

# 织物起毛起球检测技术发展现状及展望

卢开新,管雯璐

(上海市质量监督检验技术研究院,上海 200040)

**摘要:**织物的抗起毛起球性能是衡量织物质量最基础的也是必不可少的指标之一,从起毛起球的评定方法介绍了织物起毛起球检测技术的现状及发展趋势。

**关键词:**起毛起球;等级评定;织物;检测技术

**中图分类号:**TS107

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2020)03-0020-04

纺织面料在使用或处理过程中会发生与自身或其他物体的摩擦,使得纤维之间开始滑动从而摆脱纱线的束缚,在织物表面形成绒毛,如果这些绒毛没能及时脱落,就会彼此缠绕在一起形成毛球<sup>[1]</sup>,这些毛球不仅不会破坏织物的外观,也会降低人们使用时的舒适度,最终导致织物的使用价值下降。

织物抗起毛起球性能主要是通过起球试验后织物的起球情况来反映,所以关于织物起毛起球情况的评定结果的准确性越来越重要,它会影响到织物的等级和用途。本文主要从起毛起球的评定方法来介绍织物起毛起球检测技术的现状及发展趋势。当前关于起毛起球的评定方法主要分为检测人员主观评定和图像处理进行客观评定。

## 1 织物起球的主观评定

主观评定方法是人模拟纺织面料在使用时可能发生的摩擦情况,对织物的起球等级进行评判。主要分为标准样照法、文字描述法、切割称重法及起球曲线法等<sup>[2]</sup>,见表1。

由于切割称重法和起球曲线法对试验人员及环境要求高,难以广泛应用起来,所以目前主要的评定方法是与标准样照进行对比并结合文字描述对起球情况进行评级。

## 2 织物起球的客观评定方法

主观评定方法,对人员的要求高,主观性强,需要时常进行目光及操作手法的比对。而且在实际检测过程中,速度慢,稳定性差,还极易受外界因素的影响,所

以人们试图将计算机图像处理技术运用到织物起毛起球等级评定中来。通过文献的查阅与汇总,当前利用图像处理进行的客观化等级评定主要可以分为两大类,一类是根据织物纹理及织物毛球的灰度信息的不同进行等级评定,一类是根据毛球和织物纹理频率信息的不同进行等级评定<sup>[3]</sup>。

### 2.1 空间域的织物起毛起球等级评定

空间域主要是利用颜色或灰度信息进行图像处理,利用阈值分割保留毛球信息,从而实现织物的等级评定。主要可以分为运用新的阈值分割技术实现毛球信息的提取和重构织物毛球图像实现毛球信息的提取。

#### 2.1.1 阈值分割技术实现毛球信息的提取

1998年王晓红等<sup>[4]</sup>将图像预处理技术运用到针织物起球图像上,用毛球面积和毛球形态来综合衡量其起球情况。2002年,Xin<sup>[5]</sup>在图像预处理的基础上,利用二维高斯拟合阈值分割方法提取毛球信息,并增加毛球个数、对比度和密度3个指标来表示起球情况。Jing等<sup>[6]</sup>提出了平均位移的扩展原理,并使用其进行织物起球图像的分割。2013年蔡林莉等<sup>[7]</sup>利用图像灰度的均衡化、加法运算等图像处理技术来增大织物背景灰度值与织物毛球灰度值之间的差异,更加准确地进行图像的分割。2016年张俊平<sup>[8]</sup>主要用分水岭阈值进行分割,然后重构图像。

#### 2.1.2 重构织物毛球图像实现毛球信息的提取

2003年陈霞<sup>[9-10]</sup>利用LOG算子边缘检测技术得到毛球高度的三维图像。2008年杨洪薇<sup>[11]</sup>将最小偏态法与闭运算和顶帽变换相结合进行图像处理,更好地突出了毛球形态。2011年Mendes A D O等<sup>[12]</sup>采用新的图像采集系统并利用光学三角测量法,模拟得到起球织物三维结构。2016年余灵婕<sup>[13]</sup>根据绒毛和织物本身深度不同,利用从聚焦位置获取深度信息的

