

中华人民共和国纺织行业标准

FZ/TXXXXX—XXXX

出汗暖体假人测试仪

Sweating and Thermal Manikin Tester

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2024年3月28日)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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。

本文件由中国纺织工业联合会提出。

本文件由全国纺织机械与附件标准化技术委员会(SAC/TC215)归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

出汗暖体假人测试仪

1 范围

本文件规定了出汗暖体假人测试仪(以下简称假人测试仪)的结构和功能、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于假人测试仪的设计、生产和检测,其他原理相同、结构类似的仪器亦可参照使用。

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;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T191 包装储运图示标志

GB 4793.1—2007 测量、控制和试验室用电气设备的安全要求 第1部分:通用要求

GB/T 6529 纺织品 调湿和试验用标准大气

GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范

GB/T 18398—2001 服装热阻测试方法暖体假人法

GB/T 24254—2009 纺织品和服装 冷环境下需求热阻的确定

GB/T 39605—2020 服装湿阻测试方法出汗暖体假人法

GB/T 40139 材料表面积的测量 高光谱成像三维面积测量法

GB/T 43573—2023 服装散热性能的测定方法出汗暖体假人法

FZ/T 90054 纺织机械仪器仪表产品包装

FZ/T 90074—2021 纺织机械产品涂装

FZ/T 90089.1 纺织机械铭牌型式、尺寸及技术要求

FZ/T 90089.2 纺织机械铭牌内容

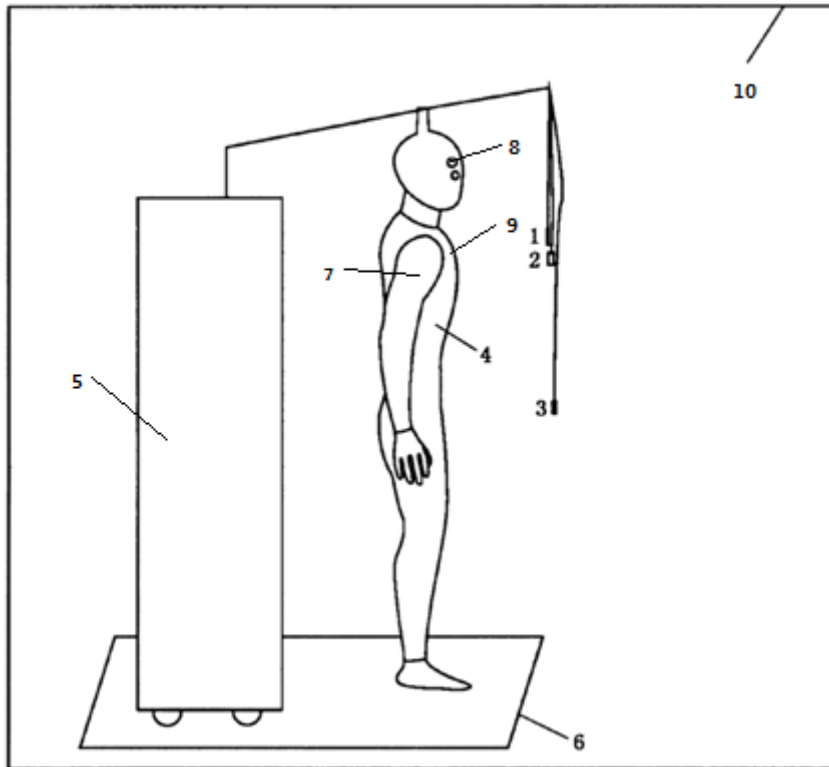
ISO 9920:2007 热环境的人类工效学—服装整体隔热性和抗水蒸气性的估算(Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble)

3 术语和定义

GB/T18398—2001、GB/T 39605—2020、GB/T 43573—2023界定的术语和定义适用于本文件。

4 结构和功能

假人测试仪是一种在特定温度、相对湿度以及风速环境下,模拟人体在真实穿着服装的情况下,对服装热阻或者湿阻进行测试的仪器设备,主要由出汗暖体假人本体(含加热系统、出汗系统、功率测量系统、质量测试系统等)、控制系统、软件测试系统等组成(见图1)。



