内使用较少。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。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。

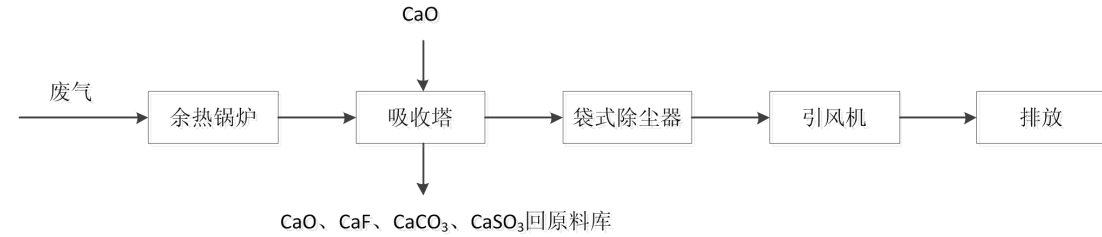


图16 干法脱硫除氟处理工艺流程图

(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还不太好，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。

5.1.4 NO_x的控制技术

玻璃熔窑废气中氮氧化物的产生主要来源是：原料中硝酸盐分解；燃料中含氮物质的燃烧；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。玻璃纤维生产过程产生的氮氧化物的治理措施主要包括采用纯氧助燃工艺和废气脱硝工艺，分别在源头和排放环节对NO_x进行严格控制。

(1) 纯氧助燃是指燃料燃烧时直接使用氧气(>90%)助燃，主要有以下优点：

1. 节能

由于燃料燃烧更为充分，火焰强度大，热辐射能力强；由于废气及其带走的能量减少，热效率提高。据估算，纯氧助燃工艺的节能效果可达到20%以上。

2. 减少废气和粉尘排放

主要是NO_x废气含量大大减少，所携带的粉尘量也相应减少。据估算，采用纯氧助燃工艺时，每吨玻璃的NO_x排放量可减少70%左右，最高可减少95%，粉尘排放量可减少60~70%。

3. 提高玻璃产量和熔化质量

采用纯氧助燃工艺改造后的窑炉，其熔化率和产量可提高25%左右，玻璃气泡可减少75%左右。

4. 其他优点

由于减少其它的环保措施费用，减少配合料损失，减少炉窑耐火材料侵蚀，以及由于不需要庞大的换热器或蓄热室，因此具有降低成本、节约投资效果等优点。

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及制品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及制品生产技术未来的发展方向。

(2) 烟气脱硝，是指把已生成的NO_x还原为N₂，从而脱除烟气中的NO_x。烟气脱硝技术主要包括以下几种：

1. 选择性催化还原(SCR)技术，是指在催化剂存在的条件下，采用氨、CO或碳氢化合物等作为还原剂，在氧气存在的条件下将烟气中的NO还原为N₂。可以作为SCR反应还原剂的有NH₃、CO、H₂，还有甲烷、乙烯、丙烷、丙烯等。

目前，在SCR中使用的催化剂大多以TiO₂为载体，以V₂O₅或V₂O₅-WO₃或V₂O₅-MoO₃为活性成分，制成蜂窝式、板式或波纹式三种类型。应用于烟气脱硝中的SCR催化剂可分为高温催化剂(345℃~590℃)、中温催化剂(260℃~380℃)和低温催化剂(80℃~300℃)，不同的催化剂适宜的反应温度不同。如果反应温度偏低，催化剂的活性会降低，导致脱硝效率下降，且如果催化剂持续在低温下运行会使催化剂发生永久性损坏；如果反应温度过高，NH₃容易被氧化，NO_x生成量增加，还会引起催化剂材料的相变，使催化剂的活性退化。目前，国内外SCR系统大多采用高温催化剂，反应温度区间为315℃~400℃。该方法在实际应用中的优缺点如下：优点是该法脱硝效率高，价格相对低廉，目前广泛应用在国内外工程

中；缺点是燃料中含有硫分，燃烧过程中可生成一定量的 SO_3 。添加催化剂后，在有氧条件下， SO_3 的生成量大幅增加，并与过量的 NH_3 生成 NH_4HSO_4 。 NH_4HSO_4 具有腐蚀性和粘性，可导致尾部烟道设备损坏。虽然 SO_3 的生成量有限，但其造成的影响不可低估。另外，催化剂中毒现象也不容忽视。

2. 选择性非催化还原（SNCR）技术，是将含氮的还原剂（尿素、氨水或液氨）喷入到温度为 $850\sim 1100^\circ\text{C}$ 的烟气中，使其发生还原反应，脱除 NO_x ，生成氮气和水。由于在一定温度范围及有氧气的情况下，含氮还原剂对 NO_x 的还原具有选择性，同时在反应中不需要催化剂，因此称之为选择性非催化还原。

3. 湿法烟气脱硝是利用液体吸收剂将 NO_x 溶解的原理来净化燃煤烟气。其最大的障碍是 NO 很难溶于水，往往要求将 NO 首先氧化为 NO_2 。为此一般先将 NO 通过与氧化剂 O_3 、 ClO_2 或 KMnO_4 反应，氧化生成 NO_2 ，然后 NO_2 被水或碱性溶液吸收，实现烟气脱硝。

