

《织物外观平整度测定—图像分析法》编制说明

一、工作简况

1.任务来源

2018年8月，东华大学向中国家用电器协会提出《织物外观平整度测定-图像分析法》和《织物外观平整度测定-标准织物》立项申请。经公示、审议通过，2019年1月11日中国家用电器协会正式下达：关于发布2019年度第一批协会标准制修订计划的通知（中电协标字[2019]2号），项目名称《织物外观平整度测定-图像分析法》和《织物外观平整度测定-标准织物》；计划编号：JH-2019-001和JH-2019-002。

在立项计划发布后，中国家用电器协会洗衣机专业委员会和东华大学迅速召集企业，组建成立了标准工作组，开展标准研制工作。在标准研制过程中，大部分专家提出《织物外观平整度测定-标准织物》标准是专用于《织物外观平整度测定-图像分析法》的试样，为了便于标准的使用，建议将《织物外观平整度测定-标准织物》标准作为规范性附录置于《织物外观平整度测定-图像分析法》标准中。标准工作组采纳了该建议。

2.标准编制目的及意义

随着人们生活水平的提高，人们对服装有了更高的要求，穿着过程中除了服装的款式、色彩等，服装的外观平整度在很大程度上影响着服装的外观美感。服装在穿着使用过程中通常会经过洗护处理，包括服装的洗涤、干燥、熨烫，这些过程会降低或提高织物的外观平整度，并且外观平整度是衡量服装护理后外观性能的一项综合指标，可以对洗衣机、干燥机、洗涤剂等的护理效果进行评估，准确的评价信息可以用作产品效果及产品优化的依据。同时织物外观平整度主观测定方法受主观影响大，精度低、重复性差，耗费时间成本，因此准确客观的织物外观平整度评级方法是目前洗护市场的亟需。

3.工作过程

标准预研阶段。东华大学项目组梳理了目前的织物外观平整度的发展现状、

现有的技术水平，总结了国内外织物外观平整度评价方法的研究情况及特点，发现目前国内外关于织物外观平整度客观评级标准化的测定方法还欠缺。2018 年 7 月 12 日，东华大学团标起草小组组织相关人员进行了大量的文献检索和调查，草拟了标准的适用范围、标准架构、技术内容。

标准立项阶段。2018 年 8 月 2 日，在上海举行《织物外观平整度测定-标准织物》、《织物外观平整度测定-图像分析法》团体标准的立项研讨会，包括相关的 7 家家电企业参与立项讨论，东华大学和中国家用电器协会洗衣机专业委员会正式向中国家用电器协会提出了立项申请，经公示、审议通过后，2019 年 1 月 11 日批复《织物外观平整度测定-标准织物》、《织物外观平整度测定-图像分析法》团体标准计划立项通过，同时明确了起草任务及相关要求。

标准第一次研讨阶段。2019 年 3 月 17 日，起草小组在上海举行了该团体标准研讨会，讨论了该团体标准总体研究方案，东华大学团标起草小组进行阶段性的进展汇报。

标准第二次研讨阶段。2019 年 7 月 23 日东华大学团标起草小组提交了标准初稿。2019 年 7 月 28 日，中国家用电器协会邀请相关单位在鄂尔多斯讨论了标准文稿，提出修改方向。经反复讨论、修改后，标准起草小组一致同意将《织物外观平整度测定-标准织物》并入《织物外观平整度测定-图像分析法》，做为该标准附录。

征求意见阶段。起草组在进行大量测试、研讨后，形成了征求意见稿，拟定于 2019 年 8 月在中国家用电器协会网站进行公开征求意见。

送审阶段。拟定于 2019 年 10 月由中国家用电器协会组织技术审查。

报批阶段。审定通过后将进行报批。

4.主要起草单位及任务

主要起草单位及任务分工如表 1。

表 1 主要起草单位及任务分工

主要起草单位	主要工作
中国家用电器协会	负责标准制定工作组织、协调及验证等工作
东华大学	收集、整理国内外相关标准资料，制定研究方案，标准起草、方法验证、标准讨论与完善

浙江理工大学、青岛海尔洗衣机有限公司、无锡小天鹅股份有限公司、博西华电器（江苏）有限公司、松下家电研究院（杭州）有限公司、惠而浦（中国）股份有限公司、倍科电器有限公司、上海日立家用电器有限公司、香港溢达集团等	参与研究方案制定，标准制定等
--	----------------

二、标准编制原则和依据

标准编制需要充分体现原则性、适应性及先进性，解决织物外观平整度测定方法规范化的问题，为服装洗护行业提供可靠的试验方式进行产品性能等的评估与改进依据。

（1）原则性：标准的结构及编写原则严格按照 GB/T1.1-2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》的规范要求以及有关标准、政策法规进行编制。

（2）适应性：明确标准的适用范围，遵从实用性目标，满足相关的标准原则和理念。本标准适用于测定家庭用洗涤、干燥、熨烫等程序处理后的标准织物外观平整度。

（3）先进性：除本标准外，目前尚未存在专门针对织物外观平整度客观测定方法可靠的相关标准，针对于织物外观平整度的主观测定方法标准已经成熟，但是客观测定方法还未形成成套的仪器及规范的方法。本标准的制定，可提供织物外观平整度仪器测定方法，建立稳定的客观测定数据库。

