

附件 7

《矿物棉工业污染物排放标准》

(征求意见稿)

编制说明

《矿物棉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——矿物棉

项目统一编号：387

承担单位：中国轻工业清洁生产中心、中国环境科学研究院、中国绝热节能材料协会、南京玻璃纤维研究设计院

编制组主要成员：孙晓峰、李晓倩、王靖、张国宁、李晓鹏、张德信、汪丽婷、魏玉霞、赵国华

目 录

1	项目背景.....	112
1.1	任务来源.....	112
1.2	工作过程.....	112
2	行业概况.....	113
2.1	行业分类.....	113
2.2	矿物棉行业在我国的发展现状.....	113
2.3	矿物棉行业国外发展现状.....	114
3	标准制订的必要性分析.....	114
3.1	国家及环保主管部门的相关要求.....	114
3.2	行业发展带来的主要环境问题.....	114
3.3	现行环保标准存在的主要问题.....	115
4	矿物棉生产产排污情况及污染控制技术.....	115
4.1	岩矿棉行业产污情况及污染控制技术.....	115
4.2	玻璃棉行业产排污情况及污染控制技术.....	119
5	行业排放有毒有害污染物环境影响分析.....	121
5.1	挥发酚、甲醛.....	121
5.2	铅及其化合物.....	121
6	标准主要技术内容.....	122
6.1	标准适用范围.....	122
6.2	标准制订原则.....	122
6.3	标准结构框架.....	122
6.4	术语和定义.....	122
6.5	污染物项目的选择.....	122
7	污染物排放限值的确定及制定依据.....	123
7.1	水污染物排放标准制定依据.....	123
7.2	大气污染物排放标准制定依据.....	124
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	本标准与现行标准的对比.....	128
9	实施本标准的环境效益及经济技术分析.....	130
9.1	实施本标准的环境效益.....	130
9.2	实施本标准的经济技术分析.....	130

《矿物棉工业污染物排放标准》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

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

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

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

2007年6月,原国家环境保护总局向中国环境科学研究院标准所下达了制订《玻璃工业污染物排放标准—矿棉》(原下达计划名字)的标准制订计划,标准项目编号387。计划下达后,环境标准研究所邀请中国轻工业清洁生产中心、中国绝热节能材料协会、南京玻璃纤维研究设计院参加,共同组成《矿物棉工业污染物排放标准》编制组。

1.2 工作过程

1.2.1 成立编制组

2008年初,环境标准研究所邀请中国轻工业清洁生产中心、南京玻璃纤维研究设计院、中国绝热节能材料协会参加,共同组成《矿物棉工业污染物排放标准》编制组。

1.2.2 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。2009年10月~2010年3月间,课题组首先查阅了大量国内外有关矿物棉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,了解掌握矿物棉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。

1.2.3 现场调研

编制组自2010年起多次赴矿物棉生产企业进行现场调研,调研内容包括:

- 生产工艺

重点考察了矿物棉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

重点考察了矿物棉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。

1.2.4 开题论证

2010年3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、北京市劳动保护科学研究所、中国建筑材料联合会标准部、上海凡凡新型建材有限公司、中国绝热隔音材料协会、南京玻璃纤维研究设计院等各方专家与代表。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，同时，与会专家建议对标准的适用范围进行调整，适用范围应包括矿渣棉、岩矿棉和玻璃棉，标准名称做相应修改。按照专家意见要求，将《玻璃工业污染物排放标准——矿棉》改为《矿物棉工业污染物排放标准》。

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标准征求意见稿和编制说明。

2 行业概况

2.1 行业分类

由矿物原料制成的蓬松状短细纤维。具有不燃、不霉、不蛀等性能。可做成毡、毯、垫、绳、板等。用作吸声、减震、隔热材料。

包括岩矿棉、矿渣棉和玻璃棉。

2.2 矿物棉行业在我国的发展现状

2.2.1 我国岩矿棉行业现状

由于岩矿棉和矿渣棉具有绝缘、保温、吸声等突出特性，因而在建筑、工业设备、热网等方面获得广泛应用，发展迅速。岩矿棉 2013 年产销量 195 万吨，与 2012 年同期相比增长幅度为 10%。

表 1 近年我国岩矿棉行业发展情况

序号	产品名称	产量(万吨)			
		2010年	2011年	2012年	2013年
1	岩矿渣棉及制品	118.41	148.01	177	195

岩矿棉行业小型企业过多，普遍存在着生产工艺陈旧，设备落后，管理水平低，规模效益差，污染治理设施跟不上、缺乏技术改造能力等问题。

截止 2014 年 2 月底，河北强制关停了落后产能岩棉生产线共计 165 条线，产能 50 万吨以上，目前河北大城地区运行的岩棉生产企业 14 家，13 条生产线，还有 6 条正在安装，2014~2015 年，大城岩棉线 22 条，新增产能 40 万吨。

2014 年岩棉的新增产能还会再上一个台阶，新增产能 40 万吨，新增产能的质量、规模都会有所提升。

2.2.2 玻璃棉行业现状

玻璃棉是一种重要的绝热保温材料，具有体积小密度小，热导率低，保温绝热和吸声性能好，不燃、耐热、抗冻、耐腐蚀、不怕虫蛀、良好的化学稳定性等特性。玻璃棉 2013 年产销量 74 万吨，与 2012 年同期相比增长幅度为 10%。

表 2 近年我国玻璃棉行业发展情况

序号	产品名称	产量(万吨)			
		2010年	2011年	2012年	2013年
1	玻璃棉及制品(含火焰棉)	54.70	60.40	67.23	74

火焰法玻璃微纤维基本分布在油田附近有天然气源的地方，河南濮阳、东北等地；离心喷吹法玻璃棉企业分布较广，产量均在年产 5000 吨以上，其中金隅金海燕玻璃棉公司、河北大城县华美、国美、神州等公司、四川成都瀚江公司等企业均为我国较大产量的玻璃棉企业，此外还有江浙一带的玻璃棉企业，圣戈班依索维尔（固安）玻璃棉有限公司等。

目前，国内火焰法玻璃微纤维生产线基本在 300-1000 吨产量，以坍塌拉丝火焰喷吹法生产，按机组计算产量；离心喷吹法玻璃棉生产线是流水线作业，生产线产量在 5000-10000 吨/年的规模。生产技术成熟先进，各企业之间的产品的质量区别主要在于管理和企业的建设投资。

国内离心玻璃棉产能在 2013 年有一个爆发增长。据统计，2013 年新近建设的玻璃棉生产线达 25 条之多，新增产能 30 余万吨，仅河北一地新增生产线十多条。目前全国离心玻璃棉产能达到 100 万吨，河北一地集中了 51 条玻璃棉生产线，近 60 万吨的产能（全国共 87 条生产线）。除此之外，山东、江浙、安徽、四川、广东等地区也是玻璃棉产能相对集中的地区。

2.3 矿物棉行业国外发展现状

近年来,世界绝热材料的需求量持续增加,全球 2005-2008 年的增长率达 3%,2009 年达到 135 亿平方米。以销售金额计算,全世界几年来绝热材料的销售金额每年增长率在 4% 以上。不论产量的年增加率还是销售金额的年增长率,都超过世界经济和人均收入的增加水平。

按地区划分,北美和欧洲工业国家今后仍是绝热材料用量最大的地区,但亚太地区、非洲、中东和拉丁美洲市场的增长速度将超过欧洲、北美。国外专家认为,由于中国制造业快速发展,以及对建筑绝热材料要求提高,将会成为需求增长最快地区,年增长率将达 7% 以上。

就绝热材料应用部门而言,建筑业会成为主要部门,因为世界各国都在提高建筑物节能能力,这必然会使绝热材料需求增加。这种趋势在发达国家主要体现为改进现有建筑的保温绝热效果(如进行外墙保温),而在发展中国家,则主要表现为制定或提高建筑物的节能标准,推广节能住宅等,其目的都是降低建筑物能耗。