5.1.5 玻璃纤维企业废气治理现状和技术路线分析

经调研，部分玻璃纤维企业现行废气治理技术如下表所示。

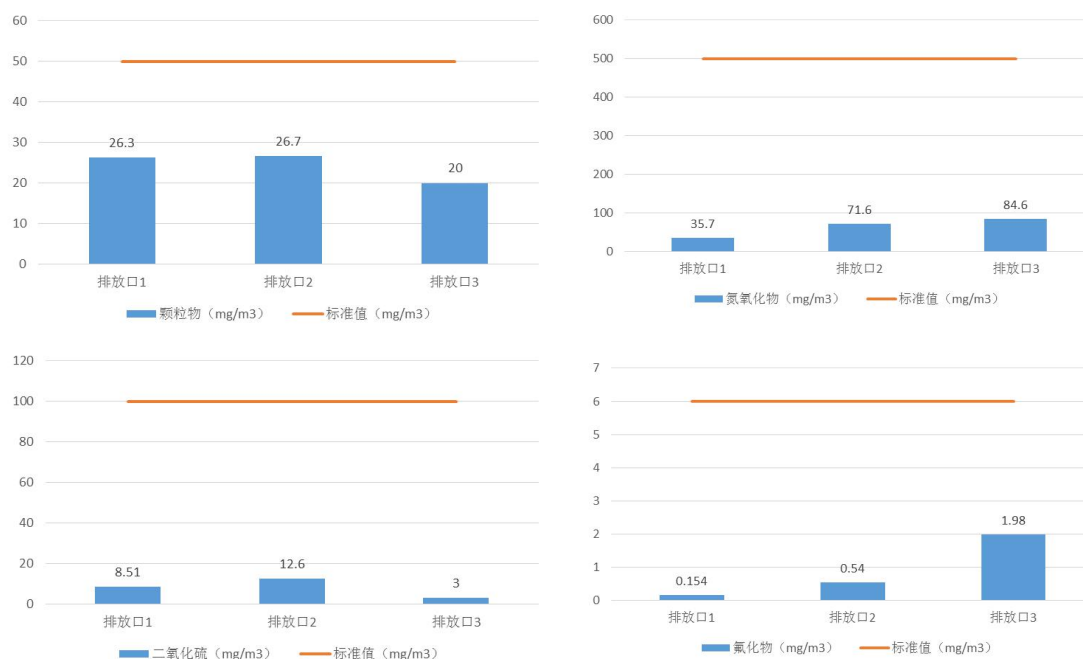
表8 玻璃纤维企业现行废气治理技术方案

序号	燃料及燃烧方式	主要方案工艺流程
1	天然气	烟气→旋风除尘→不低于 15 米排气筒排放
2	天然气	烟气→袋式除尘→湿法脱硫→烟囱排放
3	天然气	烟气→袋式除尘→余热回收→湿法脱硫→烟囱排放
4	天然气纯氧助燃	烟气→袋式除尘→SNCR 脱硝→湿法脱硫→烟囱排放
5	天然气纯氧助燃	烟气→袋式除尘→SNCR 脱硝→湿法脱硫→烟囱排放

目前，我国玻璃纤维行业趋向于采用纯氧燃烧技术，在此基础之上，大气污染物的治理主要采用对窑炉废气末端治理的方式，其工艺模块主要有：除尘、脱硫、脱硝三个部分。

建议采用的处理工艺流程如下：烟气→袋式除尘→SNCR脱硝→湿法脱硫→烟囱排放。先进行除尘，有利于后续的废气处理，布袋除尘效率可达99%；SNCR技术需要在高温区加入还原剂，因此安排在第二模块，且该技术运行成本低，能满足玻璃纤维企业的处理要求；采用湿法脱硫，脱硫反应速度快、效率高、脱硫添加剂利用率高，适用于玻璃纤维企业高浓度二氧化硫的处理，同时可以去除HF、HCl等酸性气体，使得废气达到排放标准。

A企业（国控源）2017年的废气监督性监测情况如图17所示，该企业采用纯氧助燃工艺，袋式除尘+湿法脱硫+SNCR脱硝废气处理工艺。颗粒物排放浓度 $20\sim 26.3\text{mg}/\text{m}^3$ ；氮氧化物排放浓度 $35.7\sim 84.6\text{mg}/\text{m}^3$ ；二氧化硫 $3\sim 12.6\text{mg}/\text{m}^3$ ；氟化物 $0.154\sim 1.98\text{mg}/\text{m}^3$ 。



注：排放浓度按基准排气量 3000m³/t 玻璃液折算

图17 A企业2017年的废气达标情况

B 企业（省控源）的废气在线监测情况如图 18 所示，该企业同样采用纯氧助燃工艺，袋式除尘+湿法脱硫+SNCR 脱硝废气处理工艺。氮氧化物排放浓度（小时值）206~290mg/m³；二氧化硫 60.2~85.1mg/m³。