三、主要技术内容的说明及论据

1. 织物外观平整度的测定方法

目前各国检测机构常用的评价方法为林克尔试验仪外观法，该方法属于主观测定，相关的标准包括 AATCC 124-2011、ISO 7768-2009、GB/T 13769-2009，但是这些方法存在各级档差不均衡，其中2级与3级之间跨度过大，4级与5级之间差异过小，评级过程中容易受到个体生理、心理及环境因素影响的问题，导

致精度低，再现性差，人工评级的精度只能达到 0.5 级，对于反应实际应用过程中洗护产品性能差异达不到检测需求，不利于洗护产品的优化及性能评估。

2.图像分析方法测定织物外观平整度

图像分析法测定织物外观平整度是参照“AATCC 124-2011 Smoothness Appearance of Fabrics after Repeated Home Laundering”、“ISO 7768-2009 Textiles --- Test method for assessing the smoothness appearance of fabrics after cleansing”以及“GB/T 13769-2009 纺织品 评定织物经洗涤后外观平整度的试验方法”，通过织物外观平整度图像采集仪采集织物的外观图像特征，采用专业的织物外观平整度等级分析软件测定平整度等级。该方法测定准确、简便、重复性好、检测时间短，能够克服不同检验人员的感官差异、心理生理差异造成的偏差，具有准确、客观、省时、省力等优点。

3.图像采集及图像分析

3.1 图像采集装置设计理论依据

为了构建统一、稳定的图像采集环境，设计了织物采集箱体。箱体示意图如图1所示，包含了箱体结构框架、抽拉式载物台、工业相机、照明光源等。

（1）图像采集箱体构成

箱体采用黑色亚克力板材，整体为封闭式结构，可以避免图像采集过程中外界环境的干扰，提高采集图像的质量，方便后期图像处理及分析。箱体内壁颜色符合 GB/T251 规定的沾色用灰色样卡 2 级，与主观评级要求保持一致，内壁材质形成漫反射，避免内壁反射光影响采集图像质量。图像采集装置为垂直式，相机及光源位于装置的上端，织物位于相机的正下方。图像采集装置的设计原理为主动式的反射光成像，采用前向照明的方式，有利于呈现织物表面的折皱特征。

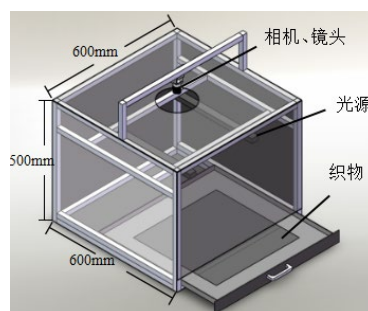


图 1 织物图像采集箱体示意图

（2）相机及镜头

相机及镜头是获取织物折皱图像的工具，直接影响织物图像质量及后期图像处理与分析。与普通相机相比，工业相机的性能稳定可靠，结构紧凑结实不易损坏，连续工作时间长，且工业相机输出数据为裸数据，适合进行高质量图像分析，而普通相机的光谱范围只适合人眼视觉，拍摄的图片经过了压缩，图像质量有折损，不利于分析处理。相机选择主要考虑的技术参数包括分辨率、颜色及感光芯片。

视野、图像分辨率与图像精度的关系式如（1）所示：

$$PPI = FOV' \times DPI \quad (1)$$

其中PPI为采集图像短边像素，单位为pixel，FOV'为符合采集要求的视野短边单位为mm，DPI为图像采集精度，单位为每英寸像素点数。经过计算获得满足要求的相机分辨率，采用了德国Baumer TXG-50型号，500万像素的黑白CCD工业相机，具有高速、高灵敏度、超低噪声及大视场等优势。



图 2 德国 Baumer TXG-50 型号工业相机

镜头是把视场内的景象投射到感光芯片上的一个凸透镜，成像时光线经过多次折射。在确定了图像分辨率后，相机感光芯片的短边尺寸、拍摄距离及视野短边满足关系式（2）：

$$f = \frac{WD \times d}{FOV'} \quad (2)$$

式中 FOV' 为满足要求的要求相机视野的短边，单位为 mm， WD 为拍摄距离，单位为 mm， d 为相机感光芯片短边的尺寸，单位为 mm， f 为镜头焦距，单位为 mm。通过计算得出所需焦距大小为 8.25，因而选择日本 Computar 型号 M0824-MPW2 焦距 8mm 的低畸变镜头，像素为 500 万与选择的工业相机相匹

配，镜头如图 3 所示。



图 3 日本 Computar 工业镜头

(3) 载物台

根据GB/T 13769、ISO 6330、AATCC 124标准中规定的试样大小 $380\text{mm} \times 380\text{mm}$ ，并且考虑光照均匀性的问题，将载物台大小为 $60\text{cm} \times 60\text{cm}$ ，载物划线区域大小为 $38\text{cm} \times 38\text{cm}$ 。

