



中华人民共和国烟草行业标准

YC/T 172—2002/ISO 2965:1997

卷烟纸、成形纸、接装纸及具有 定向透气带的材料 透气度的测定

Materials used as cigarette papers, filter plug wrap and filter
joining paper, including materials having an oriented permeable
zone—Determination of air permeability

(ISO 2965:1997, IDT)

2002-05-14 发布

2002-07-01 实施

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 2965:1997《卷烟纸、成形纸、接装纸及其有定向透气带的材料——透气度的测定》。

本标准的附录 A 和附录 B 为规范性附录,附录 C 和附录 D 为资料性附录。

本标准由国家烟草专卖局提出。

本标准由全国烟草标准化技术委员会(TC 144)归口。

本标准起草单位:中国烟草标准化研究中心。

本标准主要起草人:闪红光、苗芊、邢军、鲁俭、邓晓华。

引 言

有关卷烟纸材料的透气度测量已经出现很多年了。由于当前纸张产品特性的变化及透气度值的改变,透气度的测定方法需要进一步发展和改进。

本标准是以国际烟草科学研究合作中心(CORESTA)方法作为技术依据。

卷烟纸、成形纸、接装纸及具有 定向透气带的材料 透气度的测定

1 范围

本标准规定了一种测定透气度的方法。
本标准适用于透气度测量值在 1 kPa 压差条件下超过 $10\text{ cm}^3/(\text{min} \cdot \text{cm}^2)$ 的卷烟纸、成形纸、接装纸,包括具有定向透气带的材料。
注:对于透气度估计值在本标准范围之外的材料,参见 5.1 的注和 7.5.1 的注 3。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 16447 烟草和烟草制品 调节和测试的大气条件(neq ISO 3402)
- ISO 187 纸板和纸浆——调节和测试的标准大气及样品的大气检测和调节的程序
- ISO 5725 试验方法和结果的精度——真实性和准确度

3 术语和定义

本标准采用下列术语和定义。

3.1

透气度 AP:air permeability
在 1.00 kPa 测量压力下,通过 1 cm^2 的被测样品表面的空气流量(cm^3/min)。
注:透气度的单位为在 1 kPa 下立方厘米每分钟平方厘米 $[\text{cm}^3/(\text{min} \cdot \text{cm}^2)]$ 。

3.2

测量压力 measuring pressure
在测量过程中,被测样品两面的压力差。

3.3

泄漏 leakage
样品夹持器和其他的密封面,由大气中吸入或逸出到大气的空气气流。

4 原理

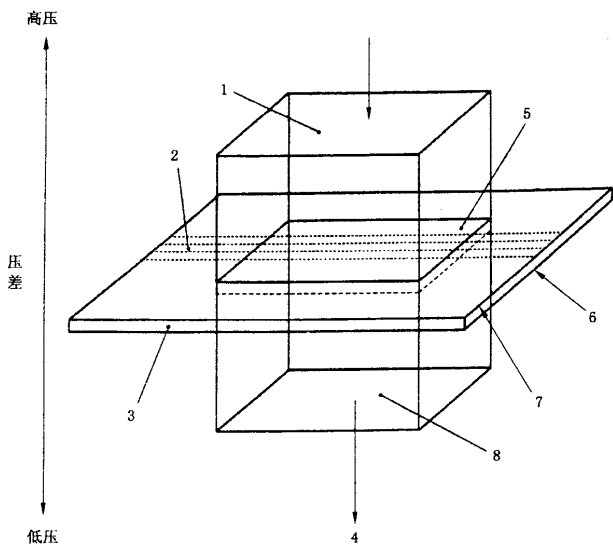
在一定压力作用下,将被测样品夹持于合适的测量位置,测量通过被测样品表面的总空气流量。测量原理如图 1 所示。

通过被测样品的气流可由被测样品的一侧施加一正压或负压产生。成品设备测定样品时,通过被测样品的气流方向将为已知,例如,由外向内。

- 注 1:若气流由正压产生,所用仪器应装过滤器以免测试样品被油、水及灰尘污染。
- 注 2:对于某些材料,通过被测样品的气流与某一压降可能呈非线性关系。因此,需要在两个不同压差下测定通过被测样品的气流以确定通过纸张的流量-压力关系是线性或非线性。如果为非线性,在 0.25 kPa 时气流测量记