图18 B企业废气在线监测情况

5.2 水污染物控制技术

玻璃纤维及制品企业废水主要为生活废水、生产废水及废气处理工艺产生的废水。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}等均为主要处理指标。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。下图为玻璃纤维行业常用废水处理工艺。

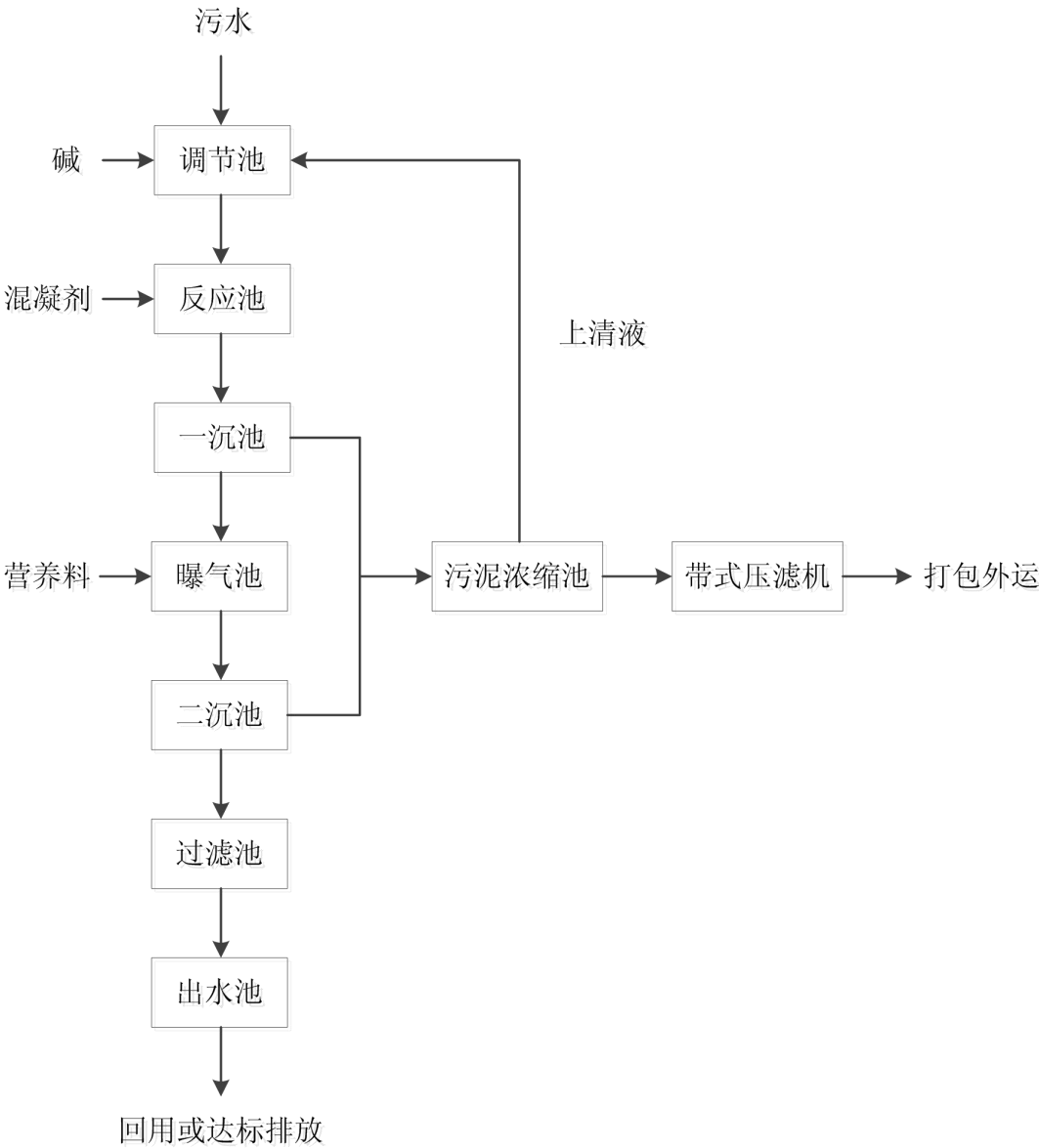


图19 玻璃纤维及制品工业废水处理工艺流程图

C 企业（国控源）2017 年的废水监督性监测情况如图 21 所示，化学需氧量排放浓度 19~88.7mg/L；氨氮排放浓度 2.16~7.05mg/L；氟化物排放浓度 0.67~8.62mg/L；悬浮物 18.7~39.7mg/L。