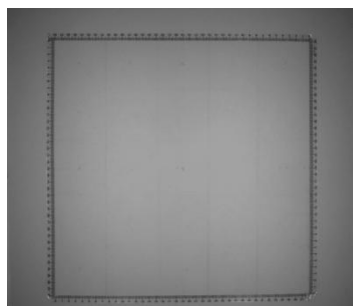


图 4 织物载台及划线标识

(4) 照明光源

采集图像质量受到光照强度、光照均匀度、显色性、寿命等的影响，LED 与其他类型光源相比，具有体积小、质轻，发光效率高、发光亮度高、寿命长、环保等特点。LED 灯的平均寿命是白炽灯的 50~100 倍。采集装置照明系统采用两个 LED 条形光源前向对称打光，经测试条形光源下采集图像均匀度为 93.73%，使用照度计采用中心布点法测得光照均匀度为 88%，符合标准光源箱光照不均匀率 $\leq 20\%$ 的要求。

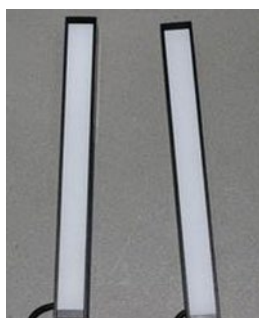


图 5 LED 条形光源

3.2 图像分析技术步骤与理论依据

(1) 相机标定与图像矫正

为了消除相机成像畸变、确定目标尺度，此步利用张正友相机标定算法，求解相机参数。

相机的标定采用特制的标定参照物(如图 6 所示)。此处采用棋盘格标定板，棋盘格标定板的制作由黑白相间的方格组合而成，格子宽度为 20mm，其起点为棋盘格内角点与第二行、第二列格子交界点。相机获取标定参照物已知点在图像上的投影位置后，进行相机组的参数的计算。

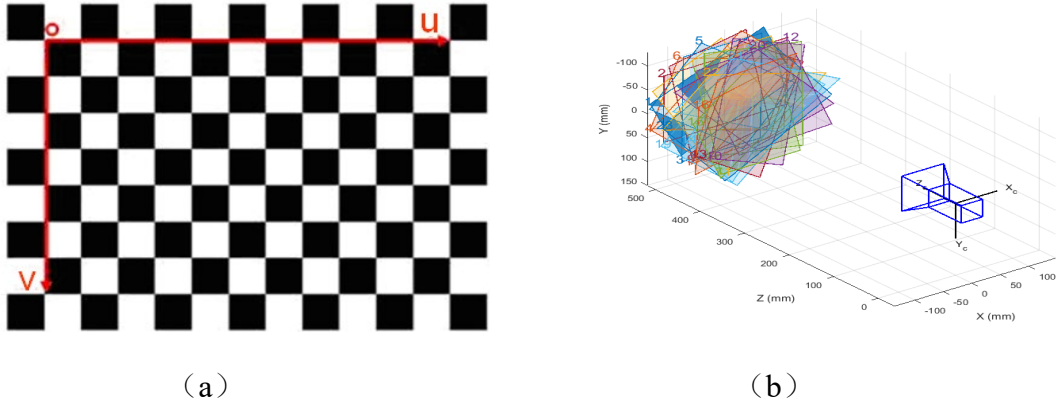


图6 (a)棋盘格标定板及 (b)相机标定示意图

在计算相机参数过程中，涉及计算相机内参 K 、世界坐标和图像像素位置的旋转 R 和平移参数 t ，利用张正友标定法，依据公式 (3)，计算得出以上相机参数：

$$w \begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & Y & Z & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ t \end{bmatrix} K \quad (3)$$

式中， (X,Y,Z) 为世界坐标点空间坐标，单位为 mm ； (x,y) 为对应的图像点坐标，单位为 pixel ； w 为任意坐标点均衡比例因子。经过标定后，确定相机的各项参数，对测试图像进行形态矫正。

(2) 织物折皱特征编码

1) D-SIFT特征提取

为了模拟人眼在观测面料外观形态时由远及近的聚焦过程，利用尺度变换，获得不同分辨率下的折皱图像。假设原始图像尺度为 $m \text{ pixel} \times m \text{ pixel}$ ，首先分别缩小至原始尺寸的1/4、1/16大小。利用如图3所示的方法，分别提取同一样本三个不同尺度图像的D-SIFT特征。

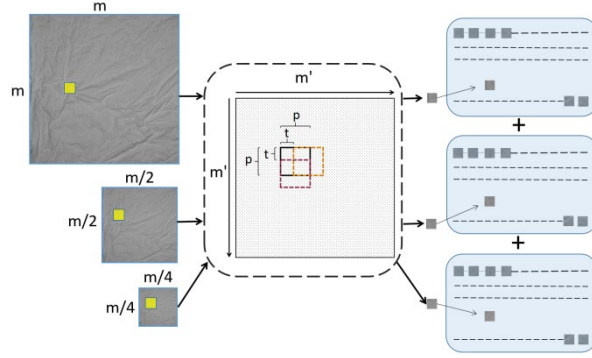


图 7 D-SIFT 特征提取实现路径

所谓D-SIFT特征，即dense SIFT,是指对划定区域每个像素的SIFT特征进行提取。利用公式（4）计算检测窗口数 N ：

$$N = \left(\left\lfloor \frac{m' - p}{t} \right\rfloor + 1 \right)^2 \quad (4)$$