欧洲、日本目前是使用岩、矿物棉最多的地区,中国占据比例逐渐上升。世界岩矿物棉总年产量达 800 万吨以上,中国产量超过世界总产量的 10%,突破 100 万吨,产值达 18 亿人民币,实现历史性的飞跃,但绝对产量和人均用量与先进国家仍有较大差距,我国岩、矿棉产业还有很大发展空间。

3 标准制订的必要性分析

3.1 国家及环保主管部门的相关要求

(1)《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中的要求

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

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

(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。以上对矿物棉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—矿棉》的制订计划。

3.2 行业发展带来的主要环境问题

随着我国矿物棉产量的迅速增长,该行业造成的污染问题也日益严重。以岩矿棉为例,调研情况表明,目前仅少数规模较大的岩矿棉企业进行污染治理,70% 以上的企业污染物直排。根据产排污系数表(见表 3)也可以看出,小企业的污染物一般采取直排的方式,与大企业相比,小企业的单位产品污染物排放量要大的多,鉴于目前我国岩矿棉生产企业 88% 都是生产规模小于 1 万吨的小企业的现状,该行业的产业结构调整 and 污染问题不容忽视。

根据调研情况,岩矿棉原料制备过程中产生的粉尘,部分企业在主要扬尘点采取简易收尘装置,较先进的粉尘收集处理装置仅在少数企业中有所应用。冲天炉产生的二氧化硫、烟尘、氮氧化物等污染物,大多数企业都没有废气末端治理设施;部分企业使用旋风除尘或湿法除尘;由于使用含硫原料矿渣以及燃料焦炭,造成二氧化硫的产生量增加,没有废气治理设施的企业二氧化硫排放量较高,而采用烟气脱硫的企业,二氧化硫的去除率较高,使用湿法除尘的企业,对二氧化硫治理也有一定的效果;生产过程中温度较高,满足产生氮氧化物

气体的条件，但由于温度较高，监测比较困难，基本上没有企业对氮氧化物进行控制。

表 3 岩矿棉、矿渣棉行业产排污系数

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
岩矿棉、矿渣棉	矿渣、玄武岩、焦炭	冲天炉	≥6000 (吨/年)	工业废气量(窑炉)	Nm ³ /t	9364	直排	9364
				烟尘	kg/t	25.852	单筒旋风除尘器	5.171
							直排	25.852
				二氧化硫	kg/t	16.603	烟气脱硫法	3.626
			直排				16.603	
			氮氧化物	kg/t	5.449	直排	5.449	
			<6000 (吨/年)	工业废气量(窑炉)	Nm ³ /t	10523	直排	10523
				烟尘	kg/t	29.730		29.730
				二氧化硫	kg/t	20.147		20.147
				氮氧化物	kg/t	5.731		5.731

同时，调研情况显示，矿物棉企业产生的水污染物处理率较低，仅有个别规模较大的企业对产生的废水进行了处理，处理方法是将含有游离酚、游离醛的废水经过简单的过滤处理后用于稀释粘结剂，实现废水回用。但是，大部分的小企业都是不具备污水处理设施，一般仅设简易的沉淀池，将沉淀得到的酚醛回收利用，废水处理率低，也存在偷排废水的现象，对周边的环境农田、农作物等有一定影响。

3.3 现行环保标准存在的主要问题

目前，我国尚未针对矿物棉工业制定污染物排放标准，矿物棉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》(GB 9078-1996)、《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)和《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)。这几项标准行业针对性不强，对矿物棉工业污染物控制的可操作性较差。

首先，现行环保标准中控制的污染物种类不全面。岩矿棉生产过程中产生的污染物不仅包括现行标准中控制的SO₂、烟(粉)尘，还包括冲天炉产生的铅尘、NO_x，以及苯酚、甲醛等污染物。

其次，现行环保标准中污染物排放限值的设置对岩矿棉行业不合理。以二氧化硫为例，目前岩矿棉冲天炉产生的二氧化硫排放执行《工业窑炉大气污染物排放标准》中对燃煤(油)炉窑所做的规定，但实际上岩矿棉冲天炉燃料是焦炭，执行燃煤(油)炉窑二氧化硫的排放限值明显是不合适的。

此外，矿物棉行业水污染物排放执行GB 8978，其中仅第二类污染物指标就达56种之多，未结合行业特点设置污染物指标，事实上弱化了需要重点监测的指标项目，造成了企业主要的水污染物实际处于没有标准限值的状态。

可见，矿物棉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。因此，制订《矿物棉行业污染物排放标准》十分必要。

4 矿物棉生产产排污情况及污染控制技术

4.1 岩矿棉行业产污情况及污染控制技术

4.1.1 岩矿棉生产工艺

通常，可作矿渣棉原料的工业废渣有：冶金、化工工业炉渣、煤灰渣和采、选矿的废料(如煤矸石、工业尾矿等)、粉煤灰、旋风炉渣等。岩矿棉的原料有酸性岩石如玄武岩、辉绿岩、辉长岩、花岗岩、闪长岩、石英岩、安山岩等和碱性熔剂如石灰石、白云石等。

岩矿棉的熔制工艺目前大部分采用冲天炉熔制工艺，另外，还有池窑熔制工艺和电炉熔制，这两种工艺相对冲天炉而言，污染要小很多，但在我国非常少见，基本上都采用的是冲天炉工艺。

我国岩矿棉冲天炉目前主流工艺为富氧燃烧技术：将原料和燃料(一般为焦炭)经筛分、称量、配料加入冲天炉，助燃空气经预热至一定温度(其中助燃空气温度>400℃称为热风炉，助燃空气温度≤400℃称为冷风炉)，并混入一定比例的氧气(富氧处理)，加热。

