

# 透气量仪校准方法及常见问题探讨

陈其铁<sup>1</sup> 李玲珑<sup>2</sup> 王瑞通<sup>3</sup>

1. 2. 温州市计量科学研究院 浙江 温州 325000

3. 温州方圆计量校准有限公司 浙江 温州 325001

**摘要:** 透气量仪是一种用于测定材料透气性能的测试设备,广泛应用于纺织、医疗、汽车零配件、家电、烟草等行业的透气率的检测。目前,国家对织物、非织物的品质要求越来越高,其中对透气量和透气率的检测标准是强制执行标准。与此同时,相应的国家标准缺乏具体的透气量仪校准方法,无法有效解决了透气量仪的量值溯源。因此,有必要对市场上透气量仪的准确度进行有效溯源,通过对透气量仪工作原理、影响因素分析、压力等参数的校来以确保透气量和透气率检测结果的可靠性、准确度。

**关键字:** 透气量仪; 校准方法; 透气量

## 引言

透气量仪是一种用于测定材料透气性能的测试设备。透气性能是指材料允许空气或其他气体通过的能力,这一性能对于多种产品和应用来说都非常重要。测试对象可以稀至蚊帐、纱布、金属丝网,稠到高密度的帆布、皮革、无纺布、致密滤芯材料等。除了纺织业外,还可广泛应用于其他行业,如汽车业的各种滤网、滤清器的透气性测试,家电业中的吸尘器滤网、空调器滤网、饮水机滤网透气量和透气率测量;烟草业中的香烟过滤嘴透气率测量;医疗业中的纱布、绷带、口罩的透气性测试;生产领域中的各种过滤网透气率测量等等。它既适于实验室使用,也可直接在生产现场使用。因此,对透气量仪进行校准具有重要意义。然而透气量仪在校准过程中还存在着较多的问题。本文对透气量仪的校准方法和常见问题进行研究,对于提升透气量仪计量性能具有重要意义。

## 1 概述

国际上透气量仪的技术不断创新,出现了多种新型的透气量测试设备,如能够在线检测纸幅透气性能的透气度测量仪,以及能够同时检测气体透过率、扩散系数和溶解度的设备。我国在透气量仪的研发和生产方面取得了显著进步。例如,山东济南兰光等企业开发的透气量测试仪已广泛应用于包装行业的薄膜、复合膜、薄片等材料的气体透过率测试。随着国内工业的发展,对透气量仪的需求不断增长,市场规模逐年扩大。国产透气量仪在性能上已与国际先进水平相当,且价格更具竞争力。

国际上透气量仪的测试标准较为统一,如ASTM

**作者简介:** 陈其铁(1984.01),男,浙江省温州市人,汉族,工程师,硕士研究生,研究方向:化学计量。

D1434、ISO 2556等,有助于保证测试结果的准确性和国际间的互认。目前,国家对织物、非织物的品质要求越来越高,其中对透气量和透气率的检测标准是强制执行标准。与此同时,相应的国家标准GB/T 5453-1997、GB/T 24218.15-2018缺乏具体的透气量仪校准方法,因此,无法有效解决了透气量仪的量值溯源,有必要对市场上透气量仪的准确度进行有效溯源,以确保透气量和透气率检测结果的可靠性、准确度。

## 2 透气量仪原理与分析

### 2.1 透气量仪工作原理

透气量仪的原理主要基于流体力学的基本原理,尤其是达西定律和费克定律的应用。这些原理描述了气体在受到压力差作用下,通过多孔介质或薄膜材料的流动行为。达西定律描述了流体通过多孔介质的流动情况。它指出,气体通过多孔介质的流量与介质的孔隙率、气体的粘度、压力差以及介质的厚度有关。达西定律通常适用于低速流动和较大的孔隙尺寸。费克定律是描述气体分子在不同压力下通过细孔时的运动规律。它指出,单位时间内气体通过细孔的量与细孔的面积、气体的压力差以及气体的扩散性质有关。费克定律适用于描述气体在薄膜或其他细孔材料中的扩散过程。

透气量仪通常包含一个密封的测试腔体,其中一部分用于放置测试样品,另一部分用于测量气体通过样品后的压差变化。将待测样品固定在测试腔体的透气口上,确保样品与测试腔体之间的密封性良好,防止气体泄漏。通过压力控制系统在样品两侧施加预定的压力差。高压侧充入测试气体,低压侧保持真空或恒定压力。气体通过样品时,会在低压侧产生压力变化。通过高精度的压力传感器或流量计测量这一变化,从而计算

