



中华人民共和国国家标准

GB/T 38019—2019

工业用过滤布 粉尘过滤性能测试方法

Industrial filter fabrics—Test method for dust filtration performance

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国纺织工业联合会提出。

本标准由全国纺织品标准化技术委员会(SAC/TC 209)归口。

本标准起草单位：广州纤维产品检测研究院、江苏东方滤袋股份有限公司、江苏蓝天环保集团股份有限公司、厦门三维丝环保股份有限公司、浙江鸿盛环保科技集团有限公司、盐城市纤维检验所、常州工程职业技术学院、广州检验检测认证集团有限公司、中国产业用纺织品行业协会、中纺标检验认证股份有限公司、上海泛标纺织品检测技术有限公司。

本标准主要起草人：张鹏、倪冰选、李桂梅、张旭东、蔡伟龙、侯伟丽、李刚、陈昌江、李树白、王向钦、刘飞飞、赵瑾瑜、赵丽娜。



工业用过滤布 粉尘过滤性能测试方法

1 范围

本标准规定了工业用过滤布粉尘过滤性能的测试方法。

本标准适用于工业气固分离用可清灰过滤布。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6529 纺织品 调湿和试验用标准大气

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

粉尘浓度 dust concentration

单位体积气体中含有粉尘的质量。

3.2

清灰周期 dust cleaning cycle

上一次清灰开始与下一次清灰开始之间的时间。

3.3

清灰时间 dust cleaning time

进行一次喷吹清灰所用的时间。

3.4

初始阻力 initial resistance

在特定过滤风速下,洁净试样的阻力。

3.5

残余阻力 residual resistance

经过规定周期试验,进行清灰后试样的阻力。

3.6

颗粒物(粒径小于或等于 2.5 μm) particulate matter(PM_{2.5})

环境空气中空气动力学当量直径小于或等于 2.5 μm 的颗粒物,也称细颗粒物。

[GB 3095—2012,定义 3.4]

3.7

含尘气体 dirty gas

未经过滤布过滤的含有一定浓度粉尘的气体。

GB/T 38019—2019

3.8

洁净气体 clean gas

经过滤布过滤以后的气体。

4 原理

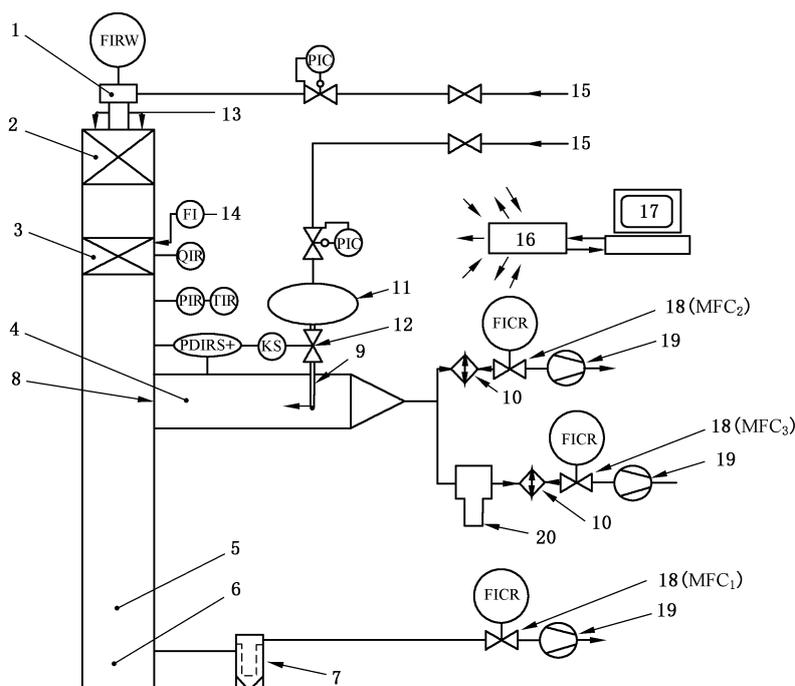
规定浓度的含尘气体在规定流量下经过试样,粉尘在试样表面不断累积形成粉饼,阻力不断增加,阻力达到一定值时,采用压缩气体对试样进行清灰,清灰后试样的阻力下降,试样继续过滤含尘气体,如此重复一定次数。最终记录试样初始阻力、不同阶段残余阻力,不同阶段第一个清灰周期和最后一个清灰周期,计算试样的全粒径粉尘排放浓度、PM_{2.5}粉尘排放浓度、全粒径粉尘过滤效率、PM_{2.5}粉尘过滤效率和残留粉尘质量。