标引序号说明：

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1 —— 风速仪； | 6 —— 质量测试系统； |
| 2 —— 湿度传感器； | 7 —— 功率测量系统； |
| 3 —— 温度传感器； | 8 —— 出汗系统； |
| 4 —— 出汗暖体假人本体； | 9 —— 加热系统； |
| 5 —— 控制系统和软件测试系统； | 10 —— 人工气候室（外置系统）。 |

图1 假人测试仪结构示意图

5 要求

5.1 外观

- 5.1.1 外露件表面涂膜外观应符合 FZ/T 90074—2021 外观等级 1 级的要求。
- 5.1.2 非外露件表面涂膜外观应符合 FZ/T 90074—2021 外观等级 2 级的要求。

5.2 整体性能

- 5.2.1 定时功能和暂停功能应工作正常、稳定。
- 5.2.2 应具有高温报警功能。
- 5.2.3 出汗供水速率为 $(400 \sim 1200) \text{ mL}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 。
- 5.2.4 假人身高： $(1.7 \pm 0.15) \text{ m}$ 。
- 5.2.5 假人表面分区不少于 17 个，且头、胸、背、腹部、臀部、左右上下臂、手、大腿、小腿和脚上

应不少于 1 个分区,每个分区应具备加热和出汗功能,并独立控制,每个分区至少放置 1 个温度传感器。

5.2.6 假人总体表面积: $(1.8 \pm 0.3) \text{ m}^2$ 。

5.2.7 应预留供水速率和功率检测端口。

5.2.8 假人至少应能维持静止站立和动态步行两种姿势,步数调节范围为每分钟 30 步~60 步。

5.3 加热性能

5.3.1 假人分区表面温度为(设定温度 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$,温度波动度为 ± 0.2 $^{\circ}\text{C}$ 。设定温度一般为 34 $^{\circ}\text{C}$ 和 35 $^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.2 功率测量仪的示值误差: $\pm 2\%$ 。

5.4 出汗性能

5.4.1 质量测试系统示值误差: $\pm 1\text{g}$ 。

5.4.2 出汗供水速率偏差: $\pm 3\%$ 。

5.4.3 出汗供水温度为(设定温度 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 。设定温度一般为 34 $^{\circ}\text{C}$ 和 35 $^{\circ}\text{C}$ 。

5.5 示值误差与重复性误差

5.5.1 热阻服装标样热阻示值误差: $\pm 10\%$ (该项要求在国家热阻服装标样发布前可以省略)。

5.5.2 服装热阻重复性误差: $\pm 10\%$ 。

5.5.3 湿阻服装标样湿阻示值误差: $\pm 10\%$ (该项要求在国家湿阻服装标样发布前可以省略)。

5.5.4 服装湿阻重复性误差: $\pm 10\%$ 。

5.6 安全性

5.6.1 绝缘电阻应不小于 5M Ω 。

5.6.2 保护连接阻抗应不大于 0.1 Ω 。

5.7 环境适应性试验

环境适应性试验应符合 GB/T 6587—2012 的 I 组仪器的要求。

5.8 包装运输试验

包装运输试验应符合 GB/T 6587—2012 中表 8 规定的流通条件等级 3 级的要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

假人测试仪的场地至少应满足下列条件:

- a) 海拔高度 2000m 以下;
- b) 室内无腐蚀性气体、液体,无尘垢;
- c) 电源: 额定电压 $\pm 10\%$, 频率为 $(50 \pm 0.5) \text{ Hz}$;
- d) 周围无明显电磁场干扰,无明显振动源;

- e) 环境温度为 (0~36) °C, 与设定值偏差 ≤ 0.5 °C;
- f) 环境相对湿度为 (30~65) %;
- g) 风速为 (0.4 ± 0.1) m/s。

