



中华人民共和国国家标准

GB/T 11048—××××

代替 GB/T 11048-1989

纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定

Textiles—Physiological effects—Measurement of thermal
and Water-vapour resistance under steady-state conditions

(ISO 11092:1993, MOD)

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准是修改采用ISO 11092:1993《纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定（蒸发热板法）》，对GB/T11048-1989《纺织品保温性能的测定》的修订，本标准与ISO 11092:1993的主要差异如下：

1. 标准名称中未注明（蒸发热板法）。
2. 增加了2.5和2.6。
3. 将ISO 11092中的仪器作为A型仪器，并增加了图3及相关条款。
4. 增加了5.2条（B型平板法仪器）以及8.2 B型仪器的精密度。
5. 范围中增加了A和B两种仪器的适用情况的说明。
6. 增加了7.1.1、7.3.1和7.4.1的注。
7. 在第7章的有关计算中增加了“结果保留3位有效数字”，增加了7.5。
6. 增加了附录C“仪器的校验”。

本标准与GB/T11048-1989相比作了较大的修改，主要技术修改包括：

1. 标准名称中不再使用“保温性能”一词，而采用“热阻和湿阻”。
2. 扩大了适用范围。
3. 增加了湿阻测定的内容；
4. 规定可以采用2种仪器，A型仪器—通风蒸发热板法，B型仪器—静态平板法。
5. 恒温温度由36℃改为35℃；
6. 试验环境空气由基本静止（风速小于0.1m/s）改为恒定气流1m/s，；
7. 以热阻和湿阻为主要指标，并增加透湿指数、透湿率、热导率指标，取消保温率指标；
8. 取消以间歇式加热为基础的试验程序和计算公式，只给出定义性公式；
9. 增加以标准样校准仪器的程序；
10. 取消原方法B—管式保温仪法；
11. 增加试验精确度一章。

本标准的附录A、附录B和附录C均为规范性附录。

本标准由中国纺织工业协会提出。

本标准由全国纺织品标准化技术委员会基础分会（SAC/TC209/SC1）归口。

本标准主要起草单位：国家纺织制品质量监督检验中心、3M 中国有限公司、上海踏石贸易有限公司、温州大荣纺织仪器有限公司、莱州电子仪器有限公司

本标准主要起草人：王宝军、任鹤宁、葛钥、潘进

本标准于1989年02月首次发布，2008年第一次修订。

引 言

ISO11902 是第一个有关纺织品服装舒适性方面的试验方法标准。

与生理舒适性相关的纺织材料的物理性能包括热和湿传递的复杂结合。每一个过程都可能单独发生，也有可能同时发生，并具有时间依赖性，而且应考虑稳态和非稳态的情况。

热阻是辐射、传导、对流的热传递作用相结合的最终结果，它的值取决于其中每一个值对热传递的贡献。虽然热阻是纺织材料的一个固有的特性，但由于受诸如与周围环境辐射热传递等因素的相互影响，它的测定值会随着试验环境的不同而变化。

有多种方法可以用来测定织物的热湿的性能，其中的任何一种方法都与其它的方法有所不同，其结果取决于所设定的条件。

本国际标准中所描述的受保护的散发湿气的热板（通常将其称作“皮肤模型”）是用来模拟贴近人体皮肤发生的热和湿的传递过程。测定包含一个或两个过程，这两个过程在多种环境条件下单独或同时发生，还包括温度、相对湿度、气流速度的复合，在气态或液态环境下进行测定。因此用标准所述仪器测定传递性能能够在稳态和非稳态状态下模拟由不同的穿着和不同的环境所产生的状态，在本标准中仅仅采用了标准状态。

纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定

1 范围

本标准规定了在稳态条件下热阻和湿阻的测定方法。

本标准适用于各类纺织制品以及制作这些制品的纺织织物、薄膜、涂层，泡沫、皮革以及复合材料。

本标准测定技术的应用受到热阻和湿阻最大测定范围的影响，这两个最大值取决于所用仪器的尺寸和结构性能（例如，适用于本标准的仪器热阻和湿阻测定范围分别至少为 $2\text{m}^2\cdot\text{k}/\text{w}$ 和 $700\text{m}^2\cdot\text{Pa}/\text{w}$ ）。