出气体的流量。根据达西定律和费克定律,结合测试条件(如温度、压力差、样品面积等)计算出材料的透气量或透气系数。

## 2.2 影响因素

影响透气量仪的测量因素和常见问题包括一些几个方面:

一是测试腔体的密封性能:确保测试腔体密封良好,防止气体泄漏,影响测试结果的准确性。

二是透气口的大小和形状:透气口的设计会影响气体通过样品的速率,需要根据测试标准选择合适的透气口。

三是压力控制系统的稳定性:压力控制系统的稳定性直接影响到测试结果的一致性和可靠性。

四是环境条件:温度、湿度等环境因素会影响气体的粘度和扩散系数,因此需要在标准化的环境下进行测试。

## 3 透气量仪校准方法研究

透气量仪校准方法的研究现状包括传统校准方法和现代校准技术的发展情况。校准的准确性和稳定性是当前研究的重点,需要解决样品特性差异、环境条件和仪器设备等因素带来的影响。通过合理选择校准方法和设备,控制环境条件,并采用合适的数据处理和分析方法,可以提高透气量仪校准的准确性和可靠性。未来的研究还可以从材料特性的角度出发,进一步探索透气量仪校准方法的改进和优化,以满足工程实践的需求。

### 3.1 试样圆形通气孔试验面积的校准

用游标卡尺的内量爪测量仪器圆形通气孔直径,在该通气孔 $360^\circ$ 范围内均匀测量三次,取平均值为圆形通气孔直径,根据直径计算其试验面积来确定的试验面积的相对误差。

### 3.2 压力示值的校准

将压力计进气端口与压力校验仪连接(连接部分不得漏气),对压力计进行正、反行程一个循环的示值校准,使用公式计算其示值相对误差。

### 3.3 透气率示值的校准

仪器预热且工作稳定后,将标准孔板安装在试样通气孔试验面积为 $20\text{cm}^2$ 或其他试验面积的圆台上,使标准孔板与仪器气体管道中心轴对齐,标准孔板导角向下,背向气流方向,调整试样两侧的压降为 $100\text{ Pa}$ 、 $200\text{ Pa}$ 或其他压降值,分别读取 $100\text{ Pa}$ 、 $200\text{ Pa}$ 或其他压降值时仪器透气率的显示值。每个透气率校准点测量2次,取平均值为透气率测量结果,使用公式计算其示值相对误差。

## 4 校准常见问题与分析

### 4.1 校准常见问题

传统校准方法主要包括标准毛细管方法和密封方

法。标准毛细管方法通过测量毛细管的流量来确定透气量仪的透气性能。该方法简单易行,但需要使用标准管,且精度较低。密封方法则是将被测样品封装在一个密封的测试腔中,通过测量腔内气体的压力变化来评估透气性能。这种方法相对于标准毛细管方法精度较高,但操作相对较为复杂,且仅适用于可密封的材料。

现代校准技术的发展引入了更多新的方法和设备。例如,光学测量技术结合微观图像处理可以实现对透气孔大小和分布的定量测量。通过使用高精度的光学显微镜和图像处理算法,可以在数秒内对样品的透气性能进行准确测量。此外,利用电子显微镜和扫描电子显微镜等现代仪器,可以对样品的微观结构进行更细致的观察和分析,为透气量仪的校准提供更全面的数据支持。然而,透气量仪校准也面临着一些问题和挑战。首先,不同样品的特性和材料的不同性质导致了在校准过程中需要考虑的因素较多。例如,纺织材料和建筑材料之间的透气性能差异较大,需要采用不同的校准方法和设备。其次,透气量仪校准的准确性和稳定性也是需要解决的问题。在实际应用中,仪器的准确性会受到环境条件、仪器设备质量以及数据处理方法等因素的影响。

### 4.2 问题分析

透气量仪校准方法的研究是为了保证其准确性和可靠性,以确保透气量仪在实际使用中能够准确测量和评估材料或产品的透气性能。透气量仪校准的核心任务是建立一个准确的校准体系,使得透气量仪在测试过程中所获得的透气量能够与真实值一致。因此,校准原理需要建立在准确的透气量测定方法和可追溯性体系基础上。透气量测定方法包括静态法和动态法两种。静态法适用于测定低透气性材料,动态法适用于测定高透气性材料。建立完善的透气量测定方法是确保透气量仪校准准确性的前提。