5 仪器和工具

5.1 仪器

5.1.1 概述

主要包括粉尘喂入装置、粉尘和空气混合单元、垂直含尘气体管道、浓度监测系统(光度计)、水平洁净气体管道、清灰系统、抽气泵、流量控制器,仪器示意图见图 1,仪器参数允许误差应符合表 1 的要求。



说明：

- | | | | |
|--------|-----------------------------|----|----------------------------|
| FI | —— 气体流速测量和显示； | 6 | —— 粉尘容器； |
| FICR | —— 气体流速测量、显示、控制和记录； | 7 | —— 含尘气体后端过滤器； |
| FIRW | —— 粉尘流速测量、显示和记录； | 8 | —— 试样和夹具组合体； |
| KS | —— 信号发生器和计时器； | 9 | —— 脉冲清灰喷吹管道； |
| PDIRS+ | —— 阻力测量、显示、记录和开关装置(引发脉冲清灰)； | 10 | —— 绝对滤料； |
| PIC | —— 压力显示和控制； | 11 | —— 压缩空气罐； |
| PIR | —— 压力显示和记录； | 12 | —— 阀门； |
| QIR | —— 浓度测量、显示和记录； | 13 | —— 环境空气入口； |
| TIR | —— 温度测量、显示和记录。 | 14 | —— 吹洗空气； |
| 1 | —— 粉尘喂入装置(带称重系统)； | 15 | —— 压缩空气(0.6 MPa)； |
| 2 | —— 混合管道； | 16 | —— 控制和数据采集系统； |
| 3 | —— 光度计(监测粉尘浓度)； | 17 | —— 工业用 PC 机； |
| 4 | —— 水平洁净气体管道； | 18 | —— 流量计； |
| 5 | —— 垂直含尘气体管道； | 19 | —— 抽气泵； |
| | | 20 | —— PM _{2.5} 分离组件。 |

图 1 仪器示意图

表 1 仪器参数允许误差

项目	含尘气体粉尘浓度	清灰喷吹压力	流量计 MFC ₁	流量计 MFC ₂	流量计 MFC ₃	清灰阻力
允许误差	±7%	±3%	±3%	±3%	±3%	±1%

5.1.2 粉尘喂入装置

带有称重系统,可以连续监控发尘器中的粉尘质量。

GB/T 38019—2019

5.1.3 粉尘和空气混合单元

将粉尘与空气进行充分混合。

5.1.4 垂直含尘气体管道

可以提供通向被测试样的浓度稳定的含尘气体。

5.1.5 浓度监测系统(光度计)

监测含尘气体管道中试样入口粉尘浓度。

5.1.6 水平洁净气体管道

经过试样过滤后的洁净气体的输送管道。

5.1.7 清灰系统

用于对积聚在试样上的粉尘进行清灰。

5.1.8 抽气泵

用于抽气,使含尘气体穿过试样,同时可以抽走多余的含尘气体。

5.1.9 流量控制器

控制和测量含尘气体管道和洁净气体管道的气体流量。

5.2 工具

主要包括两个电子天平,其中一个电子天平精度为 0.01 g,用于称量试样和夹具的组合物,另一个电子天平精度为 0.01 mg,用于称量绝对滤料。

6 试验粉尘

6.1 粉尘种类及粒径分布:测试采用氧化铝粉尘,粉尘粒径分布应符合表 2 要求。其中细颗粒物($PM_{2.5}$)所占比例应为 30%~40%(细颗粒物具体所占比例可由粉尘供应商提供)。