在本标准中所采用的试验环境不代表特定的舒适性条件，也没有给出舒适性的性能要求。

本标准规定了 A、B 两种类型的测试仪器。测定热阻和湿阻或仅测定其中之一时优先采用 A 型仪器（蒸发热板法仪器），在仅需测定热阻时也可以采用 B 型仪器（静态平板法仪器）。

2. 术语和定义

本标准采用以下术语和定义。

2.1

热阻 thermal resistance, R_{ct}

试样两面的温差与垂直通过试样的单位面积热流量之比。该干热流量可能由传导、对流、辐射中的一种或多种形式传递。

热阻 R_{ct} 以平方米开尔文每瓦 ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) 为单位，它表示纺织品处于稳定的温度梯度的条件下，通过规定面积的干热流量。

2.2

湿阻 water-vapour resistance, R_{et}

试样两面的水蒸汽压力差与垂直通过试样的单位面积蒸发热流量之比。蒸发热流量可能由扩散和对流的一种或多种形式传递。

湿阻 R_{et} 以平方米帕斯卡每瓦 ($\text{m}^2\cdot\text{Pa}/\text{W}$) 为单位，它表示纺织品处于稳定的水蒸汽压力梯度的条件下，通过一定面积的蒸发热流量。

2.3

透湿指数 water-vapour permeability index, i_{mt} :

热阻与湿阻的比值，由公式 (1) 计算：

$$i_{mt} = S \cdot R_{ct} / R_{et} \dots\dots\dots(1)$$

式中：S=60 Pa/K。

i_{mt} 无量纲，其值介于 0 和 1 之间。 $i_{mt}=0$ 意味着材料完全不透湿，有极大的湿阻； $i_{mt}=1$ 意味着材料与同样厚度的空气层具有相同的热阻和湿阻。

2.4

透湿率 water-vapour permeability, W_d

由材料的湿阻和温度所决定的特性，以克每平方米小时帕斯卡 ($\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{Pa}$) 为单位，由公式 (2)

计算:

$$W_d = \frac{1}{R_{et} \cdot \Phi_{T_m} \dots} \dots \dots \dots (2)$$

式中: Φ_{T_m} —试验板表面温度为 T_m 时的饱和水蒸汽潜热。当 $T_m=35^\circ\text{C}$ 时, $\Phi_{T_m}=0.627\text{W}\cdot\text{h/g}$ 。

2.5

克罗值 clo

热阻的一个表示单位。在温度为 21°C 、气流不超过 0.1m/s 的环境条件下, 静坐者 (其基础代谢为 58W/m^2) 感觉舒适时, 其所穿服装的隔热值为 1 克罗 (clo) 值。