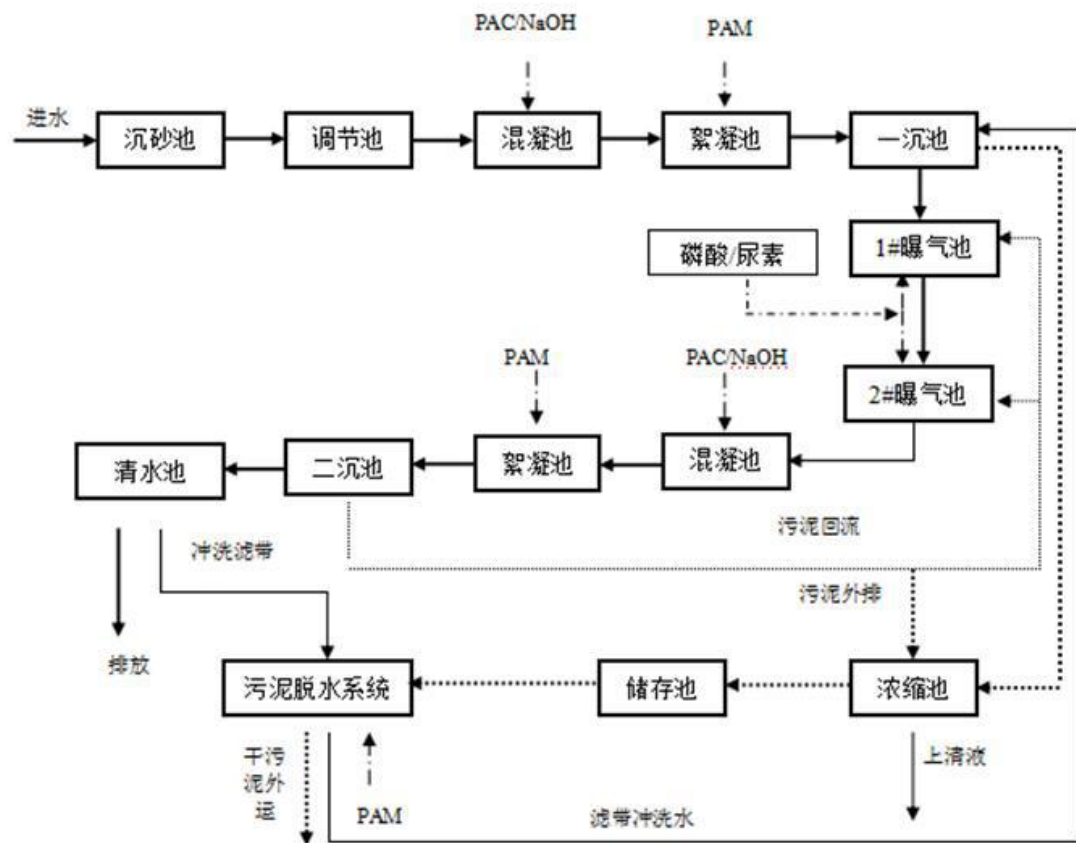


图20 C企业废水处理工艺流程图

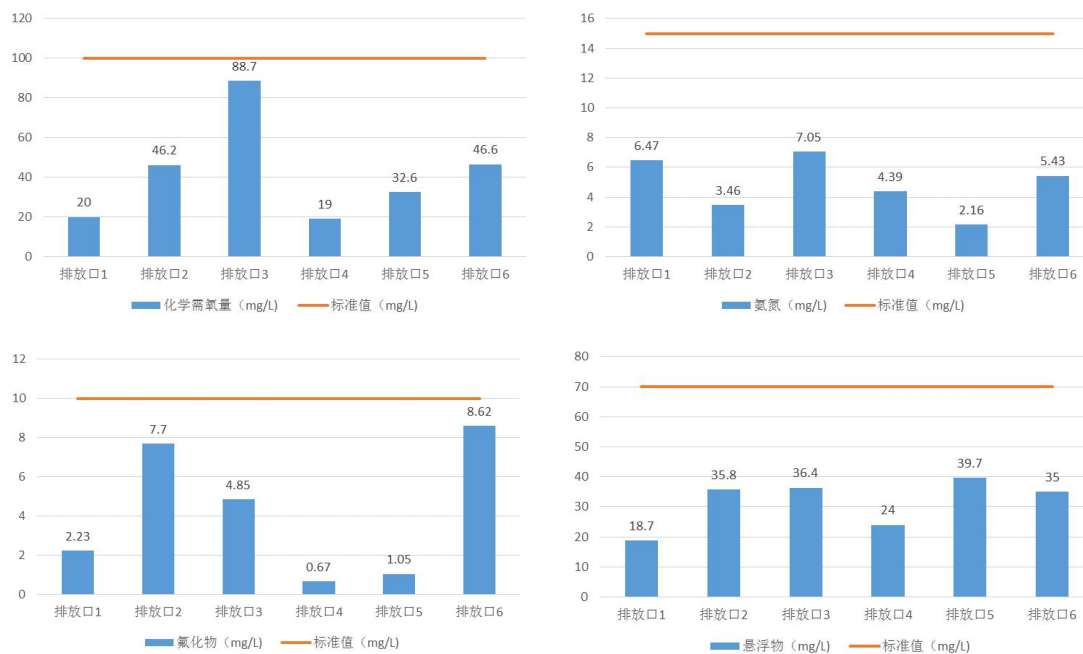


图21 C企业2017年的废水达标情况

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及制品工业企业，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9 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、实施监督七个部分。