6.2 检具

假人测试仪检测时所用检具见表 1。

表1 检具

序号	检具名称	测量范围	最大允许误差(MPE)或准确度等级或不 确定度
1	多通道温度测量仪	(10~50) °C	MPE: ±0.15°C, 时间常数 ≤ 15s
2	温度计	(0~100) °C	MPE: ±0.1°C, 时间常数 ≤ 1min
3	绝缘电阻表	100 Ω ~ 1000M Ω, 500V	10.0 级
4	接地导通电阻测试仪	0.3m Ω ~ 15 Ω	0.02 级
5	标准流量计	(0~2000) mL/ (h • m ²)	±3%
6	标准砝码	(0~10) kg	F2 级
7	标准功率计	(0~1500) W	±0.5%
8	卷尺	(0~3000) mm	2 级
9	标准服装	热阻 Rc1=0.122°C • m ² /W 湿阻 Rec1=0.016 kPa • m ² /W	/
10	三维扫描仪	/	±0.02mm

6.3 检测方法

6.3.1 假人身高 (5.2.4) 的检测: 用卷尺测量假人站立的水平面到头顶点的垂直距离。

6.3.2 假人总体表面积 (5.2.6) 的检测: 使用三维扫描仪, 按 GB/T 40139 的规定进行。

6.3.3 假人分区表面温度 (5.3.1) 的检测: 测量假人表面分区内的温度, 将多通道温度测量仪的温度传感器连接到假人表面各分区的中心, 温度传感器数量应不少于假人的分区数。打开仪器, 系统达到稳定状态后开始记录各测量点的温度, 记录时间间隔为 2min, 30min 内共记录 16 组数据。规定时间内假人表面各测量点的平均值为假人分区表面温度, 取全部测量点中变化量的最大值为温度波动度。

6.3.4 功率测量仪示值误差 (5.3.2) 的检测: 将标准功率计与仪器连接好, 设定假人的表面平均温度、供水率和供水温度, 打开仪器, 系统达到稳定状态后记录标准功率计示值。重复检测 3 次, 取 3 次测量结果的平均值与假人测试仪显示值的相对差值作为功率测量仪示值误差。

6.3.5 质量测试系统示值误差 (5.4.1) 的检测: 选取 1/3 质量测试系统最大称量值的标准砝码, 将标准砝码放在质量测试系统台面的 4 角和中央, 分别进行称量, 重复检测 3 次。取 3 次测量结果的平均值与标准砝码的标称值之差作为质量测试系统示值误差。

- 6.3.6 出汗供水速率偏差（5.4.2）的检测：将标准流量计与仪器连接好，设定假人的出汗供水速率、出汗供水温度和表面平均温度，打开仪器，系统达到稳定状态后记录标准流量计示值。重复检测 3 次，取 3 次测量结果的平均值与设定值的相对差值作为出汗供水速率偏差。
- 6.3.7 出汗供水温度（5.4.3）的检测：打开设备的出汗功能，将水分加热到检测温度，用温度计直接测量出汗供水温度。重复检测 3 次，取 3 次测量结果的平均值作为出汗供水温度的测量值。
- 6.3.8 服装热阻（5.5.1 和 5.5.2）示值误差与重复性误差的检测：检测程序详见附录 A。
- 6.3.9 服装湿阻（5.5.3 和 5.5.4）示值误差与重复性误差的检测：检测程序详见附录 B。
- 6.3.10 绝缘电阻（5.6.1）的检测：切断电源，将电源开关置于接通位置，用额定电压为 500V 的绝缘电阻表测试电源输入端相线对机壳金属部分的绝缘电阻。
- 6.3.11 保护连接阻抗（5.6.2）的检测按 GB 4793.1—2007 中 6.5.1.3 的规定进行。
- 6.3.12 环境适应性试验（5.7）的检测按 GB/T 6587—2012 中的 5.9 的规定进行。
- 6.3.13 包装运输（5.8）的检测按 GB/T 6587—2012 中 5.10 的规定进行。
- 6.3.14 其他项目用感官法检测。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 每台产品须经制造厂质检部门进行出厂检验合格后方可出厂，并附有制造厂质检部门开具的产品合格证。

7.1.2 检验项目：5.1~5.6。

7.2 型式检验

7.2.1 产品在下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 生产过程中，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- b) 新产品鉴定或老产品转厂定型生产时；
- c) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- d) 产品停产两年以上恢复生产时；
- e) 政府监管部门要求进行质量检验时。

