

涤纶超细纤维的染色

宋 肇 棠

(苏州丝绸工学院)

一、前 言

超细纤维亦称微纤维(Microfiber)。目前对其规格尚未有统一的标准。美国把1.1dtex以下的纤维都称为超细纤维，而欧洲则规定是0.3dtex~1.0dtex范围的纤维为超细纤维，日本把0.011dtex~0.88dtex纤度的纤维归入超细纤维。目前我国对于1.1dtex以下的纤维称为超细纤维正被许多工厂所接受。

对涤纶而言，实际测定的结果表明，只有单丝纤度在0.33dtex以下的纤维，其刚度及抗扭刚度才会有显著的改善。在这种意义上说，涤纶超细纤维应按日本的分类范围更接近实际情况。

目前超细纤维中以涤纶的产量最多，锦纶次之。已开发成功的超细纤维有腈纶、丙纶、醋纤以及粘胶纤维等。可以认为，超细纤维是当今纺织原料的一大趋势。根据专家估计，这一势头将会主宰纺织业许多年。

超细纤维最早是由日本开发出来的。早在七十年代初期，东丽公司和帝人公司已试产成功。西德则在八十年代中期也已投放市场，而美国则在八十年代末才由杜邦公司生产。日本在1989年涤纶超细纤维产量已占其总产量的13%，并在不断地增长中。美国1991年涤纶超细纤维产量仅占其总产量的5%，但预期1995年的比例可高达50%，发展势头之猛，可见一斑。

超细纤维目前有三种制造方法。海岛法及分裂法可以制得很细的纤维，但是工艺复杂，成本高。直纺法则有工艺简单，原料单一，成本低廉的优点而被广泛采用。制作服装所用的超细纤维，大多是用直纺法生产的。

超细纤维的用途很广。除了用于制作各种服装之外，床上用品，装饰织物，功能性织物，人造皮革，擦拭布等也都用超细纤维制造，新的用途目前正不断开发中。

二、超细纤维的优点

超细纤维由于单丝纤度变细，其纤维表面积急剧增大，特别是在1.1dtex以下时更为突出(图1)。由于纤维纤度减小，充填密度也大大增

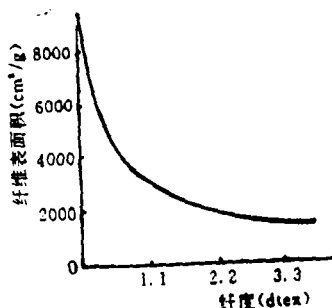


图1 纤维纤度与其表面积关系 加，从而在纤维之间形成微气室，使保温性能大大改善。与此同时，毛细管效应也相应加大，使穿着舒适性获得改善。

超细纤维的弯曲刚度(又称硬挺度)与纤维的纤度之间有下列关系式：

$$\text{弯曲刚度} = (1/\pi) \cdot (nET^2/\rho)$$

式中：n为形状系数，常见纤维其值为0.59~1.0之间；E为比模数，单位为N/dtex，常见纤维其值约为7.7~23N/dtex；T为纤维的纤度，单位为dtex；ρ为纤维密度，常见纤维为0.9~1.6g/cm³。

根据上述关系式，可见纤维的弯曲刚度与纤维的纤度之间为平方关系。也就是纤维纤度减至原来1/10时，其弯曲刚度将减低为原来值的1/100。这意味着超细纤维的手感极为柔软，其织物的悬垂性也大为改善，从而提高了服用价值。

三、超细纤维织物的染色加工

由于超细纤维纤度减小，表面积增大，带来了许多优异的性能，但却会造成织造和染整加工产生一系列的，常规纤维所没有的困难。在织造过程中，由于纤维细，比较娇嫩，表面积增大造成摩擦阻力加大，因此就必须上浆上油。超细纤维的吸浆及吸油量比常规纤维大。在染色工序会遇到退浆不易，上染速率太快，染色均匀性及渗透性差，容易产生折痕及擦伤，染色织物的日晒牢度，升华牢度以及摩擦牢度和湿牢度下降等问题。现就染色加工中应予注意之点分述于

后。

1. 精练退浆

超细纤维织造时要上浆、上油。由于超细纤维表面积大，上浆量及吸油量均大。一般上浆量比常规纤维(约3%)多出一倍左右(约4~6%)。上油量要比常规纤维(0.5~1.0%)多出近三倍(2.0~4.0%)。这就给精练、退浆带来困难。如果织物需要预定型，那必须在此之前把浆料及油剂除尽。否则浆料受热后会变性，难以退尽，而油剂受热后会产生烟，沾污机台和织物。