收稿日期:2019-12-04;修回日期:2019-12-07

作者简介:卢开新(1993-),女,硕士研究生,主要从事纺织品检测工作。

技术,突出毛绒所在的位置和状态,并用提出新的衡量起球程度的指标:绒毛覆盖率、覆盖体积。Techniko-

va<sup>[14]</sup>利用梯度场法对阴影 3D 织物表面进行重建,运用图像分析工具进行毛球检测和起球等级的评估。

表 1 4 种主观评定方法定义与优缺点

评定方法	定义	优点	缺点
标准样照法	将起球织物与标准样照进行比对评级,分 1—5 级,5 级最好,1 级最差	视觉对比强烈、结果判定较准确	标准样照种类少、受织物颜色、纹理影响比较大
文字描述法	将起球织物与各个等级的文字描述进行匹配,分为 1—5 级,5 级最好,1 级最差	适用于所用织物,受试样影响小	缺乏感官感受,试验人员理解差异较大
切割称重法	将起球织物上的毛球剪下,根据毛球大小、毛球总质量进行评级	评定结果客观	试验人员、环境要求高,费事,费力,不宜大批量应用
起球曲线法	用毛球摩擦时间与毛球密度的关系曲线来反映织物起球程度	描述整个起球过程	毛球密度计算难度大,费事,费力,不宜大批量应用

## 2.2 频率域的织物起毛起球等级评定

随着图像处理技术的进一步发展,发现在没有去除织物本身所带有的信息的情况下,单是利用毛球与织物灰度信息的不同或重构织物图像进行的阈值分割,并不能使得毛球信息与织物完全分离。有研究者发现每一种物体都带有自身独有的频率信息,所以可以利用物体的频率不同将毛球与织物本身进行分离,然后再进行阈值分割,使得毛球信息提取得更加准确。目前在频域内去除织物纹理信息的算法主要有傅里叶变换、小波变换和 Gabor 变换。

### 2.2.1 傅里叶变换

傅里叶变换是将一个连续的时序或信号进行转换,然后用不同频率的正弦波信号无限叠加来表示。数字图像的信号就是数字图像的灰度值分布,所以图像的傅立叶变换就是将图像的灰度分布函数变换为图像的频率分布函数,进而在频率域内进行处理分析。

2007 年曹飞<sup>[15]</sup>发现频率域中毛球信息和织物纹理信息分别用不同的亮点表示,用中值滤波对代表着织物纹理信息的亮点进行去除,从而得到仅含有毛球信息的起球图像。2010 年高卫东和周圆圆等<sup>[16-17]</sup>发现织物的纹理信息是周期性存在的,去除象征着织物纹理信息的周期性频率信号来获得织物毛球信息。2012 年 Saharkhiz<sup>[18]</sup>将低通滤波与 2-D 快速傅立叶变换相结合来去除织物纹理。2012 年邓文等<sup>[19]</sup>在频率域内研究起球织物能量算法,使用不同半径的滤波对图像进行处理,得到织物能量变化曲线,确定能量差值最大时对应的滤波半径,来对织物的纹理信息进行滤除。2014 年徐增波<sup>[20]</sup>根据织物纹理信息不会随着环境的变化而变化,利用频谱特征成分分析方法,在不同的光照条件,提取相同的代表织物纹理的频率信息,从

而得到毛球信息图像。

### 2.2.2 小波变换

小波变换主要是对图片信息进行多层次分解,通过对分解出的每一层图像或是连续几层图像或是间隔几层的图像进行分析,提取所需要的信息。

2004 年王锐和高水平<sup>[21-22]</sup>对小波变换后的频率图像进行 Birge-Massart 策略分析,将代表着织物纹理的高频信号去除,保留代表毛球的低频信号,从而得到去除织物纹理的毛球图像。2005 年 Kim<sup>[23-24]</sup>采用具有抽样离散特性的哈尔小波对图像进行处理,通过小波分形法计算出分形维数及表面平均曲率,根据变化特征来确定毛球位置。2011 年 Deng<sup>[25]</sup>采用多尺度二维双树复小波变换(CWT)对图像进行分解,用能量分析方法对 6 个方向上的织物绒毛图像进行分析,得到图像最佳分解量表,从而实现毛球与织物纹理的有效分离。2012 年 Zhao<sup>[26]</sup>利用 DWT2 小波进行处理,根据能量的差异、能量的梯度及能量比来确定去除织物纹理的最佳分解尺度。2012 年邓文等<sup>[27]</sup>利用织物纹理能量算法分析经过小波变换后的每一层图像,从每层能量的拟合曲线上寻找能量突变层,进而确定纹理与毛球分离的最佳层次。2012 年 Jing 和张赞赞<sup>[28-29]</sup>在前人研究的通过小波变换来去除织物纹理信号及光照噪音的基础上,将 4—6 的分解层的水平、垂直及对角线的子图像的能量和尺度 3—6 的重构细节图像的 LBP 特征作为起球特征向量,然后利用主成分分析法来降低向量的维数,最后用支持向量机来对起球等级进行分类。2016 年崔新辉对经过小波分解后的各个层次信息进行分析,然后与波能量指标的变化规律相结合,确定分离织物纹理与毛球的最佳层次。Guan<sup>[30]</sup>对起球织物的灰色图像进行分解,通过对近似

