

拉伸处理对毛发鳞片层的改性(SEM观察)(I)

林琳

沈淦清

(东华大学化学与化工学院,上海,200051) (北京服装学院)

摘要:通过扫描电镜观察分析拉伸及拉伸-定型处理对人发及羊毛鳞片层的改性作用。根据拉伸-定型处理前后人发与羊毛的扫描电镜的观察结果,比较了人发与羊毛鳞片层的差异。

关键词:人发 羊毛 拉伸-定型处理 鳞片层改性 扫描电镜观察

中图法分类号:TS 101.921.9 文献标识码:A

人发及羊毛的蛋白纤维的基本结构由鳞片层、皮质层(人发还含有髓质层)组成。它们的鳞片层已角质化,常常称为鳞片角质。毛发受到较大拉伸处理时,分子形状由 α 螺旋型转变成伸展的 β 型结构,这种空间结构的转变使毛发具有较大的可拉伸的潜力,但在较大的拉伸处理过程中,其鳞片层却由于紧密的网状结构,可拉伸性较小,势必会因受拉伸而发生一定程度的改性。本文采用电镜观察,分析了拉伸-定型处理对鳞片表面结构的影响规律,进而研究了拉伸-定型处理对毛发鳞片层的改性。

1 试验部分

1.1 试验材料

人发为亚洲黑色直发;羊毛为66^s毛条。

1.2 试验仪器及药品

仪器包括蒸汽发生锅、拉伸-定型小设备(自行设计)、蒸锅、扭力天平、电热恒温水浴锅、扫描电子显微镜;药品包括复配还原剂A、复配还原剂B、定型剂(复配氧化剂C)。

1.3 拉伸-定型工艺路线

人发(一束)预浸复配还原剂A(单纯物理拉伸不浸),在蒸汽中拉伸到一定程度后,水洗,施加复配氧化剂C并在保持该拉伸状态下继续在蒸汽中处理一定的时间以实现定型。然后在松弛状态下汽蒸1h任其自由收缩以测试其有效的定型程度。定型程度由公式 $S = (L - L_0) / L_0 \times 100\%$ 算得,其中 L_0 是纤维的原长, L 是纤维拉伸-定型后的最终长度。

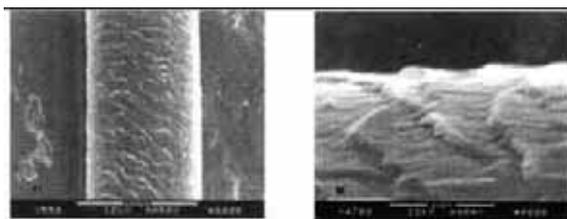
毛条(预浸复配还原剂B)→加捻→蒸汽中拉伸→在保持该拉伸状态下继续在蒸汽中处理一定的时间→退捻→水洗→施加复配氧化剂C→干燥备用。

2 试验结果与讨论

2.1 经拉伸-定型处理的人发的扫描电镜观察

受试验条件所限,本文无法观察到人发的动态

拉伸的全过程,只对不同拉伸-定型程度的人发纤维进行了扫描电镜观察。



(a) (×550)

(b) (×4700)

图1 未处理人发的表面形貌

从图1(a)看出纤维表面鳞片完整、细密、服贴,鳞片基本成瓦状,并相互交叠,且交叠程度非常大,在纤维表面大约只能看到鳞片高度的四分之一,鳞片边缘之间的距离较小。图1(b)表明纤维鳞片具有一定的厚度,并且厚度大致均匀而且服贴。如果以纤维表面完整鳞片上的光亮度作为考评基准的话,那么一旦在鳞片边缘部分发生外翘形变的话,由于二次电子从边缘的表面以及侧面(鳞片厚度面)两个面反射,致使这部分的光亮度增加,以此可以定性判断鳞片边缘已有变形等情况发生。

图2(a)表明拉伸率较大时,即使定型程度不大,即纤维基本上回复到原长情况下,鳞片也不能完全恢复到原样,有的破损程度还挺严重。说明拉伸后但不作定型处理的情况下对纤维已有一定的改性。由图2(a)看出,纤维表面上出现了裂缝,裂缝处光亮度增加,在多数情况下,裂缝不只在一处出现,其取向近似垂直于拉伸应力方向,它们来源于鳞片角质表层以下物质因拉伸而形成的微裂缝(银纹)。初级电子束照射到纤维表面一定的深度,低能量的二次电子从试样下面漫射出来,因为未覆盖的区域(即银纹集结区)暴露于电子束,二次电子发射率异常高,微裂缝部分在图像上显得特别亮。另一个可能的解释是,银纹的高取向结构比纤维的其它部分更有利于电子反射^[3]。银纹看似开始于临界部位如天然微空隙或叠交鳞片根部的薄弱区域,或它

的近处。这证实了 Yang 等人的工作中所说的鳞片与鳞片之间以及鳞片层与皮质层之间的细胞间质从力学性能来说是羊毛纤维的薄弱区域,银纹或裂缝主要发生在细胞间质处^[1-5]。也可根据格里菲思(Giffith)理论作出合理的解释,即脆性材料中先前存在的结构缺陷趋向于增长以减小储存的弹性能。

