

ICS 59.080.30
W 04



中华人民共和国国家标准

GB/T 38413—2019

纺织品 细颗粒物过滤性能试验方法

Textiles—Test methods for filtration of particulate matter

2019-12-31 发布

2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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：中纺标检验认证股份有限公司、佛山市南海必得福无纺布有限公司、上海兴诺康纶纤维科技股份有限公司、东华大学、浙江严牌过滤技术股份有限公司、广州检验检测认证集团有限公司、晋江中纺标检测有限公司、天津泰达洁净材料有限公司、中纺院(天津)科技发展有限公司、江苏省纺织产品质量监督检验研究院、福建万家丽科技实业有限公司、中科纺织研究院(青岛)有限公司、深圳市捷顺通检测技术有限公司、东莞市正大纺织科技有限公司、中国产业用纺织品行业协会。

本标准主要起草人：刘飞飞、章辉、王洪、徐路、罗俊、王向钦、张复全、裘春湖、邓伟雄、陈祥基、黄效华、成松涛、谢敬伟、陈昊、赵丹青、吴刚、徐少兵、赵瑾瑜。



纺织品 细颗粒物过滤性能试验方法

1 范围

本标准规定了测定纺织品细颗粒物过滤性能的试验方法。
本标准适用于空气过滤用织物及口罩等制品。

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
GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
GB/T 8629—2017 纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序
GB/T 10586 湿热试验箱技术条件
GB/T 10589 低温试验箱技术条件
GB/T 11158 高温试验箱技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

