

纤维素纤维湿态强度的概念及影响因素研究

张 华 施楣梧 朱鸣英 沈淦清

(总后军需装备研究所,北京,100088)(浙江新建纺织有限公司)(北京服装学院)

摘 要:提出纤维动态湿强的概念,指出现有纤维湿强度概念和测试方法难以预测再生纤维素纤维在染整加工中的降强程度。再生纤维素纤维的湿态降强以染整加工最为严重,pH 值是最敏感的影响因素。

关键词:纤维素纤维 Lyocell 纤维 湿态强度 影响因素 研究

中图法分类号:TS 101.923.9 文献标识码:A

棉纤维、Lyocell 纤维、粘胶短纤维和粘胶长丝织物对比,研究了不同热湿处理条件下的降强程度,由此分析了纤维素纤维湿态降强的影响因素,认为现有的纤维湿态强度概念及测试方法不能反映纤维抵御湿态加工降强的能力,提出了纤维动态湿强的概念。

1 实验部分

1.1 实验材料和样品制备

以 345 dtex/144f 涤纶低弹网络丝为经纱,分别以 4 种纯纺纤维素纤维纱线为纬纱,用喷气织机织成 4 种平纹织物,其基本参数列于表 1。用 HR-4B 型小容量高温高压溢流染色试验机对 4 种织物试样进行热湿处理,对染整加工中常见的温度、pH 值、处理时间、染机内织物长度、液量这 5 个因素按 $L_1(4^5)$ 进行 4 水平正交试验,共计 16 个试验方案如表 2 所示。其中织物长度和液量两个因素共同反映了染浴浴比和织物循环次数,即反映织物所受机械作用的强弱。同一个试验方案下,4 种试样分别沿纬向裁成宽 15 cm 的布条,先沿经向拼缝成约 60 cm 宽的布条,再据每个试验方案所设计的织物长度从布边处连接裁成约 60 cm 宽的陪试织物。整个试样的边部经过包缝防止散边。热湿处理的升温 and 降温速率为 $3\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$,漂洗时间为 10 min,脱水时间为 2 min。

表 1 试样基本参数

试样编号	纬纱的纤维品种和规格	纬纱规格	坯布纬密 (根/10 cm)
1 #	1.7dtex × 38 mm Lyocell 纤维	27.8tex	200
2 #	1.65dtex/38 mm 粘胶短纤维	29.2tex	198
3 #	327 细绒棉	27.8tex	198
4 #	粘胶长丝	132dtex/30f	272

1.2 测试方法和指标

用 Houns Field 强力仪按 GB/T 3923 规定的条样法检测试样的纬向强度。假设该强力值完全由 5

cm 宽样条中的纬纱提供,据试样在该状态下的纬密

表 2 试验方案

试验方案号	pH 值	温度(°C)	时间(min)	织物长度(m)	液量(L)
1	4	100	15	6	26
2	4	110	30	9	34
3	4	120	45	12	42
4	4	130	60	15	50
5	7	100	30	12	50
6	7	110	15	15	42
7	7	120	60	6	34
8	7	130	45	9	26
9	10	100	45	15	34
10	10	110	60	12	26
11	10	120	15	9	50
12	10	130	30	6	42
13	13	100	60	9	42
14	13	110	45	6	50
15	13	120	30	15	26
16	13	130	15	12	34

和纬纱细度,将纬向样条的强力值折算为纬纱的折算强度(N_{tex})。热湿处理后织物纬密约为坯布的 1.109 倍,因织物密度不高、热湿处理温度相近,各品种、各种条件下的织物经向收缩程度均较接近。文中述及的强度指标定义如下:原始强度 T_0 ;坯布原始状态的纬纱折算强度(N_{tex});初始湿强度 T_1 :经热湿处理的织物脱水后立即检测计算得到的纬纱折算强度(N_{tex})。干燥强度 T_2 :经热湿处理后的织物干燥后再检测得到的纬纱折算强度(N_{tex});回复湿强度 T_3 :经热湿处理后的织物干燥后,再在 pH 为 7 的常温水中浸润 24 h 后脱水检测得到的纬纱折算强度(N_{tex});静态湿强度 T_4 :未经热湿处理的坯布直接在常温下水浸泡 24 h 后湿态检测得到的折算强度(N_{tex})。

