

《企业污染治理技术规范 玻璃钢行业》  
编制说明  
(征求意见稿)

编制组

二〇二二年十一月

## 目录

1 工作简况 .....	1
1.1 任务来源 .....	1
1.2 工作过程 .....	1
2 地方标准制定目的和意义 .....	2
2.1 促进生态环境质量持续改善和 VOCs 减排目标实现 .....	2
2.2 提高 VOCs 治理针对性和有效性的需要 .....	3
2.3 促进行业规范绿色发展的需要 .....	3
3 行业发展概况 .....	4
3.1 行业概况 .....	4
3.2 企业分布和主要产品 .....	5
3.3 生产工艺 .....	7
4 行业产排污情况及污染控制技术分析 .....	17
4.1 原辅料情况 .....	17
4.2 产污环节 .....	18
4.2.1 废气 .....	19
4.2.2 其他污染物 .....	19
4.3 污染物控制现状 .....	20
4.3.1 大气污染物控制现状 .....	20
4.3.2 其他污染物控制现状 .....	21
4.4 存在问题 .....	22
5 地方标准编制原则、主要技术内容和确定依据 .....	24
5.1 编制原则 .....	24

5.2 主要技术内容 .....	26
5.2.1 标准范围 .....	26
5.2.2 术语和定义 .....	27
5.2.3 污染控制要求 .....	27
5.2.4 环境管理措施 .....	35
5.3 确定依据 .....	37
6 与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系 .....	38
7 对地方标准自发布日期至实施日期之间的过渡期的建议 及理由 .....	39
8 其他需要说明的内容 .....	39

# 1 工作简况

## 1.1 任务来源

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》等法律法规，全面加强挥发性有机物（VOCs）污染防治工作，强化地方特色企业环境管理的科学性、针对性和有效性，促进企业健康绿色发展。2021年，山东省生态环境厅提出《企业污染治理技术规范 玻璃钢行业》的立项计划，由山东省生态环境规划研究院承担编制任务。

## 1.2 工作过程

2021年10月-11月，接到省厅下达的任务后，山东省生态环境规划研究院成立了标准编制组。开展了大量文献资料汇总分析，对我省玻璃钢企业现状、挥发性有机物排放和治理现状、国内外相关标准等内容进行深入研究，明确了标准编制总体思路、技术路线等，并拟定了监测调研方案，确定了下步工作打算。

2021年12月，编制组赴潍坊市安丘市和昌乐县开展典型企业调研与座谈交流工作。对4家典型企业进行了现场踏勘，察看了企业生产车间运行环境、污染治理设施运行、VOCs在线监测设备运行等情况。与地方生态环境局、安丘市玻璃钢工业协会、代表企业等开展座谈，并收集了标准制

定建议。

2022年3月，编制组赴德州市德城区开展典型企业调研与座谈交流工作。

2022年5月-6月，编制完成《企业污染治理技术规范 玻璃钢行业》开题报告和标准草案，并通过开题论证。

2022年7月，编制组再次赴德州市德城区和武城县开展现场调研，深入了解行业现状。

2022年8月-10月，对标准文本及编制说明进行修改完善，组织专家进行研究讨论，形成征求意见稿。

## 2 地方标准制定目的和意义

### 2.1 促进生态环境质量持续改善和 VOCs 减排目标实现

当前阶段，我省生态环境质量持续改善，主要污染物排放总量进一步下降，但臭氧（O<sub>3</sub>）浓度上升趋势未得到根本遏制，复合污染问题日益突出。特别在夏季，O<sub>3</sub>已成为导致部分城市空气质量超标的首要因子，而VOCs是形成O<sub>3</sub>的重要前体物。加强VOCs治理是现阶段控制O<sub>3</sub>污染的优先途径，根据国家、省生态环境保护规划要求，VOCs减排为“十四五”时期约束性指标，是生态环境保护的重点工作。

玻璃钢行业原辅材料中VOCs含量高，生产过程中产生大量VOCs，按照行业现有VOCs排放水平和治理水平，VOCs的排放总量处于增长趋势。为了加强VOCs污染治理和促进行业健康发展，有必要制定污染防治技术规范，提升VOCs

预防和治理水平，促进 VOCs 减排目标顺利实现。

## **2.2 提高 VOCs 治理针对性和有效性的需要**

近年来，国家和省针对 VOCs 治理突出问题，出台了一系列政策文件和标准规范，以石化、化工、工业涂装、包装印刷和油品储运销为重点领域，强化源头、过程、末端全流程控制，全面加强 VOCs 综合治理。目前，玻璃钢行业主要通过执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）管控无组织排放，通过执行《挥发性有机物排放标准 第 7 部分：其他行业》（DB37/ 2801.7-2019）和《区域性大气污染物综合排放标准》（DB37/ 2376-2019）管控 VOCs 和颗粒物等有组织污染物排放，现行标准的控制要求对玻璃钢行业无法实现精准管控，尤其是对于 VOCs 治理，玻璃钢行业 VOCs 的主要特征因子为苯乙烯，以 VOCs 为控制项目的排放限值代表性不强。此外，针对无组织排放的管控措施适用性、针对性也不强。需要针对玻璃钢行业特征，制定相关污染防治技术规范，有效提升行业污染治理水平，完善我省生态环境标准体系建设。

## **2.3 促进行业规范绿色发展的需要**

近年来，玻璃钢行业呈现快速发展的趋势，玻璃钢制品以其优异的特性在航海、建筑、交通、环保、电子、化工以及城市景观等领域得到非常广泛的应用。玻璃钢行业在山东省是具有地域特色的小企业，所涉企业量大面广，主要为中

小企业。但在玻璃钢制品生产过程中存在无组织逸散严重，污染处理水平低等问题，严重制约了行业规范绿色、可持续发展。

根据玻璃钢行业特点，制定相关污染防治技术规范，通过环境标准倒逼和引导传统行业转型升级，指导企业达标排放，实现科学、精准治污。引导企业对照相关控制要求，对标先进企业，在装备工艺、污染治理等方面提升改造，逐步提高行业准入绿色门槛，规范绿色发展，打造 VOCs 治理的标杆企业。同时，开展玻璃钢行业污染治理技术规范制定工作，符合国家《关于在疫情防控常态化前提下积极服务落实“六保”任务坚决打赢打好污染防治攻坚战的意见》，是打赢打好污染防治攻坚战的需求，满足我省环境管理需求。

### 3 行业发展概况

#### 3.1 行业概况

玻璃纤维增强塑料制品（俗称“玻璃钢”，glass fiber reinforced plastics），是一种品种繁多，性能较好，用途广泛的复合材料。它是以玻璃纤维及其制品（玻璃布、带、毡、纱等）作为增强材料，以合成树脂（主要为不饱和聚酯树脂）作基体材料的一种复合材料。