细颗粒物 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 的颗粒状物质。

3.2

过滤效率 filtration efficiency

在规定条件下,纺织品过滤前后细颗粒物浓度的差值与过滤前细颗粒物浓度之比。

3.3

过滤阻力 filtration resistance

在规定条件下,纺织品过滤前后的静压差。

3.4

初阻力 initial pressure drop

在规定条件下,纺织品过滤前洁净状态时的阻力值。

3.5

终阻力 final pressure drop

在规定条件下,纺织品过滤容尘后需要更换或再生时的阻力值。

3.6

容尘量 dust-hold capacity

在规定条件下,纺织品过滤容尘后单位面积织物捕集细颗粒物的质量。

3.7

容尘时间 filter time

在规定条件下,纺织品经过滤达到一定容尘量或一定过滤阻力时所需的测试时间。

4 原理

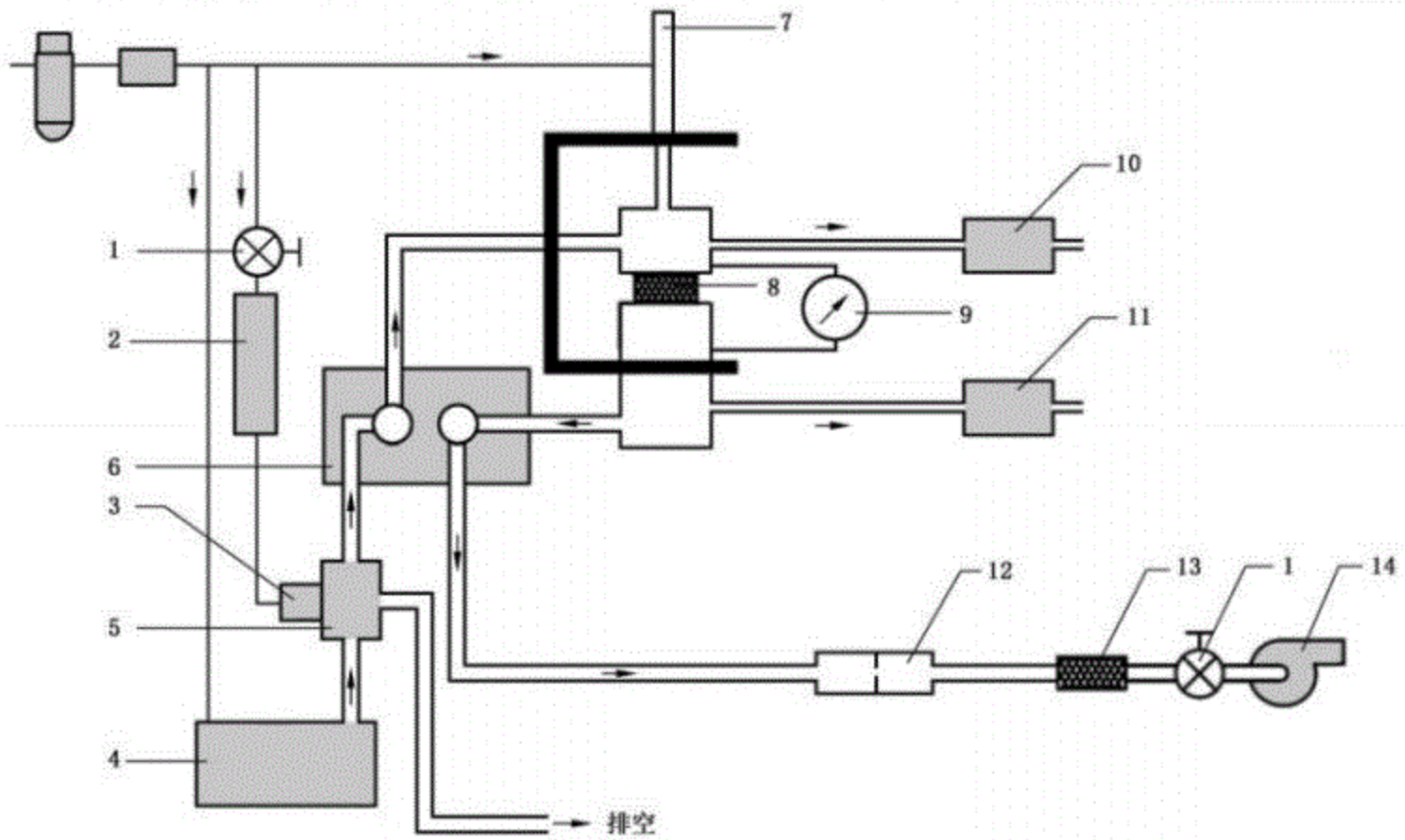
通过气溶胶发生系统产出一定粒径的气溶胶,以气溶胶作为模拟环境中细颗粒物的试验尘源。在
规定试验条件下使气溶胶通过试样,气溶胶在试样表面不断积累,当试样上达到一定气溶胶加载质量时
或当过滤阻力达到一定值时,计算过滤效率、初阻力、终阻力、容尘时间或容尘量,以此来表示样品的过
滤性能。

5 试验设备

5.1 过滤测试装置

5.1.1 概述

主要包括气溶胶发生系统和测试系统。过滤测试装置示意图见图 1。



说明:

- 1 —— 流量调节阀;
- 2 —— 加热器;
- 3 —— 气溶胶中和器;
- 4 —— 气溶胶发生器;
- 5 —— 混合腔;
- 6 —— 开关阀;
- 7 —— 气压缸;
- 8 —— 试样;
- 9 —— 压力计;
- 10 —— 上游光度计;
- 11 —— 下游光度计;
- 12 —— 流量计;
- 13 —— 滤料;
- 14 —— 真空泵。

图 1 过滤测试装置示意图

5.1.2 气溶胶发生系统

5.1.2.1 总体要求

应能生成满足试验要求的非油性颗粒物和油性颗粒物,应能对生成的颗粒物的荷电进行中和,并保证颗粒物在过滤前取样口处分布均匀。

5.1.2.2 非油性颗粒物

氯化钠(NaCl)颗粒物。颗粒物的计数中位径(CMD)为 $0.075\ \mu\text{m} \pm 0.020\ \mu\text{m}$,粒度分布的几何标准偏差不大于 1.86。

非油性颗粒物的浓度根据产品使用环境不同进行设置,一般工业用产品的浓度为不超过 $200\ \text{mg}/\text{m}^3$,民用产品的浓度为不超过 $30\ \text{mg}/\text{m}^3$ 。根据产品需要,也可设置其他测试浓度。