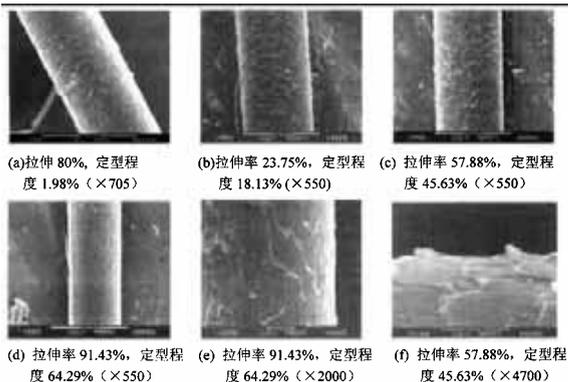


图2 拉伸-定型后人发纤维的表面形态

图2(b)至图2(d)显示纤维鳞片层的边缘与皮质层相分离而上翘的情况。对于上翘的鳞片,二次电子还要从鳞片之间的缝隙处反射出来,致使该部分的光亮度比鳞片边缘的更强。人发纤维经拉伸-定型处理后,纤维直径减小,鳞片密度变小,交叠程度减小,即每个鳞片边缘间的距离明显增大,亦即鳞片可见高度增大,这些变化随拉伸-定型程度的增大而加剧,当拉伸定型程度较大时个人发的鳞片条纹甚至变得模糊[见图2(d)]。图2(e)、(f)表明拉伸-定型处理后鳞片厚度减小的情况,同时某些鳞片端部上翘现象显而易见,可以推知,该处就是微裂缝发生部位,这有力地说明拉伸-定型处理确实使纤维鳞片形态结构发生了-定变化。

2.2 拉伸-定型处理后的羊毛纤维的扫描电镜观察

图3为原毛及经各种拉伸-定型处理后的羊毛纤维的扫描电镜照片(对于拉伸-定型处理羊毛,采用毛束为试验对象,因羊毛纤维具有天然卷曲,所以在本试验条件下所测得的羊毛毛束的长度是表观长度,由此计算出的拉伸百分率为表观拉伸百分率)。

通过上述的电镜观察可知,原毛的鳞片覆盖在毛干上,鳞片间距较小。经拉伸-定型处理后,毛发纤维的形态结构发生了一定程度的改性。羊毛直径变细,鳞片间距增大,鳞片的高宽比明显增加,羊毛趋于羊绒的特征,而且这种变化随表观拉伸率的增加而增大。鳞片边缘的光亮度有所增加,说明鳞片有上翘现象,与人发情况相似,鳞片层与皮质层之间的细胞间质受到某些破坏,而且纤维表面形态的变化随着拉伸率的增加而增大。图3(e)中鳞片边缘纹路已变得模

糊。图3(f)表明,拉伸-定型处理后,纤维具有明显的纵向扭转现象,这是由于加捻与挤压所致。

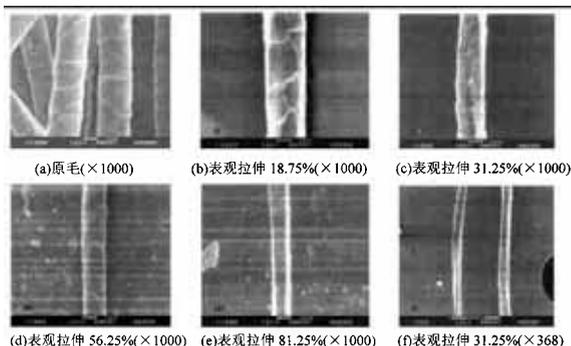


图3 拉伸-定型处理前后羊毛纤维的扫描电镜照片

2.3 人发和羊毛的 SEM观察结果比较

纺织用的羊毛纤维直径在 $10 \sim 30 \mu\text{m}$ 之间,整个毛干可由一或两个鳞片交叠环状包覆,羊毛鳞片叠交程度相对较小(鳞片高度大约有 $3/4$ 暴露出来),纤维表面每个鳞片边缘的距离相对较大。人发直径大约为 $60 \sim 100 \mu\text{m}$ 之间,整个毛干被 $6 \sim 10$ 个鳞片交叠环包覆,鳞片重叠程度较大,因此在纤维表面上鳞片高度大约只有 $1/4$ 是可见的,未处理人发纤维的鳞片表面通常比较平滑,而大部分羊毛纤维的鳞片表面有纵向扭曲槽。

经拉伸-定型处理后,人发鳞片比羊毛鳞片上翘现象明显,而且人发表面有明显的裂缝现象,羊毛纤维表面未见明显的裂缝。这些都说明人发的鳞片更硬挺,可拉伸性相对地较差,而羊毛的鳞片相对较软,可拉伸性较好。

3 结论

1. 毛发纤维经拉伸处理后,纤维鳞片层被改性,鳞片层与皮质层之间的间隙增大。
2. 毛发纤维经拉伸-定型处理后,纤维长度增加,直径减小,鳞片端部有上翘现象,鳞片密度变小,叠交程度减小,鳞片间的距离增大,鳞片可见高度增大,厚度减小。
3. 经拉伸-定型处理后,人发和羊毛的表面形态变化不一样,表明两者的鳞片层存在一定的差异。

参 考 文 献

- 1 严灏景等.羊毛角朊微细结构研究的电子显微术.纺织学报,1982(3):3~7.
- 2 杨序纲等.纤维的形变和断裂.中国纺织大学学报,1988(1):9~16.
- 3 Gharehaghaji A. A. et al. Wool Fibre Microdamage Caused by Opening Processes Part III: In-situ Studies on the Tensile Failure of Damage-induced Fibres. J. Text. Inst., 1999(1):1~22.
- 4 Rachel Makinson K. Fracture in Wool Fibres. J. Text. Inst., 1970:151~153.
- 5 Andrews M. W. The Fracture Mechanism of Wool Fibers under Tension. Textile Res. J., 1964(10):831~835.