注:也可按照客户要求采用实际工况的粉尘进行试验,但不同种类和粒径分布的粉尘试验结果不具有可比性。

表 2 氧化铝粉尘粒径分布

粒径/ μm	<4	<25	<100
百分比/%	50	90	99

6.2 储存及使用准备:粉尘储存于密封罐中,使用前粉尘应在 105 °C~110 °C 温度下干燥 3 h 以上,然后在干燥器中放置 1 h 以上供使用。

7 绝对滤料

玻璃纤维绝对滤料,过滤效率至少为 99.99%,用于收集穿透试样的粉尘。

8 试样调湿和准备

试样根据 GB/T 6529 的规定进行调湿。

从样品上裁剪 3 块圆形试样,直径为 155 mm,试样上不应出现折痕、褶皱、孔洞或者其他异常。

9 试验步骤

9.1 根据表 3 要求设置仪器参数,包括清灰喷吹压力、清灰时间、气体流量(MFC₁、MFC₂ 和 MFC₃)、清灰阻力、清灰周期等,根据表 4 要求的测试程序进行试验,其中第二阶段(老化处理阶段)根据测试需要选择条件 A 或条件 B,并在试验报告中说明。

表 3 仪器参数设置

项目	单位	数值
含尘气体粉尘浓度	g/m ³	5
含尘气体流量 MFC ₁	m ³ /h	4
洁净气体流量 MFC ₂	m ³ /h	0.85
洁净气体流量 MFC ₃	m ³ /h	1
清灰阻力	Pa	1 000
清灰喷吹压力	MPa	0.5
清灰时间	ms	60
过滤面积	m ²	0.015 4

表 4 测试程序

测试阶段	条件	浓度测试	目的和结果
第一阶段:初始测试阶段	30 个 1 000 Pa 定压清灰周期	需要	获得试样老化前过滤性能
第二阶段:老化处理阶段	条件 A:2 500 个 20 s 定时间清灰周期; 条件 B:10 000 个 5 s 定时间清灰周期	不需要	老化处理程序
第三阶段:稳定处理阶段	10 个 1 000 Pa 定压清灰周期	不需要	稳定处理程序
第四阶段:老化后测试阶段	条件 A:30 个及以上 1 000 Pa 定压清灰周期, 2 h 及以上试验时间,两个条件均达到; 条件 B:30 个 1 000 Pa 定压清灰周期	需要	获得试样老化后过滤性能

注:根据测试需要,可只进行第一阶段试验,得到试样老化前过滤性能;也可进行第一至第四阶段试验,分别得到试样老化前和老化后过滤性能。

9.2 通过调节粉尘喂入装置的送尘速度来调整含尘气体粉尘浓度,含尘气体粉尘浓度记为 C_0 。

9.3 将试样安装到夹具上,对试样和夹具组合体进行称量,记为 M_{11} 。

9.4 称量一片绝对滤料并装入全粒径粉尘采样部分,绝对滤料质量记为 M_{21} ,用于测试全粒径粉尘排放浓度;称量另一片绝对滤料并装入 PM_{2.5} 粉尘采样部分,绝对滤料质量记为 M'_{21} ,用于测试 PM_{2.5} 粉尘

GB/T 38019—2019

排放浓度。

9.5 开动抽气泵,待气体流量稳定以后,测量试样的初始阻力。接着进行表 4 中第一阶段(初始测试阶段)试验。完成第一阶段试验后,测量试样的残余阻力。然后取出试样和夹具组合体,对试样和夹具组合体进行称量,记为 M_{12} ;然后取出全粒径粉尘采样部分的绝对滤料并进行称重,质量记为 M_{22} ,用于测试全粒径粉尘排放浓度;然后取出 $PM_{2.5}$ 粉尘采样部分的绝对滤料并进行称重,质量记为 M'_{22} ,用于测试 $PM_{2.5}$ 粉尘排放浓度。对绝对滤料,试样和夹具组合体进行称重时,集尘面朝上,轻拿轻放,以免粉尘掉落。