子图像的分析得到滑动的平均特征,接着进行中心环绕运算符和归一化处理,形成特征子图,通过比例组合和规范化实现关于近似细节、水平细节和垂直细节的特征子图,以构建显眼图,通过融合算子,融合形成显着图,根据毛球和织物纹理的对比度差异,用最大类间方差法进行图像的分割。

### 2.2.3 Gabor 变换

Gabor 变换是把检测信号分解成一个很小的时间间隔,然后再在每一个很小的时间间隔内进行傅里叶变换,得到每个时间间隔内的频率信息,从而可以更加精确细致地分析其所代表的的信息。

2011 年高卫东通过对织物纹理的结构特征信息的分析,选择合适的 Gabor 滤波器频率参数和方向参数,然后将 16 个 Gabor 滤波器整合在一起,形成滤波器簇,由于织物起毛起球的位置是随机且不固定的,每个毛球也是不同的,所以在保证频率参数相同的情况下,将各个方向的滤波器结果进行融合,然后用由图像信息求取的均值和方差确定的分割阈值对融合后的图像进行分割,实现毛球信息的提取。2016 年崔新辉<sup>[3]</sup>通过研究发现,织物纹理特征信息方向与图像的熵值曲线峰值对应的滤波器方向基本一致,所以可以选用不同的滤波器来去除或提取相应的信息。

### 2.2.4 其他

在研究过程中将 2 种或 2 种以上的频率域纹理去除方法结合在一起,充分利用每一种方法的特点,实现织物纹理与毛球的有效分离。

2013 年 Yun<sup>[31-32]</sup>对起球图像进行傅里叶变换和小波变换这两种图像分析技术结合在一起的滤波处理,然后用人工神经网络分析方法对起球情况进行评估。汪亚明<sup>[33]</sup>综合研究织物起毛起球图像在处理过程中可能存在的各种噪声的特点,根据各个噪声的差异选用不同的方法将其去除,首先是利用小波变换去除织物起球图像采集时由于光照产生的噪音,以及织物本身褶皱不平或织物本身带有绒毛而产生的噪声,然后在此基础上用 Gabor 滤波对起球织物图像进行多个方向的分解与融合,去除具有周期性和方向性等特征的织物纹理信息噪声,从而更加准确地提取毛球信息。

## 3 结语

随着面料研发技术的发展,市场上织物种类日益

繁多,这对测试人员的要求进一步提高,而且用单一的标准样照进行不同种类织物起球情况的等级评定也渐渐不能满足社会的需要。检测技术走向自动化是大势所趋,所以对于织物起毛起球等级的客观评定是近年来的研究方向,也取得了一定的成果,但是客观评定织物起毛起球等级的方法还仅限于理论研究,并没有普遍应用起来,所以建立一种客观评定织物起毛起球等级评定的方法以及进行织物起球等级的细化,从而实现织物起毛起球等级评定的机械化还需要进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 李程.基于机器视觉的织物起毛起球检测系统[D].武汉:武汉纺织大学,2014.
- [2] 卢开新.基于图像处理的织物圆形起球区域的等级评定[D].上海:东华大学,2018.
- [3] 崔新辉.织物起毛起球图像处理研究[D].杭州:浙江理工大学,2016.
- [4] 王晓红,姚穆.图象分析技术评价织物起球[J].纺织学报,1998,(6):336-339.
- [5] XIN B, HU J, YAN H. Objective evaluation of fabric pilling using image analysis techniques[J]. Textile Research Journal, 2002, 72(12): 1 057-1 064.
- [6] JING J, KANG X. Fabric pilling image segmentation based on mean shift[J]. Advanced Research on Electronic Commerce, Web Application, and Communication, 2011, 143: 80-84.
- [7] 蔡林莉,黄志威,叶春收,等.基于图像处理的粗梳毛织物起毛起球等级客观评定[J].毛纺科技,2013,41(2):58-61.
- [8] 张俊平.基于分水岭与阈值分割相结合的织物毛球检测[J].杭州电子科技大学学报(自然科学版),2016,36(3):68-72.
- [9] 陈霞.基于切面投影图像的织物起球等级的计算机视觉评定[D].上海:东华大学,2004.
- [10] CHEN X, HUANG X. Image analysis of fabric pilling based on light projection[J]. Journal of Donghua University, 2003, 20(4): 1-4.
- [11] 杨洪薇.基于图像分析的纺织品起毛起球客观评级关键技术研究[D].天津:天津工业大学,2008.
- [12] MENDES A D O, FIADEIRO P T, RUI A L M. Virtual subjective pilling evaluation: An alternative[J]. Textile Research Journal, 2011, 81(9): 892-901.
- [13] 余灵婕.基于绒毛深度信息的织物起毛起球计算机自动评

