

ICS 17.060

M 732

团 体 标 准

T/SZJL 5 - 2023

洁净室服装及织物 空气粒子过滤效率检测方法

Cleanroom garment and fabric—Test method of airborne particle filtration
efficiency

2023 -11-13 发布

2023 -11-15 实施

苏州市计量测试学会 发布

目 次

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 要求.....	2
5 检测原理.....	2
6 检测条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 检测装置.....	2
6.2.1 检测装置性能要求.....	3
6.3 试验材料与仪器.....	3
7 检测操作.....	4
8 结果报告.....	4
附录 A（资料性）环境温湿度的选择.....	5
附录 B（资料性）检测方法的选择（恒压法、恒流法）.....	6
附录 C（资料性）洁净室服装及织物粒子过滤效率分级.....	7
参考文献.....	8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 给出的规则起草。

本文件由苏州市计量测试学会提出并归口。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件起草单位：苏州市计量测试院、苏州苏信环境科技有限公司。

本文件起草人：肖坤坤、汪龙、陈恩坤、吴振一、惠旅锋、程云华、厉龙。

本文件为首次发布。

苏州苏信环境科技有限公司

引 言

随着我国医药、半导体、机械仪表等行业迅猛发展，产品生产工艺流程对环境洁净度要求逐渐提高。洁净室服装作为隔绝人体向洁净室散发颗粒污染最重要的屏障，其作用越来越突出。

洁净室服装及织物对空气粒子过滤效率的检测结果，取决于检测参数、环境条件等多种因素。而控制这些影响因素，对产品优选和质量改进具有重要意义。

全国团体标准信息平台

洁净室服装及织物 空气粒子过滤效率检测方法

1 范围

本文件规定了洁净室服装及织物对空气粒子过滤效率的检测方法，其中包括：术语和定义、检测原理、检测条件、检测操作、结果报告等。

本文件适用于医药、半导体、精密机械仪表等行业的洁净室及相关受控环境中使用的，纺织机或非织造布制作的透气型洁净室服装及织物。本文件主要关注洁净室服装及织物对空气中颗粒的过滤效率，尤其是对粒径小于 $0.5\ \mu\text{m}$ 粒子的过滤性能，以适应洁净室不断提高的洁净度要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。

GB/T 24249-2009 防静电洁净织物

SJ/T 11412-2010 防静电洁净工作服及织物通用规范

FZ/T 80014-2012 洁净室服装 通用技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

洁净室服装 Cleanroom garment

在洁净室及相关受控环境中穿着的、用以防止静电放电损害及保护洁净室环境符合洁净度要求的服装。

[来源：FZ/T 80014-2012, 3.1]

3.2

洁净织物 Cleanroom fabric

用以制作洁净室及相关受控环境服装、帽子等产品的，具有防静电洁净功能的织物。

[来源：GB/T 24249-2009, 3.1]

3.3

空气粒子过滤效率 Particle filtration efficiency

洁净室服装及织物去除垂直通过流动空气中颗粒物的能力，即在规定的参数下被测样品上、下风侧气流中颗粒物浓度之差与上风侧气流中颗粒物浓度之比。

3.4

恒压法 Constant pressure method

采用一定数量的标准粒子在规定的恒定压力下垂直通过被测样品的检测方法。

3.5

恒流法 Constant airflow method

采用一定数量的标准粒子在规定的恒定气体流量下垂直通过被测样品的检测方法。

4 要求

洁净室服装及织物在送检前应经过相应的洁净处理，要求样品经过包边或其它方式的处理，以防止布边对检测造成影响。样品尺寸不小于 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ ，应干燥、清洁，外观应无破损、斑点、污物以及其它影响洁净性能的缺陷。

5 检测原理

用夹具将洁净室服装及织物的局部平整固定成测试平面。用抽气泵抽取空气，在试样上、下风侧形成气压差。含有一定浓度和特定粒径颗粒物的气流垂直通过试样，用尘埃粒子计数器分别测量样品两侧的颗粒物浓度，计算过滤效率。