使原料熔化成为熔体进入炉缸，熔体通过冲天炉流口进入可调活动流槽并使其流至四辊离心机制成纤维，从而制得厚度均匀的矿渣棉和岩矿棉。

岩矿棉生产工艺见图 1。

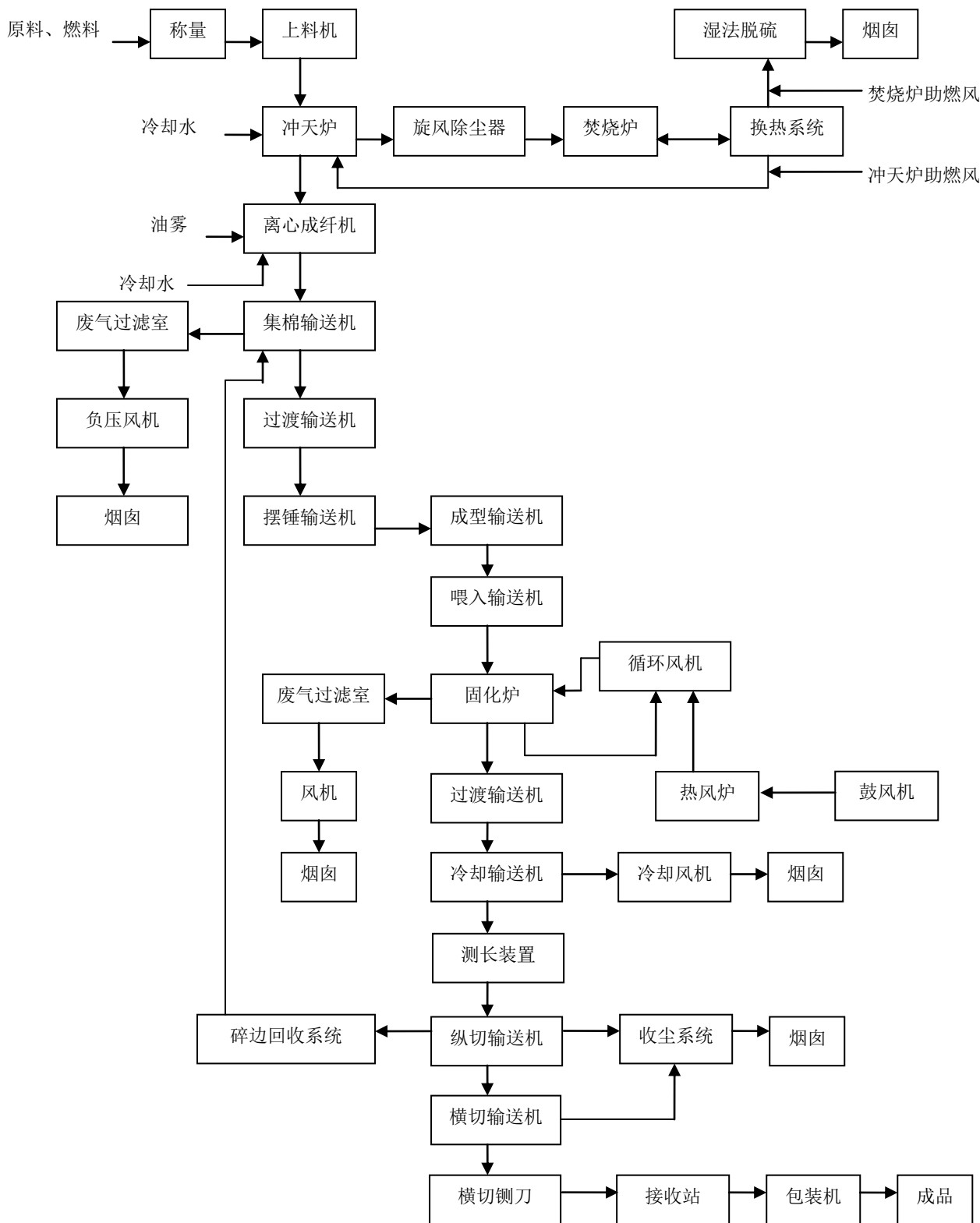


图1 岩矿棉生产工艺流程图

4.1.2 岩矿棉产污分析

岩矿棉生产过程中产生的污染物大气污染物主要有粉尘、烟尘、二氧化硫、氮氧化物、苯酚、甲醛等，其产生环节分析见表 4 所示。

表 4 岩矿棉生产过程中污染物产生情况一览表

产生环节	污染物种类	产生原因
原料处理	粉尘	原料储存、运输、混合过程中的原料飞散产生的颗粒物
冲天炉	烟尘	加料时部分原料飞散产生的颗粒物；挥发性物质高温挥发后冷凝生成的烟尘；燃料燃烧后生成的颗粒物
	氮氧化物	高温条件下，空气中氮与氧气反应产生的热 NO _x ；原料中硝酸盐热分解产生 NO _x ；燃料中氮的氧化
	硫氧化物	燃料中含硫成分氧化；含硫原料分解产生的硫氧化物；冲天炉中 H ₂ S 的氧化
	铅尘	燃料焦炭中含有的铅经燃料燃烧后产生铅尘
集棉室 固化室	粉尘、苯酚 甲醛	成型时粘结剂的使用；固化时粘结剂的挥发
冷却带 切割带	粉尘	切割产生

岩矿棉生产过程中产生的废水主要来自：设备冷却水（如：离心机冷却水）、设备清洗水；离心成纤时漏洒的含酚醛树脂的废水；集棉室和固化室后采用矿棉板过滤+水喷淋工艺处理废气的也会产生相应的废水。这些废水中主要含有游离酚、游离醛。此外，采用湿法除尘或湿法烟气脱硫处理冲天炉废气的企业还会产生相应的废水。

4.1.3 岩矿棉污染防治技术

4.1.3.1 清洁生产技术

我国岩矿棉的技术发展应走大型、高效、节能、高质量的道路。采用自动配料与上料技术来保证原料的稳定，采用年产 4~8 万吨熔化能力的大型冲天炉及其配套大型离心机与施胶机、大型摆锤成型与多维打褶技术，采用高速自动叠板与自动包装技术的岩矿棉生产线，生产产生的废热充分利用，渣球经过加工全部利用，做到生产废渣全部回用。

《岩矿棉行业准入条件》（工信部公告 2012 年 第 10 号）对岩矿棉生产规模、生产工艺装备提出明确要求，如下所示：

- 1) 新建岩矿棉项目总规模不得低于 4 万吨/年，单线规模不得低于 2 万吨/年。改扩建岩矿棉项目单线规模不得低于 2 万吨/年。鼓励建设单线 3 万吨/年及以上的项目。
- 2) 新建和改扩建岩矿棉项目应使用清洁燃料，严禁使用发生炉煤气。鼓励使用电炉。
- 3) 采用冲天炉的，应配套建设烟气脱硫、除尘和余热综合利用等系统。鼓励采用富氧燃烧技术。
- 4) 新建和改扩建岩矿棉项目应采用自动控制技术。进料工段实现自动称量、自动配料、自动加料。成纤集棉、固化成型工段实现在线控制。

4.1.3.2 大气污染物治理技术

(1) 熔化过程

1) 烟尘控制技术

烟（粉）尘是矿物棉工业对大气的主要污染物之一。目前，国外普遍使用袋式除尘器，在我国冲天炉产生的烟尘处理主要采用的是旋风除尘器和湿式洗涤器。

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。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，其除尘效率可以达到 95-99%。

旋风除尘器：旋风除尘器是使含尘气流作旋转运动，借助离心力作用将尘粒从气流中捕集下来的装置。旋风除尘器尤其适合于捕集粒径大于 10 μ m 的颗粒物，是一种中效除尘装置，对于粒径大于 10 μ m 的颗粒物，其捕集效率在 45%-90%。旋风除尘器具有结构简单、制造、安装和维护管理容易、投资少、占地面积小等优点。但一般只适用于净化非黏结性的和非纤维性粉尘，温度在 400 $^{\circ}$ C 以下的非腐蚀性气体。

湿式洗涤器：湿式洗涤器既能净化废气中的固体颗粒污染物，也能脱除气态污染物，湿式气体洗涤是使废气与液体互相密切接触，从而使污染物从废气中分离出来，对大于 10 μ m 的粉尘的净化效率可达 90% 以上，湿式气体洗涤器的优点主要有：结构简单、造价低和净

化效率高,适于净化非纤维性和非水硬性的各种粉尘,尤其适宜净化高温、易燃和易爆气体。

2) 二氧化硫控制技术

岩矿棉生产过程中,二氧化硫的产生量与燃料和原料有关,岩矿棉企业生产时使用含硫原料矿渣以及燃料焦炭,焦炭燃烧产生的二氧化硫通常占到二氧化硫排放总量的 30-70%。目前,二氧化硫的控制方法主要包括:使用低硫焦炭(低硫燃料来源有限,且价格较高)和烟气脱硫。

国外的烟气脱硫一般使用干法、半干法烟气脱硫,与此相对应的除尘则需要使用袋式除尘。我国目前使用的脱硫方法主要是湿法脱硫,如旋风水膜脱硫除尘、XYDS 双碱再生脱硫除尘技术。湿法脱硫技术工艺成熟,脱硫效率较高(一般可以达到 70%-80%),操作简单。但脱硫液需要进一步处理。XYDS 双碱再生脱硫除尘工艺流程图如图 2 所示。

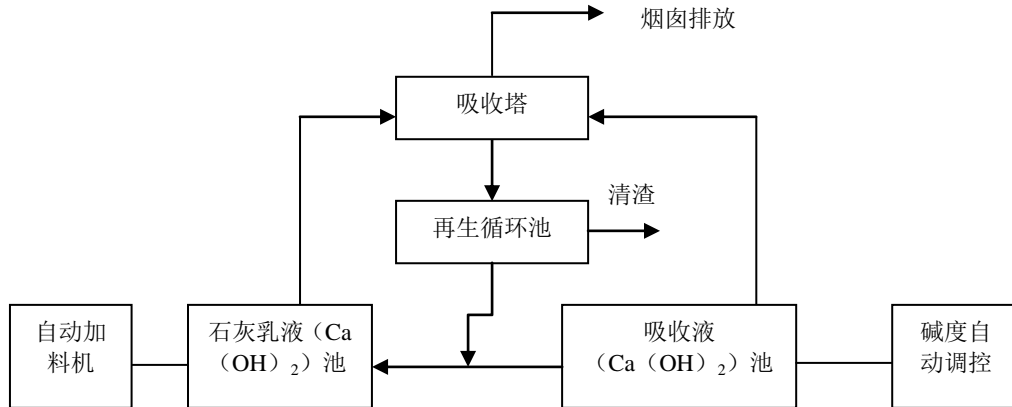


图 2 XYDS 脱硫除尘工艺流程图

3) NO_x 控制技术

由于岩矿棉冲天炉中是还原环境,所以 NO_x 产生浓度较低,如果在烟气处理过程中进行二次焚烧,那么 NO_x 的产生量会有所增加。目前典型工艺采用富氧燃烧技术,通过在助燃空气中混入纯氧,降低氮气含量,减少 NO_x 的排放量。未来行业技术趋势是纯氧燃烧技术,燃料燃烧时直接使用氧气助燃,一般含氧量大于 90%。虽然在行业中尚未得到应用,但如果未来广泛应用该技术将大大削减 NO_x 的产生。