2 结果与讨论

2.1 检测结果及误差分析

4 种试样在各种热湿条件下处理后得到的各种折算强度列于表 3;图 1 ~ 图 4 所示为 4 种试样分别

在各种热湿条件下的 T_1 、 T_2 与 T_3 值变化情况。参照 GB/T 13758 和 GB/T 14463 的测试方法, Lyocell 纱、粘胶短纤纱、棉纱、粘胶长丝的相对湿强度分别为 77.7%、41.2%、104.5%、47.7%。

表 3 数据的可能误差源于: 1) 热湿处理条件参数的设置精度、制样精度和强力测量精度; 2) 指标计算中所引用的假设的合理性。显然前者可以满足一般研究的精度要求; 后者忽略了经纬交织引起的张

力均衡作用, 但可以比较准确地反映同一试样在各种不同热湿加工条件下的纤维和纱线降强程度; 对不同试样的降强差异比较, 也有一定的可信度。

上述指标的计算是以纱线强度为基础的, 因此与纤维强度和纱线结构有关。所以, 表 3 所列数据中, 虽然棉纤维干强通常高于粘胶纤维, 但因棉纤维的长度短, 棉纱纱线结构不如粘胶短纤纱规则, 故棉纱的折算强度低于粘胶短纤纱。

表 3 各种试验条件下 4 种纤维所制成纬纱的折算强度

(N/tex)

试验 方案号	Lyocell 纱			粘胶短纤纱			棉纱			粘胶长丝		
	$T_0=0.277, T_4=0.215$			$T_0=0.182, T_4=0.075$			$T_0=0.157, T_4=0.164$			$T_0=0.220, T_4=0.105$		
	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3
1	0.160	0.241	0.203	0.067	0.170	0.073	0.188	0.177	0.197	0.091	0.200	0.100
2	0.214	0.286	0.239	0.077	0.170	0.075	0.205	0.164	0.204	0.089	0.201	0.105
3	0.203	0.275	0.223	0.073	0.170	0.071	0.186	0.166	0.212	0.091	0.192	0.096
4	0.211	0.276	0.227	0.061	0.170	0.069	0.193	0.165	0.195	0.095	0.192	0.101
5	0.225	0.272	0.225	0.074	0.168	0.075	0.202	0.177	0.196	0.085	0.184	0.099
6	0.226	0.260	0.221	0.073	0.167	0.073	0.205	0.173	0.203	0.098	0.198	0.103
7	0.235	0.281	0.238	0.073	0.163	0.077	0.216	0.178	0.214	0.088	0.197	0.103
8	0.223	0.277	0.236	0.067	0.159	0.077	0.190	0.165	0.191	0.111	0.201	0.105
9	0.190	0.259	0.220	0.071	0.156	0.076	0.209	0.181	0.206	0.086	0.188	0.105
10	0.216	0.254	0.219	0.070	0.18	0.069	0.182	0.174	0.194	0.070	0.181	0.100
11	0.232	0.283	0.223	0.071	0.165	0.077	0.187	0.167	0.207	0.094	0.197	0.104
12	0.206	0.276	0.235	0.066	0.160	0.076	0.190	0.167	0.217	0.099	0.196	0.108
13	0.112	0.245	0.206	0.058	0.149	0.061	0.204	0.169	0.210	0.090	0.172	0.088
14	0.155	0.236	0.199	0.039	0.124	0.041	0.183	0.163	0.196	0.060	0.154	0.059
15	0.122	0.207	0.146	0.014	0.113	0.032	0.168	0.159	0.190	0.024	0.130	0.042
16	0.094	0.180	0.104	0.010	0.096	0.020	0.168	0.159	0.176	0.013	0.102	0.029

