

# 纺织品透湿性能不确定度评定

徐英志,张惠,刘春科

(中纺协东莞检验技术服务有限公司,广东东莞523000)

**摘要:**纺织品的功能性种类有很多种,具体包括健康性功能(如抗菌性纺织品)、舒适性功能(透湿、吸湿速干性纺织品)、防护性功能(防紫外性能纺织品)、易护理性功能(易去污纺织品),其中纺织品的透湿性能是一项非常重要的研究项目,所以对透湿性能需要生产者很好把控,也需要检测者严格监控。对纺织品透湿性能不确定度进行研究,以确保透湿性能结果的准确性和有效性。

**关键词:**纺织品;透湿性;不确定度

**中图分类号:**TS 107

**文献标志码:**A

**文章编号:**1673-0356(2022)10-0027-04

功能性产品在纺织领域的发展时间不长,且功能性产品测试结果的重现性不是很高,其影响因素很多,试验过程中会造成许多结果的不确定性。依据标准GB/T 12704.1—2009《纺织品 织物透湿性能试验方法 第一部分:吸湿法》对纺织品进行透湿性能检测,详细分析测定过程中影响结果的各个变量,并对各变量进行评定,给出了标准的表示方法。透湿性测试是功能性检测中非常重要的一个项目,试验过程中有许多影响因素造成结果的不确定度。例如干燥剂颗粒的大小会造成结果的不确定度,干燥剂颗粒越大,织物的透湿率先增大后减小,当采用颗粒粒径为0.63~1.00 mm时,测试的透湿率是最大结果<sup>[1]</sup>。评价服装的透湿性能,需要注意测试中遇到的各种影响因素,以保证测试结果的重复性<sup>[2]</sup>。通过试验分析认为,不确定度来源主要来自于重复取样产生的标准不确定度、透湿试验机校准产生的标准不确定度、透湿杯产生的标准不确定度、称量产生的标准不确定度和修约产生的标准不确定度等。

## 1 试验部分

### 1.1 测量依据

GB/T 12704.1—2009《纺织品 织物透湿性能试验方法 第一部分:吸湿法》<sup>[3]</sup>。

### 1.2 测量原理

透湿率是单位面积内透过织物的一天的水量,将透湿杯装入符合标准规定的干燥剂无水氯化钙,并将

织物封住杯口,杯沿用防水胶布封好,放入设置好的温湿度透湿仪内,通过透湿杯组合体在1 h内质量的变化得到面料的透湿率。

### 1.3 仪器设备

电子天平, YG601H 电脑式织物透湿仪(宁波纺织仪器厂)。

### 1.4 试样准备

从每个样品上取样,每个试样要在不同位置分别取样,最少需要剪取3块试样,每块试样直径70 mm,将其放置在(20±2)℃、湿度(65±4)%标准温湿度下充分调节24 h,试样应整齐、涂层均匀,不应该有破洞、针眼、折皱等缺陷。

### 1.5 测试过程

(1)将透湿杯清理干净,保持干燥、洁净状态,向杯内倒入烘过的无水氯化钙约35 g,充分振荡,干燥剂应均匀分布,其装填高度与织物的下表面距离在4 mm左右。

(2)试样的测试面朝上,将其放置在透湿杯上,上好橡胶圈和压力环,拧上螺帽固定样品,此过程应该注意避免干燥剂接触面料,造成结果偏大;再用防水胶布将透湿杯杯沿封住,组成密闭的组合试验体<sup>[4]</sup>。

(3)将组合好的试样放入规定温湿度条件下的透湿仪试验箱内部,在箱内平衡1 h后取出并盖上杯盖,放入硅胶干燥剂中平衡30 min,时间到达后取出立即放到天平上称重,时间不能超过15 s,精确至小数点后4位,此时得到样品的初始重量。

(4)称量结束后轻轻振动透湿杯,使得透湿杯中的干燥剂能上下混合,因吸湿1 h后样品结块,会降低样品的透湿率,所以振动的力度应把控均匀,振动过程中

收稿日期:2022-05-28

第一作者:徐英志(1990—),男,助理工程师,工学学士,主要研究方向为纺织技术,E-mail:992341402@qq.com。

应避免无水氯化钙与样品接触,造成结果偏大。

(5) 拿掉杯盖,快速把透湿杯与织物的组合体放入透湿仪箱体内,在试验 1 h 后取出组合体,按照步骤(3)的要求放入硅胶干燥剂中后称量。

(6) 按式(1)计算试样的透湿率,取 3 块试样的透湿率的平均值为最后的结果,按 GB/T 8170 修约到 3 位有效数字。

## 2 数学模型

$$WVT = \frac{(\Delta m - \Delta m')}{A \times t} \quad (1)$$

式中:WVT 为透湿率,  $g/(m^2 \cdot 24 h)$ ;