与传统的金属材料及非金属材料相比，玻璃钢材料及其制品，具有强度高，性能好，节约能源，产品设计自由度大，以及产品使用适应性广等特点。主要优点为比强度高、耐疲

劳性能好、减振性好、破损安全性好、耐腐蚀性能好、介电性能好、热性能良好、可设计性强、工艺性优良。主要缺点为弹性模量小、长期耐温性差、层间剪切强度低。

——玻璃纤维主要功能：承受主要负荷；限制微观裂纹的扩展。

——基体材料的主要功能：固定纤维的位置；承受应力并将应力传递给纤维；决定复合材料的热、电、化学性能；调整材料的制造工艺性能。

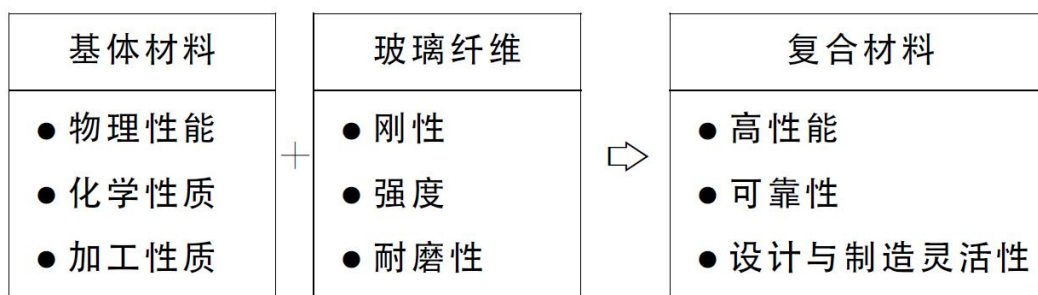


图 3-1 玻璃钢性能变化

### 3.2 企业分布和主要产品

玻璃钢行业始于 80 多年前的美国,我国于 1958 年起步。玻璃钢产量已超日本、德国,居美国之后,居全球第二位。我国玻璃钢企业主要为乡镇企业,大多为中小企业。全国玻璃钢制品在产企业共 2561 家,2020 年全国玻璃钢制品总产量约 510 万吨,其中玻纤增强热固性复合材料制品总产量约为 301 万吨,玻纤增强热塑性复合材料制品总产量约为 209 万吨。玻璃钢生产企业主要分布在江苏省、山东省、河南省、河北省、广东省、四川省、安徽省、黑龙江省等地区。



据有关统计，山东省玻璃钢企业约 300 多家，主要分布在德州市（德城区、武城县）、潍坊市（安丘市、昌乐县）、青岛市、滨州市、淄博市等地，德州武城和潍坊安丘为主要的玻璃钢产业集群地。1988 年 12 月 1 日，武城被中国玻璃钢工业协会命名为“全国第一个玻璃钢县”。

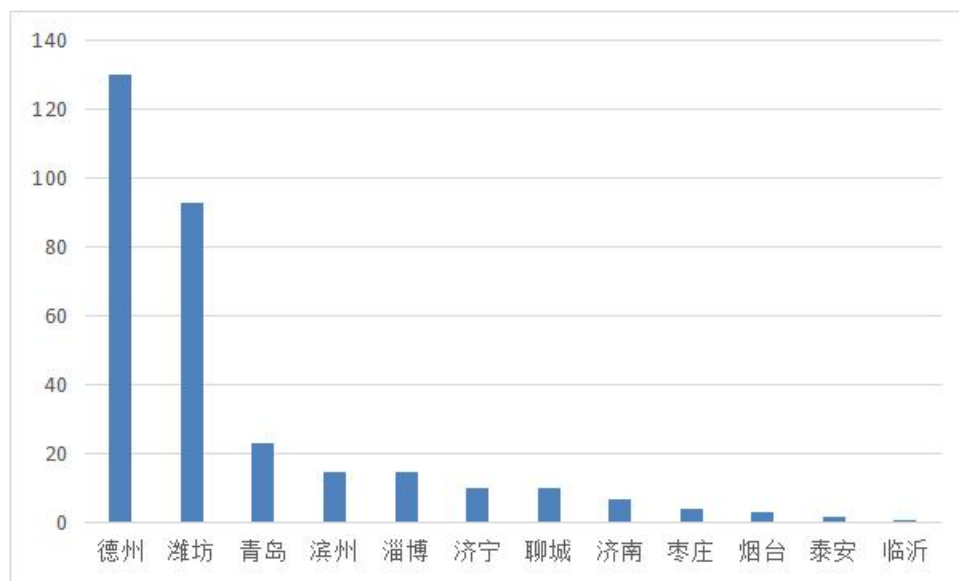


图 3-2 各市玻璃钢企业数量图

近几年，随着市场经济的逐步完善，我国玻璃钢行业呈现出跳跃式增长之势，作为复合材料的一种，玻璃钢因其独特的性能优势，在航空航天、铁道铁路、船艇制造、装饰建筑、家居家具、建材卫浴和环保设施等相关行业中得到了广泛应用。据统计，各应用领域占比分别为工业设备 26%、陆上交通运输 24%、建筑与结构 18%、基础工程 7%、船艇 6%、其他 19%。



图 3-3 玻璃钢产品（示例）

### 3.3 生产工艺

玻璃钢制品通过成型工艺将增强材料（玻璃纤维及其制品）、基体材料（树脂）及其他原辅材料等有机结合。其成型工艺有多种方法，包括手糊成型工艺、喷射成型工艺、纤维缠绕（FW）成型工艺、RTM 成型工艺（树脂传递成型）、模压成型工艺、模压料成型工艺（SMC-片状模塑料、BMC-团状模塑料）、拉挤成型工艺、袋压成型工艺、树脂浇铸及注射成型工艺、卷管成型工艺、板材及管道连续成型工艺、增强反应注射模塑成型工艺、弹性体贮脂模塑成型工艺，以及胶接和连接技术、夹层结构制作技术等。其中，手糊、喷射、缠绕 3 种工艺为开模成型，其余均为闭模成型工艺。

不同玻璃钢制作成型方法的技术水平要求相差很大，其

对原材料、模具、设备投资等的要求也各不相同。详见表 3-1。

表 3-1 常用玻璃钢工艺的特点比较

工艺特点	手糊	喷射	冷模压	各种袋压	SMC/BMC模压	纤维缠绕	连续成型	RTM(树脂传递成型)
所用模具	木模、玻璃钢模、石膏模、经抛光的钢板等	木模、玻璃钢模、石膏模、经抛光的钢板等	木模、用混凝土作衬里的玻璃钢模	橡胶袋、聚乙烯醇袋、木模、玻璃钢模、铸造模	铸钢模、钢模	铝、低熔点合金、蜡模、木模、石膏模	铸钢模、钢模	铸铝模、玻璃钢模等
工艺方法	在模具上用树脂和玻璃纤维铺糊	边切断玻璃纤维，比和树脂一起喷到模具上	靠成型模自重或稍微加压的压制成型	在模具内铺层，用较厚的袋加压或减压的方法施加压力	用金属模具和压机加热加压成型	使粗砂通过树脂槽浸渍，然后缠在芯模上	使粗砂浸渍树脂，然后通过模具加热固化	在装入玻璃纤维的封闭模具中，压入树脂，常温固化
成型温度/℃	25~50	25~50	35~70	25~40	100~150	25~120	80~130	20~100
成型周期	0.5~24h	0.5~24h	10min~2h	0.5~24h	1~100min	0.5~30kg/h	2~5m <sup>2</sup> /min	20~90min
成型压力/MPa	0	0	<0.5	0.1~0.5	SMC 3~20 BMC 1.8~14	取决于缠绕力	0.03~0.2	0.1~2
生产形态	间歇式(单件~少量)	间歇式(少量~中量)	间歇式(中量)	间歇式(单件~少量)	间歇式(大量)	间歇式(单件~少量); 连续式(大量)	连续式(大量)	间歇式(少量~中量)
优点	无尺寸限制; 模具材料便宜	比手糊生产效率高; 可实现现场施工; 成型机比压机便宜	可获得两面光制品; 适用于批量生产; 模具费用便宜; 效率高	单面光洁, 但外观良好; 因气泡少, 制品性能良好	适于大批量生产; 质量均一性好; 复杂形状可成型; 制品两面光洁; 不需很高的操作技术	充分实现玻璃纤维强度; 能实现机械化成型	生产效率高; 制品质量均一; 可获得无限长制品	比手糊生产性好; 模具寿命长; 制品两面光洁