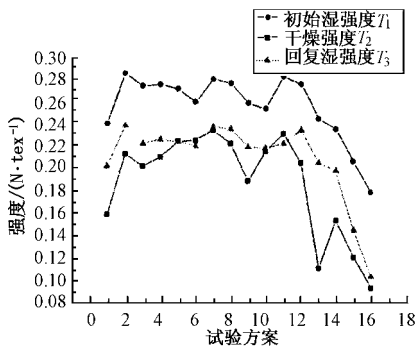


图 1 Lyocell 纱的折算强度

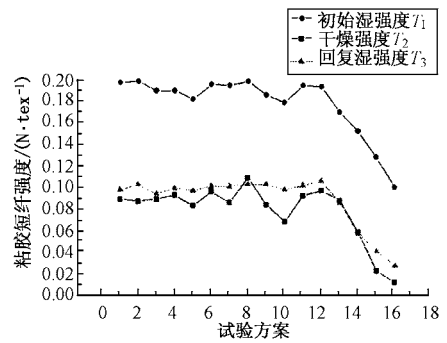


图 2 粘胶短纤纱的折算强度

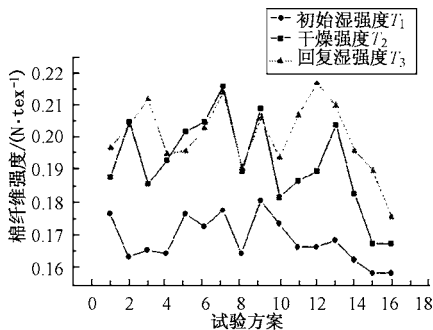


图 3 棉纱的折算强度

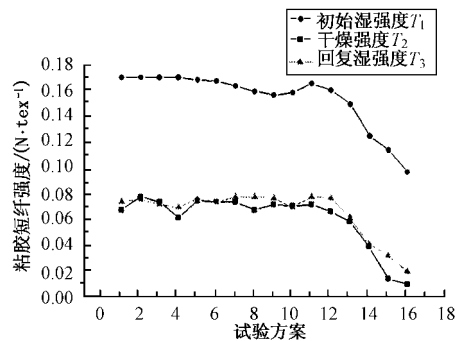


图 4 粘胶长丝的折算强度

2.2 热湿处理条件与降强程度的关系分析

忽略交互作用, 对 4 种纤维品种按正交试验得到的初始湿强度 T_1 的所作的方差分析如表 4 所示,

表中所列数值均为各种强度值的离差平方和。可以看出, 纤维素纤维在热湿处理中, 各种因素对 T_1 的影响程度是有差异的。对 Lyocell 纤维而言, pH 值

的影响最为显著,温度次之,时间和机械作用的影响相对较小,它们之间的离差平方和差异分别达到一个数量级;对粘胶短纤维和粘胶长丝而言,也有类似的结论,但影响程度相对接近。对棉纤维而言,虽然 pH 值仍是最敏感的影响因素,但 5 个因素的离差平方和均都在同一数量级。

表 4 方差分析

品种	pH 值	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	时间 (min)	织物长度 (m)	液量 (L)
Lyocell 纱	0.26464	0.002364	0.000684	0.000224	0.001640
粘胶短纤纱	0.006060	0.000404	0.000628	0.002088	0.001592
棉纱	0.000972	0.000572	0.000300	0.000328	0.000328
粘胶长丝	0.004884	0.000584	0.000296	0.000396	0.00264

但是,4 种纤维对热湿处理条件及其搭配关系的敏感性还有细微的差异。由图 1 ~ 图 4 可知,粘胶长丝和粘胶短纤纱在试验所涉及的各种热湿条件下, T_1 、 T_2 、 T_3 各值的变化并不大,曲线的波动相对比较平稳,只在高 pH 值端显示为比较显著的降强;而 Lyocell 纱、棉纱的每条曲线除了在高 pH 值端降强明显外,在不同试验方案下呈现为大幅度的强力波动。棉纱在热湿条件下的 T_1 高于 T_2 ,且高 pH 端降强尚不明显,故不会导致工程问题;而 Lyocell 纱的热湿加工条件的少量差异可导致降强程度的大幅度变化,所以要求更加精心地选择工艺条件,以尽量避免染整加工中的 Lyocell 纤维降强。