退浆时必须添加碱剂，而精练则必须使用对油、蜡乳化和加溶性能好的表面活性剂。日华公司推荐 Sunmorl WX-9作为间歇精练助剂、Sunmorl SX-10为连续精练助剂。BASF 公司推荐使用 Kieralon CD 与 Leophen 1471。

BASF 公司推荐的精练退浆浴组成为：烧碱(38° B₁) 10ml/l, Kieralon CD 2g/l, Leophen 1471 1g/l, 织物在 90℃时，上述精练液处理 10~20 分钟，再以温水及冷水洗净。

Ciba-Geigy 公司推荐的退浆精练浴组成为：Ulfravon GP/GPN 1~2ml/l, Invadin NF 1~3 ml/l, Irgalon PS 0.5~1ml/l, 用烧碱调节 pH 值为 10~11。

织物可以在喷射染色机或溢流染色机中加工，温度 90℃，时间为 20~30 分钟。然后再以温水洗 5 分钟，40℃水洗 10 分钟。

2. 染色

(1) 超细纤维的上染特性

① 染色时染料用量的估算

超细纤维染色时，如果投入与常规纤维染色相同的染料量，织物染色后的色泽要比常规纤维染色物淡。这是因为纤维表面增大后，纤维表面染料浓度降低造成的结果(图 2)。

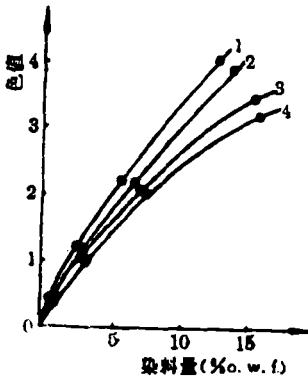


图 2 不同纤维染料上染量与染色织物表面色泽浓度的关系

1 为 2.3dtex, 2 为 1.54dtex, 3 为 1.1dtex, 4 为 0.77dtex。

染色条件：C.I. 分散蓝 73, 130℃, 60min, 1:50。

一般而言，如果 1.0dpf 纤维的染料用量是 1.7% o.w.f. 则 0.3dpf 纤维的染料用量约是 3.1% o.w.f 才能获得相同的表现浓度。

为了便于估算，可根据纤维表面积与纤维直径之间的关系式来换算成纤维直径与所需染料量之间的关系式：

$$S_A/S_B = \sqrt{d_B/d_A}, C_A/C_B = \sqrt{d_B/d_A}$$

式中， S_A, S_B 为纤维直径为 d_A 与 d_B 时的表面积， C_A, C_B 为纤维直径为 d_A 与 d_B 时染料使用量。

因此，即使用前面的公式来计算，也只能说是一种初步的估算。在实际生产中要在估算的基础上先打小样，再进行调整，然后才能投入大量生产。因为不同纤度，不同光泽之外，不同染料也会对染色浓淡有所影响。表 1 表示不同纤度对染料需要量的影响。表 2 则为不同光泽纤维对染料需要量的影响。

表 1 不同纤度的涤纶变形丝要获得相同色泽浓度所需要的染料量(o.w.f.下同)

纤度 (dtex/f)	染料(C.I.分散染料号)			
	红86	红302	红86	红302
0.47	310	268	348	287
0.60	221	242	283	296
1.06	210	189	240	193
1.40	134	189	206	194
5.60	100	100	100	100
染料浓度	(1.0%)	(1.16%)	(0.65%)	(1.07%)

表 2 同样纤度的涤纶变形丝和有光丝获得相同色泽浓度所需染料量

纤维 (dtex/f)	染料(C.I.分散染料号)			
	红86	红302	红82	蓝60
变形丝(0.47)	148	120	120	124
有光丝(0.47)	100	100	100	100
染料浓度 (o.w.f.)	(2.1%)	(2.6%)	(1.85%)	(2.5%)

此外，纤维的截面形状及光泽也会对染料需要量有影响，超细纤维也不例外。一般圆形截面纤维比异型截面纤维染成同样色泽浓度时所需的染料量少，而有光纤维则比无光纤维所需的染料量少。

② 纤维纤度与染色速率的关系

对同一染料而言，纤维细度越细，其染色速率曲线的斜率越大，也就是上染速率越快。因此在染色时控制染色的起始温度及升温的速度是染色工艺的关键(见表3)。

表3 单丝细度与染色速率关系

染色速率 曲线之斜率	细度 dtex			
	2.3	1.1	0.77	0.11
理论值	/	0.69	0.82	2.17
实测值	0.47	0.67	1.04	1.98