7.2.2 检验项目按第 5 章规定执行。

7.3 组批

由相同生产条件下生产的同一规格(型号)的产品组成一批。

7.4 判定规则

检验结果如有两项及两项以上指标不符合本文件要求时，判定产品不合格；有一项指标不符合本文件要求时，允许重新取样进行复验，复验结果仍不符合本文件技术指标的要求，则判定为不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品的铭牌按照 FZ/T 90089.1 和 FZ/T 90089.2 的规定。

8.1.2 包装储运的图示标志按照 GB/T 191 的规定。

8.2 包装

产品的包装按照 FZ/T 90054 的规定。

8.3 运输

产品在运输过程中应避免剧烈地震动、冲击、翻滚、高处跌落和雨雪淋袭。

8.4 贮存

产品应贮存在干燥通风的仓库内，空气中不应有腐蚀性气体，库内温湿度不应有剧烈的变化，相对湿度应不大于 75%。在制造厂存放期超过一年的产品，应重新进行出厂检验，合格后才能出厂。

附录 A (规范性) 出汗暖体假人服装热阻的检测

A.1 样品

A.1.1 所用服装的尺寸应以检测的暖体假人为基准，与出汗暖体假人的尺寸相符。

A.1.2 检测的服装固有热阻 $R_{cl}=0.122^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ ，面积因子 $f_{cl}=1.22$ 。此服装的热阻应定期测量。例如：在每个系列服装测试之前测量，且出汗暖体假人测试系统维修后均应校准。

A.1.3 出汗暖体假人在检测过程中所穿着的服装为：

- a) 衬衫：克重为 $(203\pm 10)\text{g}/\text{m}^2$ 的平纹织物，有两个胸袋的长袖衬衫（产自 Bulwark，代码为 #SND6NV），最上端的扣子需解开，下摆在裤子外面；
- b) 裤子：克重为 $(203\pm 10)\text{g}/\text{m}^2$ 的平纹织物，有两个侧口袋和两个背部口袋（产自 Bulwark，代码为 #PNW3NV）；
- c) 男士内裤：克重为 $(180\pm 18)\text{g}/\text{m}^2$ ，100%棉针织内裤，腰腿部紧贴人体；
- d) 男士 T 恤：克重为 $(140\pm 14)\text{g}/\text{m}^2$ ，100%棉的针织短袖圆领 T 恤；
- e) 男士袜：纬平针组织的针织袜子，长度延伸到小腿不超过 25.4 cm。每只袜子至少含 75%的棉，且每只质量应为 $(33\pm 5)\text{g}$ ；
- f) 运动鞋：织物或软皮革加软鞋底。

A.2 测试流程

A.2.1 按照 GB/T 6529 规定，检测前样衣应在温度为 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $(65\pm 4)\%$ 的标准大气环境中至少平衡 12h。

A.2.2 设定测试环境条件包括温度、相对湿度和风速应符合 GB/T 18398—2001 规定。

A.2.3 待人工气候室内的温度、相对湿度和风速达到稳定状态后，设定出汗暖体假人的表面平均温度。

A.2.4 设定好上述条件后，给假人穿上测试用服装，调整好假人姿势，使其手臂悬垂在两边。

A.2.5 测试服装热阻时，着装后表面平均皮肤温度应达到 $(34\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ ，整个系统应达到定状（即假人的平均皮肤温度和功率波动不大于 $\pm 3\%$ ）。在测试过程中，应每分钟记录 1 次假人的功率、皮肤温度和环境温度。数据记录至少持续 30 min。

A.3 结果判定

测试所得的服装固有湿阻值 R_{cl} 应为 $(0.122\pm 0.0122)^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ 。如果测试所得的服装固有热阻值超出此范围，应调整气候室和假人测试系统，重新检测。

A.4 服装热阻重复性检测

在热阻服装标样难以获取的情况下，可参考 GB/T 24254—2009 附表中的一个或多个服装组合作为参照服装，重复检测 3 次，3 次重复检测的测试任意两次的结果波动不超过 3 次平均值的 10%。

附录 B

(规范性)