6.3 术语和定义

标准定义了玻璃纤维、玻璃纤维制品、电子布、玻璃纤维原料球、玻璃纤维熔窑、排水量、单位产品基准排水量、公共污水处理系统、直接排放、间接排放、标准状态、排气筒高度、现有企业、新建企业、企业边界等 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，对我国玻璃纤维及制品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，如下表所示。

表10 玻璃纤维及制品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 _{Cr} 、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

玻璃纤维及制品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。根据对玻璃纤维及制品企业废水中主要污染物的调研可知，多数玻璃纤维及制品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。我国部分玻璃纤维及制品制造企业水污染物排放水平见表 11。

表11 我国部分玻璃纤维及制品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	—

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 30mg/L，总磷 1mg/L，氟化物 10mg/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。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，并采用池窑熔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。

随着印制线路板（PCB）技术的发展，无卤素等树脂板材的使用越来越广泛，对PCB的耐热性、表面平滑性的要求越来越高，这就对电子玻纤布与树脂的浸透性能提出了更高的要求。为应对下游产业发展的新趋势，也催生了电子玻纤布的开纤技术。该技术主要是指在生产过程中，对电子玻纤布进行扁平化处理，提高其表面积。该技术用水量较大，据调查吨产品废水排放量大于10m³。

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。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5m³/t产品，电子布单位产品基准排放量为10m³/t产品，玻璃纤维原料球生产企业单位产品基准排水量为1.5m³/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pH6~9，SS20mg/L，COD_{Cr}50mg/L，BOD₅10mg/L，石油类1mg/L，氨氮8mg/L，总磷0.5mg/L，总氮15mg/L，氟化物7mg/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4m³/t产品，电子布单位产品基准排放量为8m³/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。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，排放限值可按《污水综合排放标准》（GB 8978）三级标准执行。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袋式除尘器、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，袋式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。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（ $5\sim 30\text{mg}/\text{Nm}^3$ ）要求，本标准规定配料过程粉尘的排放限值为 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

玻璃窑炉烟气中也含大量的颗粒物。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，目前我国多数企业已建有除尘设备，且颗粒物排放浓度可以达到 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 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 12 为所调研部分玻璃纤维企业颗粒物排放现状。

表12 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	53
2	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	92
3	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	14
4	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	34
5	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	25
6	池窑拉丝	天然气	118
7	池窑拉丝	天然气	160
8	坩埚拉丝	天然气	100
9	马蹄窑制球	发生煤气	44
10	马蹄窑制球	天然气	89
均值	—	—	64

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 5~50mg/Nm³，如表 13 所示。

表13 欧盟玻璃纤维颗粒物排放浓度要求

污染物	经一次处理 mg/m ³ （千克/吨熔化玻璃纤维）	经二次处理 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

玻璃纤维及制品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，玻璃纤维及制品企业熔窑烟气中颗粒物排放浓度为 10~200mg/Nm³。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熔窑颗粒物排放限值为 40mg/Nm³。

7.2.2 二氧化硫限值确定依据

SO₂ 来源主要有两方面，一是燃料中含硫，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 12 为我国部分玻璃纤维及制品企业处理后的熔窑烟气中 SO₂ 排放浓度，平均为 264mg/Nm³。

表14 我国部分玻璃纤维企业SO₂排放水平

企业编号	工艺	燃料及燃烧方式	排放浓度 (mg/Nm ³)
1	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	20
2	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	132
3	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	79
4	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	49
5	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	121
6	池窑拉丝	天然气	204
7	池窑拉丝	天然气	248
8	池窑拉丝	天然气	261
9	马蹄窑制球	发生煤气	306
10	马蹄窑制球	天然气	203
均值	—	—	162
注：未标明纯氧助燃的为空气助燃。			

表 15 为欧盟 BAT 参考文件中不同燃料 SO₂ 排放浓度。

表15 欧盟玻璃纤维SO₂排放浓度要求

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)
天然气	150~1200 (0.75~6.0)	—
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。		

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 974~1842mg/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 20~350mg/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 150mg/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。欧盟 BAT 参考文件中不同燃料 NO_x 排放浓度如下表所示。

表16 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,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%。

我国玻璃纤维行业 NO_x 产生浓度为 986~1724 mg/Nm^3 之间,处理后排放浓度为 318~500 mg/Nm^3 。因此,本标准规定玻璃纤维企业 NO_x 排放限值为 500 mg/Nm^3 。

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。

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。国际上对 HCl 排放一般控制在 30 mg/Nm^3 ,鉴于此,本标准规定玻璃纤维生产企业 HCl 排放浓度为 30 mg/Nm^3 。

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。目前我国玻璃纤维及制品行业大多数企业采用二级碱液湿法去除氟化物。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 80~150 mg/Nm^3 之间,排放浓度在 0~10 mg/Nm^3 。国际上对氟化物排放一般控制在 5 mg/Nm^3 ,鉴于此,本标准规定玻璃纤维生产企业氟化物排放浓度为 5 mg/Nm^3 。