9.6 将试样和夹具重新安装到试验装置上,重新安装一块绝对滤料,根据表 4 中第二阶段条件 A 或条件 B 进行参数设置,然后启动抽气泵,待气体流量稳定以后,进行第二阶段(老化处理阶段)试验。

9.7 重新安装一块绝对滤料,根据表 4 中第三阶段条件进行参数设置,然后启动抽气泵,待气体流量稳定以后,进行第三阶段(稳定处理阶段)试验。

9.8 进行第四阶段(老化后测试阶段)试验,试验操作同第一阶段。

9.9 按 9.3~9.8 步骤测试另一块试样的阻力、排放浓度、过滤效率等指标,如果与第 1 块试样测量结果的误差均小于 5%,以两块试样的平均值作为测量结果;如果误差大于 5%时,需要取第 3 块试样进行测试,以三块试样的平均值作为测试结果。

9.10 试验结束后关闭抽气泵、压缩气体、仪器软件及电源等。

10 结果计算和表达

10.1 概述

粉尘过滤性能包括初始阻力、不同阶段残余阻力,不同阶段第一个清灰周期和最后一个清灰周期、全粒径粉尘排放浓度、 $PM_{2.5}$ 排放浓度、全粒径粉尘过滤效率、 $PM_{2.5}$ 过滤效率、残余粉尘质量。

10.2 阻力

记录洁净试样的初始阻力,结果修约到 1 Pa。

记录不同试验阶段后试样的残余阻力,结果修约到 1 Pa。

10.3 粉尘排放浓度

10.3.1 全粒径粉尘排放浓度

全粒径粉尘排放浓度按式(1)计算,结果保留 3 位小数。

$$C = \frac{M_{22} - M_{21}}{MFC_2 \times T} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- C ——全粒径粉尘排放浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- M_{22} ——试验后,全粒径粉尘采样部分绝对滤料质量,单位为毫克(mg);
- M_{21} ——试验前,全粒径粉尘采样部分绝对滤料质量,单位为毫克(mg);
- MFC_2 ——全粒径粉尘采样部分气体流量,单位为立方米每小时(m^3/h);
- T ——第一阶段试验时间或第四阶段试验时间,单位为小时(h)。

10.3.2 $PM_{2.5}$ 粉尘排放浓度

$PM_{2.5}$ 粉尘排放浓度按式(2)计算,结果保留 3 位小数。

$$C_{PM_{2.5}} = \frac{M'_{22} - M'_{21}}{MFC_3 \times T} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- $C_{PM_{2.5}}$ ——PM_{2.5} 粉尘排放浓度,单位为毫克每立方米(mg/m³)；
 M'_{21} ——试验前,PM_{2.5} 粉尘采样部分绝对滤料质量,单位为毫克(mg)；
 M'_{22} ——试验后,PM_{2.5} 粉尘采样部分绝对滤料质量,单位为毫克(mg)；
 MFC_3 ——PM_{2.5} 粉尘采样部分气体流量,单位为立方米每小时(m³/h)；
 T ——第一阶段试验时间或第四阶段试验时间,单位为小时(h)。

10.4 粉尘过滤效率

10.4.1 全粒径粉尘过滤效率

全粒径粉尘过滤效率按式(3)计算,结果保留 4 位小数。

$$E = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

- E ——全粒径粉尘过滤效率,％；
 C_0 ——含尘气体粉尘浓度,单位为毫克每立方米(mg/m³)；
 C ——试样下游粉尘浓度,单位为毫克每立方米(mg/m³)。

10.4.2 PM_{2.5} 粉尘过滤效率

PM_{2.5} 粉尘过滤效率按式(4)计算,结果保留 4 位小数。

$$E_{PM_{2.5}} = \frac{C_0 \times P_{PM_{2.5}} - C_{PM_{2.5}}}{C_0 \times P_{PM_{2.5}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中：