2.6

热导率 thermal conductivity, k

试样两面存在单位温差时, 通过单位面积单位厚度的热流量, 以 $\text{W/m}\cdot\text{K}$ 为单位。

热导率为热传导、热辐射、热对流的总和, 等于单位厚度热阻的倒数。

3 符号和单位

| | |
|--------------|--|
| R_{ct} | 热阻, $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$ |
| R_{et} | 湿阻, $\text{m}^2\cdot\text{Pa/W}$ |
| i_{mt} | 透湿指数, 无量纲 |
| R_{ct0} | 为热阻 R_{ct} 的测定而确定的仪器常数, $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$ |
| R_{et0} | 为湿阻 R_{et} 的测定而确定的仪器常数, $\text{m}^2\cdot\text{Pa/W}$ |
| W_d | 透湿率, $\text{g/m}^2\text{hPa}$ |
| Φ_{T_m} | 试验板表面温度为 T_m 时的饱和水蒸汽潜热, $\text{W}\cdot\text{h/g}$ |
| A | 试验板的面积, m^2 |
| T_a | 气候室中空气的温度, $^\circ\text{C}$ |
| T_m | 试验板的温度, $^\circ\text{C}$ |
| T_s | 热护环的温度, $^\circ\text{C}$ |
| P_a | 水蒸汽压力 (在气候室中的温度为 T_a 时), Pa |
| P_m | 饱和水蒸汽压力 (当试验板的表面温度为 T_m 时), Pa |
| v_a | 被测试样表面上方的空气的速度, m/s |
| s_v | 气流速度 v_a 的标准偏差, m/s |
| R.H. | 相对湿度, % |
| H | 提供给测试面板的加热功率, W |
| ΔH_c | 热阻 R_{ct} 测定中加热功率的修正量 |
| ΔH_e | 湿阻 R_{et} 测定中加热功率的修正量 |
| α | ΔH_c 的计算中修正量曲线的斜率 |
| β | ΔH_e 的计算中修正量曲线的斜率 |
| k | 热导率, $\text{W/m}\cdot\text{K}$ |
| d | 材料的厚度, mm |

4 原理

试样覆盖于电热试验板上，试验板及其周围和底部的热护环（保护板）都能保持相同的恒温，以使电热试验板的热量只能通过试样散失；调湿的空气可平行于试样上表面流动。

在试验条件达到稳态后，测定通过试样的热流量来计算试样的热阻。

在本标准中描述的方法是通过从测定试样加上空气层的热阻值中减去试验仪器表面空气层的热阻值得出所测材料的热阻值 R_{ct} 。两次测定均在相同的条件下进行。

对于湿阻的测定，需在多孔电热试验板上覆盖透气但不透水的薄膜，进入电热板的水蒸发后以水蒸汽的形式通过薄膜，所以没有液态水接触试样。试样放在薄膜上后，测定在一定水分蒸发率下保持试验板恒温所需热流量，与通过试样的水蒸汽压力一起计算试样湿阻。

在本标准中描述的方法是通过从测定试样加上空气层的湿阻值中减去试验仪器表面空气层的湿阻值得出所测材料的湿阻值 R_{ct} 。两次测定均在相同的条件下进行。

5. 仪器

5.1 A 型仪器—蒸发热板法仪器

5.1.1 具有温度和给水控制的测试部分

由厚约 3mm，面积至少为 0.04 m²（例如边长为 200 mm 的正方形）的金属板固定在内含电热丝的导电金属组件上组成试验板[图 1 部件（1）和（6）]。为了湿阻的测定，金属板必须是多孔的，它被位于试样台（11）内的热护环[图 2 部件（8）]所包围。

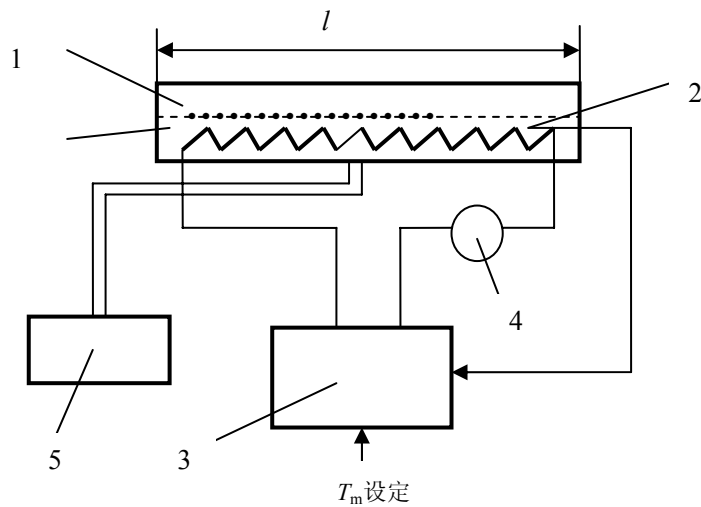
在 20℃ 环境下，以波长范围 8μm 到 14μm 的光束垂直照射于金属板表面并以半球反射的方式，测得金属板表面的辐射系数应高于 0.35。