5.1.2.3 油性颗粒物

癸二酸二异辛酯(DEHS)、邻苯二甲酸二辛酯(DOP)或其他适用油类(如石蜡油)颗粒物。颗粒物的计数中位径(CMD)为 $0.185\ \mu\text{m} \pm 0.020\ \mu\text{m}$,粒度分布的几何标准偏差不大于 1.60。

油性颗粒物的浓度根据产品使用环境不同进行设置,一般工业用产品的浓度为 $50\ \text{mg}/\text{m}^3 \sim 200\ \text{mg}/\text{m}^3$,民用产品的浓度为不超过 $30\ \text{mg}/\text{m}^3$ 。根据产品需要,也可设置其他测试浓度。

5.1.3 测试系统

5.1.3.1 总体要求

应包括试样夹具、光度计、压力计和流量计,采样频率 ≥ 1 次/min,过滤效率的检测范围为 $0\% \sim 99.999\%$,分辨率至少为 0.003% 。

5.1.3.2 试样夹具

应采用耐腐蚀金属材料制成,并由上、下夹持器构成。夹具应保证试样有 $100\ \text{cm}^2 \pm 1\ \text{cm}^2$ 的圆形被测面积,除非另有规定。试样夹紧后边缘不应有泄漏,所采用的密封圈不应改变试样的被测面积。与试验气溶胶相接触夹具的表面都应保持清洁、易于保洁、耐腐蚀、导电并且接地。

5.1.3.3 光度计

两台带鞘气保护功能的光度计,分别安装在过滤测试装置的上、下游。如果上游的颗粒物浓度超过了光度计的测量范围,应在采样点与光度计之间设置稀释系统。光度计浓度测量范围为 $0.001\ \text{mg}/\text{m}^3 \sim 200\ \text{mg}/\text{m}^3$,精度为 1% 。

5.1.3.4 电子压力传感器或压力计

压力范围为 $0\ \text{Pa} \sim 1\ 500\ \text{Pa}$,精度为满量程的 2% 。

5.1.3.5 流量计

流量范围为 $15\ \text{L}/\text{min} \sim 100\ \text{L}/\text{min}$,精度为满量程的 2% 。

5.2 天平

精确至 $0.1\ \text{mg}$ 。

5.3 计时器

精确至 0.1 s。

6 材料和试剂

6.1 氯化钠(NaCl):分析纯。

6.2 癸二酸二异辛酯(DEHS)或邻苯二甲酸二辛酯(DOP):分析纯。

6.3 二级水:符合 GB/T 6682 的要求。

6.4 非油性气溶胶发生器溶液:采用质量分数为 2%的 NaCl 溶液,由氯化钠(NaCl)(6.1)和二级水(6.3)进行配制。

6.5 油性气溶胶发生器溶液:采用癸二酸二异辛酯(DEHS)或邻苯二甲酸二辛酯(DOP)(6.2)。

7 样品

7.1 总则

根据产品测试需要,可以按 7.2 或 7.3 对样品进行预处理。未进行预处理的样品或按 7.3 洗涤预处理后的样品应在符合 GB/T 6529 规定的标准大气环境下调湿平衡后再进行过滤性能测试。

7.2 温度湿度预处理

7.2.1 设备

样品温湿度预处理设备要求如下:

- a) 湿热试验箱技术性能应符合 GB/T 10586 的要求;
- b) 高温试验箱技术性能应符合 GB/T 11158 的要求;
- c) 低温试验箱技术性能应符合 GB/T 10589 的要求。

7.2.2 方法

将样品从原包装中取出,按下列步骤处理:

- a) 在 $38.0\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $(85\pm 5)\%$ 相对湿度环境下放置 $24\text{ h}\pm 1\text{ h}$;
- b) 在 $70\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 干燥环境下放置 $24\text{ h}\pm 1\text{ h}$;
- c) 在 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境下放置 $24\text{ h}\pm 1\text{ h}$ 。

在进行上述 b) 和 c) 处理步骤前,应使样品温度恢复室温后至少 4 h,再进行后续步骤。c) 步骤结束后样品应放置在气密性容器中,并在 10 h 内进行测试。