(2) 非熔化过程

1) 粉尘处理

岩矿棉生产中原料、燃料处理以及冷却、切割过程中产生的粉尘主要采用袋式除尘器进行处理。

2) 集棉室、固化室废气

集棉室、固化室的废气中含有颗粒物、苯酚、甲醛。目前处理方法主要包括以下几种:
旋风洗涤器:适用于集棉室和固化室废气处理。由于压降较小,该技术对细颗粒和小液滴的去除率比较低。同时有可能对使用的其他处理技术有影响,在国外的岩矿棉厂使用的不多,在欧盟大约有 10% 的岩矿棉厂使用。

湿式洗涤:适用于集棉室和固化室废气处理。由于压降较小,对颗粒物的去除效果有限,但是对苯酚、甲醛可以达到很低的排放水平。相对来说,有其他技术可以在较低的成本下达到与该技术类似的效果或排放浓度。在欧盟,大约有 10% 的矿物棉厂使用湿式洗涤技术处理废气。

岩矿棉板过滤:主要适用于集棉室的废气处理。岩矿棉板过滤对颗粒物质及有机胶粒去除效果明显。在使用过程中,过滤板中的岩矿棉板需要被定期更换以保证颗粒的去除效果及减小废气流的阻力;使用过的岩矿棉板还可以重新熔制以达到重复利用的目的。在欧盟有 90% 的岩矿棉生产使用岩矿棉板过滤的方法处理成型区的废气,有不到 10% 的岩矿棉生产使用该技术处理固化区的废气,主要是因为固化区废气温度较高。由于岩矿棉过滤板投资成本及处理成本相对较低,因此国内很多岩矿棉生产企业使用岩矿棉过滤来处理集棉室和固化室废气中的颗粒物、苯酚和甲醛等有害气体。有些企业采用岩矿棉板过滤后再经过水幕处理,可以达到更好的效果。

废气焚烧:适用于固化室的废气处理。较好的废气焚烧炉可将废气中的总有机物降至

10mg/m³。在欧盟有 60-70%的岩矿棉生产使用该技术处理固化炉产生的废气。

4.1.3.2 水污染物控制技术

岩矿棉生产过程中产生的废水主要来自：设备冷却水（如离心机冷却水）、设备清洗水；离心成纤时漏洒的含酚醛树脂的废水；集棉室和固化室后采用矿棉板过滤+水喷淋工艺处理废气的也会产生相应的废水。其中，设备冷却水不含有污染物，可循环使用。其他废水中的污染物主要是游离酚、游离醛。规模较大的企业通常将这些废水收集，经过滤网简单过滤后用于调配酚醛树脂使用，实现循环利用，基本无废水外排。废水循环利用情况见图 3 所示。

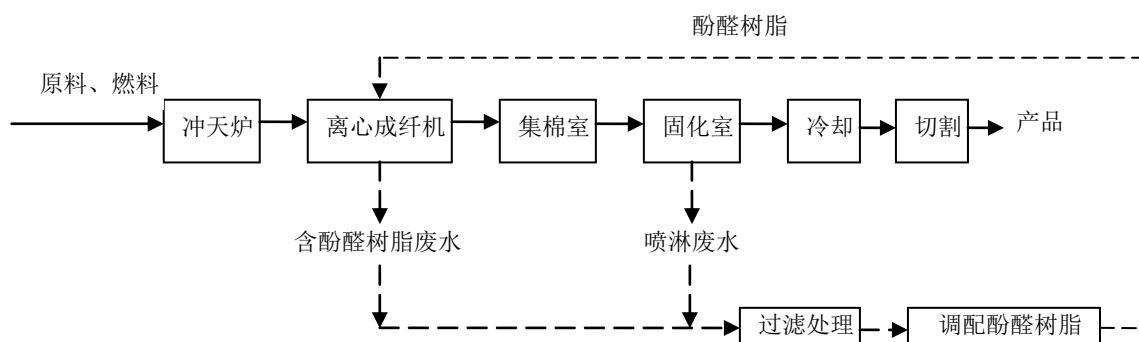


图 3 废水循环利用图

岩矿棉生产过程中的废水为含酚较低的废水，若不进行循环利用，则需采用废水处理方法进行。常用的处理方法是生物氧化法、化学氧化法、活性炭吸附法等，或者是生物氧化、化学氧化、活性炭吸附等数种方法结合起来的组合处理方法。

4.2 玻璃棉行业产排污情况及污染控制技术

4.2.1 玻璃棉生产工艺及产污分析

玻璃棉是采用石英砂、石灰石、白云石等天然矿石为主要原料，配合一些纯碱、硼砂等化工原料熔成玻璃，在熔化状态下，借助外力吹制甩成细纤维状材料。其生产方法基本可分为两种：一种是将熔融玻璃制成玻璃球、棒或块状物，使其再二次熔化，然后拉丝并经火焰喷吹成棉，也就是火焰法玻璃棉；另一种是对粉状玻璃原料进行熔化，借助离心力和火焰喷吹的双重作用，使熔融玻璃液直接制成玻璃棉，也就是离心喷吹法玻璃棉。目前用做绝热隔音方面的玻璃棉制造工艺均采用离心喷吹法生产工艺，用于其他方面的特种玻璃微纤维则采用火焰喷吹法生产工艺。离心棉生产工艺见图 4。