缺点	需要熟练操作技术, 成型技术对制品影响大; 只有单面光洁; 操作人员多	需要熟练操作技术, 成型技术对制品影响大; 只有单面光洁; 操作人员多	模具消耗量大; 模具重, 操作不便	需频繁更换袋子, 影响生产效率; 技术水平要求高; 操作人员多	设备昂贵; BMC 制件强度低	设备昂贵; 制品对象仅限于回旋体	设备昂贵; 需使用特殊类型的树脂; 复杂制件成型困难	需修理; 比金属对模的生产性差
----	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------	---------------------------------	-----------------	------------------	----------------------------	-----------------

来源: 《玻璃钢简明技术手册》(2004)。

玻璃钢制品常见的成型工艺如下：

### (1) 手糊成型

手糊成型工艺是利用敞式模具在接触压力的情况下，使增强纤维浸胶、脱泡成型，在常温或中温固化，整个过程用手工操作。

该方法设备投资低，模具折旧费低；产品形状的限制因素少，可制造大型制品和形状复杂产品；适合小批量生产。缺点是这种制作方法所制成的产品，质量不够稳定，由工人熟练程度决定，产品的质量档次不够高，较难满足某些产品的性能要求；劳动强度大。

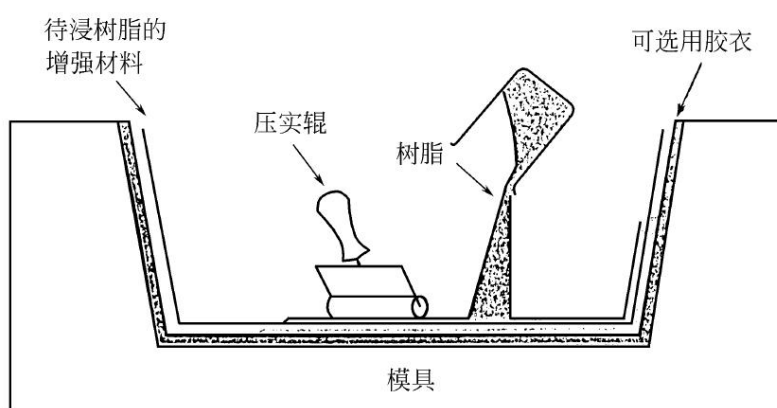


图 3-4 手糊成型示意图

典型产品：船艇、风力发电机叶片、游乐设备、冷却塔壳体、水箱、浴缸、建筑模板等。

### (2) 喷射成型

喷射成型工艺是一种借助于喷射机器的手工积层的方法，将玻璃纤维切断与树脂一起喷到模具表面，再用辊子将沉积物压平实，一般在室温条件下固化。

该方法具有效率高、成本低的特点，有逐步取代传统的手糊工艺的趋势；其产品的整体性强，没有搭接缝；制品的几何尺寸基本上没有受到限制，成型工艺不复杂，材料配方能保持一定的准确性；适于中批量生产，可采用自动化生产。其不足之处是制品的质量在很大程度上，取决于操作工人的生产技能；喷射所造成的污染，一般均大于其他的工艺方法。

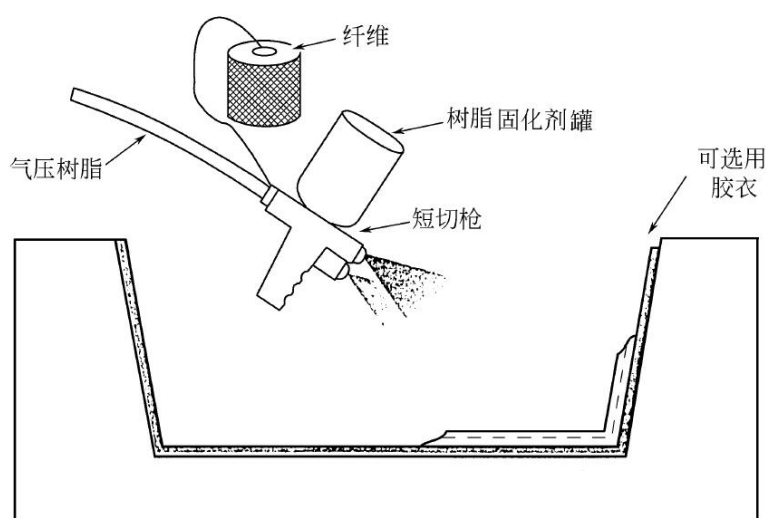


图 3-5 喷射成型示意图

典型产品：简单壳体，轻载结构壁板，如大篷车体、卡车整流罩、浴缸、淋雨防水盘、小艇等。

### (3) 纤维缠绕成型

纤维缠绕成型工艺是将浸渍过树脂的连续纤维，按一定的规律缠绕到芯模上，层叠至所需的厚度，固化后脱模，即成制品。

该方法的特点，是可按产品承受应力情况来设计纤维的缠绕规律，使之充分发挥纤维的抗拉强度；可制得耐腐蚀、

耐压、耐热的制品；容易实现机械化和自动化，产品质量较为稳定；若配用不同的树脂基体和纤维的有机复合，则可获得最佳的技术经济效果。其不足之处是制品形状限于圆柱形或其他回转体；对于大型制品，芯模成本高；纤维不易沿制品长度方向精确排列。

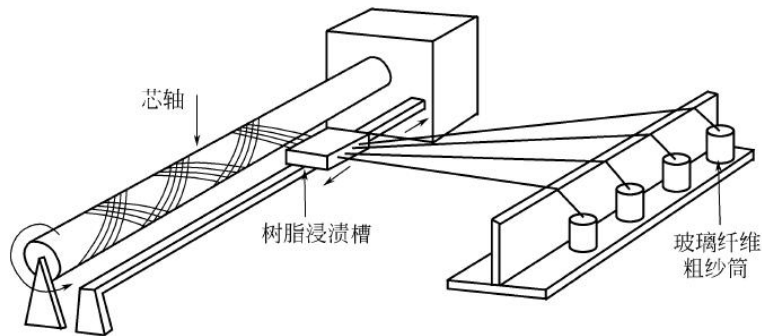


图 3-6 缠绕成型工艺图

典型产品：玻璃钢管道、气瓶（消防呼吸气瓶、压缩天然气瓶等）、固体火箭发动机壳体、风机叶片、撑高跳竿、电线杆、羽毛球拍等。

#### （4）树脂传递成型（RTM）

树脂传递成型工艺是将配有固化系统的树脂在一定压力下（或伴有真空辅助）流入已铺覆增强材料的模内，经固化后脱模。树脂胶凝前，必须让树脂充满模腔，压力促使树脂快速传递到模具内，浸渍纤维材料。

该方法装备投资少，劳动环境好；制品两面光，尺寸较稳定，精度比较高；树脂含量较稳定，纤维含量可较高；成型周期较短；产品可大型化。其不足之处是不宜制作较小产品；模具比手糊和喷射工艺要重和复杂，价格偏高；可能有



未被浸渍的材料，边角料浪费。

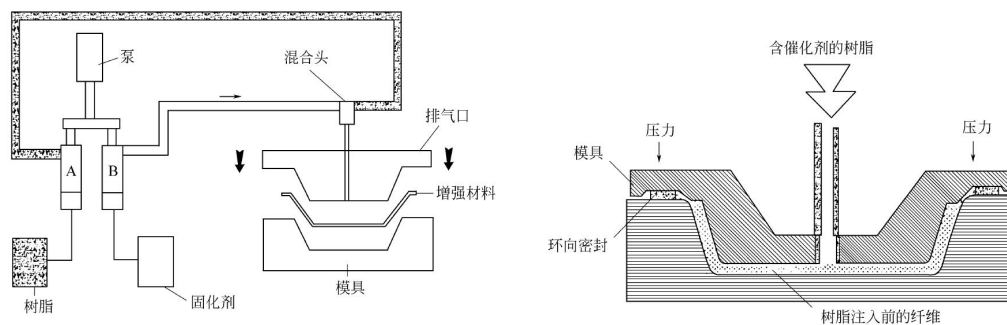


图 3-7 RTM 成型示意图

典型产品：小型飞机与汽车零部件、客车座椅、仪表壳等。

### (5) 模压成型、模压料成型

模压成型工艺和模压料成型工艺的压制工艺和设备条件基本相同，前者采用浸胶布作为模压料，而后者采用片状、团状、散状的模压料，首先将一定量的模压料置于金属对模中，而后在一定温度和压力下成型制得所需的玻璃钢制品。