$\Delta m$  为同一试验组合体 2 次称量之差,  $g$ ;

$\Delta m'$  为空白试样的同一试验组合体 2 次称量之差,  $g$ ;

$A$  为有效试验面积(本装置为  $0.00283 m^2$ ),  $m^2$ ;

$t$  为试验时间,  $h$ 。

表 1 试样透湿率试验结果

序号	同一试验组合体 2 次称量之差/g	空白试样的同一试验组合体 2 次称量之差/g	透湿率 $/(g \cdot (m^2 \cdot 24 h)^{-1})$
1	1.002 0	0	8 498
2	1.003 1	0	8 216
3	1.015 0	0	8 608
4	1.089 2	0	8 920
5	1.024 2	0	8 388
6	1.026 1	0	8 701
7	1.034 0	0	8 769
8	1.022 0	0	8 667
9	1.029 1	0	8 727
10	1.012 2	0	8 897
平均值 $\bar{x}$	/	/	8 639

表 2 组合体有效试验面积试验结果

序号	组合体有效试验面积/ $m^2$
1	0.002 83
2	0.002 93
3	0.002 83
4	0.002 93
5	0.002 93
6	0.002 83
7	0.002 83
8	0.002 83
9	0.002 83
10	0.002 73

## 3 测量结果不确定度的评定

### 3.1 不确定度的来源

- (1) 重复测试产生的标准不确定度;
- (2) 透湿试验机校准产生的标准不确定度;
- (3) 样品称量产生的标准不确定度;
- (4) 修约产生的标准不确定度。

### 3.2 不确定度分量分析的评定

#### 3.2.1 重复性测量产生的标准不确定度 $u_1$

透湿性能测试重复测量过程中,主要与试样的均匀性、稳定性、透湿仪温湿度的稳定性和检验人员操作的熟练程度有关,也与试样的调湿时间和环境温湿度有关。研究采用 A 类方法进行评判<sup>[5]</sup>,在相同的试验条件下,对性能稳定的纺织品进行重复测试 10 次,试验的结果见表 1,并在相应的组合体面积的参照下,得出样品的透湿率结果,组合体试验面积测量结果见表 2。重复性测量产生的标准不确定度为:

$$u = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2 / (n - 1)} = 220 g/(m^2 \cdot 24 h)$$

相对标准不确定度<sup>[6]</sup>为:

$$u_1 = \frac{u}{x} \times 100\% = \frac{200}{8\ 639} \times 100\% = 2.32\%$$

#### 3.2.2 织物透湿性试验机校准标准不确定度 $u_2$

织物透湿性试验机校准产生的不确定度主要有温度校准产生的标准不确定度、湿度校准产生的标准不确定度和透湿仪风速校准产生的标准不确定度。

(1) 织物透湿仪温度校准产生的标准不确定度

根据检定证书<sup>[7]</sup>,织物透湿仪的示值为  $38.0\ ^\circ C$ ,实测值为  $38.53\ ^\circ C$ ,  $K = 2$ 。因此,织物透湿仪校准产生的标准不确定为:

$$U(ins_1) = \frac{38.53 - 38}{2} = 0.265\ ^\circ C$$

相对标准不确定度为

$$U_{rel}(ins_1) = \frac{U(ins_1)}{U_{iv}(ins_1)} \times 100\% = \frac{0.265}{38} \times 100\% =$$

0.69%

(2) 织物透湿仪湿度校准<sup>[8]</sup>产生的标准不确定度

根据检定证书,织物透湿仪的示值为 90%,实测值为 90.23%,  $K = 2$ 。因此,织物透湿仪湿度校准产生的标准不确定为:

$$U(ins_2) = \frac{90.23 - 90}{2} = 0.115\%$$

相对标准不确定度为:

$$U_{\text{rel}}(\text{ins}_2) = \frac{U(\text{ins}_2)}{U_{\text{iv}}(\text{ins}_2)} \times 100\% = \frac{0.115}{90} \times 100\% =$$

0.13%

(3) 织物透湿仪风速校准产生的标准不确定度

根据检定证书, 织物透湿仪风速的示值为 4 m/s, 实测值为 4.11 m/s,  $K=2$ 。因此, 织物透湿仪风速校准产生的标准不确定度为:

$$U(\text{ins}_3) = \frac{4.11 - 4}{2} = 0.06 \text{ m/s}$$

相对标准不确定度为:

$$U_{\text{rel}}(\text{ins}_3) = \frac{U(\text{ins}_3)}{U_{\text{iv}}(\text{ins}_3)} \times 100\% = \frac{0.06}{4} \times 100\% =$$