出汗暖体假人服装湿阻的检测

B.1 样品

B.1.1 所用服装的尺寸应以检测的暖体假人为基准，与出汗暖体假人的尺寸相符。

B.1.2 检测的服装固有湿阻 $Re_{cl}=0.016 \text{ kPa} \cdot \text{m}^2/\text{W}$ ，面积因子 $fc_{cl}=1.22$ 。此服装的湿阻应定期测量。例如：在每个系列服装测试之前测量，且出汗暖体假人测试系统维修后均应校准。

B.1.3 出汗暖体假人在检测过程中所穿着的服装为：

- a) 衬衫：克重为 $(203 \pm 10) \text{ g}/\text{m}^2$ 的平纹织物，有两个胸袋的长袖衬衫（产自 Bulwark，代码为 #SND6NV），最上端的扣子需解开，下摆在裤子外面；
- b) 裤子：克重为 $(203 \pm 10) \text{ g}/\text{m}^2$ 的平纹织物，有两个侧口袋和两个背部口袋（产自 Bulwark，代码为 #PNW3NV）；
- c) 男士内裤：克重为 $(180 \pm 18) \text{ g}/\text{m}^2$ ，100%棉针织内裤，腰腿部紧贴人体；
- d) 男士 T 恤：克重为 $(140 \pm 14) \text{ g}/\text{m}^2$ ，100%棉的针织短袖圆领 T 恤；
- e) 男士袜：纬平针组织的针织袜子，长度延伸到小腿不超过 25.4 cm。每只袜子至少含 75%的棉，且每只质量应为 $(33 \pm 5) \text{ g}$ ；
- f) 运动鞋：织物或软皮革加软鞋底。

B.2 测试流程

B.2.1 按照 GB/T 6529 规定，检测前样衣应在温度为 $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(65 \pm 4) \%$ 的标准大气环境中至少平衡 12h。

B.2.2 使用等温条件下的测试程序检测出汗假人，设定测试环境条件包括温度 $(34 \pm 0.5) \text{ }^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(40 \pm 5) \%$ 和风速 $(0.4 \pm 0.1) \text{ m}/\text{s}$ 。

B.2.3 待人工气候室内的温度、相对湿度和风速达到稳定状态后，润湿假人表面，直到假人表面处于饱和状态。

B.2.4 设定出汗暖体假人的表面平均温度、出汗率和供水温度 $(34 \pm 0.5) \text{ }^\circ\text{C}$ ，打开出汗暖体假人出汗功能。

B.2.5 设定好上述条件后，给假人穿上测试用服装，调整好假人姿势，使其手臂悬垂在两边。

B.2.6 测试服装湿阻时，着装后表面平均皮肤温度应达到 $(34 \pm 0.5) \text{ }^\circ\text{C}$ ，整个系统应达到定状（即假人的平均皮肤温度和功率波动不大于 $\pm 3\%$ ）。在测试过程中，应每分钟记录 1 次假人的功率、皮肤温度和环境温度。数据记录至少持续 30 min。

B.3 结果判定

测试所得的服装固有湿阻值 Re_{cl} 应为 $(0.016 \pm 0.0016) \text{ kPa} \cdot \text{m}^2/\text{W}$ 。如果测试所得的服装固有湿阻值超出此范围，应调整气候室和假人测试系统，重新检测。

B.4 服装湿阻重复性检测

在湿阻服装标样难以获取的情况下，可参考 ISO 9920-2007 附表中的一个或多个服装组合作为参照服装，重复检测 3 次，3 次重复检测的测试任意两次的结果波动不超过 3 次平均值的 10%。

参 考 文 献

- [1] ISO 15831:2004 Clothing-Physiological effects Measurement of thermal insulation by means of a thermal manikin
- [2] ASTM F1291-2022 Standard Test Method for Measuring the Thermal Insulation of Clothing Using a Heated Manikin
- [3] ASTM F2370-2022 Standard Test Method for Measuring the Evaporative Resistance of Clothing Using a Sweating Manikin
- [4] ASTM F2732-2023 Standard Practice for Determining the Temperature Ratings for Cold Weather Protective Clothing
- [5] EN 342:2017 Protective clothing - Ensembles and garments for protection against cold
-