这种生产成型方法，所制得的产品尺寸精确，表面光洁，可一次成型；生产效率较高，产品质量较为稳定；加入不同填料可大幅度降低成本；适合于大批量生产；易机械化与自动化。其不足之处是模具的设计和制造较为复杂；生产初期的投资较高；制件受设备的限制较为突出，SMC 仅适合制作尺寸较大的制品。BMC 仅适合制作尺寸较小的制品。

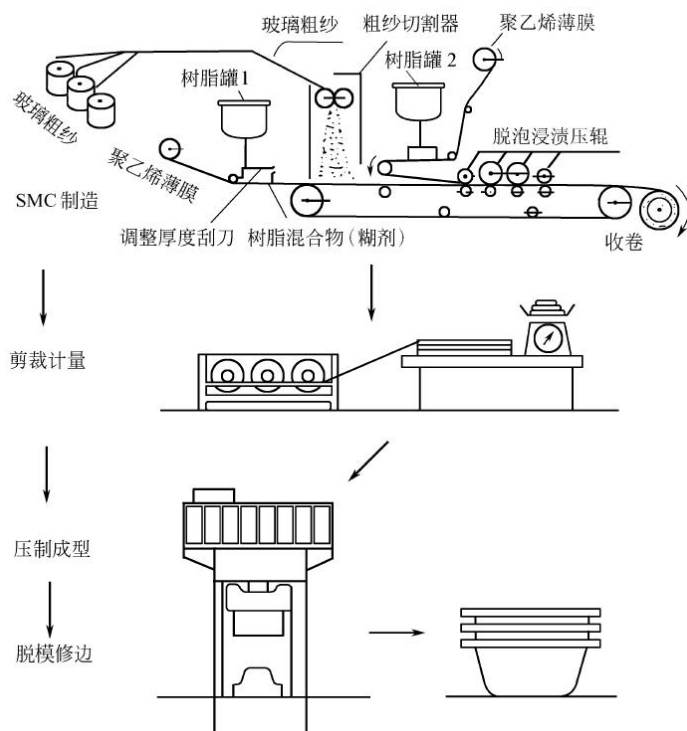


图 3-8 SMC 成型示意图

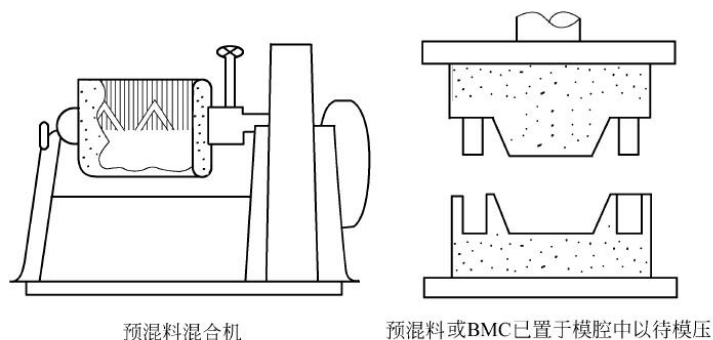


图 3-9 BMC 成型示意图

SMC 典型产品：组合式水箱、电表箱、防静电灯罩、椅子、浴缸、净化槽壳、卫星天线抛物面等；BMC 典型产品：电器零部件、汽车零部件、音响设备壳体、打印机机壳等。

### (6) 拉挤成型

拉挤成型工艺是在牵引装置牵引下，将浸渍树脂的纤维增强材料在模具中预成型，经加热使之固化成型，制成玻璃钢型材，最后切割成所需长度的玻璃钢制品。

该种成型工艺方法可以制作几何形状复杂的制品，尤其对于特小型或特大型制品，制造长尺寸制品；适合于开发制作各种热塑性玻璃钢制品；生产效率高，适于大批量连续生产。其不足之处是建立拉挤生产工艺方法的要求比较高，例如其设备投资较大，模具设计较为复杂，工艺条件的控制及对原材料的性能要求较为严格，一般限于生产恒定横截面的制品。

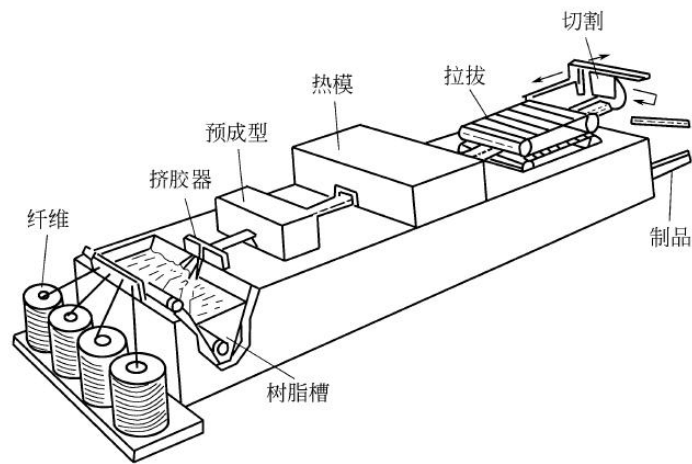


图 3-10 拉挤成型示意图（树脂槽浸渍法）

典型产品：建筑屋顶衡量檩、门窗框架型材、帐篷杆、梯子、桥、传动轴、电缆管、钓鱼竿、隔栅等。

### （7）真空袋成型

真空袋成型工艺是将产品密封在模具和真空袋之间，通过抽真空对产品加压，使产品更加密实、力学性能更好。

该种成型工艺方法可以制造大尺寸产品；由于压力，树脂能较好地浸渍纤维；可减少固化时挥发性物质的逸出。其不足之处是要求工人有较高的技术水平；生产效率不高。

典型产品：船艇、机翼、夹芯制品等。

## 4 行业产排污情况及污染控制技术分析

### 4.1 原辅料情况

根据前期调研及资料收集，玻璃钢生产的主要原辅料包括玻璃纤维、树脂（主要为不饱和聚酯树脂）以及固化剂（引发剂）、促进剂等辅助材料。

#### （1）玻璃纤维

玻璃纤维一种性能优异的无机非金属材料，无固定熔点，一般认为它的软化点为 500~750℃。它是以叶腊石、石英砂、石灰石、白云石、硼钙石、硼镁石六种矿石为原料经高温熔制、拉丝、络纱、织布等工艺制造成的。玻璃纤维通常作为复合材料中的增强材料，主要特征为抗拉强度大、绝缘性好、耐热性强、抗腐蚀性好、机械强度高，不同的纤维材料赋予玻璃钢产品不同的力学性能。其主要成分为二氧化硅、氧化铝、氧化钙、氧化硼、氧化镁、氧化钠等。

#### （2）树脂

树脂类材料包括不饱和聚酯树脂、环氧树脂、酚醛树脂等，不同的树脂赋予玻璃钢产品不同的力学性能和电性能，其中，不饱和聚酯树脂应用最广、最普遍。

不饱和聚酯树脂一般是由不饱和二元酸与二元醇或者饱和二元酸与不饱二元醇缩聚而成的具有酯键和不饱和双键的线型高分子化合物，经过交联单体或活性溶剂稀释形成的具有一定黏度的树脂溶液，简称 UPR。