0.02%

织物透湿性试验机校准产生的相对标准不确定度为:

$$u_2 = \sqrt{u^2(\text{ins}_1) + u^2(\text{ins}_2) + u^2(\text{ins}_3)} = 0.70\%$$

### 3.2.3 样品称量产生的标准不确定度 $u_3$

电子天平校准过程中会产生标准不确定度, 天平本身的分辨率也会产生标准不确定度, 所以应该从这两方面分析样品称量时产生的不确定度。

(1) 天平校准产生的标准不确定

称量时使用分辨率为 0.001 g、量程为 220 g 的电子天平, 根据检定证书, 该天平全量程法定允差为  $\pm 0.01 \text{ g}$ 。假定正态分布, 自由度为  $\infty$ , 置信水平为 95%, 则天平校准产生的标准不确定度为:

$$u_c(m) = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.00577 \text{ g}$$

(2) 天平分辨率产生的标准不确定度

天平分辨率为 0.001 g, 对于数字显示式测量仪器, 分辨率带来的标准不确定度为:

$$u_d(m) = \frac{0.0005}{\sqrt{3}} = 0.00029 \text{ g}$$

每次试验需称量试样 2 次, 因此样品称量产生的标准不确定度为:

$$u(m) = \sqrt{2u_c^2(m) + u_d^2(m)} = 0.00816 \text{ g}$$

相对标准不确定度为:

$$u_3 = \frac{U(m)}{m_{\text{ran}}} \times 100\% = \frac{0.00816}{220} \times 100\% =$$

0.0037%

### 3.2.4 修约产生的标准不确定度 $u_4$

因 GB/T 12704.1—2009 标准中试样透湿性能结

果报告为 3 位有效数字形式, 按十进制进行修约, 半宽区间为  $5 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ , 假定正态分布<sup>[9]</sup>, 自由度<sup>[10]</sup>为  $\infty$ , 置信水平<sup>[11]</sup>为 95%, 采用 B 类方法进行评定, 则修约产生的标准不确定度为:

$$u(x) = \frac{5}{\sqrt{3}} = 2.89 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$$

相对标准不确定度为:

$$u_4 = \frac{U(x)}{\bar{X}} \times 100\% = 100\% \times \frac{2.89}{8639} = 0.03\%$$

$$U_{\text{总}} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = \sqrt{(2.32\%)^2 + (0.70\%)^2 + (0.0037\%)^2 + (0.03\%)^2} = 2.42\% \quad (2)$$

### 3.3 合成标准不确定度

纺织品透湿性能(吸湿法)的相对标准不确定度分量汇总表 3。相对合成标准不确定度为 2.42%, 见式(2)。

表 3 相对标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	标准不确定度分量	相对标准不确定度/%
重复性测量	$U_1$	2.32
织物透湿试验机校准	$U_2$	0.70
样品称量	$U_3$	0.0037
修约	$U_4$	0.03

### 3.4 纺织品透湿性能相对扩展不确定度

选取置信概率 95%, 包含因子  $K=2$ , 相对扩展不确定度:

$$U = U_{\text{总}} \times K = 2.42\% \times 2 = 4.84\%$$

### 3.5 结果表示

纺织品透湿性能透湿率值为  $8639 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 。其相对扩展不确定度为 4.84%, 它是由相对合成标准不确定度 0.0242 和包含因子  $K=2$  的乘积得到的, 其置信概率近似 95%。