录应可以充分表示该材料的特性。

注 3：无论测容量法的空气流速按与被测样品顺流或逆流测量，在被测样品中心两边的流速理论值上允许存在 1% 的误差。



- | | |
|--------------|--------------------------------|
| 1——空气流； | 5——面积为 2 cm ² 的测试面； |
| 2——打孔带(如果有)； | 6——内表面； |
| 3——被测样品； | 7——外表面； |
| 4——空气气流方向； | 8——空气流。 |

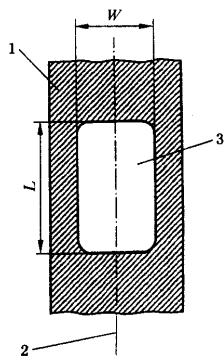
图 1 测量原理图

5 仪器

5.1 样品夹持器

用于夹持被测样品，测量面区域为矩形，表面积为 $2.00\text{ cm}^2 \pm 0.02\text{ cm}^2$ ，其长边 L 应为 $2.000\text{ cm} \pm 0.005\text{ cm}$ ，且内倒角半径应不大于 0.1 cm (见图 2)。

注：当需要对超出本标准规定范围的特种纸的透气度进行判断时，可使用具有不同表面面积的特殊的样品夹持器。



- 1—— 被测样品；
2—— 被测样品中心线；
3—— 样品夹持器的测量表面积；
 W —— 测试表面的宽；
 L —— 测试表面的长边。

图 2 具有均匀分布透气度样品的位置

5.2 气动控制器

在样品夹持器两面产生一给定但可调的压差以产生定向气流。

5.3 压力计

准确度为 0.001 kPa,在量程内测量值相对误差不超过 2%。

5.4 流量计

用于测量空气流量,在量程内测量值相对误差不超过 5%。

5.5 调节环境

可以保持 ISO 187 给定的条件(见 7.2)。

6 取样

按统计学原理抽取可以代表总体特性的样品。

样品应无影响测量性能的可见疵点和皱褶。

7 程序

7.1 样品夹持器的检漏

仪器使用前按照附录 A 给出的程序进行检漏。

样品夹持器垫面之间的空气泄漏不应大于 2.0 cm³/min。

注：当某些用户需要确定某些特殊纸张表面漏气对测量气流的影响时,可以用适当的被测样品按附录 C 给出的程序确定漏气量,并在其测试报告中予以说明。

7.2 样品的准备

根据第 6 章,从样品中随机选取,数量为测试所需的被测样品数加上用于 7.5.1 注 3 中描述的三个被测样品数。

如果需要,制备适于测试的样品(按所需尺寸剪切,并去除折叠、接缝等缺陷)。

样品调节:测量前按 ISO 187 要求调节环境温度为 23℃±1℃和相对湿度为 50%±2%RH。样品放置时应保持其所有表面与环境空气自由接触。

要点:实验室中不能达到 ISO 187 所规定的条件时,可采用 GB/T 16447 所规定的条件,温度 22℃±1℃和相对湿度 60%±2%RH。此点,应在测试报告中给予说明。

注：放置在容器中的样品，可能无法暴露其所有表面于调节大气中，因而需要一段延长的调节时间。所需时间将取决于实践和经验。调节被测样品时间在本标准中未给出，但被测样品调节时间应在结果中注明。

7.3 校准

按附录 B 提供的程序用标准流量盘校准仪器。

7.4 被测样品的放置

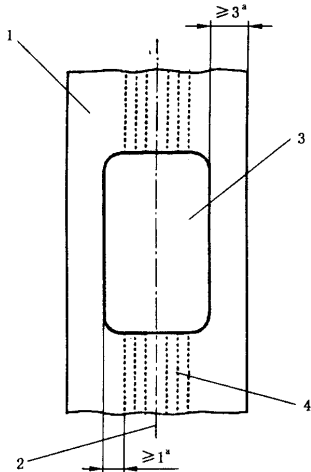
按图 1 所示用样品夹持器夹持被测样品，样品放置时应使测量气流能从纸的外面流向纸的内面。

7.4.1 均匀分布透气性的材料

放置样品时，尽可能以测试面较小尺寸(W)的中心对应样品宽度方向的中心(见图 2)。

7.4.2 具有狭窄定向透气带的材料

透气带应沿着与测试区 20 mm 的长边平行的方向排列(见图 3)。



- 1——被测样品；
- 2——被测样品中心线；
- 3——定向透气带；
- 4——样品夹持器的测量面区域。

^a见 7.4.2。

图 3 具有窄定向透气带的样品的放置

透气带的边缘与测试面边缘的距离应不小于 1 mm。理论上，被测样品至少应比测试面的每边宽 3 mm。如果因技术原因，这一点不能满足(如研究中试样的总宽度小于 16 mm，或透气带与样品一边的距离小于 4 mm)，应在测试报告中注明。