6 检测条件

6.1 环境条件

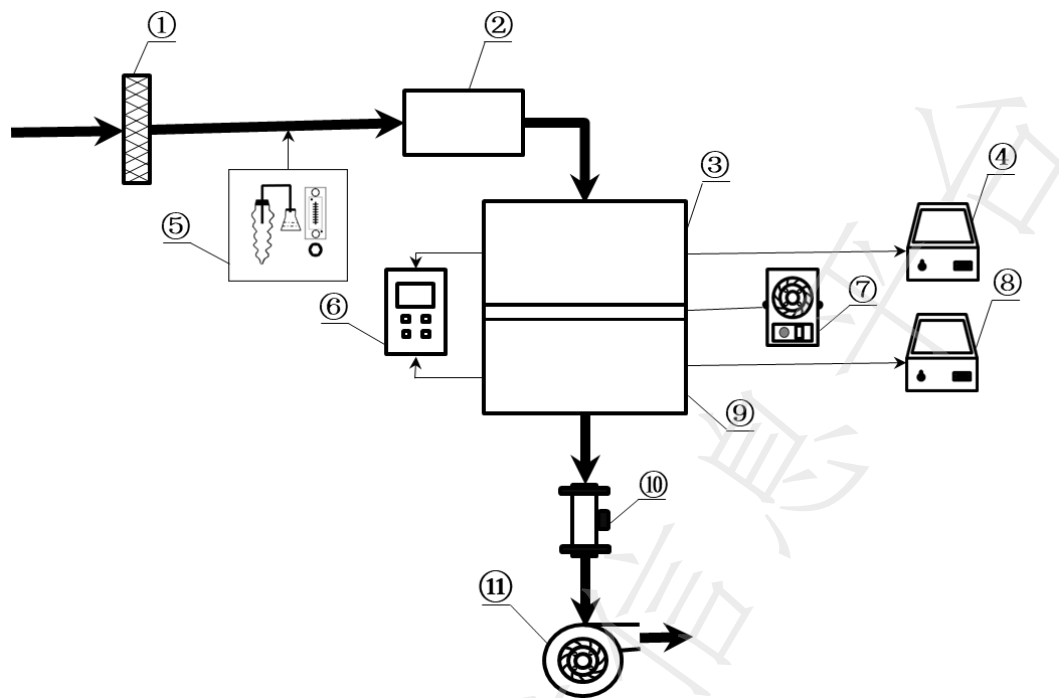
6.1.1 温度： $(23 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 湿度： $(50 \pm 5)\%RH$ 。

6.2 检测装置

检测装置结构如图 1，应有接地线，且接地电阻不大于 $4\ \Omega$ 。

[来源：JJF 1517-2015，5.1]



1—高效空气过滤器；2—空气混匀器；3—上夹具；4—上游尘埃粒子计数器；5—气溶胶发生器；6—压差计；7—离子风机；8—下游尘埃粒子计数器；9—下夹具；10—空气流量计；11—变频风机。

图1 洁净室服装及织物过滤效率检测装置示意图

6.2.1 检测装置性能要求

- (a) 高效空气过滤器，过滤效率等级不低于 H13，额定风量不小于 $100 \text{ m}^3/\text{h}$ 。
- (b) 上夹具与下夹具，内腔直径 25 cm ，材质为 304 不锈钢或铝合金。夹具内腔及各气路流量稳定性控制在 $\pm 5\% / 8\text{h}$ 。
- (c) 气溶胶发生器，可发生单分散粒子范围： $(0.1 \sim 5.0) \mu\text{m}$ ，粒子浓度范围为 $(1000 \sim 100000)$ 个 / 2.83L ，发生粒子浓度测量的重复性不大于 5% 。
- (d) 压差计，测量范围 $(0 \sim 500) \text{ Pa}$ ，最大允许误差： $\pm 3\%$ 读数值。
- (e) 空气流量计，最大允许误差： $\pm 3\%$ 读数值；分度值： $0.01 \text{ L} / \text{min}$ 。
- (f) 尘埃粒子计数器，可测粒径范围 $(0.1 \sim 5.0) \mu\text{m}$ ，粒子浓度示值误差不超过 $\pm 30\%$ 。
- (g) 变频风机， 250 Pa 压头下，抽取流量不小于 $900 \text{ L} / \text{min}$ 。