其中， p 为采样窗口宽度，此处设定为16； t 为步进大小，本文设定为6； $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。窗口以 t 个像素间隔滑动，在计算每个窗口内中心点的SIFT特征时，将窗口划分为 4×4 的单元，每个单元梯度方向为8，因此中心点形成128维度的特征向量。对于一幅大小为 $m' \text{ pixel} \times m' \text{ pixel}$ 的图像，经过处理得到 N 个128维的特征向量。同一样本，三幅不同尺度的图像各自形成特征向量集，串联后构建为有序D-SIFT阵列，用以表示该样本的底层特征。

2) 特征编码

词袋模型（bag-of-words, BOW)利用无序局部区域描述子集合，将图像表示成离散化的“视觉词汇”，继而统计每类图像“视觉词汇”频次，构建该类专属的“视觉字典”。对于织物折皱而言，AATCC 124人工评级划分出五级九档，利用D-SIFT特征，可以采用该机制构建出9类专属“视觉字典”。

但由于BOW是基于无序的“视觉词汇”构建一幅图像，失去了特征空间关系这一重要信息，在对折皱形态描述方面非常不利。因此，为了弥补这一缺陷，

在基于图像尺度变换，实现窗口的多尺度放缩的基础上，利用线性排列的方式，将特征进行按序排列。

进一步地，需要对现有冗余特征进行降维，构建具有较强代表性的“视觉词典”。利用公式（5）计算：

$$\min_{U, W} \sum_{m=1}^M \|x_m - u_m W\|^2 + \lambda \|u_m\|, \|w_k\| \leq 1, \forall k = 1, 2, \dots, K \quad (5)$$

其中， X 表示D-SIFT特征向量集合， $X = [x_1, x_2, \dots, x_M] \in R^{M \times D}$ ， w_k 表示第 k 个“视觉词汇”， $W = [w_1, w_2, \dots, w_k]^T$ 称之为“视觉词典”。 $\|\cdot\|$ 为L2-范数，可约束结果出现平凡解。 u_m 为第 m 维度的词汇系数。公式（5）本质上是计算最优的稀疏的 U 值以及该类别的视觉词汇 W 解。

（3）织物折皱等级测定

首先，对测试图像D-SIFT特征进行提取，获得稠密的SIFT点，其次，利用公式（5）对其视觉词汇进行降维优化，形成该图像的视觉词汇包，利用最大值池化的方式，构建出该测试图像的稀疏融合特征，用以表征测试样本。

在等级测定阶段，首先判定测试样本的初始等级，初始等级精度为0.5级。此处利用多分类支持向量机，采用1对多的方式构建 $n \times (n-1)/2$ 个分类器，即36次分类实现9档的初始判定。支持向量机是一种对线性分类器的最优设计方法论。假设训练集 X 的特征向量为 $x_i, i = 1, 2, \dots, N$ ，通过线性分类器在 n 维的数据空间中寻找一个超平面进行特征分类。

核函数是一种特征空间的隐式映射，通过将数据映射到高维空间来解决在原始空间中线性不可分的问题。在设定支持向量机的核函数时，结合池化出来的特征，可以构建可函数，形式如公式（6）：

$$k(z_i, z_j) = z_i^T z_j = \sum_{l=0}^2 \sum_{s=1}^{2^l} \sum_{t=1}^{2^l} z_i^l(s, t)^T z_j^l(s, t) \quad (6)$$

其中， $z_i^l(s, t)$ 表示为图像 I_i 在金字塔第 l 层中的第 (s, t) 个分割。修正决策函数，采用线性分类机制减少时间开销。此处拟采用“一对多”的分类策略对织物折皱深度图进行多级分类，训练二值线性支持向量机，每个二值分类解决以下非约束凸优化问题，如公式（7）：

$$\min_{w_c} \left\{ J(w_c) = \|w_c\|^2 + C \sum_{i=1}^n \ell(w_c; y_i^c, z_i) \right\} \quad (7)$$

其中，当 $y_i = c$ 时， $y_i^c = 1$ ，否则为-1。 $\ell(w_c; y_i^c, z_i)$ 为可微二次型 Hinge 损失函数，以此实现织物折皱深度图像的多级分类。

至此，当检测来样时，判定其折皱等级精度为0.5级。进一步地，依据线性距离关系，将各档之间划分为5个区域，控制精度为0.1级，依据距离落地位置，二次优化判定结果，形成精度为0.1级的平整度客观等级。

4.关于标准织物的选择依据

4.1 标准织物应具有的特性

① 代表性

本标准旨在模拟家庭洗涤条件故考虑织物的代表性问题，从衬衫面料中选取几种常用织物进行试验。通过向企业咨询（以广东溢达公司为代表）和网上调查的方法了解到：市场中最常用的衬衫面料多为纯棉织物。

② 外观可比性

织物外观中的一些因素会对外观平整度测定-图像分析法的运用造成影响，如织物光泽度的影响，真丝面料在采集图像时产生反光效果，影响褶皱的分析结果；织物的印花、颜色和样式可能会影响织物平整度的判断，应选择白色织物并避免使用织物后整理方式，如磨绒、磨毛，起毛，剪毛，折皱等整理工艺处理的织物。因此，在织物平整度等级评价实验中，要求织物外观具有可比性。