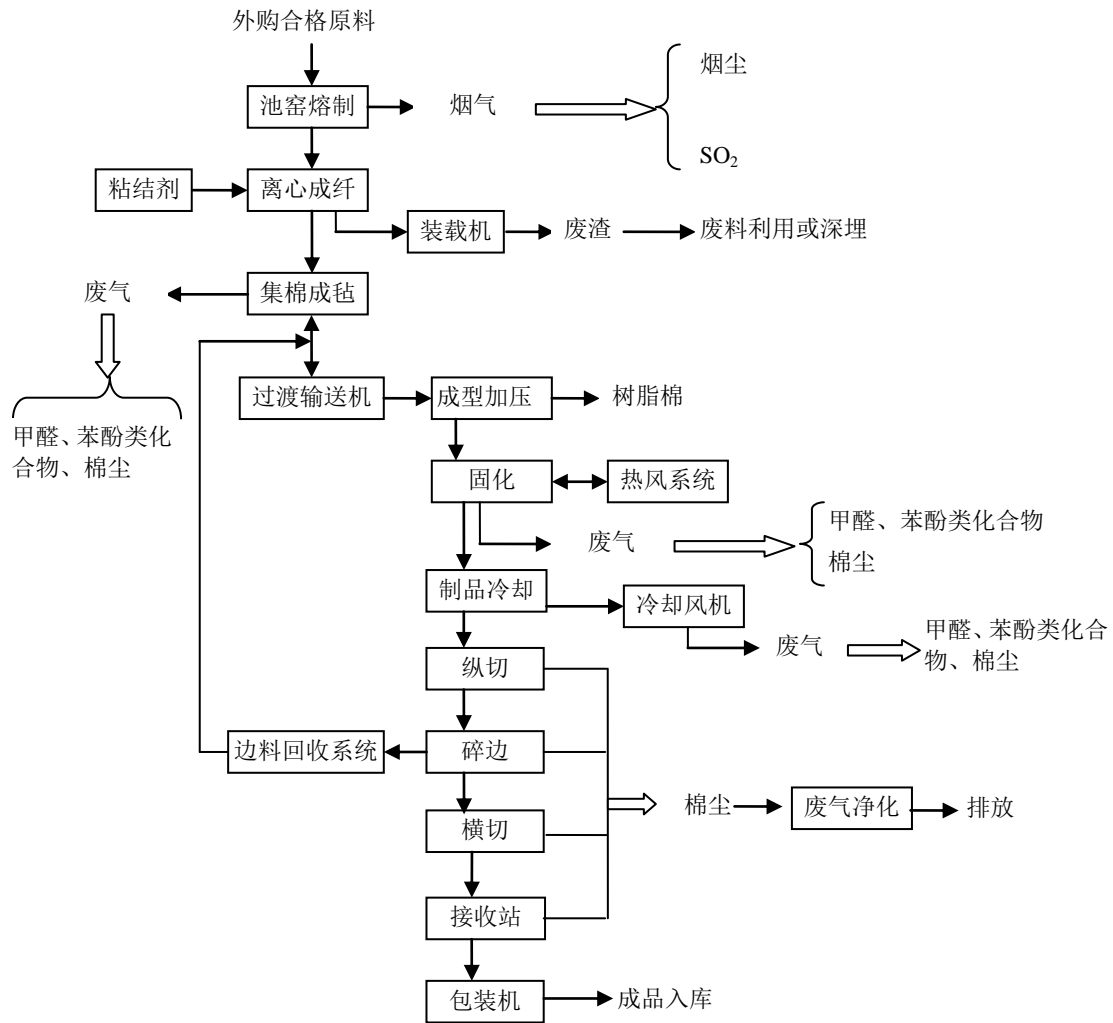


图 4 离心棉生产工艺及产污环节

玻璃棉生产过程中产生的污染物主要有粉尘、烟尘、二氧化硫、氮氧化物以及甲醛、苯酚类化合物。具体的产物环节见表 5。

表 5 玻璃棉生产产污分析 (单位: mg/m^3)

序号	产生环节	污染物种类	排放特征	污染物排放浓度*
1	原料处理	粉尘	间歇	
2	池窑熔制	烟尘	连续	10-1000
		NO_x	连续	100-1500
		SO_2	连续	20-1000
3	集棉机	游离酚	连续	2.0-50
		游离醛	连续	2.0-30
		短纤维	连续	10-200
4	固化炉	游离酚	连续	2.0-40
		游离醛	连续	2.0-60
		短纤维	连续	5.0-55
5	切割	粉尘	纵向切割机: 连续 横向切割机: 间歇 飞锯: 间歇	1.0-50

注: *数据来源于《欧盟 IPPC 矿棉工业 BAT 技术参考文件》, 其余数据为国内某典型企业实测数据。

4.2.2 玻璃棉污染控制技术

(1) 废气及粉尘

粉尘主要来源于原料车间及制品的后加工机组。

原料粉尘:

原料车间与一般玻璃厂原料车间相近,有少量粉尘,主要产生在玻璃原料搬运倒料过程。通过保证车间内通风,可以使整个原料车间的粉尘排放浓度小于 $1\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

切割粉尘:

在后处理机组中,纵切机和横切机在运行时会产生玻璃棉粉尘,采用袋式除尘器进行收尘,过滤效率为 95%-99%。

废气主要来源于玻璃窑炉产生的烟气,玻璃窑炉废气经过金属换热器以后,又经余热锅炉换热,玻璃棉生产一般采用天然气作为燃料,所以污染物较少,其产生的二氧化硫、氮氧化物、烟尘处理技术参见岩矿棉污染控制技术相关内容。

集棉室、固化炉废气污染控制技术参见岩矿棉污染控制技术相关内容。

(2) 废水

玻璃棉生产线产生的废水来自于集棉室排出废气的喷淋水,还有集棉室清洗水及少量从树脂车间排出的清洗水。废水中主要含有游离酚、游离醛,所有这些清洗水均进入水处理系统中,除去水中的棉纤维,然后被送回到工艺系统中循环使用,其中部分作为配制粘结剂用水。处理工艺参见岩矿棉污染控制技术相关内容。

(3) 废渣

水处理车间筛网滤出的废渣及洗涤废气产生的废渣,主要是棉纤维,干燥后用作保温填充材料或直接模压成异形制品。边机切下的废边,其它未经破碎后送回集棉室分散到棉毡中的部分。

5 行业排放有毒有害污染物环境影响分析

5.1 挥发酚、甲醛

矿物棉生产排放的行业特征污染物主要有废水和废气中的苯酚、挥发酚、甲醛。废水中的苯酚、挥发酚、甲醛在《污水综合排放标准》中属第二类被限制的污染物质。

酚类化合物是一种原型质毒物,所有生物活性体均能产生毒性,可通过与皮肤、粘膜的接触不经肝脏解毒直接进入血液循环,致使细胞破坏并失去活力,也可通过口腔侵入人体,造成细胞损伤。高浓度的酚液能使蛋白质凝固,并能继续向体内渗透,引起深部组织损伤,坏死乃至全身中毒,即使是低浓度的酚液也可使蛋白质变性。人如果长期饮用被酚污染的水能引起慢性中毒,出现贫血、头昏、记忆力衰退以及各种神经系统的疾病,严重的会引起死亡。酚口服致死量为 $530\text{mg}/\text{kg}$ (体重)左右,而且甲基酚和硝基酚对人体的毒性更大。据有关报道,酚和其它有害物质相互作用产生协同效应,变得更加有害,促进致癌化。

含酚废水不仅对人类健康带来严重威胁,也对动植物产生危害。水中酚含量达到 10^{-6} 至 2×10^{-6} 时,鱼类就会出现中毒症状,超过 4×10^{-6} 至 1.5×10^{-5} 时会引起鱼类大量死亡,甚至绝迹。如果使用含酚废水灌溉农田,则会使农作物减产或枯死。含酚废水的毒性还可抑制水体中其它生物的自然生长速度,破坏生态平衡。

甲醛可造成嗅觉异常、刺激、过敏、肺功能异常、肝功能异常和免疫功能异常等。长期接触低剂量甲醛可引起慢性呼吸道疾病,引起癌症、细胞核的基因突变等,甲醛具有强烈的致癌和促癌作用。

因此,含有酚醛树脂的废水进入水体,会对人体、水生生物、生态平衡造成非常严重的危害。

5.2 铅及其化合物

由于岩矿物棉生产使用的燃料包括焦炭,而焦炭中含有一定量的铅,因此冲天炉产生的烟气中也含有铅尘。铅是有毒有害污染物。铅一般经呼吸道、消化道及皮肤进入人体,可损害所有的器官,其中大脑及肾脏受累最重。铅进入人体后可以蓄积在各个器官中。铅与人体内的血液生成血铅,对于人的智力有着极大的损害,人体中的血铅每增加 10 微克,其智商数便会下降 2 至 3。铅对儿童,特别是小于 6 岁的发育影响严重,它是造成儿童先天痴呆、智力低下的重要原因。根据美国 EPA 的研究,铅及其化合物浓度非常低的情况下,就能影响人的血酶和儿童的神经系统发育,他们认为不宜确定铅的毒性阈值。基于上述关于铅毒理学的认识,必须严格控制铅污染源的排放。

玻璃棉生产使用的主要燃料为煤制气及天然气,不含铅成分。

6 标准主要技术内容

6.1 标准适用范围

本标准主要规定矿物棉工业企业或生产设施的大气污染物和水污染物的排放限值，适用于矿渣棉、岩矿棉、玻璃棉生产企业的污染物排放控制管理。也适用于对矿渣棉、岩矿棉、玻璃棉工业企业建设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。

为贯彻《中华人民共和国水污染防治法》，规范水污染物直接或间接向其法定边界外的排放行为，根据《国家排放标准中水污染物监控方案》（环科函[2009]52号），本标准规定的水污染物排放控制要求适用于企业直接或间接向其法定边界外排放水污染物的行为。

企业直接向环境水体排放污染物的行为执行直接排放限值，向公共污水处理系统排放污染物的行为执行间接排放限值。

6.2 标准制订原则

本标准制订原则如下：

（1）根据矿物棉行业环境影响分析、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）区分生产环节及炉窑类型，冲天炉（矿渣棉、岩矿棉）、玻璃炉窑（玻璃棉）、集棉室、固化室、切割带、冷却带的大气污染物排放提出不同要求。