6.3 试验材料与仪器

6.3.1 聚苯乙烯标准粒子

根据客户要求或双方共同协商，选择一种或多种单分散聚苯乙烯标准粒子（光学等效粒径为 $0.3 \mu\text{m}$ 、 $0.5 \mu\text{m}$ 和 $1.0 \mu\text{m}$ ）。聚苯乙烯直径分布的相对标准偏差不大于 5% 。

6.3.2 去离子水

去离子水应符合 GB/T 6682-2008 中 4.3 要求。

6.3.3 静电测试仪

测量最大允许误差：±10%。。

7 检测操作

- 7.1 将样品平整放置恒温恒湿间 24 h，恒温恒湿间要求温度（23 ± 3）℃，湿度（50 ± 5）%RH。
- 7.2 将样品放置下夹具上固定铺平（贴近实际穿着人员皮肤的一侧朝上），使用静电测试仪测量记录样品表面静电，上夹具下降夹紧样品。样品尺寸应大于夹具尺寸，反面朝上置于夹具之间。
- 7.3 打开风机，启动仪器空态运行，设置运行参数及其它条件参数。调节实验空气流量以控制样品上下游压降保持（98 ± 2）Pa，也可根据客户要求选择恒流法进行检测。
- 7.4 通过尘埃粒子计数器读取上游测试气流粒子数，空白要求不大于 100 个 / 2.83L。
- 7.5 启动气溶胶发生器发生特定粒径的标准粒子。测试粒子粒径的选择可由客户指定，或双方协商，可选粒径为 0.3 μm、0.5 μm 或 1.0 μm。
- 7.6 调节气溶胶发生器喷雾装置控制上游粒子浓度为（4000 ~ 10000）个 / 2.83L，装置需持续至少 5 分钟使气溶胶发生稳定。
- 7.7 测试粒子随气流持续垂直通过样品，尘埃粒子计数器分别对样品上下风侧粒子浓度进行检测。每次采样时间为 1 分钟，上下游同时分别采样不少于 10 次，记录测试后样品表面静电值。根据公式 7.1 计算每分钟空气粒子过滤效率值，取平均值即为样品空气粒子过滤效率值。

$$E_{i1} = (C_0 - C_1) / C_0 \times 100\% \quad (7.1)$$

其中

E_{i1} — 样品消静电前第一次测试的过滤效率；

C_0 — 上游粒子浓度；

C_1 — 下游粒子浓度。

- 7.8 在不改变任何条件的情况下，重复步骤 7.2 ~ 7.7 计算第二次测试样品过滤效率 E_{i2} 。若两次测试结果相差不超过 10%，则将两次效率值平均作为样品消静电前过滤效率值 E_i 。若两次测试结果相差超过 10%，则重新进行测试，直至两次测试结果相差不超过 10%。

- 7.9 将样品静置恒温恒湿间 24 h，测试前使用离子风机吹拂样品表面 5 分钟或用其它消静电方式，使样品表面静电电压为零。接着重复步骤 7.3 ~ 7.8 得到样品消静电后过滤效率值 $E_{D,i}$ ，根据公式 7.2 计算样品最终测得效率值 E_A 。