③ 均匀性

均匀性是指标准织物中水洗尺寸变化率的一致性。根据已有研究结果，由于织物在纺纱、织造、染整及成衣生产过程中累积的内应力，尤其是天然纤维服装产品在最初洗涤时会出现较明显的尺寸变化现象，如缩水规律不稳定。因此，在正式实验前需要消除织物残余内应力，保证织物中水洗尺寸变化率的一致性

④ 灵敏度

灵敏度是指当洗涤、烘干或熨烫的条件变化时，所测定的织物外观平整度的变化程度。要求同一种织物在不同的洗涤程序中，能够表现出明显的洗后外观平整度等级的变化，织物平整度在不同洗涤程序发生变化，可保证数据收集的广度，

使得数据覆盖较多的等级。因此，在织物平整度等级评价实验中，要求织物具有相对于洗涤程序的灵敏度。

⑤ 精密度

精密度是指在同一洗涤、烘干或熨烫条件下，织物外观平整度重复测得值间的一致程度。要求同一种织物在同一洗涤程序中，洗后外观平整度等级的变化相对较小，在同一等级内变化为最佳，织物在同一洗涤程序中表现出相对稳定的平整度等级，方便数据的收集。因此，在织物平整度等级评价实验中，要求织物具有相对于洗涤程序的精密度。

⑥ 时效性

时效性是指织物在灵敏度与精密度不发生改变时的可洗涤次数。即当织物平整度等级与前几次平整度等级发生较大差异或不符合灵敏度及精密度要求时，该织物洗后外观平整度评级失效，即此后洗涤的织物，其外观平整度等级失去参考价值。因时效性涉及到多次使用的情况，使用者在实验中需记录织物的使用程序，次数等，较为麻烦，故在使用织物实验时可仅使用一次。因此，本标准不验证各织物的时效性。

4.2 织物预处理的步骤

通过预洗的方法对待测织物预处理，以织物尺寸稳定性衡量织物是否达到可使用状态。

织物尺寸测量方法根据 GB/T 8630 纺织品 洗涤干燥后尺寸变化的测定进行。具体步骤为：

调湿：将干燥后的织物按照 GB/T 6529 纺织品 调湿和试验用标准大气的规定，在温度为 $20.0 \pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度为 $65 \pm 4\%$ 的环境中调试整理至少 4 小时。

裁剪、测量：每种织物 3 个试样，试样的选取、尺寸、标记及测量按 GB/T 8628 纺织品 测定尺寸变化的试验中试样和服装的准备、标记及测量。样本尺寸为 $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ，边长记为 x_0 。

洗涤程序：按相关利益方的协商约定，使用 GB/T 8629 纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序规定的一种程序洗涤和干燥试样。根据实验室现有条件，选用海尔 BLDC 变频 EG10014HBX19SU1JD 滚筒洗衣机的真丝洗涤程序。

调湿：将洗涤、将干燥后的织物再次按照 GB/T 6529 纺织品 调湿和试验用

标准大气的规定，在温度为 $20.0\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度为 $65\pm 4\%$ 的环境中调试整理至少 4 小时。

测量：测量此时的经纬向边长，记为 x_1 。

横向尺寸变化率（%）= $\frac{x_1-x_0}{x_0}\times 100\%$ (8)

纵向尺寸变化率（%）= $\frac{x_1-x_0}{x_0}\times 100\%$ (9)

若尺寸变化未稳定，则需重复预洗，至织物尺寸变化率在 $\pm 1\%$ 范围内时，并记录洗涤次数，该预洗次数即为织物达到正式试验前的状态。

4.3 标准织物灵敏度和精密度的筛选试验方法

根据织物代表性和外观可比性要求，初步选定两种织物，参数规格见表 2。

表 2 织物参数规格

试样编号	成分	组织	纱线细度/tex		密度/(根/10cm)*		单位面积质量/(g/m ²)	整理方式
			经向	纬向	经向	纬向		
C	100%棉	精梳平纹	14.6	14.6	567	283	128±5	半漂(无抗皱整理)
CM	100%棉	精梳平纹	14.6	19.4	472	276	190±5	免烫抗皱

*注：密度允差范围满足 GB/T 406 优等品要求。

① 设备与程序

织物预洗和烘干实验前织物的洗涤处理均使用海尔 BLDC 变频 EG10014HBX19SU1JD 滚筒洗衣机的真丝洗涤程序。

为评价织物 C 和织物 CM 在不同洗涤程序中的外观平整度等级的灵敏度，洗涤实验中选用海尔滚筒洗衣机 XQG80-BX12636 样机（编号记为 W-HG），设置三个程序（表 3）。

表 3 W-HG 洗涤程序具体参数表

程序编号	程序	温度/℃	转速/(r/min)	负载/kg	洗涤时间	漂洗时间
					/min	/min
A	快洗	30	400	1	26	6
B	快洗	30	1400	3	30	6

C	丝绸	30	400	1	56	7
---	----	----	-----	---	----	---

为进一步评价织物在同一洗涤或烘干程序中的精密度,分别选用惠而浦全自动滚筒洗干一体机 WDD100944BAOT (编号记为 WD-PG), 设置三个洗涤程序 (表 4)和三个烘干程序(表 6);日立波轮洗衣机 XQB80-BVC(编号记为 W-RB), 设置三个洗涤程序 (表 5) 以及日立干衣机 DE-N60WV (编号记为 D-R) 设置三个烘干程序 (表 7)。