不饱和聚酯树脂最大优点为工艺性能良好，可以在室温下固化，常压下成型，工艺性能灵活，固化后树脂综合性能好，力学性能指标略低于环氧树脂，但优于酚醛树脂。

根据生产的玻璃钢产品的性能用途等的不同，树脂的选择也具有多样化，目前，山东省玻璃钢制品企业使用的不饱和聚酯树脂中苯乙烯含量在 20%~40%左右，生产过程中苯乙烯挥发量 1%~2%。

### (3) 辅助材料

主要为固化剂（引发剂）、促进剂、填料等。固化剂作用是将不饱和聚酯树脂由液态转化为固态，主要为过氧化甲乙酮、过氧化环己酮等。促进剂作用是缩短不饱和聚酯树脂固化时间，主要为环烷酸钴、异辛酸钴等。填料包括增韧剂、抗静电剂、色浆等。

## 4.2 产污环节

玻璃钢行业生产中产生的主要污染物为废气，其他污染物还有固废和噪声，无生产废水。主要生产工艺的产污环节见图 4-1。

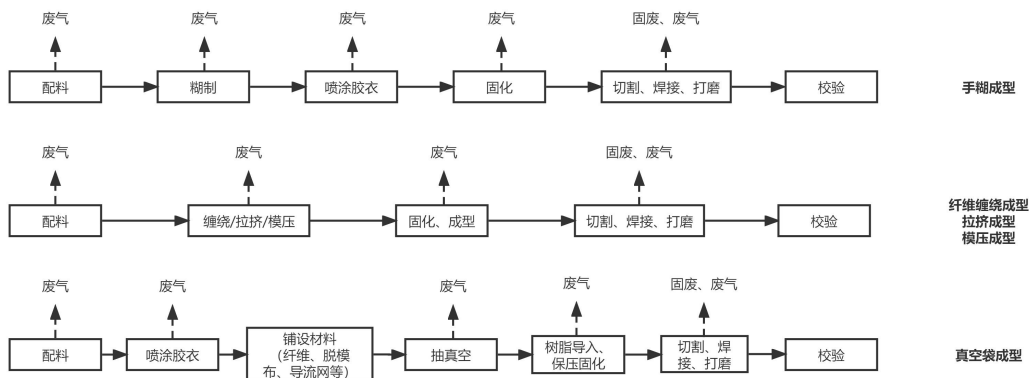


图 4-1 主要生产工艺的产污环节

### 4.2.1 废气

玻璃钢生产废气污染物包括 VOCs 和颗粒物等，其中，VOCs 主要成分为苯乙烯，以及少量甲苯、邻二甲苯、乙苯等。玻璃钢企业排放废气主要特点为风量大温度低，VOCs 产生浓度相对低，在 200-1000 mg/m<sup>3</sup> 之间；VOCs 成分以苯乙烯为主；订单式生产，部分企业废气排放不连续。

生产工艺主要影响 VOCs 的排放量和排放方式，不同生产工艺对于污染物类型基本没有影响。

——VOCs 主要产生于含 VOCs 原辅材料的装卸、储存、调兑等工序，内衬制作、糊制、缠绕、固化、拉挤成型、加热压制等生产过程，以及含 VOCs 危险废物的贮存等。

——颗粒物主要产生于打磨、裁切、焊接等工序。

### 4.2.2 其他污染物

#### (1) 固体废物

主要包括一般固体废物、危险废物和生活垃圾。

一般固体废物主要为项目生产过程中产生的下脚料、布袋除尘器收集的粉尘等。

危险废物主要为沾染具有危险特性物质的废弃包装物及容器（如废树脂原料桶、废固化剂桶、废催化剂桶等）、废活性炭、废催化剂等，以及其他列入《国家危险废物名录》或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的

具有危险特性的固体废物。

## **(2) 噪声**

噪声源主要为切割机、缠绕机、脱模机、起重机等机械设备噪声。

### **4.3 污染物控制现状**

#### **4.3.1 大气污染物控制现状**

##### **(1) 生产过程废气收集、控制**

根据《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019），企业在物料存储、物料转移和输送、工艺过程 VOCs 排放等环节，通过密闭或局部收集的方式，收集生产废气，通过末端处理设施处理后，经排气筒有组织排放，加强 VOCs 无组织排放控制，具体如下：

**物料存储：**原料（树脂、固化剂、促进剂等）应储存于密闭的容器、包装袋、储库、料仓中，盛装 VOCs 物料的容器或包装袋存放于室内。盛装 VOCs 物料的容器或包装袋在非取用状态时应加盖、封口，保持密闭。

**物料转移和输送：**树脂应采用密闭管道输送。无法采用管道输送的，应采用密闭容器进行转运，并在装卸点安装集气设施并将废气引入处理装置。

**工艺过程 VOCs 排放：**配料、糊制（缠绕）、固化、打磨、裁切等工艺应在密闭空间（车间）内进行。密闭空间（车间）须利用完整的围护结构将污染物质、作业场所等与周围

空间阻隔，形成封闭区域或封闭式建筑物，该封闭区域或封闭式建筑物除人员、车辆、设备、物料进出时，以及依法设立的排气筒、通风口外，门窗及其他开口（孔）部位应随时保持关闭状态。糊制（缠绕）工序应采用“边缠绕边覆膜”的方式，及时将已完成缠绕的部位进行覆膜，减少挥发性有机物的产生。

## （2）末端废气处理

### ①挥发性有机物

目前，小型玻璃钢企业 VOCs 末端治理设施多是单一活性炭吸附、UV 光氧催化氧化以及活性炭吸附+UV 光氧催化氧化处理工艺，处理效率较低。大中型玻璃钢企业多采用“喷淋+吸附/脱附+催化燃烧”组合方法，先对有机废气喷淋去除颗粒物，再用活性炭或沸石分子筛吸附，吸附饱和后，启动脱附风机对吸附床脱附，脱附气体首先经过催化床中的换热器，然后进入催化床中的预热器，在红外热器的作用下，使气体温度提高到 300℃左右，再通过催化剂，有机物质在催化剂的作用下燃烧，被分解为 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O。受经济成本限制，少有企业采用 RTO 和 RCO 方法。

### ②颗粒物

主要采用布袋除尘等符合国家有关技术规范的高效处理技术。

## 4.3.2 其他污染物控制现状



## **(1) 固体废物**

对于危险废物，企业建设有专门的危废暂存间，为密闭状态，废树脂桶等由厂家回收，其他危险废物定期委托有资质的单位进行规范处置。

对于一般固体废物，项目生产过程中产生的下脚料收集后外售综合利用，布袋除尘器收集的粉尘由环卫部门处理。

对于生活垃圾，由环卫部门统一清运处理。

## **(2) 废水**

生活污水一般经场内生活污水净化设备处理后通过市政污水管网进入城镇污水处理厂进行处理。

喷淋系统废水一般絮凝处理后循环使用，不外排。

## **(3) 噪声**

选用低噪声设备，生产设备布置于密闭生产车间内，采取基础减震、厂房隔声、距离衰减等措施，厂界昼间噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类标准要求。

## **4.4 存在问题**

### **(1) 挥发性有机物处理技术存在难点**

玻璃钢企业排放 VOCs 主要成分为苯乙烯，采用活性炭吸附易产生聚合反应，易堵塞活性炭，同时还存在自燃风险。部分企业生产工艺不连续，产生的 VOCs 浓度相对低，采用 RTO 和 RCO 等高效处理方法成本较高。企业间治污设施建

设质量良莠不齐，治污效果差，且存在应付治理、无效治理等现象。一些企业由于设计不规范、系统不匹配等原因，即使选择了高效治理技术，也未取得预期治污效果。大部分企业 VOCs 排放不能稳定达标，需根据行业特点筛选经济高效实用的 VOCs 处理方法。