（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，岩矿棉企业需达到准入条件相关要求；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、标准的实施与监测七个部分。

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

标准定义了矿物棉工业、岩矿棉、玻璃棉、冲天炉、玻璃熔窑、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。

6.5 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。

6.5.1 大气污染物指标项

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》、《水污染物大气排放标准》中的基本控制项目和排放限值，对我国矿物棉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：

（1）岩矿棉

冲天炉：颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、铅及其化合物、烟气黑度；

集棉室、固化室：粉尘、苯酚、甲醛；

冷却带、切割带：粉尘；

（2）玻璃棉

池窑熔化：颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、烟气黑度；

集棉室、固化室：粉尘、苯酚、甲醛；

冷却、切割：粉尘。

6.5.2 水污染物指标项

通过对行业废水排放现状的调研了解到，矿物棉及玻璃棉企业产生的特征污染物基本一致。目前我国矿物棉大多数小企业并未对废水进行治理，也不能达到废水的完全回收利用，因此根据矿物棉行业废水污染物排放特点提出了现有及新建企业应当控制的水污染物项目包括：基准排水量、pH值、悬浮物、石油类、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷、挥发酚、甲醛。

7 污染物排放限值的确定及制定依据

7.1 水污染物排放标准制定依据

7.1.1 新建企业水污染物排放标准确定依据

(1) 污染物排放限值的确定

根据调研，我国部分矿物棉生产企业水污染物排放水平见表6。

表6 部分企业水污染物排放情况

单位：mg/L (pH值除外)

编号	pH	悬浮物	石油类	COD _{Cr}	氨氮	挥发酚	甲醇
1	8	60	2.8	92	13.5	0.61	0.81
2	6.9	38	—	108	—	—	—
3	6~9	25~48	2.1~3	54~72	11~21	0.12~0.41	0.73~0.89
4	7.95	15	—	34	—	—	—
5	7.31	23	—	48	—	—	1.14
6	6~9	31~51	—	60~83	7.2	—	—
7	7.12	27	1.75	45	6.7	0.38	0.53
8	7.68	—	—	64	—	—	—
9	7.51	12	1.22	87	5.6	0.26	0.37

基于矿物棉行业水污染物排放现状、企业达标情况和污染防治技术，参考国家、地方和行业现行水污染物排放标准，制定新建企业水污染物排放标准。

本标准规定：pH 6~9，悬浮物 50mg/L，石油类 3mg/L，化学需氧量(COD_{Cr}) 100 mg/L，五日生化需氧量(BOD₅) 20mg/L，氨氮 15mg/L，总氮 25 mg/L，总磷 1 mg/L，挥发酚 0.5 mg/L，甲醛 1 mg/L。所有排放限值均为企业排放口浓度。

(2) 单位产品基准排水量

岩矿棉、玻璃棉生产企业废水的均主要来源于设备冷却水、设备清洗水、离心成纤时漏洒的含酚醛树脂的废水、集棉室和固化室后采用矿棉板过滤+水喷淋工艺处理废气的也会产生相应的废水，其中设备冷却水经过自然冷却后可经定期补水后重复利用，规模较大的矿物棉企业的设备冷却水以外的生产废水可收集后，经过滤网简单过滤后用于调配酚醛树脂使用，实现循环利用，基本无废水外排，只有部分生活污水外排。近年来，已有部分龙头企业生产废水可做到全部回用，只有生活废水持续外排，循环用水少量定期排放。根据典型企业调研数据，矿物棉企业单位产品废水排放量在 0.3 吨~1.8 吨之间。根据矿物棉行业产排污系数，本标准规定矿物棉生产企业单位产品基准排放量为 1m³/t 产品。

7.1.2 水污染物特别排放限值确定依据

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。

为达到特别排放限值，矿物棉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矿物棉企业，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，尤其应推广含酚醛树脂废水的循环利用，争取达到生产废水零排放。

基准排水量根据矿物棉行业最先进的技术、设备水平而定。

本标准规定矿物棉行业单位产品基准排水量为0.4 m³/t。

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

如表7所示。

表7 本标准特别排放限值与 GB 18918-2002 对比情况 (单位: mg/L, pH 值除外)

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

对现有和新建矿物棉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

矿物棉企业中的废水来源主要设备冷却水、设备清洗水、离心成纤时漏洒的含酚醛树脂的废水、集棉室和固化室后采用矿棉板过滤+水喷淋工艺处理废气的也会产生相应的废水。废水常规污染物包括pH、悬浮物、化学需氧量、五日生化需氧量、石油类、氨氮、总氮、总磷,特征污染物为挥发酚和甲醛。

矿棉企业废水以常规污染物为主,废水如去除挥发酚和甲醛后排入城镇污水处理厂或园区污水处理厂,影响不大。

因此,根据矿物棉工业废水水质,考虑城镇污水处理厂基本设计要求,本标准规定了排入城镇污水处理厂的水污染物间接排放限值。企业向其他公共污水处理系统排放废水时,挥发酚和甲醛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 非熔化过程大气污染物排放限值制订依据

(1) 粉尘限值制订依据

矿物棉生产中原料、燃料处理以及冷却、切割过程中产生粉尘。目前我国矿物棉生产企业主要采用袋式除尘器进行处理,袋式除尘器的除尘效率可以达到 95% 以上,粉尘的排放浓度可以稳定在 50mg/Nm³ 以下。欧盟 IPPC 矿棉工业 BAT 技术参考文件中指出,最佳控制技术为布袋除尘器,使用布袋除尘器排放浓度可以达到 5-30mg/Nm³。由于非熔化过程中粉尘排放量较熔化过程排放量小的多,大多数企业并未对非熔化过程粉尘控制,表 9 中列出我国部分岩矿棉生产企业非熔化过程中粉尘(颗粒物)排放水平。

表9 我国部分企业集棉室、固化室粉尘(颗粒物)排放水平

企业编号	集棉室 (mg/Nm ³)	固化室 (mg/Nm ³)	污染控制工艺
1	37	29	袋式除尘
2	—	20	旋风除尘+水幕
3	—	25	湿式洗涤器
4	—	30	岩矿棉板过滤

由于岩矿棉、玻璃棉非熔化过程工艺相同,粉尘排放水平相当。据此,按现有行业除尘技术水平,对比国内外相关排放标准,本标准规定:岩矿棉、玻璃棉企业的集棉室、固化室、切割带及冷却带粉尘排放浓度定为 30mg/Nm³。

(2) 苯酚、甲醛限值制定依据

矿物棉生产过程中粘结剂会在集棉室、固化室产生部分无组织排放。目前,我国矿物棉企业多采用岩矿棉板过滤集棉室产生的苯酚和甲醛。表 10 是国内某企业现有生产线的集棉室、固化室产生的粉尘、苯酚、甲醛的排放水平,通过采用岩矿棉板过滤集棉室产生的粉尘、苯酚、甲醛的排放浓度分别可以达到 30、15、20mg/Nm³;通过采用岩矿棉板过滤固化室产生的粉尘、苯酚、甲醛的排放浓度分别可以达到 30、5、20mg/Nm³。

表 10 国内现有生产线集棉室、固化室污染物排放水平

项目	处理工艺	污染物排放浓度 (mg/Nm ³)			
		粉尘	苯酚	甲醛	
集棉室	我国现有某企业生产线	岩矿棉板过滤	30	15	20
	欧盟 IPPC 矿棉工业 BAT 技术参考文件	岩矿棉板过滤	20-50	5-15	5-10
固化室	我国现有某企业生产线	岩矿棉板过滤	30	5	20
	欧盟 IPPC 矿棉工业 BAT 技术参考文件	岩矿棉板过滤	5-30	<5	<5

综上所述,对比国内外相关排放标准,综合考虑矿物棉行业整体的治理水平,本标准制定矿物棉、玻璃棉的集棉室、固化室的粉尘、苯酚、甲醛的非熔化过程中大气污染物排放浓度限值见表 11。