表 4 WD-PG 洗涤程序具体参数表

程序编号	洗涤程序	温度/℃	转速/(r/min)	负载/kg	洗涤时间 /min
D	衬衫	30	800	2.0	65
E	混合	30	1000	2.0	62
F	真丝	常温	400	2.0	55

表 5 W-RB 洗涤程序具体参数表

程序编号	洗涤程序	温度/℃	转速/(r/min)	负载/kg	洗涤时间 /min
G	标准	9 分高	52	6.0	48
H	高级服饰	1 分	38	0.5	28
I	高级服饰	1 分	38	0.2	28

表 6 WD-PG 烘干程序具体参数表

程序编号	程序	负载/kg	烘干时间 /min
J	标准	2	193
K	标准	0.5	80
L	标准	0.2	/

表 7 D-R 烘干程序具体参数表

程序编号	程序	负载/kg
M	15 分-弱加热	0.2
N	标准-强加热	5.0

② 试剂和材料

洗涤剂：蓝月亮机洗深层洁净护理洗衣液，为无磷洗衣液。按推荐用量（约 1.33g/L）使用。

陪洗布：根据 GB/T 8629 中相关规定，洗涤纤维素产品，应选用类型 I 棉型陪洗物，合成纤维产品及混合产品应选用类型 II 聚酯纤维/棉陪洗物或类型 III 聚酯纤维陪洗物。陪洗布基本参数见表 8。

表 8 陪洗布基本参数

	类型 I	类型 II	类型 III
	100%棉	50%聚酯纤维 50%棉	100%聚酯纤维
组织	平纹织物	平纹织物	针织
尺寸 (cm)	92x (92±2)	92x (92±2)	20x (20±4)
质量 (g/件)	320±10	260±10	50±5

③ 试验步骤

A. 洗涤实验步骤

预洗：使用海尔 BLDC 变频 EG10014HBX19SU1JD 滚筒洗衣机的真丝洗涤程序对未剪裁的织物预洗至尺寸稳定。

裁剪：将预处理后的织物根据 GB/T 13769 规定，按照平行于织物长度方向裁剪，每块试样 38cm×38cm，试样边缘裁剪成锯齿形防止绽线，并标明长度方向。

称重：在每次洗涤实验中，需要洗涤 10 块织物。按照表 3、表 4 和表 5 洗涤程序中的洗涤负载，称量每次洗涤织物与陪洗物的重量。

熨烫：将称重后的试样熨烫平整。

洗涤：按照表 3、表 4 和表 5 洗涤程序设置程序。

晾干：适用平摊晾干方式，洗涤结束后，从洗衣机中取出试样，将每个脱水后的试样平铺在水平筛网干燥架上，在温度为(20±2)摄氏度，湿度为(65±4)%的环境中最少 4h，最多 24h。

评级：按照 GB/T 13769 规定的方法进行评级。

B. 烘干实验步骤

预洗：使用海尔 BLDC 变频 EG10014HBX19SU1JD 滚筒洗衣机的真丝洗涤

程序对未剪裁的织物预洗至尺寸稳定。

裁剪：根据 GB/T 13769 规定，将预处理后的织物按照平行于织物长度方向裁剪，每块试样 38cm×38cm，试样边缘裁剪成锯齿形防绽线，并标明长度方向。

称重：在每次洗涤实验中，需要洗涤 10 块织物。按照表 6 和表 7 烘干程序中的洗涤负载，称量每次洗涤织物与陪洗物的重量。

熨烫：将称重后的试样熨烫平整。

洗涤：按照表 6 和表 7 烘干程序设置程序。

烘干：洗涤结束后，从洗衣机中取出试样与陪洗布，将其放入烘干设备中，设置干衣程序进行烘干；烘干结束后取出。

评级：按照 GB/T 13769 规定的方法进行评级。

④ 结果判定

两种织物灵敏度的结果分析：通过洗涤程序 A, B 和 C 得到评级人员对两种织物洗后外观平整的等级共六组数据，并借助 OringinPro2017 软件分析平整度等级数据。采用 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验方法对六组数据进行正态测试，结果显示 6 组数据均符合正态分布；因此采用进行单因素方差分析法(ANOVA)分别评价织物 C 组和织物 CM 组在不同洗涤程序中的差异，Bonferroni 分析结果如表 9 所示。在显著性水平 0.05 时，两种织物所有的总体平均值均存在显著性差异，Bonferroni 检验表明织物 CM 在程序 A 与程序 C 中的平整度等级均值不存在显著性不同。即在 95%置信水平时，各组数据均值差的显著性值小于 0.05 时，织物达到灵敏度要求。

表 9 单因素方差分析表

	平均值差	标准误	t 值	Prob	Sig
	(MeanDiff)	(SEM)	(t Value)		
程序 B 程序 A	-0.68	0.04	-18.01	6.65E-37	1
程序 C 程序 A	0.17	0.04	4.39	6.70E-5	1
程序 C 程序 B	0.85	0.04	22.40	2.48E-46	1
程序 B' 程序 A'	-0.98	0.04	-22.79	4.10E-47	1
程序 C' 程序 A'	-0.06	0.04	-1.45	0.45	0
程序 C' 程序 B'	0.92	0.04	21.33	3.83E-44	1