2.3 初始湿强度 T_1 、干燥强度 T_2 和回复湿强度 T_3 的关系分析

3 种再生纤维素纤维经各种热湿处理后得到的 T_1 、 T_2 和 T_3 均表现出 T_1 最小、 T_3 有所上升、 T_2 最大的规律。显然这是因为纤维刚刚经过热湿处理的时候,纤维的径向膨胀最显著,纤维素大分子间的侧向结合力最小,热湿处理造成的结构性损伤尚无机物会得到恢复,所以 T_1 总是最小(如果能够检测到热湿处理完毕且未出染机时的湿态强度,则更小);经过干燥,纤维素大分子间的次价力增大,聚集态结构改善,故 T_2 比 T_1 明显增大;纤维再次由常温水湿润,因无高温、酸碱、外力等的作用,轴向几乎无大分子降解、径向膨胀程度也较低,故 T_3 比 T_1 高。由此可见,纤维素纤维在染整加工中的损伤降强是最严重的,而做成服装后的洗涤损伤降强相对较小。

而棉纤维由于分子量过高,湿润后的次价力下降有利于大分子的受力均匀性,故 T_1 大于 T_2 ;染机内进行的热湿处理对棉纤维结构的伤害甚于常温中性水浸泡 24 h,所以经过干燥再用常温中性水湿润的棉纤维有更高的强度,即 T_3 通常更高。由此可

见,棉织物的染整降强低于再生纤维素纤维织物的染整降强;洗涤降强低于染整降强。

2.4 纤维湿态强度的概念剖析

我国现行纤维标准中有两项国家标准涉及到纤维的湿态强度。GB/T 13758 规定粘胶长丝须考核其湿态断裂强度和断裂伸长率指标,GB/T 14463 规定粘胶短纤维须考核其湿态断裂强力和断裂伸长率。上述两个标准所定义的纤维湿态强度对评价纤维的结构与性能是有意义的。但是如果直接用此类指标来预测纤维在染整加工和成衣洗涤时抵御湿态降强的能力,依据尚不充分。也正因为在这些概念上的混乱,就出现了 Lyocell 纤维有接近涤纶的高干强、有 85% 左右的相对湿强度,而在染整加工中出现显著降强,使其成品强度往往不如相同混比下的棉织物。

为了便于剖析纤维湿态强度的概念及其差别,按 GB/T 13758 和 GB/T 14463 的定义,仅经过常温水短时浸泡得到的纤维湿态强度定义为纤维静态湿强;而模拟染整加工条件,经较高温度、较长时间、在某一酸碱度下经机械作用后得到的纤维湿态强度定义为纤维动态湿强。虽然尚未制订出纤维动态湿强指标的具体检测条件和方法,但从纺织材料科学的概念和对工程应用的指导作用来看,显然比纤维静态湿强更有意义。

3 结 论

1. 现有的纤维湿强度概念和测试方法难以判断再生纤维素纤维在染整加工和成衣洗涤时的降强程度,建立纤维动态湿强的概念具有科学意义和应用价值。

2. Lyocell 纤维有接近涤纶的干态强力,按常规湿强度概念其相对湿强度达 85%,但染整降强显著,即 Lyocell 纤维动态湿强并不高,在热湿加工和湿态使用时的湿态强度低于棉纤维,且对 pH 值等因素很敏感。为尽量避免染整加工中的纤维降强,必须精心优选染整工艺。

3. 纤维素纤维的湿态降强以染整加工最为严重,成衣洗涤的损伤相对较小。棉织物的染整降强低于再生纤维素纤维织物的染整降强。

参 考 文 献

- 1 姚 穆主编. 纺织材料学(第二版). 北京:纺织工业出版社, 1990. 246 ~ 249.
- 2 王斌等. Tencel 纤维强伸性能分析. 棉纺织技术, 1998(10): 23 ~ 25.