### **(2) 车间废气收集率低**

部分企业集气罩为上吸式，收集效率低，车间内 VOCs 逸散严重。尽管企业对无组织排放源采用密闭、封闭等措施，但大多数企业未能采取有效的管控措施。

### **(3) 生产工艺普遍落后**

根据行业调研情况，目前玻璃钢行业虽逐步往自动化、机械化方面发展，但手工糊制、喷射等劳动密集型工艺仍占据较大比例。

### **(4) 环境监测监控体系尚不健全**

企业自行监测质量普遍不高，部分企业配套自动监测监控设施，但监测信息未利用，对生产过程中监测数据信息等的变化不掌握，缺乏有效的监测溯源与预警措施。

### **(5) 企业环境管理尚需规范**

玻璃钢行业多为乡镇企业，规模偏小，少部分为家庭作坊式企业，企业环境管理制度机制存在较为粗放和无序的现象。需明确相关环境管理要求，实施精细化管理，建立健全企业内部环境管理体制和机制，发挥企业在环境保护工作中的主观能动性，增强企业社会环境责任意识，改善企业环境

行为。

## 5 地方标准编制原则、主要技术内容和确定依据

### 5.1 编制原则

按照《国家生态环境标准制修订工作规则》《国家大气污染物排放标准制修订技术导则》《山东省生态环境厅生态环境标准制修订工作管理办法》等文件的要求，通过文献资料调研、现场调研、现场监测等多种方式，全面掌握我省玻璃钢行业发展状况、生产工艺、污染防治设施、排放浓度、污染治理成本等相关情况。深入研究国家及我省已发布的相关标准以及政策规划中针对玻璃钢行业的污染控制要求，尤其是挥发性有机物的管控要求，与之做好充分衔接。

在此基础上，参照国内污染控制经验和技術，并结合我省玻璃钢行业治理现状和环境管理需求，在符合国家、省相关法律和法规的基础上，完成《企业污染治理技术规范 玻璃钢行业》的标准文本和编制说明。

**合法与支撑原则。**根据国家、省各项法律、法规的要求，规范法律允许的排放情形，支撑环境影响评价、排污许可、总量控制、环境保护税、监督执法等生态环境管理制度的实施。

**绿色与引领原则。**标准制定充分考虑经济和社会发展规划和生态环境保护规划、产业发展战略规划与产业政策、准入条件等的目标和要求，推动产业结构优化调整、污染防治

技术进步，引领绿色、低碳、循环发展。

**风险防控性原则。**识别和筛选特征污染物，基于各类特征污染物的环境质量标准、污染防治技术水平、监测方法和监测水平等，明确污染物环境管理要求。

**客观公正性原则。**标准制定应客观真实反映排放源生产工艺、污染防治技术水平及污染物排放状况等，在充分吸纳地方生态环境局、相关企业协会、公众等有关方面的意见的基础上，提出污染防治控制要求，做到客观、公平、科学。

**体系协调性原则。**与其他行业型、综合型国家、省大气污染物排放标准相衔接，污染防治技术应与排放限值、监测分析方法标准相适用、配套，满足环境监督管理对标准的要求，做到标准体系严密、协调。

**合理可行性原则。**标准作为实施环境准入和退出、削减污染物排放、改善环境质量和防范环境风险的手段，应根据经济、技术手段制定，明确达标技术路线，并进行环境效益和经济成本分析，确保标准技术可达、经济可行。

技术路线如图 5-1 所示。

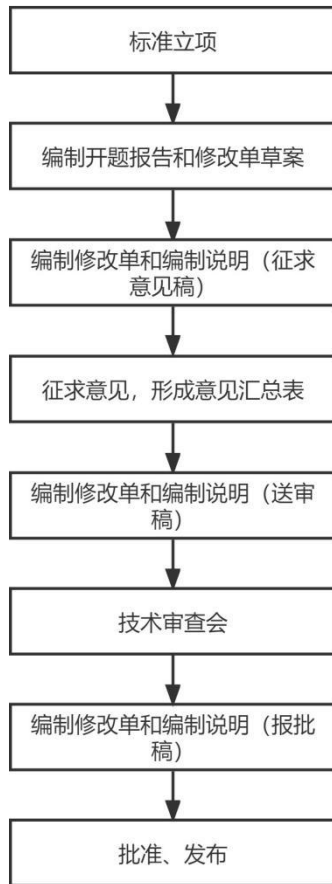


图 5-1 技术路线图

## 5.2 主要技术内容

本标准主要包括范围、规范性引用文件、术语和定义、总体要求、大气污染治理技术、固体废物资源化利用和处置技术、噪声污染治理、环境管理措施、废气污染防治可行技术等 9 个部分内容。下面就重要内容进行说明。

### 5.2.1 标准范围

根据玻璃钢行业污染特征，本文件提出了山东省玻璃钢行业废气、固体废物和噪声污染治理技术。因该行业无生产废水，不在本文件中规定水污染防治技术要求。

本文件可作为山东省玻璃钢行业企业或生产设施建设项目的环境影响评价、地方污染物排放标准制修订、排污许可管理和污染治理技术选择的参考。

### 5.2.2 术语和定义

本标准列出的术语和定义包括挥发性有机物、玻璃钢、无组织排放、密闭、密闭空间、VOCs 物料，共计 6 项。

“挥发性有机物”根据《挥发性有机物排放标准 第 7 部分：其他行业》（DB37/ 2801.7-2019）、《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）等标准中的定义确定。

“玻璃钢”根据《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）以及行业协会资料确定。

“无组织排放、密闭、密闭空间、VOCs 物料”采用《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）的定义。

“污染防治可行技术”根据国家、省发布的相关污染防治可行技术指南确定。

### 5.2.3 污染控制要求

按照坚持源头控制、过程管理、末端治理全过程综合防治原则，本文件规定了玻璃钢行业大气、固体废物、噪声等方面的污染防治技术和要求。

## (1) 大气污染治理技术

### ① 源头控制

一是对原辅材料的 VOCs 含量提出要求，鼓励企业使用低 VOCs 含量的原辅材料，降低 VOCs 的挥发。二是鼓励企业使用先进生产工艺，通过采用全密闭、连续化、自动化等生产技术，以及高效工艺与设备等，减少工艺过程中 VOCs 和粉尘无组织排放。

### ② 过程控制

针对物料存储、转移和输送环节和工艺过程无组织排放环节提出控制要求，并对 VOCs 无组织排放废气收集处理系统提出要求。

**物料存储、转移和输送环节。** VOCs 物料应储存于密闭的容器、包装袋、储库、料仓中，减少 VOCs 挥发，相关控制要求如下。

表 5-1 VOCs 物料储存要求

储存形式	储存要求
容器、包装袋	应存放于室内，或存放于设置有雨棚、遮阳和防渗设施的专用场地。 在非取用状态时应加盖、封口，保持密闭。
储库、料仓	应满足密闭空间的要求，利用完整的围护结构将污染物质、作业场所等与周围空间阻隔所形成的封闭区域或封闭式建筑物。该封闭区域或封闭式建筑物除人员、车辆、设备、物料进出时，以及依法设立的排气筒、通风口外，门窗及其他开口（孔）部位应随时保持关闭状态。

液态树脂应采用密闭管道输送，可大幅度减少 VOCs 挥发。无法采用管道输送的，应采用密闭容器、罐车进行转移，

并在装卸点安装废气收集设施，废气应排至 VOCs 废气收集处理系统。

**工艺过程无组织排放控制要求。**针对投料、卸料、使用等环节中的无组织排放提出控制要求。

——给料投加：液态树脂应采用密闭管道输送或采用高位槽（罐）、桶泵等给料方式密闭投加。无法密闭投加的，应在密闭空间内操作，或进行局部气体收集，废气应排至 VOCs 废气收集处理系统。