$$E_A = (E_i + E_{D,i}) / 2 \quad (7.2)$$

其中

E_A — 样品最终过滤效率；

E_i — 样品消静电前过滤效率；

$E_{D,i}$ — 样品消静电后过滤效率。

8 结果报告

检测报告中除检测结果外，还应包含检测依据，检测环境的温湿度、检测方法、测试用标准粒子粒径、检测设备，样品的处理情况等信息。

附录 A
(资料性)
环境温湿度的选择

A.1 概述

本文件建议洁净室服装及织物空气粒子过滤效率的检测报告中必须包含检测环境温湿度及检测前后样品表面静电情况，鼓励客户按生产工艺要求确定样品在特定使用场所的环境温湿度，以便检测报告提供特定温湿度工况下的空气粒子过滤效率。若客户无指定温湿度要求，则按本文件 7.1 环境温度 $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ 、湿度 $(50 \pm 5) \% \text{RH}$ 下进行检测。

A.2 常见工况

涉及到洁净室服装及织物的行业领域有医药、半导体、精密机械仪表等。常见的洁净室标准里温湿度要求如表 A.1。

表 A.1 常见洁净室标准中的温湿度要求

标准	温度 ($^\circ\text{C}$)		湿度 (%RH)	
	冬季	夏季	冬季	夏季
GB 50073—洁净厂房设计规范	20 ~ 22	24 ~ 26	30 ~ 50	50 ~ 70
YY 0033—无菌医疗器械生产管理规范	18 ~ 28		45 ~ 65	
婴幼儿辅助食品生产许可证审查细则 (2017 版)	16 ~ 25		≤ 65	
*温湿度按生产工艺要求确定 (客户要求)				

附录 B

(资料性)

检测方法的选择 (恒压法、恒流法)

B.1 概述

垂直通过样品的空气流量与空气粒子过滤效率值息息相关,控制流量的方法主要有两种:一种方法是通过控制被测样品上下游的压差来定量(恒压法);另一种方法是直接控制流量,包括控制单位时间通过的气体体积量和控制气流流速(恒流法)。

当控制测试样品上下游压差时,如果被测织物透气性很差,达到所需压差要求时,实际通过被测物的气流很小,偏离实际情况,并且测试腔体内气流太小也会影响粒子计数器正常采样。极端情况下,由于粒子计数器采样抽取的气体已经使压差超过了 98 Pa。如果被测织物的透气性很好,达到所需压差要求时,实际通过被测物的气流很大,严重偏离实际穿着的情况。直接控制流量的方法能够保证通过试样的粒子的运动状态是相同的,即测试粒子具有相同的动量。

B.2 检测操作

除测试方法 7.3 中给出的恒压法外,可根据实际情况选择恒流法,即调节变频风机控制垂直通过样品气流流量为 $(20 \pm 2) \text{ L/min}$,或者由双方协商测试流量,并在测试报告中体现。其它操作步骤及数据处理与正文 7.1 ~ 7.9 检测操作一致。

选择“恒流法”或“恒压法”依实际情况而定,当待测试样品透气性很差时,可选择“恒流法”进行检测,也可同时提供“恒流法”和“恒压法”测试效率值。

在样品透气性很好或很差的极端情况下,可适当改变测试流量或压力,并在检测报告中说明。

附录 C
(资料性)

洁净室服装及织物粒子过滤效率分级

C.1 技术要求

洁净室服装及织物消静电前对粒子过滤效率按表 C.1 分级。

表 C.1 洁净室服装及织物粒子过滤性能分级

项目	微粒直径	要求		
		一级	二级	三级
空气粒子过滤效率% \geq	0.3 μm	35	25	15
	0.5 μm	50	35	20
	1 μm	70	50	30
注：空气粒子过滤效率可根据需要选择一个粒径进行考核，也可根据需要测试更小粒径。				

参考文献

- [1] VDI 3926, Standard Test for the Evaluation of Cleanable Filter Media
- [2] IEST-RP-CC003.4, Garment System Considerations for Cleanroom and Other Controlled Environments & Guide to Measuring Cleanroom Garments
- [3] JJF 1190-2008 尘埃粒子计数器校准规范

全国团体标准信息平台