注：C、1分散蓝26，o. w. f. 2%，98℃。

不同类别的分散染料，其上染速率也会有差别。从图3的曲线可以看出，不同细度之间的上染速率的差别以低能型(E型)分散染料为大。但是如果用纤维表面浓度相对应的染料浓度下染色，其不同细度的染色速率几乎是相同的。这些情况在染料拼色染色时应加以注意。

③ 超细纤维与常规纤维同浴染色时的相互关系

超细纤维与常规纤维的混纺、交织是很常见的，但它们在同一个染浴中染色的上染行为不同，染料在它们之间的分配也不同，所以染色织物最终所能看到的表面色泽浓度也会不同。

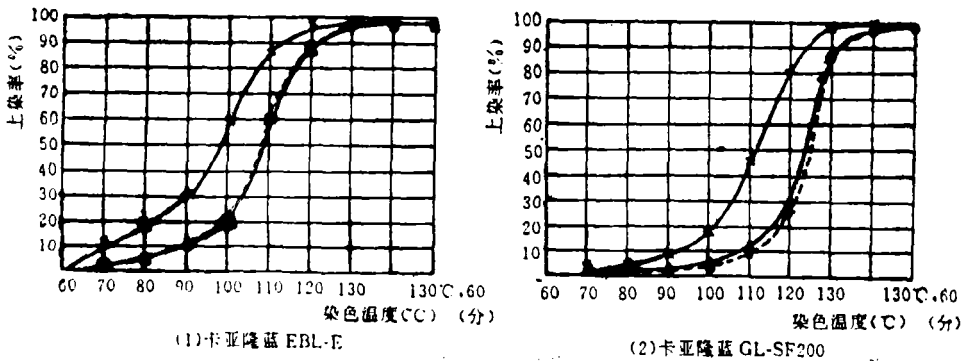


图3 分浴染色时超细纤维与普通纤维染色速率的比较

● - 3.3dtex 2.0%, ★ - 0.33dtex 2.0%, ● - 3.3dtex 0.43%, ★ - 0.33dtex 0.43%,
▲ - 0.33dtex 6.0% ▲ - 0.33dtex 1.3%

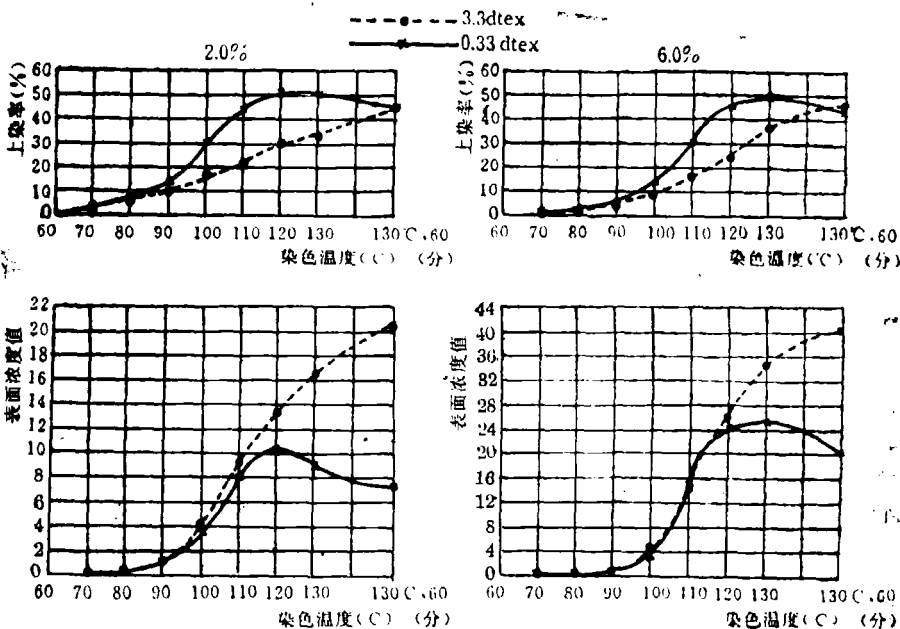


图4 卡亚隆蓝 EBL-E 在不同细度纤维上的上染行为与表面浓度比较

低能型分散染料在经过130℃, 60分钟染色后, 两种不同细度纤维上的上染百分率几乎相同(图4)。这是因为在保温染色时染料会从超细纤维上移染到常规纤维上去。但是染色后最终所看到的两种纤维的表面色泽浓度却大不相同, 超细纤维的色泽要淡得多。