——卸料：VOCs 物料卸（出、放）料过程应密闭，卸料废气应排至 VOCs 废气收集处理系统；无法密闭的，应采取局部气体收集，废气应排至 VOCs 废气收集处理系统。

——使用过程：（1）VOCs 质量占比大于等于 10% 的含 VOCs 产品，其使用过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，废气应排至 VOCs 废气收集处理系统；无法密闭的，应采取局部气体收集，废气应排至 VOCs 废气收集处理系统。

（2）糊制、缠绕、模压、袋压、树脂传递等成型工艺应在密闭空间内操作，废气应排至 VOCs 废气收集处理系统；无法密闭的，应采取局部气体收集，废气应排至 VOCs 废气收集处理系统。（3）糊制（缠绕）工序应在完成缠绕的部位及时进行覆膜。（4）打磨、裁切、焊接等工序应采取局部气体收集，废气应排至除尘设施。

**VOCs 无组织排放废气收集处理系统要求。**对于局部集气罩（外部排风罩），应合理设计罩口尺寸，其罩口与罩子



连接管面积之比不应超过 16:1，罩子的扩张角度宜小于  $60^{\circ}$ ，不应大于  $90^{\circ}$ ，控制风速测量执行《排风罩的分类及技术条件》（GB/T 16758）、《局部排风设施控制风速检测与评估技术规范》（AQ/T 4274—2016）规定的方法。测量点应选取在距排风罩开口面最远处的 VOCs 无组织排放位置，控制风速不应低于 0.3 m/s。

——测量位置：距排风罩开口面最远处的 VOCs 无组织排放位置（散发 VOCs 的位置）。在 AQ/T 4274—2016 中给出了测量点示意图，可参考下图。

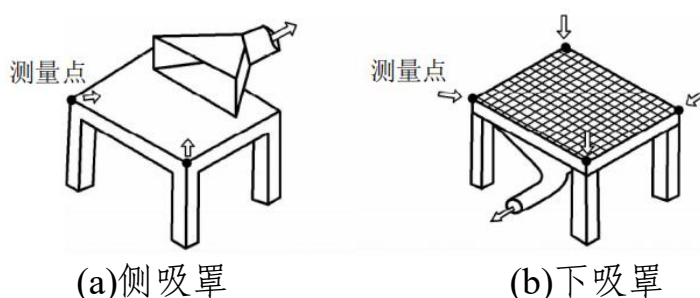


图 5-2 局部集气罩控制风速的测量位置示意图

鉴于玻璃钢行业废气以苯乙烯为主，密闭空间宜采用下吸风和侧吸风对废气进行收集。

——测量仪器：因控制风速低限为 0.3 m/s，采用热电式风速仪（包括热球式、热线式）。

——测量方法：根据 GB/T 16758，在生产和通风系统正常运行时测量，将热电式风速仪的探头置于控制点处，测出此点的风速即为控制风速。

### ③末端治理

#### a) VOCs 治理技术

VOCs 可采用的治理方法包括吸附法、催化燃烧法、蓄热式燃烧法 (RTO)、蓄热式催化燃烧技术 (RCO)、锅炉/工艺炉燃烧法以及“喷淋+吸附/脱附+催化燃烧”组合方法等。

——吸附法。该技术利用吸附剂(活性炭、活性炭纤维、分子筛等)吸附废气中的 VOCs，使之与废气分离。玻璃钢行业有机废气常以活性炭作为吸附剂进行吸附，吸附效率可达 90%以上。此方法优点是设备简单、投资小。缺点是长时间的吸附会使活性炭达到饱和状态，为了保持较高的吸附效率，饱和后的活性炭需及时更换。

——催化燃烧法。该技术是在催化剂作用下，使废气中的 VOCs 转化为二氧化碳、水等物质。进入催化燃烧装置的废气温度宜低于 400 °C，且废气中不得含有引起催化剂中毒的物质。催化剂的工作温度应低于 700 °C，并能承受 900 °C 短时间高温冲击。优点是反应温度低、能耗低、不产生热力型 NO<sub>x</sub>，处理净化效率能达到 95%以上，操作方便。缺点是催化剂成本费用较高，且催化剂比较容易被黏附，影响催化工作效率。

——RTO。该技术采用先进的热交换设计技术和新型陶瓷蓄热材料来加热生产时排出的废气，使废气的温度迅速升高，再经过炉膛加热，VOCs 在高温下 (约 800-900 °C) 被分解为二氧化碳、水蒸气等，然后流经蓄热体，热能进而从烟气转移至蓄热体，用以加热下次流经的待处理有机废气，

保证了燃烧热量的有效回收和连续进出气，从而有效保证 VOCs 的净化效果，降低加热能耗、减少运行成本。废气在燃烧室的停留时间一般不宜低于 0.75s。该方法系统弹性化，操作风量上下限范围大，热回收率能达到 90%以上，VOCs 去除效率能达到 95%以上，连续运行稳定，操作运维简单，使用寿命较长。缺点是一次性投资成本高，装置体积大，运行成本较高。

——RCO。该技术建立在蓄热式燃烧的基础上，将催化剂置于蓄热材料的顶部，以提升 VOCs 废气净化效率。优点是安全性高，运行成本较 RTO 低，热回收率能达到 90%以上，VOCs 去除效率能达到 95%以上。缺点是催化剂易中毒，不宜处理温度高于 450°C 的 VOCs 废气。

——锅炉/工艺炉燃烧法。该技术是将产生的 VOCs 废气直接引入到现有供电锅炉、供热锅炉、工艺加热炉或其他非废气处理专用的焚烧炉。优点是充分利用现有设备，不额外增加占地面积和设备投资。缺点是需要采取周密的安全控制措施，需通过预处理稳定 VOCs 废气流量和浓度，还应考虑锅炉/工艺炉非正常工况时废气的去向。

## **b) 除尘技术**

采用布袋除尘、湿式除尘等符合国家有关技术规范的高效处理技术。

——袋式除尘技术。该技术是利用纤维编织物制作的袋状过滤元件来捕集含尘气体中固体颗粒物，性能稳定可靠、

操作简单。一般袋式除尘器过滤风速低于 1.1 m/min，系统阻力低于 1500 Pa 时，除尘效率通常可达 95% 以上。袋式除尘技术的技术参数应满足 HJ 2020 的相关要求。该技术需定期清理或更换滤袋。

——湿式除尘技术。该技术适用于 VOCs 末端治理的预处理。常用的湿式除尘器有水帘柜、喷淋塔等，一般采用多级处理设施串联使用，除尘效率通常可达 90% 以上。该技术会产生废水二次污染问题。若后续配套 VOCs 治理设施则应进行除湿，减少废气中水汽对 VOCs 治理设施的影响。

**表 5-2 废气污染防治可行技术**

序号	排放源项	治理技术 <sup>1</sup>	污染物排放水平 <sup>2/</sup> (mg/m <sup>3</sup> )		技术适用条件	典型技术路线
			颗粒物	NMHC		
1	打磨工序	除尘技术	≤20	-	需定期清理或更换滤袋	袋式除尘
2			≤20	-	适用于 VOCs 末端治理的预处理	湿式除尘
3	配料、糊制（缠绕）、固化工序	吸附法	-	≤20	适用于小风量、低浓度的 VOCs 废气	活性炭吸附
4		燃烧法	-	≤20	适用于大风量、中高浓度的 VOCs 废气	吸附/脱附+催化燃烧
5			-	≤20	适用于企业生产连续，大风量、中高浓度的 VOCs 废气	吸附/脱附+RTO
6			-			吸附/脱附+RCO
7			-	≤20	适用于大风量、中高浓度的 VOCs 废气，企业自身或相邻企业具备处理条件的锅炉或工艺炉	锅炉/工艺炉直接燃烧