7.5 测量

7.5.1 总则

将一被测样品放入样品夹持器。在被测样品两面施加一近似在 1.0 kPa±0.05 kPa 范围内的压差。精确记录此压力和相应的流量。

注 1：被测样品的透气性在其不同位置会有变化。对于本标准，用 10 次单独测量值的平均值作为被测样品透气性的测定值。亦可根据应用的要求做不同数量的测试。

以同样方法进行所有被测样品的试验，结果按第 8 章规定处理。

注 2：如需判定流量-压力关系为非线性，可对三个附加样品的空气流量-压力进行下述测试。

在不变更测试材料的情况下，依次设置施加于测试材料的压差为 0.25 kPa 和 1.00 kPa。分别记录通过测试材料的相应空气流量 Q_1 和 Q_2 (cm³/min)。

用式(1)计算比值 Y：

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

$$Y = \frac{Q_1}{Q_2} \times \frac{1.0}{0.25} \dots\dots\dots (1)$$

对其余两个样品重复上述过程并计算所得 Y 值的三次平均值。如果 Y 的平均值与 1.00 的偏差不大于 2% (即不大于 1.02), 则该空气流量-压力关系为线性的。否则, 则视其为非线性。

如果该测试材料的空气流量-压力特性呈现为非线性, 则认为在单一压差下的测量空气流速不足以描述该材料的特性。可以用另一 0.25 kPa 压差来测定流速。

进一步的说明见附录 D。

注 3: 对于 1 kPa 下小于透气度 $10 \text{ cm}^3/(\text{min} \cdot \text{cm}^2)$ 呈现线性特征的材料, 应用下列方法重新测定, 以便对透气度进行估计:

- 一个具有单一较大测试面积的样品夹持器;
- 一个具有多个区域的样品夹持器, 可同时对若干个面积为 2.00 cm^2 矩形测试区进行测量, 各测试区应满足 5.1 中所述的尺寸要求;
- 一个 2.0 kPa 的压差。

此时, 此方法只能给出透气度的估计值。

7.5.2 带(条)状纸的测量

进行 10 次连续(依次)测量, 两次测量面间最小距离为 20 mm。

7.5.3 圆筒纸的测量

逐一对 10 个圆筒纸进行测量, 构成一组测量数据。确信搭口不在测试区内。

8 结果的表示

所测得的透气度数值应为单个测量的平均值, 见 7.5.2 和 7.5.3。

注: 如果使用的测头为 7.5.1 注 3 所描述的多测试面, 所获得的测量已是用于测头各测试面数的平均, 应注意在重复性值(r)和再现性值(R)中进行说明。

透气度(AP), 以在 1 kPa 压差下每平方厘米面积上每分钟流过多少立方厘米空气量来表示。当使用面积为 2 cm^2 的测试面时, 由式(2)给出:

$$AP = \frac{Q}{2} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

AP——在 1 kPa 压差下透气度的数值, 单位为立方厘米每分钟平方厘米 [$\text{cm}^3/(\text{min} \cdot \text{cm}^2)$];

Q ——通过被测样品的空气流量的数值, 单位为立方厘米每分钟 (cm^3/min)。

因 Q 并非在准确的 1 kPa 条件下测量得到的, 故需要一个调整至 1 kPa 的校正过程。当使用其他面积不是 2 cm^2 的测头时(见 7.5.1 的注 3), 也需要进行相应的校正, 按式(3)进行计算:

$$AP = \frac{Q}{A} \times \frac{p}{\Delta p} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

p ——在 1 kPa 压差下的压力值, 单位为千帕(kPa);

A ——用于测试的试样表面积值, 单位为平方厘米(cm^2);

Δp ——实际测量的通过试样表面的压差值, 单位为千帕(kPa)。

9 精密度

9.1 重复性

用标准和正确的方法操作, 同一操作者在尽可能短的时间间隔内, 使用同一设备对于对照样品的测定结果之差超过平均的重复性值(r)的次数, 应在 20 次测量中不超过一次。