对高能型分散染料而言, 经过130℃, 60分钟染色后, 两种不同细度纤维上的上染百分率仍不相同, 在超细纤维上的上染百分率要略大些, 然而最终看到的两种纤维上的色泽浓度的差别要比低能型分散染料的差别要小。(图5)。因此对两种不同类别的分散染料的拼混染色时, 应该注意防止色差的发生。

(2) 超细纤维实

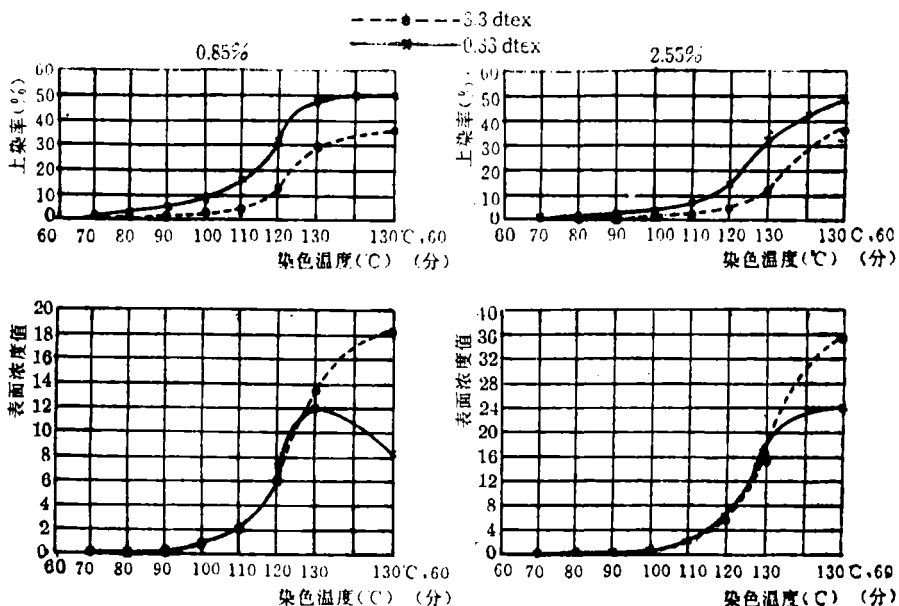


图 5 卡亚隆蓝 GL-SF 在不同纤度纤维上的上染行为与表面浓度比较

表 4 起始染色温度的修正值 ΔT_f

V	0.25	0.37	0.50	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8
$\Delta T_f(^{\circ}\text{C})$	+10	+7.5	+5	+2.5	0	-2.5	-5	-7.5	-10	-12.5	-15

实际染色时应注意之点

① 起始染色温度的确定

由于不同纤度涤纶纤维的上染速率不同，因此染色的起始温度也应加以改变。Bayer 公司曾建议使用 Resloin S 染色时，表 4 中列出了不同染色速率(V)的涤纶纤维染色最适宜的起始染色温度修正值。

所采用的标准是单丝纤度为 3.5 dtex 的 Tergal 纤维(Rhodia AG)的染色速度为 $V = 1$ ，而 0.55 dtex 的 Tergal 超细纤维的染色速度 $X = 5$ 。从表上可知，最快染色速率纤维的起始染色温度应比 $V = 1$ 时低 15°C。反之，最慢染色速率的纤维其起始染色温度应比标准时高 10°C。使用这个方法，可以避免因上染过快造成染色不均或染斑。

② 升温速率

超细纤维染色时，除了要考虑起始染色温度之外还应降低升温速率。升温太快会造成上染速率太大而造成染色不均。一般升温速率可控制在 0.5~1.5°C/min 左右为宜。在临界温度区域，升温速率应取低限。在染色保温阶段，保温时间也应严格控制，防止不同纤度纤维的同色性以及拼色时的色光发生差异。

③ 染料与助剂选用

如前所述，低能与高能型分散染料的上染性能有差异，因此在选用时及拼混时必须十分注意。除此之外，还要注意染料的移染性能与盖染性能。选用移染性能和盖染性能好的分散染料能减少不同纤度纤维混纺、交织织物的染色色差。据介绍 Kayalon Polyester PAL-E 型三原色，Resolin 三原色(黄 K-4 GLS 200%，红 K-3 GLS 200%，蓝 K-FBL 200%)，Pal-

anil 黄棕 R-CF，红 3BLS-CF，蓝 GLS 等均可获得较好的效果。

在染色时使用移染助剂如 Levegal MSF，タヤガール MF (Bayer)，Eganal PSA (Höest)，Nikka Sunsalt LM-30，LM-7 (日华)，Disper SG-75，SG-80 (明成) 等均有较好的移染效果。