注：织物 C 的洗涤结果记为程序 A、程序 B、程序 C；织物 CM 的洗涤结果记为程序 A'、程序 B'、程序 C'；Sig 为 1 代表两种程序间存在显著性差异，Sig 为 0 代表两种程序间不存在显著性差异。

如图 8 所示为 6 组数据的平整度等级分布，左边的散点为每组等级的具体分布情况，曲线及右边的箱线图体现了数据分布的频度。整体上，织物 CM 的洗后外观平整度等级在各个程序中均优于对应的织物 C；织物 CM 在程序 A 与 C 中变化不明显，织物 C 的变化较织物 CM 明显。由于程序 A 与程序 C 的不同之处仅在于洗涤时间与漂洗时长，且织物 CM 经过免烫抗皱处理，因此其在这两种洗涤程序中表现出相似的平整度等级。

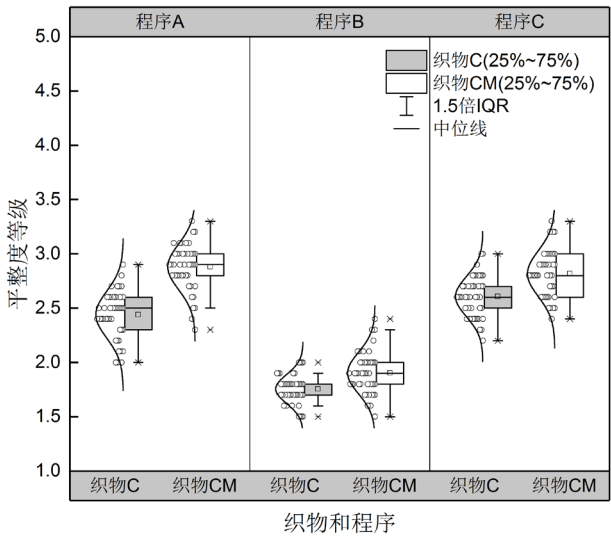


图 8 织物 C 和织物 CM 在程序 A、B、C 中的数据分布

织物 C 洗涤程序的精密度：如图 9 所示，织物 C 经过 D~F 程序洗涤后，织物外观平整度等级分别集中在 2.5, 2.6 和 2.8；计算知其相对标准偏差分别为 8%，3%和 4%，较为稳定。织物 C 经过 G~I 程序洗涤后，织物外观平整度等级分别集中在 1.3，2.7 和 2.5；计算知其相对标准偏差分别为 27%，7%和 4%，程序 G 相对标准偏差较大。由表 4，洗涤程序 G 中负载为 6kg，负载远远大于其它 5 个程序，在洗涤过程中，有个别试样未充分被洗涤，使得该试样平整度远高于平均值，导致该组数据离散程度较大。

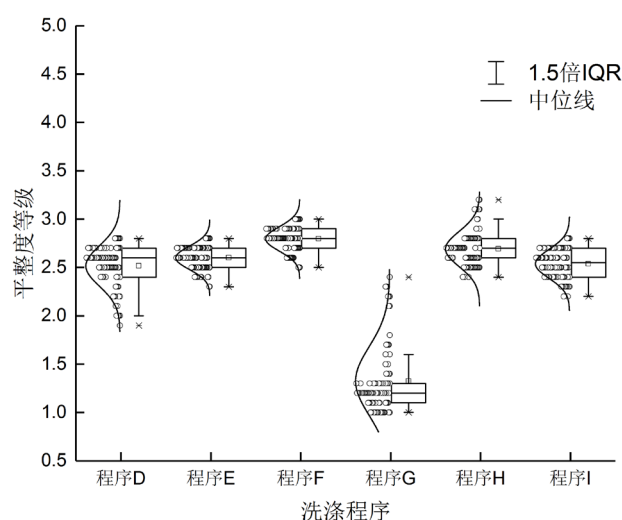


图9 织物C在洗涤程序D~I中的数据分布

织物C烘干程序的精密度：如图10所示，织物C经过J~N程序烘干后，5种程序中织物外观平整度等级平均值分别为1.1，2.8，2.5，3.5，1.0；其相对标准偏差分别为26%，6%，8%，5%，2%，程序J相对标准偏差较大。由表5，程序J的烘干时长为193min，烘干时长过长可能导致试样烘干不均匀，对试样平整度造成影响。

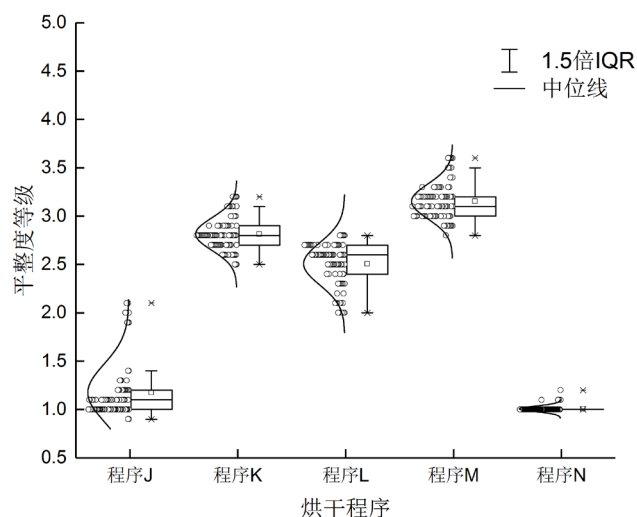


图10 织物C在烘干程序J~N中的数据分布

在六组洗涤程序和五组烘干程序，除了程序G和程序J可能由于程序参数设置不合理的问题，导致数据离散程度较大外，其余组试样的平整度等级的相对

标准偏差均控制在 10%以内。

综上，在 95%置信水平，不同测试程序中的各组数据均值差的显著性值小于 0.05 时，织物达到灵敏度要求；在同一测试程序中的 10 块织物平整度等级的相对标准偏差小于 10%时，达到精密度要求。因此，织物 C 是适用于织物外观平整度客观评价方法数据收集的理想面料。