表 11 集棉室、固化室的粉尘、苯酚、甲醛排放限值

项目	污染物种类	排放浓度 mg/Nm ³
集棉室、固化室	粉尘	30
	苯酚	15
	甲醛	20

7.2.2 熔化过程大气污染物排放限值制定依据

(1) 颗粒物限值制定依据

目前我国绝大多数岩矿棉行业生产线,熔融过程多采用旋风除尘或水幕除尘,除尘效率不是非常高,多数情况下,颗粒物的排放水平稳定在 180mg/Nm³ 左右。玻璃棉企业除尘装置主要是袋式除尘,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。表 12 为我国部分岩矿棉企业熔化过程中颗粒物排放水平。

表 12 部分矿棉生产企业熔化过程颗粒物排放水平

生产线编号	污染控制工艺	排放水平 (mg/Nm ³)
1	旋风水幕脱硫+袋式除尘器	39.8
2	XYDS 双碱脱硫除尘装置+袋式除尘器	49
3	旋风除尘器+喷淋降温塔+涡流旋流脱硫塔	21
4	旋风除尘+水幕	199
5	碱法脱硫除尘	163
6	直排	678
7	直排	3293
8	直排	3215

本限值的制定还参考欧盟 IPPC 矿棉工业最佳可行性技术参考文件,该文件规定了岩矿棉及玻璃棉实施 BAT 后不同生产区域排放的颗粒物浓度,如表 13 所示。

表 13 欧盟采用 BAT 最佳可行技术后颗粒物排放水平

不同阶段	岩矿棉 (mg/Nm ³)	玻璃棉 (mg/Nm ³)
熔化阶段	5~30	5~30
成型、固化阶段	20~50	20~50
固化炉	5~30	20~50

整体来说,岩矿棉厂在熔化过程中产生的颗粒物量不大,且影响范围不大,仅在厂区周围。鉴于此,本标准规定:颗粒物排放限值为 50mg/Nm³。

(2) SO₂ 限值确定依据

目前,我国岩矿棉、玻璃棉规模以上生产企业绝大多数生产线多采用湿法去除 SO₂,但仍有部分企业未对 SO₂ 进行处理。因此,参考有治理设施的矿物棉企业,并以湿法脱硫技术为基础确定排放限值。大型的岩矿棉厂采用湿法烟气脱硫后,二氧化硫可以稳定控制在 400mg/Nm³ 以下。表 14 为部分岩矿棉生产企业熔化过程中 SO₂ 排放情况。

表 14 部分矿棉生产企业熔化过程 SO₂ 排放水平

生产线编号	炉窑类型/燃料类型	污染控制工艺	排放水平 (mg/Nm ³)
1	冲天炉/焦炭	旋风水幕脱硫除尘器	182
2	冲天炉/焦炭	XYDS 双碱脱硫除尘装置	382
3	冲天炉/焦炭	旋风水幕脱硫除尘器	790
4	冲天炉/焦炭	碱法脱硫除尘	251
5	玻璃棉熔炉/煤制气	湿法脱硫	105
6	玻璃棉熔炉/天然气	湿法脱硫	62
7	冲天炉/焦炭	旋风除尘器+喷淋降温塔+涡流旋流脱硫塔	202

生产线编号	炉窑类型/燃料类型	污染控制工艺	排放水平 (mg/Nm ³)
8	冲天炉/焦炭	直排	1970
9	冲天炉/焦炭	直排	1821
10	玻璃棉熔炉/煤制气	直排	923

国内类似行业排放标准如表 15 所示。

表 15 国内类似行业 SO₂ 排放标准 (单位: mg/Nm³)

污染物种类		SO ₂ 排放限值
工业炉窑, GB 9078-1996, 新建企业, 二级		850
河北地标, 工业炉窑, DB13/1640-2012, 新建企业		400
上海地标, 工业炉窑, DB31/860-2014		100
山东地标, 工业炉窑, DB37/2375-2013, 新建企业	煤、重油、煤制气	300
	轻油、天然气	200

国内部分地区岩矿棉企业和玻璃棉大企业在地方政府的要求下已经广泛采用了湿式脱硫等技术, 二氧化硫排放水平较之前已有较大改观, 根据国内矿物棉厂的实际污染控制水平, 本标准规定: 二氧化硫排放限值为 400mg/Nm³。

(3) NO_x 限值确定依据

由于岩矿棉冲天炉中为还原环境, 所以产生的 NO_x 浓度较低, 玻璃棉熔炉产生的 NO_x 浓度较高。表 16 中为部分矿物棉企业融化过程中 NO_x 排放水平。

表 16 部分矿物棉生产企业融化过程 NO_x 排放水平

生产线编号	炉窑类型	污染控制工艺	排放水平 (mg/Nm ³)
1	冲天炉	YCT 型一体化除尘脱硫 2 台串联	208
2	冲天炉	湿法脱硫	174
3	冲天炉	—	256
4	冲天炉	脱硫除尘器	158
5	玻璃棉熔炉	湿法脱硫	872
6	玻璃棉熔炉	—	1153
7	玻璃棉熔炉	XYDS 脱硫除尘器	909

参照欧盟 BAT 控制技术文件, 生产玻璃棉用的玻璃熔炉 NO_x 控制技术可分为一次措施和二次措施, 控制技术及排放浓度参见表 17。

表 17 玻璃棉熔炉 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	SCR	SNCR
去除效率	40%~60%	70%~90%	70%~95%	40%~75%
排放浓度 (mg/Nm ³)	480~1800	0.5~2kg/t 玻璃液	<500	500~700

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, 烟气量仅为原来的 15%~30%。目前, 纯氧助燃技术尚未在矿物棉行业得到应用, 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 SCR、SNCR 技术, 脱硝效率很高。目前, 我国矿物棉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, 可为大多数矿物棉企业所建议采用的处理技术。

国内类似行业排放标准如表 18 所示。

表 18 国内类似行业 NO_x 排放标准 (单位: mg/Nm³)

污染物种类		NO _x 排放限值
河北地标, 工业炉窑, DB13/1640-2012, 新建企业		400
上海地标, 工业炉窑, DB31/860-2014		200
山东地标, 工业炉窑, DB37/2375-2013, 新建企业	煤、重油、煤制气	300
	轻油、天然气	200

参考我国矿物棉企业 NO_x 排放水平及国内外相关排放标准, 制定 NO_x 排放限值。

本标准规定: 冲天炉 NO_x 排放限值为 200 mg/Nm³, 玻璃熔窑 NO_x 排放限值为 500 mg/Nm³

(4) 铅及其化合物

国内类似行业排放标准如表 19 所示。

表 19 国内类似行业铅排放标准 (单位: mg/Nm³)

污染物种类	铅
工业炉窑, GB 9078-1996, 新建企业, 二级	0.1
河北地标, 工业炉窑, DB13/1640-2012, 新建企业	0.1
上海地标, 工业炉窑, DB31/860-2014	0.1
山东地标, 工业炉窑, DB37/2375-2013, 新建企业	0.1

根据实测结果显示, 矿物棉企业冲天炉铅污染物排放浓度范围在 0.03~0.18 mg/m³ 之间。参考我国矿物棉企业铅排放水平及国内外相关排放标准, 制定铅排放限值。

本标准规定: 铅及其化合物排放限值为 0.1mg/Nm³。由于玻璃棉采用的燃料不含有铅, 因此玻璃棉熔化过程对铅污染物不作要求。

(5) 基准氧含量

国内类似行业排放标准如表 20 所示。

表 20 基准氧含量 (单位: %)

窑炉种类	冲天炉		其他工业炉窑	玻璃窑炉
	冷风炉 (鼓风温度 ≤ 400℃)	热风炉 (鼓风温度 > 400℃)		
上海地标, 工业炉窑, DB31/860-2014	15	12	9	—
山东地标, 工业炉窑, DB37/2375-2013	15	12	9	—
平板玻璃, GB 26453-2011	—	—	—	8
电子玻璃, GB 29495-2013	—	—	—	8