其次,影响透气量仪校准准确性的因素很多。首先是环境条件的影响,包括温度、湿度等。温度对透气量的测定结果有显著影响,高温会导致材料膨胀,从而影响透气性能。湿度对透气量测定结果也有一定的影响,高湿度会导致材料吸湿,从而影响透气性能。其次是仪器设备的影响,包括透气量仪的精度、稳定性、测定范围等。透气量仪的精度和稳定性对于测得的透气量结果的准确性有着重要影响。测定范围的确定需要根据具体材料的透气性能来确定,范围选择不当会导致测定结果失真。此外,材料自身特性也是影响校准准确性的重要因素,包括材料的厚度、孔径大小、孔隙结构等。

校准过程中还需要考虑一系列的理论问题。首先是

样品的选取和准备。样品的选取需要考虑到材料的特性、形式以及需要测定的透气性能指标。样品的准备需要注意材料表面的处理、样品的尺寸和形状的控制,以及样品与透气量仪之间的密封要求。其次是校准方法的选择。校准方法的选择要根据具体的实验目的和要求,包括静态校准和动态校准两种方法的选择,以及校准样品的量化和标准化。最后是数据的处理与分析。校准过程中生成的数据需要进行合理的处理和分析,包括数据的平均值、标准差、误差分析等,以及校准结果的判定和评价。

综上所述,透气量仪校准方法的研究需要理论分析和实验验证相结合,考虑校准原理、影响因素和理论问题。只有在深入研究校准方法的基础上,才能保证透气量仪在实际应用中能够准确、可靠地测量和评估材料或产品的透气性能。对于透气量仪校准方法的研究还有很多问题和挑战等待我们去探索和解决。例如,如何提高透气量测定方法的精度和稳定性,如何处理温湿度变化对透气量测定结果的影响,如何建立完善的透气量仪校准体系等。只有通过不断地研究和探索,才能更好地推动透气量仪校准方法的发展和应用。

## 5 结束语

透气量仪的校准工作能够有效评估仪器的测量准确性和稳定性,并保证测量结果的可靠性。

透气量仪校准能够为材料透气性能的研究提供准确的数据支持。通过准确校准透气量仪,可以更准确地评估材料的透气性能,为相关研究提供重要依据。

其次,透气量仪校准有助于提高透气性能测试的可比性。不同的透气量仪在测量原理、仪器结构和操作方法等方面可能存在差异,而透气性能的比较需要在一定的可比性基础上进行。通过统一的校准方法,可以降低不同仪器之间的差异,提高测试结果的可靠性和可比性。

此外,透气量仪校准还有助于推动透气性能测量技术的发展。校准方法的研究不仅可以揭示透气量仪的测量原理和影响因素,还可以探索新的校准技术和方法,推动透气性能测量技术的发展。

因此,本文旨在探讨透气量仪校准方法及常见问题,旨在提出有效的校准方案和解决透气性能测量中的常见问题,为透气量仪的应用和发展提供有力支持。通过研究透气量仪校准方法,可以更准确地评估材料的透气性能,提高测试结果的可靠性和可比性,为相关研究提供可靠的数据支持,推动透气性能测量技术的发展。

## 参考文献

- [1]钱青峰.胡君伟.沈建明.朱晓峰.周玉锋;等.JJF(纺织)037-2023织物透气量仪校准规范[J].行业标准,2023
- [2]王泽.YG461型织物中压透气量仪[J].纺织导报,1987,(04):3
- [3]任鹏帅.叶佳意.织物透气量仪透气率示值误差测量不确定度评定[J].纺织标准与质量.2022,(01):53-54
- [4]一种新型透气度测量仪在芬兰推出[J].纸和造纸,2007,(5):105-105
- [5]TQY-II型盘纸透气测量仪[J].技术与市场,1997,(5):30-31
- [6]王淑芬.YG461型织物透气仪的中压标定及织物透气量的探讨[J].天津纺织工学院学报,2000,19(1):34-36
- [7]苏远.赵德坚.方剑,塑料包材透气性能测试研究-压差法和等压法之异同[J].湖南工业大学学报,2008,22(2):9-12
- [8]康亚芬.汪仁煌.蔡建新.王蓉芳,一种透气性测试装置[J].广东工业大学学报.2009,26(1):51-54
- [9]苏远.赵德坚,压差对塑料薄膜透气性能的影响[J].包装工程,2003,24(3):49-51