表17 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	燃料及燃烧方式	排放浓度 (mg/Nm^3)
1	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	0.23
2	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	1.59
3	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	2.96
4	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	3.38
5	池窑拉丝	天然气纯氧助燃	5.44
6	池窑拉丝	天然气	4.54
7	池窑拉丝	天然气	4.58
8	池窑拉丝	天然气	4.85
9	马蹄窑制球	发生煤气	6

企业编号	工艺	燃料及燃烧方式	排放浓度 (mg/Nm ³)
10	马蹄窑制球	天然气	5.32
均值	—	—	4
注：未标明纯氧助燃的为空气助燃。			

7.2.6 基准氧含量制定依据

国内类似行业排放标准如下表所示。

表18 基准氧含量（单位：%）

窑炉种类	氧含量
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：玻璃纤维熔炉基准氧含量为 8%；纯氧燃烧为 15%。

7.2.7 大气污染物特别排放限值制定依据

重点区域的企业或生产设施应执行大气污染物特别排放限值。执行大气污染物特别排放限值的地域范围、时间，由国务院环境保护主管部门或省级人民政府规定。

为达到特别排放限值，玻璃纤维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玻璃纤维企业，在生产规模上必须做大做强；使用清洁能源，推广纯氧燃烧等先进生产工艺，减少生产过程中污染物的产生；在生产过程和末端治理方面，加大污染物收集处理力度，进一步提高脱硫、脱硝、除尘等污染物处理效率。

大气污染物特别排放限值如下表所示。

表19 大气污染物特别排放限值

单位：mg/Nm³（烟气黑度除外）

序号	污染物项目	排放限值			污染物排放 监控位置
		破碎、均化等 生产设备	玻璃纤维熔窑		
			排放 浓度	单位产品排放量 (kg/t 玻璃液)	
1	颗粒物	20	20	0.05	车间或生产 设施排气筒
2	烟气黑度（林格曼，级）	—	1	—	
3	二氧化硫	—	100	0.25	
4	氮氧化物（以 NO ₂ 计）	—	400	1.0	
5	氯化氢	—	20	0.05	
6	氟化物（以总 F 计）	—	5	0.0125	

7.2.8 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20 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

无组织排放管控措施如下:

1、原料采用粉料进厂,储存于封闭料场(仓、库)中。煤炭、碎玻璃储存于封闭、半封闭料场(仓、库、棚)中。硅质原料的均化应在封闭的均化库中进行。

2、粉料卸料口应密闭或设置集气罩,并配备除尘设施。

3、物料输送选择密闭式斗式提升机、螺旋输送机等,当选用皮带输送机时应进行有效密闭。

4、配料车间产生粉尘的设备和产生尘点应设置集气罩,并配备除尘设施。配料车间外不应有可见粉尘外逸。

5、浸润剂配置过程应密闭。

6、脱硝系统氨的装卸、贮存、输送、制备等各工序应密闭,并采取氨气泄漏检测措施

7、厂区道路应硬化。道路采取清扫、洒水等措施,保持清洁。

8、废气收集系统、污染治理设施应与生产工艺设备同步运行。废气收集系统或污染治理设施发生故障或检修时,对应的生产工艺设备应停止运转,待检修完毕后同步投入使用,玻璃熔窑应采取降低生产负荷或备用环保设施等措施。

9、企业可通过工艺改进等其他措施实现等效或更优的无组织排放控制目标。因安全因素或特殊工艺要求不能满足本标准规定的无组织排放控制要求,可采取其他等效污染控制措施,并向当地环境保护主管部门报告。

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量不得超过 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量不得超过 0.255g/kg 产品。使用初级消减技术的企业，颗粒物排放量不得超过 0.5g/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，如下表所示。

表21 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下表所示。

表22 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	5~30mg/Nm ³ , 0.14kg/t
二氧化硫	干法/半干法	天然气（原料不含硫）：200mg/Nm ³ , 0.9kg/t 天然气（原料含硫）：800mg/Nm ³ , 3.6kg/t 重油：500~1200mg/Nm ³ , 2.25~4.5kg/t
氮氧化物	燃烧改进或纯氧助燃	600~1000mg/Nm ³
氯化氢	-	30mg/Nm ³
氟化氢	-	5~15mg/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23及图21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23 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	