9.2 再现性

用标准和正确的方法操作,两实验室间对于对照样品的报告结果不同于平均再现性值(R)的次数,应在 20 次内不超过一次。

注:实际上,最佳再现性值可以在用户和供货方相同试验条件下获得(尤其是使用共同的标准)。

9.3 一份国际共同研究的结果

1994 年进行的一项包括 24 个实验室和六个样品的专门国际共同研究显示,对于卷烟纸、成形纸和接装纸(包括有定向透气带的材料)依据本方法进行测量,获得如下的重复性(r)和再现性(R)值,见表 1。

表 1

透气度 $\text{cm}^3/(\text{min} \cdot \text{cm}^2)$ (在 1 kPa 时)	重复性限 r	再现性限 R
26.9	2.37	6.01
49.2	4.15	8.37
221	17.4	26.3
1 334	96.6	133
2 376	281 ^{*)}	326
21 449	1 182	2 077

为计算 r 和 R ,规定对一个纸条(带)10 次测量的平均值,或对从成品上拆下的 10 个圆筒纸测定的平均值作为一个测试结果。

表 1 中所给出的 r 和 R 值,仅对所用的特定纸有效。从共同研究的角度,相同被测样品上进行重复性测试是不实际的。因此,被测样品的不匀性导致实验室间不一致。对这种情况,ISO 5725:1986(现已修改为 1994)援引如下的条款。

“如果被检测的对象是固体物质而它又不可能是同一水平的、均匀的(例如:金属、橡胶或纺织物),同时,检测又不可能在同一检测对象上重复,在这种情况下,被检测物质本身的不一致性就构成了测量精密度的组成部分,从而要求同一水平物质的想法不再能保持。这时,精密度试验也还是可以进行的,只不过 r 和 R 的值仅对所采用的特定物质有效,而在使用 r 和 R 时也应是这样的物质。更为广泛使用的 r 与 R 的获得只能是:在不同的时间或由不同的生产者所生产的被检测的物质之间不存在明显差异的情况可以得到保证时。这将要求比本标准所规定的更为复杂的试验。”

从本共同试验获得的数据,可以估计和消除实验室间、不同时间和不同样品间的变化量。从而,这一实验室内的变化量可选择一个作为重复性值。这些以及相应的重现性值列于表 2。

表 2

透气度 $\text{cm}^3/(\text{min} \cdot \text{cm}^2)$ (在 1 kPa 时)	重复性限 r	再现性限 R
26.9	1.57	5.72
49.2	3.12	7.89
221	11.7	22.9
1 334	45.2	95.1
2 376	249 ^{*)}	297
21 449	519	1 773

这些数值是经过类似于对某一个单个样品反复 10 次读数的平均值进行修正而获得。

9.4 统计学讨论

从表 1 和表 2 的分析结果可以看出,通常,当比较 r 和 R 平均值的比率时,两者对于低透气度纸均高,如平均值的比率表明, r 和 R 随平均透气度增大而减小。

然而,表 1 和表 2 中标注有一个星号(*)的纸出现了与此趋势不一致的结果。对于表 1 的检查显示,该纸较高的 $R\%$ 值(与其他纸相比)完全由于该纸实验室内可变值较大。可在此研究中,该纸并没有提出两实验室间可变值(以平均值的比率表示)高于其他测试的纸的证据。

这一点通过实验室内和两实验室间标准偏差的分析得到证实。实验室内的平均值的标准偏差比率值与 $r\%$ 值(作为期望值)呈现同样的形式,但两实验室间的平均值的标准偏差比率的确不同,且未说明该纸的一个不期望的高值。

对于该纸的结果表明,由本研究所获得的 r 和 R 值仅可应用于本研究中测试的纸。

10 测试报告

测试报告应给出所用方法和所获得的结果。还应记录本标准为规定的操作环境,或作为选择的注意事项,以及任何影响结果的情况。

测试报告的内容至少应包括:

- a) 取样日期和取样方法;
- b) 测试材料的资料,注明具有打孔带的样品的性质(如:种类、宽度);
- c) 测试日期;
- d) 注明详细的测量条件(尤其要注明是充气法或抽吸法),以及不同于本标准的情况或任何可能影响结果的因素;
- e) 大气环境条件和样品调节时间;
- f) 测试时的表压;
- g) 以透气度(AP)单位表示的结果;
- h) 与结果相关的初步统计:
 - 测量次数;
 - 平均值和标准偏差。