## 4 结论

(1) 纺织品透湿性能(吸湿法)的不确定度影响因素, 主要来自于重复性测量产生的标准不确定度, 其次是织物透湿试验机校准产生的不确定度。

(2) 在检测时需严格按照规范操作, 提高多次检测的稳定性, 同时使用精确度较高的仪器。

(3) 在测试过程中, 结果判定值与实测值结果接近时, 透湿性不确定度可以作为依据酌情考虑, 辅助进行判断。

## 参考文献:

- [1] 暴少帅,陈百顺,张书耿,等. 干燥剂颗粒度大小对织物透湿性能测试的影响[J]. 针织工业,2018(6):74-76.
- [2] 陈钢. 纺织面料透湿性测试方法与影响因素的探讨[J]. 计量与测试技术,2019,46(12):86-88.
- [3] 纺织品 织物透湿性试验方法 第一部分:吸湿法:GB/T 12704.1—2009[S].
- [4] 熊杰. 透湿杯测试方法评析[J]. 丝绸技术,1996(3):38-41.
- [5] 耿彩花,赵洪,倪爱红,等. 纺织品游离甲醛检测测量不确定度评定[J]. 染整技术,2021,34(6):43-44.
- [6] 张华欣,张静宜. 纺织品实验室测量不确定度评定的应用[J]. 纺织科技进展,2014(2):66-70.
- [7] 路永立,贾文震,王岩. 计量器具检定及校准证书的确认工作[J]. 铁道技术监督,2014,42(5):11-13.
- [8] 刘建立,张源. 针织物动态热湿性能的研究[J]. 针织工业,1996(3):6-8.
- [9] 武妍戎. 正态分布及其衍生分布的性质统计意义研究[J]. 科学家,2017(1):20-22.
- [10] 徐晓岭,王蓉华. 概率论与数理统计[M]. 上海:上海交通大学出版社,2013.
- [11] 徐晓岭,顾蓓青,王蓉华. 正态分布变差系数的置信区间研究[J]. 电子产品可靠性与环境试验,2021,39(2):35-41.

## Uncertainty Evaluation of Moisture Permeability of Textiles

XU Yingzhi, ZHANG Hui, LIU Chunke

(China Textile Association Dongguan Inspection Technology Service Co., Ltd., Dongguan 523000, China)

**Abstract:** There are many functional types of textiles, including health functions (such as antibacterial textiles), comfort functions (moisture permeability, moisture absorption and quick drying textiles), protective functions (anti-UV textiles) and easy care functions (easy decontamination textiles). The moisture permeability of textiles is a very important research project, so the results of moisture permeability need to be well controlled by producers. Therefore, the uncertainty of textile moisture permeability was studied to ensure the accuracy and effectiveness of moisture permeability results.

**Key words:** textile; moisture permeability; uncertainty

### 欢迎订阅 2023 年《有机硅材料》

· 广告 ·

《有机硅材料》(原名《有机硅材料及应用》)创刊于 1987 年,是由中国氟硅有机材料工业协会有机硅专业委员会、中蓝晨光化工研究设计院有限公司、国家有机硅工程技术研究中心共同主办的有机硅专业技术核心期刊。本刊重点报道国内外有机硅方面的新技术、新工艺、新产品及有机硅产品的新应用等;及时提供有机硅材料市场、会议及国内外信息。主要栏目有研究开发、装备工艺、技术进展、分析测试、产品应用、行业动态、研发动态等,是您了解国内外有机硅工业、技术及应用,以及最新进展的重要窗口。

《有机硅材料》作为全国唯一的有机硅专业技术核心期刊,深得用户的喜爱。覆盖面广,信息量大,是了解国内外有机硅行业最新技术进展的重要窗口。它是中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)、《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》、美国《化学文摘》收录期刊、维普一中文科技期刊数据库(全文版)收录期刊,美国 EBSCO 期刊全文数据库收录期刊,以及 RCCSE 中国核心学术期刊。

《有机硅材料》为双月刊,大 16 开本,80 页,逢单月 25 日出版,国内外公开发售。国际标准刊号 ISSN 1009-4369,国内统一刊号 CN 51-1594/TQ,国外发行代号 DK51013,邮发代号 62-315。2023 年全年定价 ¥90 元(包含快递费)。国内读者可在全国各地邮局订阅(邮发代号 62-315),也可直接从编辑部订阅(电话:028-85553231)。通过编辑部订阅本刊的订户,款到即开具增值税发票。国外读者可通过中国出

版对外贸易总公司(北京 782 信箱,邮编 100011)订阅,国外发行代号 DK51013。

本编辑部尚存《有机硅材料》过刊以及有机硅相关资料和书籍,欢迎购买。

#### 订阅方式:

##### 1. 当地邮局直接订阅

邮发代号 62-315,国内定价 15 元/期,全年 6 期,共 90 元

##### 2. 向编辑部订阅

2.1 邮局汇款 成都市人民南路四段三十号《有机硅材料》编辑部(610041)

##### 2.2 银行汇款

户名:中蓝晨光化工研究设计院有限公司

开户行:中国建设银行成都市领事馆路支行

帐号:51001479066050362989

税号:915101006217016270

行号:105651005155

汇款用途:订阅 2023 年《有机硅材料》

联系方式:成都市人民南路四段 30 号《有机硅材料》编辑部

电话:028-85553231

传真:028-85586512

http:www.siliconemat.com

E-mail:office@siliconemat.com

官方微信公众号:Si-mat