根据实际生产情况, 冷风炉和热风炉在岩棉中均有应用, 玻璃棉主要使用玻璃窑炉, 参考我国矿物棉企业干烟气中氧含量实际情况及国内外相关排放标准, 确定基准氧含量。

本标准规定: 冲天炉中冷风炉 (鼓风温度 ≤ 400℃) 基准氧含量为 15%, 冲天炉中热风炉 (鼓风温度 > 400℃) 基准氧含量为 12%, 玻璃熔炉基准氧含量为 8%。

7.2.3 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 21 无组织排放监控浓度限值 (mg/m³)

标准	DB13/1640-2012	DB31/860-2014	DB13/1640-2012	GB 3095-2012	本标准
颗粒物	1.0	1.0	1.0	0.3 (24 小时平均)	1.0

8 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

8.1 国外标准研究

8.1.1 欧盟部分成员国的排放标准

(1) 荷兰

荷兰的矿物棉工业污染物排放标准 1992 年 5 月发布, 标准规定:

熔炉产生的 SO₂, 必须根据 SO₂ 浓度进行消减后排放。浓度低于 1500mg/Nm³ 的, 适用石灰粉喷射法; 浓度大于 1000mg/Nm³ 的, 可以考虑转化为 H₂SO₄; 处理后废气中 SO₂ 的浓度不超过 400mg/Nm³。

颗粒物: 颗粒物的排放必须用布袋除尘或者其他能够达到类似除尘效果的除尘方法。

(2) 芬兰

表 22 芬兰矿物棉污染物排放相关标准

污染物	排放限值
玻璃熔窑	
颗粒物	50 mg/Nm ³
NO _x	2.5-4kg/t
矿物棉的下游加工	
苯酚	0.7kg/t
甲醛	0.15kg/t
氨	1.5kg/t

8.1.2 欧盟 IPPC 矿棉工业 BAT 技术参考文件

IPPC 文件中列举了矿物棉、玻璃棉生产过程不同工序和设备可采用的 BAT 技术，并对各项技术进行实施分析。其中，熔化工序、成型固化工序及固化炉采用 BAT 技术后的排放浓度如表 23 和表 24 所示。

表 23 欧盟 IPPC 岩矿棉工业 BAT 技术参考文件

生产工序	污染物	最佳技术	排放浓度 (mg/Nm ³)
熔化	颗粒物	冲天炉BAT为布袋除尘	5-30
	NO _x	岩矿棉：冲天炉，无特殊控制	0.5kg/t
	SO ₂	岩矿棉：废物回用	600
		干法烟气脱硫	200
成型区、成型+固化	颗粒物	湿式静电除尘器、填充床洗涤器或岩矿棉板过滤	20-50
	苯酚		5-15
	甲醛		5-10
固化炉	颗粒物	湿式静电除尘器、填充床洗涤器或岩矿棉板过滤	5-30
	苯酚		<5
	甲醛		<5

表 24 欧盟 IPPC 玻璃棉工业 BAT 技术参考文件

生产工序	污染物	最佳技术	排放浓度 (mg/Nm ³)
熔化	颗粒物	静电除尘或布袋除尘	5-30
	NO _x	纯氧助燃或电助熔	500-700
	SO ₂	使用天然气或者电加热	≤50
		重油+酸性气体洗涤	300-1000
成型区、成型+固化	颗粒物	湿式静电除尘器、填充床洗涤器或岩矿棉板过滤	20-50
	苯酚		5-15
	甲醛		5-10
固化炉	颗粒物	湿式静电除尘器、填充床洗涤器或岩矿棉板过滤	20-50
	苯酚		5-10
	甲醛		5-10

8.2 本标准与现行标准的对比

8.2.1 大气污染物排放限值对比

目前，我国矿物棉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》(GB 16297-1996)中的相关规定，表 25 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 25 本标准大气污染物排放限值与现行标准限值对比表

项目	污染物种类	本标准 (mg/Nm ³)		现行标准 (新建) (mg/Nm ³)			河北省工业窑炉大气污染物排放标准 (DB13/ 1640-2012)		山东省工业窑炉大气污染物排放标准 (DB 37/ 2375-2013)	
		冲天炉	玻璃窑炉	一级	二级	三级	新建冲天炉	新建非金属融化、冶炼炉	煤、重油、煤制气	轻油、天然气等
窑炉	颗粒物	50		禁排	200	300	80	50	50	30
	SO ₂	400		禁排	850	1200	400		400	300
	NO _x	200	500	—			400		450	300
	铅及其化合物	0.1	—	禁排	0.10	0.10	0.5	0.1	0.1	0.1
	烟气黑度 (林格曼级)	1		1	1	1	1		1	1
集棉室	颗粒物	30		60			—		—	—
	苯酚	15		100			—		—	—
	甲醛	20		25			—		—	—
固化室	粉尘	30		60			—		—	—
	苯酚	15		100			—		—	—
	甲醛	20		25			—		—	—
冷却带、切割带	颗粒物	30		60			—			

由上表可知，本标准规定的新建矿物棉企业污染物排放浓度均达到或严于《工业炉窑大气污染物排放标准》二级标准限值。

8.2.2 水污染物排放限值对比

目前,我国矿物棉生产企业执行的是《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的有关规定,表 26 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 26 本标准水污染物排放限值与现行标准对比表

污染物	本标准	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)		
		一级标准	二级标准	三级标准
pH值	6-9	6~9	6~9	6~9
悬浮物	50	70	150	400
石油类	3	5	10	20
COD _{Cr}	100	100	150	500
BOD ₅	20	20	30	300
氨氮	15	15	25	—
总氮	25	—	—	—
总磷	1	—	—	—
挥发酚	0.5	0.5	0.5	2.0
甲醛	1.0	1.0	2.0	5.0

从上表看出,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,改善矿棉企业周围地区的生活环境,对推动我国矿棉行业的技术进步和可持续发展具有重要意义。主要的环境效益体现在以下几个方面:

9.1.1 烟尘、二氧化硫削减效益

现有企业采取脱硫除尘措施可对烟尘、二氧化硫明显消减。本标准比《工业炉窑大气污染物排放标准》执行更严的标准限值(烟尘浓度从执行 200mg/Nm³排放标准降为 50mg/Nm³,新建企业二氧化硫从执行 850 mg/Nm³排放标准降为 400 mg/Nm³)。计算结果表明,本标准实施后,矿物棉企业每年烟尘排放量可降至 0.0792 万吨,削减 4.674 万吨,削减率 98.3%;二氧化硫排放量可降至 0.42 万吨,削减 3.17 万吨,削减率 88.1%。

9.1.2 氮氧化物削减效益

本标准规定了氮氧化物的限值,有助于区域大气质量的改善。本标准实施后,氮氧化物排放量每年可降至 0.566 万吨,削减 0.23 万吨,削减率 28.8%。

9.2 实施本标准的经济技术分析

(1) 现有矿物棉企业达到本标准第一时段限值需要的环境保护设施总投资、年运行费用。以某矿物棉企业在废气治理投资情况为例说明达到本标准第一时段,即标准文本表 1,需要的环境保护设施总投资、以及以每天生产岩棉 70 吨计的脱硫除尘日常的运行费用,详见表 27 和表 28。

表 27 大气环保设备投资表

设备名称	数量	投资费用(万元)
旋风除尘器	1	5
烟气焚烧炉	1	10
废气换热器	1	90
废气冷却器	1	70
脱硫除尘器	1	60
碱液池	1	50
风机	3	12
各种水泵	5	14
总计		301

表 28 脱硫除尘日常运行费用

	单位成本	数量	运行费用
磨细石灰粉	1000元/吨	2吨	2000

	单位成本	数量	运行费用
氢氧化钠	3400元/吨	0.5吨	1700
电费	0.75元/度	240kWh	180
水费	0.35元/吨	10吨	350
人工	100元/人.天	3人	300
总计		4530元/天	

(2) 在标准实施时，全国现有矿物棉生产企业可以达到本标准现有企业限值的厂家仅为大的几家岩矿棉企业，达标企业厂家占矿物棉行业比率偏低。新建企业达到本标准，环保投资占建设项目总投资的比例、年运行费用应按项目的规模确定。现有企业在第一时段基础上达到标准值要求费用应有所增加。