④ 染色时防止折皱与擦伤

除了选用内表光滑，有防止织物折皱位置固定装置的染色机之外，还可以用加大浴比，在完全松弛的条件下染色以及使用浴中柔软剂来解决。Bayer 公司介绍使用的浴中柔软剂为 Persoftal L；Hochst 公司介绍使用 Leomin HNF。

(3) 超细纤维染浴的一般组成和染色工艺

典型的染浴组成应包括分散染料、高温分散匀染剂，浴中柔软剂等如，

分散染料 $x\%$ ；Eganal PSA 1~1.5% (高温分散、匀染剂)；Leomin HNF 1.0% (润滑柔软剂)；Carbapon CDI 0.5% (金属离子螯合剂)；醋酸钠 2.0%；醋酸调整染浴 pH 值至 4.5~5.0。

染浴中先加入高温分散匀染剂、浴中柔软剂及金属离子螯合剂，再调整至所需 pH 值，循环均匀后投

入织物,然后先运行10分钟。加入预先分散均匀的分散染料液,再运行10分钟。然后于60℃起染,以每分钟0.7~1.0℃的速率升温至130℃。染浅色时保温30分钟,染深色时保温60分钟。染毕后以每分钟1℃的速率降温至65℃以下时排去残液。以65℃热水洗,再以冷水清洗。也有人介绍在升温至95℃左右时即保温20分钟,然后再继续升温,因为分散染料在此时的上染速率较快,保温一段时间有利于染色均匀。

超细纤维的染色织物其还原清洗特别重要,因为它上染速率快,容易造成表面染色,从而使摩擦牢度下降。还原清洗一般以3~4g/l的50%烧碱,2~3g/l保险粉和Pentex NFL(净洗剂)0.5g/l组成的还原清洗浴于70~80℃下清洗20分钟。然后以热水及冷水洗至无碱性,必要时可用醋酸中和。织物在140~150℃烘干或在160~180℃热定形30~45秒(较粗的纤维则可在170~204℃热定形30秒钟)。

超细纤维织物染色时所用的染色机,从理论上说只要在松弛状态下染色,一般均可使用。在国外有报道用快速小浴比喷射染色机染超细纤维的例子。如Then Airflow染色机上染超细纤维织物时浴比为1:2~1:3,织物速度可达每分钟400~600m。Brazzoli MBC-HT则浴比达1:25~1:30,织物运行速度仅100~120m/min,与一般的喷射染色机一样,都可用于超细纤维织物的染色。但近年来国外为适应超细纤维织物飞速发展的需要,新开发了适用于超细纤维的液流染色机(如日阪CUT RN型)。该机配置了自动布速控制系统,布缝自动探测及停止装置,布料长度计量自停装置,防止折皱位置固定的机构等较新的装置,旨在提高批量的重现性,方便操作及防止超细纤维织物的折皱与擦伤。

四、超细纤维染色织物的牢度

表面积大的超细纤维织物,容易造成表面染色,影响其摩擦牢度,但是通过加强还原清洗而获得改善。但是由于表面积增大后引起其他牢度的下降,就只能用仔细选择染料来防止。

1. 日晒牢度:纤维表面积增大后,在日光照射时热能的变换也会增大,造成日晒牢度下降。一般0.33dtex/f纤维用同一分散染色后,比3.3dtex/f纤维的日晒牢度要低1~1.5级。特别是一些藏青,黑色等深色,降低的幅度较大。

2. 升华牢度:超细纤维要染成与常规纤维相同的浓度时,染料的用量较多,加之纤维的表面积大,染料的升华机会增多,所以升华牢度会大幅度下降,选用染料时务必注意。

3. 热迁移现象:热迁移现象是染色涤纶织物在热定形时,染料逐渐向织物表面迁移的现象,这种趋向因染料不同而异。对超细纤维织物而言,热迁移现象要比常规纤维织物大。改进热迁移率要从选择染料,降低热定形温度,改变定形时间几方面来考虑。

五、结 语

超细涤纶纤维已在我国不少工厂进行了试产。由于超细纤维的优异服用性能及极柔软的手感,在仿真丝及功能性织物等方面有无可比拟的优势。因此,超细纤维“热”也一定会在我国掀起。随之而来的将是超细纤维在织造、印染及整理加工时会遇到的一系列新问题。解决这些问题将无疑地会为超细纤维的应用创造有利条件。

参 考 资 料

- [1] 《加工技术》, Vol 27, No.5 (1992)。
- [2] International Textile Bulletin No.3 (1992)。
- [3] Textilveredlung 28 No. 4 (1993)。