与多孔板相接触的电热丝金属组件（6）的表面为沟槽，使定量供水装置（5）提供的水能够进入电热板。

试验板相对于试样台的位置应是可以调整的，以使放在其上面的试样上表面能与试样台保持共面。在试验板或温度测试装置中的热量损耗应降到最低，例如尽可能使线路沿着热护环的内表面设置。温度控制器（3），包括试验板的温度传感器，应保持试验板温度 T_m 恒定至±0.1℃。在整个量程范围内，须用精度为±2%的适合的装置（4）测定试验板的加热功率 H 。

多孔金属板表面的供水由定量供水装置（5）完成，它就像马达驱动的滴定管一样，当水位低于试验板表面约 1.0mm 时，触及开关而启动泵水装置以保证试验板表面水分的恒速蒸发。信号开关与试验板相连接。

在运行试验板以前，水应预热至试验板的温度。在水进入试验板之前让其先穿过热护环中的管子能够达到这个要求。



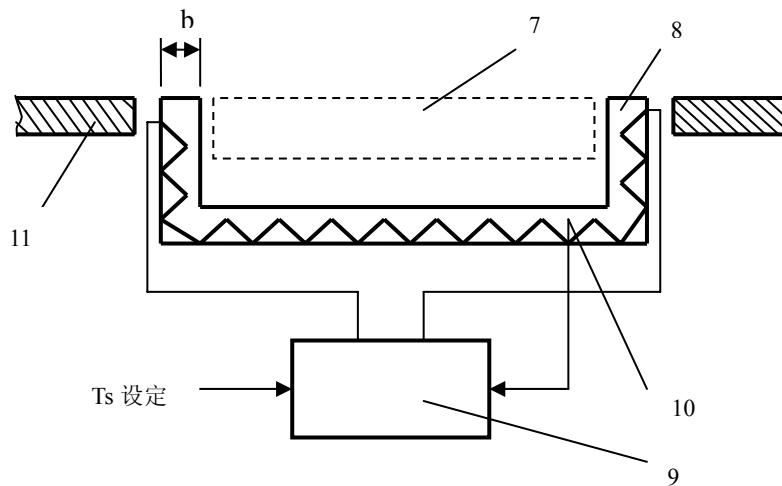
- | | | |
|----------|----------|--------------|
| 1—金属板 | 2—温度传感器 | 3—温度控制器 |
| 4—热量测定装置 | 5—定量供水装置 | 6—装有加热元件的金属体 |

图 1 温度和水蒸气控制和测定装置

5.1.2 具有温度控制的热护环

由高热导率材料(如金属)组成,且包含电热元件。它的作用是防止试验板的边缘及底部的热散失。热护环的宽度 b (见图 2) 至少为 15mm。热护环的上表面与试验板表面的间距不应超过 1.5mm。

热护环像试验板一样,可以配置一个多孔板和定量供水系统,以形成一个潮湿的护管。由控制器 (9) 控制并由温度传感器 (10) 测得的热护环的温度 T_s 应与试验板温度 T_m 相同,精度为 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