## (2) 固体废物资源化利用和处置技术

固体废物宜优先进行资源化利用。不能资源化利用的，应按照以下要求进行处置：

a) 一般固体废物应按照 GB 18599 的规定进行处置。

b)生产中产生的危险废物，应委托有资质的单位进行利用处置，并满足 GB 18597 和《危险废物转移联单管理办法》等危险废物环境管理有关要求。

**表 5-3 固体废物污染防治可行技术**

序号	类别	固体废物	可行技术
1	一般工业固体废物	下脚料	资源化利用技术
2		除尘设备收集的粉尘等	
3		其他	
4	危险废物	树脂、固化剂、促进剂等原料包装桶	委托有资质的单位利用处置
5		废活性炭	
6		废催化剂	
7		沾染具有危险特性物质的废弃包装袋及容器	
8		其他列入《国家危险废物名录》或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物	

### (3) 噪声污染治理技术

企业规划布局宜使主要噪声源远离厂界和噪声敏感点。合理布置噪声源位置，降噪措施可采取减振、吸声、隔声、消声等。

**表 5-4 噪声污染防治可行技术**

序号	噪声源	噪声源声级水平 (dB(A))	可行技术	治理效果 (dB(A))
1	缠绕机、模压机等产品成型设备	70~95	减振、消声器、厂房隔声	降噪量10~30
2	脱模机	70~80	减振、厂房隔声	降噪量10~20
3	切割机	70~100	减振、消声器、厂房隔声	降噪量10~30
4	角磨机	70~95	减振、消声器、厂房隔声	降噪量10~30
5	磨光机	70~95	减振、消声器、厂房隔声	降噪量10~30
6	空压机	70~80	机房隔声、消声器	降噪量10~30
7	喷射枪	70~80	减振、消声器	降噪量10~30
8	风机	85~90	机房隔声、消声器	降噪量10~30

## 5.2.4 环境管理措施

8.1 条明确了企业应建立、健全和落实环境管理制度，主要包括环境保护责任制度、污染治理设施运行维护及岗位培训制度、无组织排放控制措施管理制度、非正常情况管理制度、自行监测管理制度、环境管理台账及记录制度和排污许可证执行报告制度。

8.2 条明确了企业建立台账的要求。

8.3 条明确了污染治理设施运行维护的要求。企业应按照相关法律法规、标准和技术规范等要求运行污染治理设施，并进行定期维护保养及维修，保证其正常运行。污染物排放应符合 DB37/ 2376、DB37/ 2801.7、GB 12348、GB 14554、GB 37822 等要求。限值要求见表 5-5。

8.4 条-8.5 条明确了企业自行监测和自动监测的要求。

8.6 条明确了建立健全污染治理设施岗位培训管理制度的要求。

8.7 条明确了安全生产、职业卫生相关规定。

表 5-5 玻璃钢行业废气污染物排放标准限值一览表

区域	监控点位	监测因子	浓度限值	备注	标准来源
厂内	在厂房门窗或通风口、其他开口（孔）等排放口外 1 m，距离地面 1.5 m 以上位置处进行监测。若厂房不完整（如有顶无围墙），则在操作工位下风向 1 m，距离地面 1.5 m 以上位置处进行监测。	非甲烷总烃（NMHC）	6.0mg/m <sup>3</sup>	监控点处 1 h 平均浓度值	《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）附录 A
			20mg/m <sup>3</sup>	监控点处任意一次浓度值	
厂界	设在厂区周界外 10m 范围内的浓度最高点。	VOCs	2.0mg/m <sup>3</sup>	监控点处 1 h 平均浓度值	《挥发性有机物排放标准 第 7 部分 其他行业》（DB37/2801.7-2019）表 2、表 3
		臭气浓度	16（无量纲）	监控点处 1 h 平均浓度值	
		苯乙烯	1.0mg/m <sup>3</sup>	监控点处 1 h 平均浓度值	
		颗粒物	1.0mg/m <sup>3</sup>	监控点处 1 h 平均浓度值	《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2
排气筒	挥发性有机物废气排气筒	VOCs	20mg/m <sup>3</sup> 3kg/h（15m） 6kg/h（20m） 16kg/h（30m） 29kg/h（40m）	1. 污染治理设施处理效率达到 90 %及以上时，等同于满足排放速率限值要求。 2. 排气筒介于表列排气筒高度之间时，采用低高度排气筒对应的速率限值；排气筒高度大于 40 m 时，采用 40 m 对应的排放速率限值。	《挥发性有机物排放标准 第 7 部分 其他行业》（DB37/2801.7-2019）表 1 II 时段
	颗粒物废气排气筒	颗粒物	10mg/m <sup>3</sup>	排气筒高度不低于 15m。	《区域性大气污染物综合排放标准》（DB37/ 2376-2019）表 1 重点控制区
	燃烧装置废气排气筒	颗粒物	10mg/m <sup>3</sup>	废气需要补充空气进行燃烧、氧化反应的，基准含氧量为 3%；废气含氧量可满足自身燃烧、氧化反应需要，不需另外补充空气的（燃烧器需要补充空气助燃的除外），以实测质量浓度作为达标判定依据，但装置出口烟气含氧量不得高于装置进口废气含氧量。	《区域性大气污染物综合排放标准》（DB37/ 2376-2019）表 1 重点控制区、《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）
二氧化硫	50mg/m <sup>3</sup>				
		氮氧化物	100mg/m <sup>3</sup>		

## 5.3 确定依据

### (1) 相关标准

——《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）；

——《挥发性有机物排放标准 第7部分：其他行业》（DB37/2801.7-2019）；

——江苏省《玻璃钢制品行业挥发性有机物排放标准》（征求意见稿）2021年9月。

### (2) 相关政策文件

——生态环境部关于印发《2020年挥发性有机物治理攻坚方案》的通知（环大气〔2020〕33号）；

——生态环境部办公厅关于印发《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南（2020年修订版）》的函（环办大气函〔2020〕340号）；

——生态环境部关于印发《重点行业挥发性有机物综合治理方案》的通知（环大气〔2019〕53号）；

——环境保护部等六部门关于印发《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》的通知（环大气〔2017〕121号）；

——山东省生态环境厅关于进一步做好挥发性有机物治理工作的通知（鲁环字〔2021〕8号）；

——山东省生态环境厅关于印发贯彻落实生态环境部《2020年挥发性有机物治理攻坚方案》20条措施的通知（鲁



环发〔2020〕31号)；

——《潍坊市玻璃钢行业整改验收标准》；

——《关于印发〈安丘市玻璃钢生产企业生态环境综合整治标准〉和〈安丘市玻璃钢企业安全生产整改参考标准〉的通知》(安政办〔2019〕45号)；

——《挥发性有机物治理实用手册》；

——《石化、化工、工业涂装、包装印刷及油品储运销等14个行业(领域)的挥发性有机物治理实用手册(分册)》；

——《臭氧及挥发性有机物综合治理知识问答》；

——《重点行业企业挥发性有机物现场检查指南(试行)》。

## 6 与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系

本标准与相关现行法律、行政法规和其他标准的关系如下表所示。

表 6-1 标准与相关现行法律、地方性法规和其他标准的关系表

文件名称	文件类型	本标准与其关系
中华人民共和国大气污染防治法	法律	落实加强挥发性有机物污染防治的要求。
山东省大气污染防治条例	地方性法规	
《挥发性有机物排放标准第7部分：其他行业》(DB37/2801.7-2019)	相关标准	为落实 DB37/2801.7-2019 提出的排放限值要求，本标准提出了相应的管控措施。
《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)	相关标准	衔接国家标准对于挥发性有机物无组织排放的控制要求。

## 7 对地方标准自发布日期至实施日期之间的过渡期的建议及理由

本标准 of 地方性推荐性标准，建议自发布日期至实施日期之间的过渡期为 1 个月。

## 8 其他需要说明的内容

无。