附 录 A
(规范性附录)
样品夹持器的漏气测试

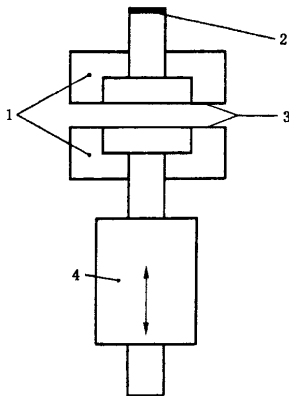
A.1 概述

用于卷烟纸、成形纸、接装纸(包括具有定向透气带的材料)透气度的测量仪器设备的性能测试应按生产者的产品说明书进行。

本附录描述评估测头组件接合面之间的空气泄漏量一般测试。

A.2 程序

- A.2.1 密封从测头组件到大气的气流流路。
- A.2.2 用标准的方法操作仪器,确保透气度测定仪在样品夹持器组件的两接合面间未放置样品。
- A.2.3 记录仪器显示的漏气率。密封测头组件接合面,应使流量测量结果不大于 $2\text{ cm}^3/\text{min}$ 。
- A.2.4 重复上述过程五次,如果任意值大于 $2\text{ cm}^3/\text{min}$,该夹持器组件即为不合格。
- A.2.5 该读数应随测试结果一起在报告中说明。
- A.2.6 样品夹持器组件的漏气测量原理如图 A.1 所示。



- 1——样品夹持器;
- 2——通大气的密闭气流通道;
- 3——密封面;
- 4——空气流量测量设备。

图 A.1 样品夹持器的漏气测试

附录 B

(规范性附录)

透气度标准流量盘和透气度测量仪器的校准

B.1 标准流量盘的基本参数

透气度校准件用于校准卷烟纸、成形纸、接装纸(包括具有定向透气带的材料)透气度的测量仪器。

标准流量盘应具有在规定的恒定压力下已知和可重现的值,该值为在标准流量盘出口测量的空气体积流量。标准流量盘的流量-压力参数应保持恒定值且应基本上不受大气环境条件的影响。标准流量盘应标注:在 1 kPa 压差条件下,修正至 22 °C 和 101.3 kPa 的标准条件时,所给出的一个最小精度在 0.5% 内的空气体积流量值。

这些标准流量盘的精密结构依赖于其所用的空气透气度表的设计。

标准流量盘应提供数据及可溯源的校准证书。

B.2 标准流量盘校准程序

实验室测试大气应按 ISO 187 要求进行控制。在无法达到 ISO 187 给出条件的实验室中,可以采用本标准和 GB/T 16447 中给出的条件 $22\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ 和 $(60 \pm 2)\% \text{RH}$ 。在用标准流量盘校准时,应使用同一大气条件。

标准流量盘应夹持在一个校准夹持器中,其机械设计应不影响标准流量盘的参数。

通过标准流量盘的气流是分别用充气或抽吸装置产生正压或负压而获得的。气流通过标准流量盘的方向应与校准透气度测量仪器时一致。

应在包括标准流量盘的校准夹持器的出口,测量气流量、温度和压力。依据所使用的气体校准器的类型和操作,及标准流量盘的特性,应用适当的数学修正方法,将气流量修正至 22 °C 和 101.3 kPa 的标准条件下的值。

一个典型标准流量盘夹持器的原理如图 B.1。

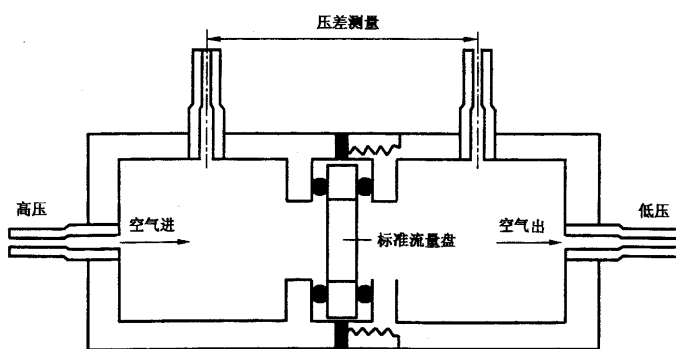


图 B.1 校准设备示意图

B.2.1 方法 1

调整气流,使在标准流量盘两边为 $-1.000\text{ kPa} \pm 0.005\text{ kPa}$ 的恒定压力。在流量测量装置上,用一个不受系统影响的气体校准器,测量标准流量盘出口的容积流量及在校准时的温度和压力。