7.3 洗涤预处理

将样品按照 GB/T 8629—2017 中的 A 型标准洗衣机,洗涤程序 4H,使用标准洗涤剂 3 连续洗涤 3 次,洗涤后悬挂晾干。

根据产品标准或利益相关方协商确定,洗涤次数也可另行规定,需在试验报告中说明。

7.4 取样要求

7.4.1 取样

从过滤用织物上均匀裁剪圆形试样,直径至少为 150 mm,或者方形试样,边长至少为 150 mm,试

样上不应出现折痕、褶皱、孔洞、污物或者其他异常。

口罩等制品可直接作为试样,试样应包装完整,无损坏、无污染或其他异常。

7.4.2 数量

针对每种气溶胶,在每个检测气流量条件下需要 3 块试样,按照需要测试的气溶胶种类、气流量、预处理等条件相应增加试样数量。

注:如果仅测量非油性气溶胶在 85 L/min 气流量条件下的过滤性能,样品要求测试原样和温度湿度预处理后的过滤性能,则准备 6 块试样;如果测量非油性和油性两种气溶胶在 40 L/min 和 85 L/min 两个气流量条件下的过滤性能,样品要求测试原样、温度湿度预处理后和洗涤预处理后的过滤性能,则准备 36 块试样。

8 试验条件

在温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $(30\pm 10)\%$ 的大气环境中进行试验。

9 试验步骤

9.1 仪器准备

9.1.1 检查气溶胶发生器中溶液量,量不足时应及时添加。

9.1.2 打开外部气源,打开仪器电源,根据采用油性气溶胶发生器或非油性气溶胶发生器情况,调节夹具压力阀、气溶胶发生器压力阀等参数,使设备进入测试状态。

9.1.3 当进行非油性气溶胶测试时,开启气溶胶中和器,消除颗粒所带的静电。当进行油性气溶胶测试时,则不需要开启中和器。

9.1.4 当进行非油性气溶胶测试时,开启加热器,对气溶胶进行干燥形成 NaCl 颗粒物。当进行油性气溶胶测试时,则不需要开启加热器。

9.1.5 仪器开启后,需要至少 30 min 的时间使仪器处于稳定状态。

9.2 设置气流量

气流量设置范围应为 0 L/min~100 L/min。一般情况下,口罩气流量为 85 L/min(如采用多重过滤元件,应平分流量,如双过滤元件,每个过滤元件的检测气流量应为 42.5 L/min;若多重过滤元件有可能单独使用,应按单一过滤元件的检测条件检测),空气过滤器用过滤织物气流量为 32 L/min。也可按照产品标准要求或者客户要求设置气流量,需在试验报告中给出。

9.3 启动测试

9.3.1 口罩

9.3.1.1 将试样放置在试样夹具上并固定,使试样的迎尘面朝向气流来的方向,并防止测试过程中试样扭曲或边缘气体泄漏。

注 1:口罩整体进行测试,无需破坏。

注 2:可使用热熔胶枪将口罩呼吸阀盖完全密封,以防呼吸器阀边缘气体泄漏。

9.3.1.2 启动测试按钮,气体将流过试样,观察并记录试样的预试验过滤效率 E ,结果精确至 0.1%。电子压力传感器或压力计(5.1.3.4)测量试样两侧的压差,测试得出试样的初阻力值并记录,结果精确至 0.1 Pa。

注:约 15 s 可测出预试验过滤效率 E 和初阻力值。

9.3.1.3 按公式(1)计算预估容尘时间,实际测试时间达到预估容尘时间 T 后,立即停止测试。在整个

容尘时间 T 过程中所获得的过滤效率最小值作为试样的过滤效率,结果精确至 0.1%。

$$T = \frac{M \times 10^3}{\rho \times QV \times E} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

T ——预估容尘时间,单位为分(min);

M ——相关产品所要求加载质量,单位为毫克(mg);

注: GB 2626—2006 中加载质量为 200 mg;GB/T 32610—2016 中加载质量为 30 mg。

ρ ——非油性或油性颗粒物浓度,单位为毫克每立方米(mg/m³);