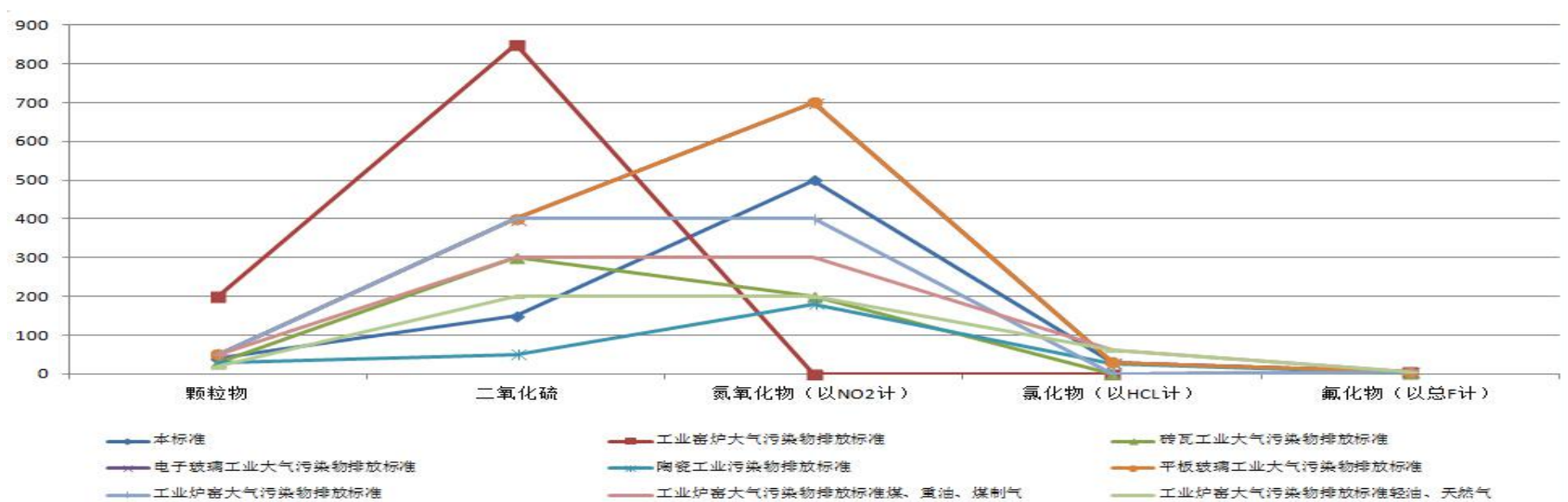


图22 该标准与相关标准对比图 (单位: mg/Nm³)

8.2.2 水污染物排放限值对比

目前，我国玻璃纤维及制品水污染物排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的表 4 中有关规定。本标准中所规定的水污染物排放限值与现行《污水综合排放标准》对比如下表所示。

表24 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
CODcr	100	100	150	500
BOD ₅	20	20	30	300
氨氮	10	15	25	—
总磷	1	—	—	—
总氮	30	—	—	—
石油类	3	5	10	20
氟化物	10	10	10	20

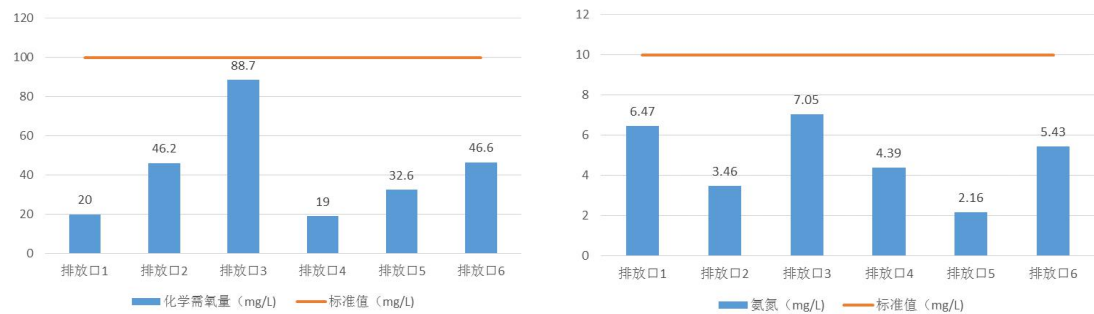
从上表看出，除总磷、总氮外，本标准制定的新建企业排放限值均严于《污水综合排放标准》中的一级标准，或与之相当。