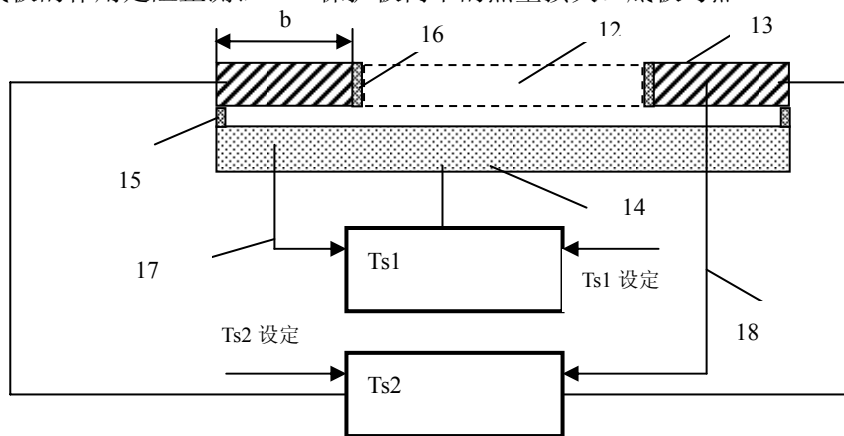


- | | | | | |
|--------------|-------|---------|-----------|--------|
| 7— 5.1 的测定装置 | 8—热护环 | 9—温度控制器 | 10—温度测定装置 | 11—试样台 |
|--------------|-------|---------|-----------|--------|

图 2 热护环及温度控制装置

图 3 所示的装置是另一种热护环和底板的控制结构。热护环呈环状包围着试验板,其宽度 b 至少为 60mm,其厚度及构成与试验板相同并共面,二者之间用大约 3mm 宽的软木条或其它绝热材料相互隔热。热护环用于防止试验板横向热损失。底板厚度及构成与测试板和热护环相同。底板与试验板和热护

环平行，并保持一定距离（例如 25~75mm，不超过 75mm），通过木质框架结构连接，使上下板之间形成气室。底板的作用是阻止测试板和保护板向下的热量损失。底板与热护板的温度分别控制。



12—试验板 13—热护板 14—底板 15—木质框架 16—软木条 17、18—温度测定装置

图 3 热护环及底板

5.1.3 气候室

试验板和热护环安装在气候室内，气候室与环境中的空气是导通的，而且气候室内空气的温度和湿度能够得到控制，气流可以穿过并沿着试验板和热护环表面流动，导流口在试样台以上的高度不小于 50mm。

在整个试验过程中，气流温度 T_a 的偏差应不超过 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ，当热阻和湿阻的测定值低于 $0.5 \text{ m}^2\cdot\text{k}/\text{w}$ 和 $100 \text{ m}^2\cdot\text{Pa}/\text{w}$ 时，精度可以控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ；相对湿度的误差不应超过 $\pm 3\% \text{ R.H.}$ 。在试验板的中心上方 15mm 处测定气流温湿度，从这点测得的气流温度 T_a 为 20°C 、速度 v_a 的平均值应为 1 m/s ，误差不超过 $\pm 0.05 \text{ m/s}$ 。

值得注意的是气流是有一定的波动的，空气流速的相对变异可以标准偏差与气流速度的比值 s_v/v_a 表示，其值在 0.05~0.1 之间。气流速度可使用具有时间常数小于 1s 的仪器进行测试，数据采集频次不少于 10 次/min，总测定时间应不少于 10min。

5.2 B 型仪器—平板法仪器

5.2.1 热板

由试验板、保护板、底板组成热板组件，每块板加电后都能维持在恒定的 35°C 。

试验板是加热板的一部分，它的面积至少为 0.04 m^2 （例如每边长至少为 200mm 的方形），并且要放在加热板组件上表面的正中央。试验板一般为铝或铜制金属板，其反射率按 5.1.1 要求，试验板的加热元件与金属板绝缘，其间距根据加热元件加热效率的不同，或紧贴或有一定间隙（例如 3mm 以内）。

保护板呈环状包围着试验板，其宽度至少为 60mm，其厚度及构成与试验板相同并与测试板共面，两板之间用大约 3mm 宽的软木条或其它绝热材料相互隔热。保护板用于防止试验板横向热损失。

底板的厚度及构成与测试板和保护板相同，底板与试验板和保护板平行，并保持一定距离（例如 25~75mm。）使上下板之间形成气室。底板的作用是阻止测试板和保护板向下的热量损失。

5.2.2 温度检测与控制器

试验板、保护板、底板应各自具有一个温度传感器和温度控制器。传感器安放在板的内部且尽可能地靠近板的外表面用来测定各自表面的温度；温度控制器应保持各板温度 T_m 恒定，精度达到 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