QV ——气流量,单位为升每分(L/min);

E ——预试验所得过滤效率,%。

9.3.1.4 按照 9.3.1.1~9.3.1.3 的要求依次测试剩余试样。

9.3.2 过滤用织物

9.3.2.1 取一块试样并称其质量,记录为初始质量,结果精确至 0.1 mg。将试样安装在试样夹具上并固定,使试样的迎尘面朝向气流来的方向,并防止测试过程中试样扭曲或边缘气体泄漏。

9.3.2.2 启动测试按钮,气体将流过试样,开始持续观察并记录试样的过滤效率,电子压力传感器或压力计(5.1.3.4)测量试样两侧的压差。测试试样的初阻力值,并记录,结果精确至 0.1 Pa。

注: 约 15 s 可测出初阻力值。

9.3.2.3 持续观察过滤阻力,当过滤阻力达到初阻力值的 2 倍或达到终阻力值时,立即停止测试,并记录容尘时间 T ,结果精确至 0.1 min。在整个容尘时间 T 过程中所获得的过滤效率最小值作为试样的过滤效率,结果精确至 0.1%。将试样从夹具上卸载下来,卸载过程应非常小心避免已捕集粉尘的掉落而影响测试结果。称取试样的质量,记录为最终质量,结果精确至 0.1 mg。

注: 根据产品标准或利益相关方协商确定终阻力值。

9.3.2.4 按照 9.3.2.1~9.3.2.3 的要求依次测试剩余试样。

10 试验数据处理

10.1 过滤效率

以 3 块试样过滤效率的平均值作为该样品过滤效率的测试结果,以百分数(%)表示。当平均值低于 90%,结果保留一位小数;当平均值为 90%~99%,结果保留两位小数;当平均值大于或等于 99%,结果保留三位小数。

10.2 初阻力值

以 3 块试样初阻力的平均值作为该样品初阻力的测试结果,单位为帕(Pa),结果保留一位小数。

10.3 容尘时间

对于过滤用织物,以 3 块试样容尘时间的平均值作为该样品容尘时间的测试结果,单位为分(min),结果保留一位小数。

10.4 终阻力值

对于过滤用织物,如果终阻力值选取等于初阻力值的 2 倍,则直接计算 10.2 初阻力值的 2 倍即为该样品终阻力的测试结果,单位为帕(Pa),结果保留一位小数;如果终阻力值是产品标准或利益相关方协商确定,则以该值作为测试结果,单位为帕(Pa),结果保留一位小数。

10.5 容尘量

对于过滤用织物,按公式(2)分别计算每块试样的容尘量,以3块试样容尘量的平均值作为该样品容尘量的测试结果,结果保留一位小数。

$$C = \frac{\Delta W}{S} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- C —— 容尘量,单位为毫克每平方米(mg/cm²);
- ΔW —— 试样最终质量和初始质量的差值,单位为毫克(mg);
- S —— 有效过滤面积,单位为平方厘米(cm²),一般为100 cm²。

11 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 试验是按本标准进行的;
- b) 样品的描述;
- c) 试验时的环境温湿度;
- d) 非油性颗粒物或油性颗粒物测试浓度;
- e) 对于口罩,说明所选取气溶胶种类、气流量、预处理等测试条件,并对应给出每种规定测试条件下样品过滤效率和初阻力的测试结果,如果需要给出每块试样的实测值;
- f) 对于口罩,需要给出测试过程中的加载质量;
- g) 对于过滤用织物,说明所选取气溶胶种类、气流量、预处理等测试条件,并对应给出每种规定测试条件下样品过滤效率、初阻力、容尘时间、终阻力和容尘量的测试结果,如果需要给出每块试样的实测值;
- h) 试验日期及试验人员;
- i) 任何偏离本标准的情况。

参 考 文 献

- [1] GB 2626—2006 呼吸防护用品 自吸过滤式防颗粒物呼吸器
 - [2] GB/T 32610—2016 日常防护型口罩技术规范
-