- $E_{PM_{2.5}}$ ——PM_{2.5} 粉尘过滤效率,％；
 C_0 ——含尘气体粉尘浓度,单位为毫克每立方米(mg/m³)；
 $P_{PM_{2.5}}$ ——PM_{2.5} 粉尘占试验粉尘的质量百分数,％(细颗粒物具体所占比例可由粉尘供应商提供)；
 $C_{PM_{2.5}}$ ——PM_{2.5} 粉尘排放浓度,单位为毫克每立方米(mg/m³)。

10.5 残留粉尘质量

残留粉尘质量按式(5)计算,结果保留 1 位小数。

$$\Delta m = \frac{M_{12} - M_{11}}{A} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中：

- Δm ——残留粉尘质量,单位为克每平方米(g/m²)；
 M_{11} ——试验前,试样和夹具组合体质量,单位为克(g)；
 M_{12} ——试验后,试样和夹具组合体质量,单位为克(g)；
 A ——过滤面积,单位为平方米(m²)。

11 试验报告

试验报告应包括下列内容,试验报告示例参见附录 A：

- a) 试验是按本标准进行的；
- b) 样品描述；
- c) 如果进行了第二阶段测试,需要说明选用的老化条件(条件 A 或条件 B)；

GB/T 38019—2019

- d) 如果进行了第四阶段测试,需要说明选用的测试条件(条件 A 或条件 B);
- e) 如果采用实际工况的粉尘进行试验,给出所用粉尘的情况描述;
- f) 仪器型号;
- g) 试验结果;
- h) 任何偏离本标准的细节。



附 录 A
(资料性附录)
试验报告示例

试验报告示例见表 A.1。

表 A.1 试验报告示例

测试报告编号: _____	检测实验室: _____
送检单位: _____	样品名称: _____
检测项目: _____	检测日期: _____

测试参数	
试验粉尘: _____	含尘气体粉尘浓度(g/m ³): _____
清灰阻力(Pa): _____	清灰喷吹压力(MPa): _____
清灰时间(ms): _____	过滤面积(m ²): _____
过滤流量(m ³ /h): _____	
全粒径粉尘采样部分气体流量 MFC ₂ (m ³ /h): _____	
PM _{2.5} 粉尘采样部分气体流量 MFC ₃ (m ³ /h): _____	

测试阶段
<input type="checkbox"/> 第一阶段(初始测试阶段):30个1 000 Pa定压清灰周期。
<input type="checkbox"/> 第二阶段(老化处理阶段): <input type="checkbox"/> 条件A:2 500个20 s定时间清灰周期; <input type="checkbox"/> 条件B:10 000个5 s定时间清灰周期。
<input type="checkbox"/> 第三阶段(稳定处理阶段):10个1 000 Pa定压清灰周期。
<input type="checkbox"/> 第四阶段(老化后测试阶段): <input type="checkbox"/> 条件A:30个及以上1 000 Pa定压清灰周期,2 h及以上试验时间,两个条件均达到; <input type="checkbox"/> 条件B:30个1 000 Pa定压清灰周期。

试验结果		
第一阶段 (老化前测试阶段) 	洁净滤料初始阻力/Pa	
	第一阶段测试后残余阻力/Pa	
	全粒径粉尘排放浓度/(mg/m ³)	
	PM _{2.5} 粉尘排放浓度/(mg/m ³)	
	全粒径粉尘过滤效率/%	
	PM _{2.5} 粉尘过滤效率/%	
	残留粉尘质量/(g/m ²)	
	第一个清灰周期/s	
	最后一个清灰周期/s	

GB/T 38019—2019

第四阶段 (老化后测试阶段)	第四阶段测试后残余阻力/Pa	
	全粒径粉尘排放浓度/(mg/m ³)	
	PM _{2.5} 粉尘排放浓度/(mg/m ³)	
	全粒径粉尘过滤效率/%	
	PM _{2.5} 粉尘过滤效率/%	
	残留粉尘质量/(g/m ²)	
	第一个清灰周期/s	
	最后一个清灰周期/s	



参 考 文 献

- [1] GB 3095—2012 环境空气质量标准
-