5.系统主客观一致性验证

5.1 试验样品制备

选择普通无特殊整理的纯棉白色平纹机织物（参数规格见表10），裁剪为 380mm×380mm大小试样，按织物洗涤、干燥、熨烫的3种处理方式合计选择30块试验样品（参见表11），并随机编号。

表 10 试验用织物参数规格

成分	组织结构	经、纬纱线细度 (tex)	经、纬密度 (根/10cm)	单位面积质量 (g/m ²)	织物厚度 (mm)
100%棉	平纹	14.6×14.6	567×283	128	0.27

表 11 试样处理方式及数量

试样处理方式	洗涤+自然晾干	洗涤+干燥	熨烫	合计
试样选择数量	10	10	10	30

5.2 评价方法及程序

5.2.1 专家测定

（1）三位专家依据 GB/T 13769-2009 《纺织品测定织物经洗涤后外观平整度的试验方法》，对照标准样照，各自独立测定上述 30 块试样并给出外观平整度级数；

（2）若三位专家之间对某块试样的测定结果偏差绝对值≤0.5 级，直接分别记入表 12 “A、B 或 C 专家” 栏；若三位专家测定结果偏差绝对值>0.5 级，则需当场复核修正，直至达到偏差绝对值≤0.5 级时，再将 3 位专家复评后的结果

分别记入表 12 “A、B 或 C 专家” 栏；

(3) 将三位专家测定结果算术平均后记入表 12 “平均值” 栏。

5.2.2 仪器测定

每块试样经三位专家测定结束后，立即使用织物外观平整度测定仪进行测定（试样移动过程中，确保外观无影响），测定结果记入附表 12 “仪器测定结果” 栏。

偏差绝对值计算方法如公式（10）：

偏差绝对值（级）= |专家测定结果平均值（级）－仪器测定结果（级）| （10）

计算结果记入表 12 “偏差绝对值（级）” 栏。

表 12 织物外观平整度测定结果

试样 编号	专家测定结果（级）				仪器测定结 果 (级)	偏差绝对值 （级）
	A 专家	B 专家	C 专家	算术平均值		
1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.4	0.4
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	0.3
3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	0.2
4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.1	0.4
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	0.3
6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9	0.4
7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	0.3
8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0.0
9	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	0.3
10	3.0	3.0	2.5	2.8	3.0	0.2
11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	0.2
12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0
13	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	0.2
14	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.0
15	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	0.3
16	2.5	2.5	2.5	2.5	2.9	0.4

17	5.0	5.0	5.0	5.0	4.8	0.2
18	5.0	4.5	5.0	4.8	5.0	0.2
19	4.5	4.5	4.5	4.5	5.0	0.5
20	4.5	4.5	4.5	4.5	4.3	0.2
21	4.0	4.0	4.0	4.0	3.8	0.2
22	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	0.3
23	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	0.1
24	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	0.3
25	3.5	3.5	3.0	3.3	3.5	0.2
26	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	0.2
27	4.0	3.5	4.0	3.8	3.7	0.1
28	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.0
29	1.5	1.0	1.0	1.2	1.5	0.3
30	4.0	4.0	3.5	3.8	3.5	0.3

5.2.3 一致率计算

30 块试样的专家测定结果平均值与仪器测定结果的偏差绝对值 ≤ 0.5 级，则记为 1 次“一致”；偏差绝对值 >0.5 级，则记为 1 次“不一致”，一致率计算方法如公式（11）所示：

$$\text{一致率}(\%) = \{ \text{“一致”次数总和} \div 30 \text{（试样总数）} \} \times 100\% \quad (11)$$

根据表 12 验证结果，经计算一致率为 100%。

四、标准先进程度及对比情况

本标准在制定过程中，对国内资料进行大量的查新，了解技术动态和技术资料，同时，通过与纺织企业、家电企业、检测机构、认证机构等相关专家的反复探讨，确定了标准编制的方向和技术要求。

本标准在技术上填补了空白点，基本符合了目前家电行业对织物外观平整度测定的要求，同时具备较高的使用价值。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准于现行法律、法规、规章和政策以及有关基础和强制性标准不矛盾。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编制过程中尚无重大意见分歧。

七、标准性质的建议说明

本标准为你推荐性团体标准。技术指标在全国范畴内需要有统一的技术要求而制定。

八、贯彻标准的要求和措施建议

本标准为首次发布，考虑到行业的急需性，建议本标准能尽快实施。为家电行业提供可靠的织物平整度测定方法，推动纺织企业研发抗皱效果更好的产品。

九、其它应予说明的事项

无