所校准的每个标准流量盘应重复这一步骤五次。所得标准流量盘的值应为五次在标准条件下的容量气流速的平均值。

B. 2.2 方法 2

调整气流使其保持在一恒定压力下,压差依次在大于 1 kPa 的 5%~10%和小于 1 kPa 的 5%~10%。在每一点,通过标准流量盘的压降应记录到近似 0.005 kPa。在流量测量装置上用一不受系统影响的气体校准器,测量标准流量盘出口的容积流量,以及在校准时的温度和压力。

每个测量装置将在每两个流量设置产生一个最小量。所得标准流量盘的值是通过标准流量盘的压降为 1.000 kPa 的标准条件时的容积流量的内插值。

B. 3 仪器的校准

透气度测定仪的校准和性能测试应按照仪器生产厂商的说明进行。

B. 4 原理

为获得较好的精确度,仪器应在其标称测量量程范围内校准。调校仪器测量量程应由专用的、量程适当的传感元件确定和实现。

B. 5 步骤

一个典型的步骤如下。

在仪器使用说明书中给出下述的步骤。

B. 5.1 安装标准流量盘并使其平衡至测量气体的温度。

B. 5.2 连接一个参考压力计到测量回路以监测标准流量盘两端的压降。参考压力计的最大相对误差应小于测量值的 5%。

B. 5.3 在标准流量盘两端设置近似在 $1.0\text{ kPa} \pm 0.1\text{ kPa}$ 范围内的压差。

B. 5.4 调整设备的测量系统,使准确值显示到参考压力计上的数值。

B. 5.5 卸下参考压力计并密封连接点。

B. 5.6 调整标准流量盘两端压降到 $1.000\text{ kPa} \pm 0.005\text{ kPa}$,调整仪器测量系统至显示标准流量盘的标定值。

B. 5.7 对每一标准流量盘重复上述步骤。

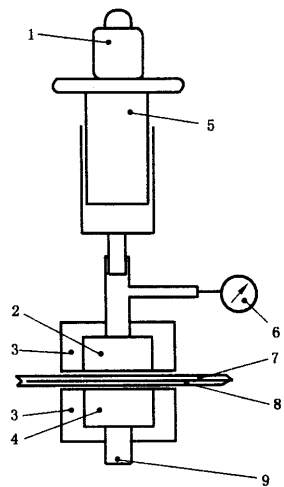
B. 5.8 返回到仪器的测量模式,检查该设备的每个标准流量盘的透气度测量结果是否在仪器的设备说明书和标准流量盘的校准允差范围内。

附录 C
(资料性附录)

关于样品夹持器中被测样品表面泄漏的测定

C.1 原理

表面泄漏是指气体通过样品夹持器的密封面由环境大气中吸入或逸漏到环境大气中。
图 C.1 给出了测定有关表面泄漏的原理示意图。



- 1——施加砝码；
- 2——入口腔；
- 3——样品夹持器；
- 4——出口腔；
- 5——注射器；
- 6——压力测量装置；
- 7——测试物；
- 8——非透气薄膜；
- 9——出口。

图 C.1 表面泄漏的测试原理

C.2 步骤

按下述步骤可以测定有关的表面泄漏。

- C.2.1 将一个校准注射器连接到样品夹持器的入口处。
- C.2.2 将一个压力计连接到注射器和样品夹持器的入口侧的连接处,确定所有连接是气密的。
- C.2.3 将一个测试材料的样品,和一个覆盖包括密封表面的整个测试区的非透气薄膜插入样品夹持器。保证测试材料面向样品夹持器的入口孔。非透气薄膜应只考虑与透气性的测定有关的全部漏隙的部分。
- C.2.4 闭合样品夹持器,在注射器上加压,向样品夹持器上部孔施加一个约 1 kPa 的压力。
- C.2.5 通过在注射器中的活塞的位置定时变化测量漏隙流量。应选择一个适当长短的时间以便准确的判定表面漏隙。

此时,应始终监视样品夹持器的入口侧的压力,并保持接近 1 kPa。
由任何压力变化而显示的注射器中具有不正常的阻力时,测试应重做。
注:此项测试也可以省略非透气薄膜而用密封样品夹持器出口来完成。