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

2016 我国年玻璃纤维行业产量 362 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。

下图为某国控源企业污染物排放情况与本标准限值的对比。由图可知，通过纯氧助燃工艺、废水和废气处理等方式，玻璃纤维企业可以达到本标准的排放限值要求。



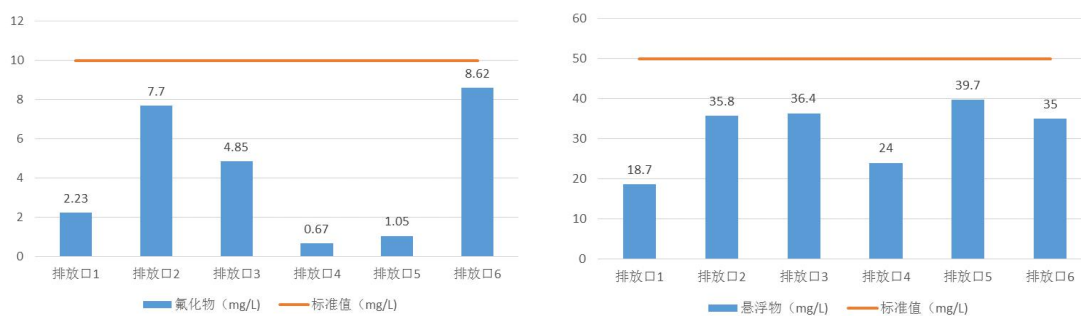


图23 企业实际废水排放情况与本标准对比

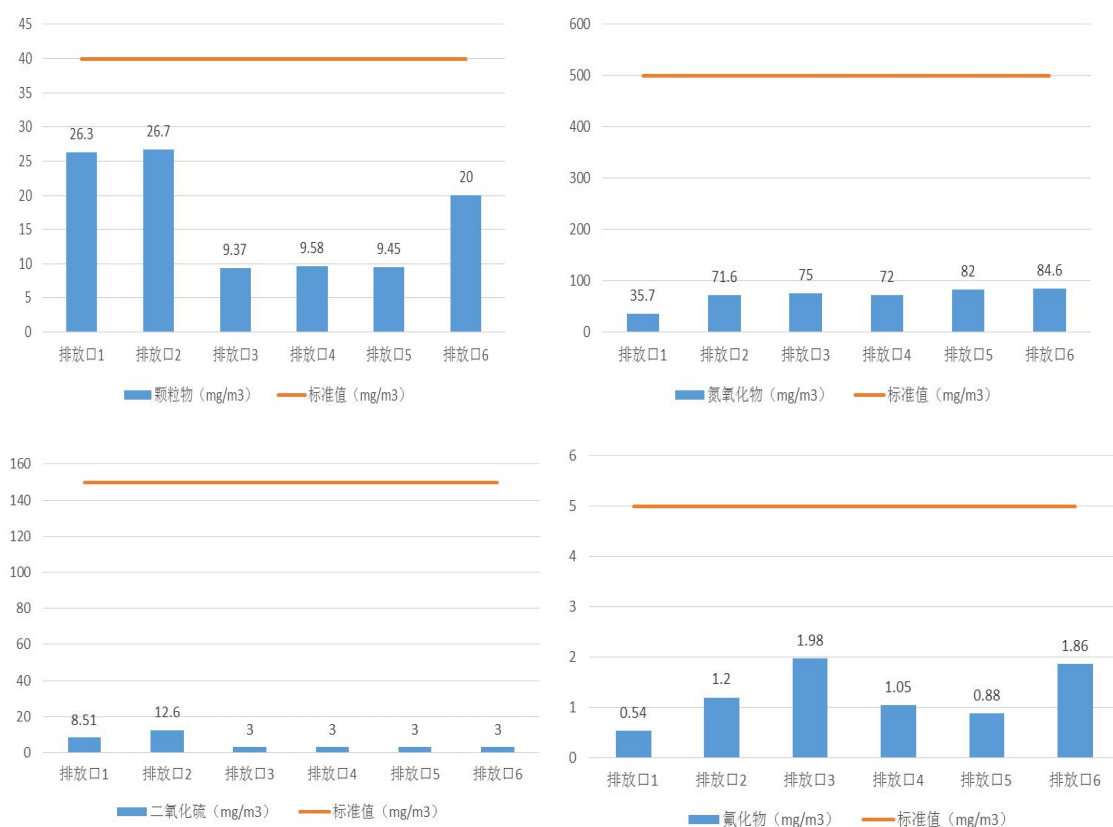


图24 企业实际废气排放情况与本标准对比

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 6016m³/t，中小企业排气量为 6817m³/t。若为纯氧燃烧技术，废气排放量减半。“十三五”期间，预计我国玻璃纤维行业产量将达到 400-500 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 2018 年行业废气排放量为 138.55 亿 m³/a。如果不实施本标准，2018 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 2018 年大气污染物减排评估情况如下表所示。

表25 本标准实施后大气污染物减排总量评估

项目		污染物			排气量 万 m³	
		烟尘	SO ₂	NO _x		
2018 年不实施本标准排放量		排放量（万 t/a）	0.04	0.26	0.48	2122037
2018 年	实施本标准后	排放浓度（mg/m³）	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。2018 年末我国玻璃纤维及制品行业产量将达到 400 万吨,按照标准对基准排水量的要求 5m³/t 产品,2018 年玻璃纤维及制品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

玻璃纤维及制品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。根据对玻璃纤维及制品企业的实际调研,现以一家达标排放企业为例说明环保设备投资及运行费用情况。

➤ 废气治理

表26 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27 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

表28 废气治理运行费用

本标准排放限值	运行费用（元/吨）
排放限值	30
特别排放限值	50

➤ 废水治理

以废水处理设施日处理能力为 1200 吨的企业为例，主要固定设备、构筑物及处理费用情况如下表所示。

表29 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	
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	调节池	1 座	砖混防腐
12	曝气池	1 座	砖混结构
13	沉淀池	2 座	砖混结构
14	污泥池	1 座	砖混结构
15	清水池	1 座	
16	风机房污泥干化房	1 座	砖混结构

表30 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	2.79
	PAM	24kg	8 元/kg	
	PAC	180kg	2 元/kg	
	碱液	96kg	6.5 元/kg	
	人工	2000 元/月		

表31 废水治理运行费用

本标准排放限值	运行费用（元/吨）
排放限值	10
特别排放限值	20