- 级研究[D].上海:东华大学,2016.
- [14] TECHNIKOVA L, TUNAK M, JANA EK J. New objective system of pilling evaluation for various types of fabrics[J]. Journal of the Textile Institute, 2016, 108(1): 123-131.
- [15] 曹飞. 基于图像分析技术的织物起球等级评定方法[D]. 上海: 东华大学, 2007.
- [16] 高卫东. 基于图像分析的织物起毛起球自动评级研究[D]. 上海: 东华大学, 2011.
- [17] 周圆圆. 基于数字图像技术的织物起毛起球等级评定[D]. 无锡: 江南大学, 2010.
- [18] SAHARKHIZ S, ABDORAZAGHI M. The performance of different clustering methods in the objective assessment of fabric pilling[J]. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 2012, 7(4): 35-41.
- [19] 邓文, 邓中民. 基于快速傅里叶变换与织物纹理能量算法的起毛起球织物纹理滤除[J]. 现代纺织技术, 2012, 20(2): 21-24, 29.
- [20] 徐增波, 胡守忠, 杨红穗. 复杂纹理织物的起球图像采集及预处理方法[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2014, 40(5): 560-566.
- [21] 王锐. 织物起毛起球的计算机分析与评定[D]. 青岛: 青岛大学, 2004.
- [22] 高水平, 汪黎明, 王锐. 织物起毛起球图像的小波消噪处理及其 Matlab 实现[J]. 纺织科技进展, 2005, (3): 23-24.
- [23] KIM S C, KANG T J. Image analysis of standard pilling photographs using wavelet reconstruction[J]. Textile Research Journal, 2005, 75(12): 801-811.
- [24] KIM S C, KANG T J. Fabric surface roughness evaluation using wavelet-fractal method Part II: Fabric pilling evaluation[J]. Textile Research Journal, 2005, 75(11): 761-770.
- [25] DENG Z, WANG L, WANG X. An integrated method of feature extraction and objective evaluation of fabric pilling[J]. Journal of the Textile Institute, 2011, 102(1): 1-13.
- [26] ZHAO X M, DENG Z M. The energy gradient method based on two-dimensional discrete wavelet to extract the feature of pilling[J]. Affective Computing and Intelligent Interaction, 2012, 137: 779-787.
- [27] 邓文, 邓中民. 小波分析与纹理能量算法用于毛球图像处理[J]. 针织工业, 2012, (1): 62-64.
- [28] JING J, ZHANG Z, KANG X, *et al.* Objective evaluation of fabric pilling based on wavelet transform and the local binary pattern[J]. Textile Research Journal, 2012, 82(18): 1880-1887.
- [29] 张赞赞. 基于图像处理的织物起球的客观评价[D]. 西安: 西安工程大学, 2012.
- [30] GUANG S, SHI H, QI Y. Objective evaluation of fabric pilling based on bottom-up visual attention model[J]. Journal of the Textile Institute, 2016, 108(4): 597-604.
- [31] YUN S Y, KIM S, PARK C K. Development of an objective fabric pilling evaluation method I: Characterization of pilling using image analysis[J]. Fibers and Polymers, 2013, 14(5): 832-837.
- [32] YUN S Y, KIM S, PARK C K. Development of an objective fabric pilling evaluation method II: Fabric pilling grading using artificial neural network[J]. Fibers and Polymers, 2013, 14(12): 2157-2162.
- [33] 汪亚明, 崔新辉, 韩永华. 基于小波变换及 Gabor 滤波的起毛起球图像分割[J]. 丝绸, 2016, 53(3): 37-40.

## Development Status and Prospect of Fabric Pilling Detection Technology

LU Kai-xin, GUAN Wen-jun

(Shanghai Institute of Quantity Inspection and Technical Research, Shanghai 200040, China)

**Abstract:** Anti-pilling performance of fabric was one of the most basic and essential indexes to measure the quality of fabric. The status and development trend of pilling detection technology were introduced from the evaluation method of pilling.

**Key words:** pilling; rating; fabric; detection technology

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告