附 录 D
(资料性附录)
通过多孔材料的空气流量

D.1 理论研究

通过多孔材料的空气流量取决于流动空气的粘性和惯性力。通过多孔材料的空气总流量可以表示为:

$$Q = ZA\Delta p + Z' A \Delta p^n \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- Q——总气体流量,单位为立方厘米每分钟(cm^3/min);
- A——材料暴露在流动气体中的面积,单位为平方厘米(cm^2);
- Δp ——材料两边的压差,单位为千帕(kPa);
- Z——由粘性力确定的一种多孔材料的透气性系数,单位为立方厘米每分钟平方厘米千帕 [$\text{cm}^3/(\text{min} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kPa})$];
- Z'——由惯性确定的一种多孔材料的透气性系数,单位为立方厘米每分钟平方厘米千帕的 n 分之一次方 [$\text{cm}^3/(\text{min} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{kPa}^{1/n})$];
- n ——取值在 0.5 和 1.0 之间的一个常数,该常数取决于气流通过材料上的空间或孔的尺寸分布。

如上所述,式(D.1)的一般形式,空气气流(Q)与压差(Δp)两者关系具有一非线性关系。因材料的透气性定义为在 1.00 kPa 压差时通过 1 cm^2 材料的气流,所以由式(D.1)材料的“总透气度”等于 ($Z+Z'$)。

可以考虑式(D.1)的两种极限形式。

- a) 对高透卷烟用纸,材料上的间隙(典型的为 1 μm)相对于纸厚(20 $\mu\text{m} \sim 40 \mu\text{m}$)很小。气流惯性力可忽略, $Z'=0$,则(D.1)简化为

$$Q = ZA\Delta p \dots\dots\dots (D.2)$$

这种情况下,气流(Q)和压差(Δp)的关系为线性的。

- b) 例如,对于接装纸穿孔,穿孔直径(例如约 100 μm)与纸厚(约 40 μm)比很大。在这种情况下, $n=0.5$,且式(D.1)变化为二次方程

$$Q = ZA\Delta p + Z' A \sqrt{\Delta p} \dots\dots\dots (D.3)$$

如果在接装纸上没有空隙,不同于穿孔,则 $Z=0$,且式(D.3)简化为

$$Q = Z' A \sqrt{\Delta p} \dots\dots\dots (D.4)$$

D.2 具有气流-压力关系为非线性的材料的特性

若测试材料显示出具有非线性气流速-压力特性, Z 、 Z' 和 n 的值可以通过测定一系列 Δp 值下的 Q 值,并用上述公式来回归计算。

极少数情况下,材料应用由 0.25 kPa 和 1.00 kPa 压差下的气流速两个值来描述。

一个更一般的公式(D.5)是

$$Q = Z_T A \Delta p^k \dots\dots\dots (D.5)$$

式中:

- Z_T ——纸的总透气度;
- k ——取值在 0.5 和 1.0 之间的一个常数,该常数取决于气流通过材料上的空间或孔的尺寸分布;

- Q ——总气体流量,单位为立方厘米每分钟(cm^3/min);
- A ——材料暴露在流动气体中的面积,单位为平方厘米(cm^2);
- Δp ——材料两边的压差,单位为千帕(kPa)。

用两个不同测量压力测得气流的结果,可由式(D. 6)导出常数 k 。

$$k = \frac{\lg \frac{Q_1}{Q_2}}{\lg \frac{p_1}{p_2}} \dots\dots\dots (\text{D. 6})$$

式中:

- Q_1 ——第一次施加压力测量的气流量,单位为立方厘米每分钟(cm^3/min);
- Q_2 ——第二次施加压力测量的气流量,单位为立方厘米每分钟(cm^3/min);
- p_1 ——第一次施加的压力,单位为千帕(kPa);
- p_2 ——第二次施加的压力,单位为千帕(kPa)。

对于实际压力与标称压力两者差别很小时,气流量可以用没有引起明显误差的式(D. 7)的平均值计算:

$$Q_2 = \frac{Q_1 p_2^k}{p_1} \dots\dots\dots (\text{D. 7})$$

参 考 文 献

[1] CORESTA 推荐方法第三号:1976 卷烟纸透气度测定(注:已被 CORESTA 推荐方法第四十号所替代)

[2] CORESTA 推荐方法第十八号:1991 具有打孔区,用于接装纸的材料的透气度和单位流量测定

[3] CORESTA 推荐方法第四十号:1994 用于卷烟纸、成形纸和接装纸,包括具有定向透气带的材料的透气度测定
