

分散染料和阳离子染料同浴染色的研究

申屠艳艳^a, 郑今欢^{a,b}, 智海辉^a

(浙江理工大学, a. 先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室;

b. 生态染整技术教育部工程研究中心, 杭州 310018)

摘要: 分散染料和阳离子染料同浴易凝聚沉淀, 染色涤腈织物存在易色花等问题, 加入防沉淀剂金兴 K-H2 可以提高染液稳定性, 通过比较加料顺序、金兴 K-H2 用量对同浴染液稳定性的影响, 阳离子染料对涤纶的沾色性和分散染料对腈纶的沾色性以及温度对腈纶纱线的断裂强力、横截面切片的影响, 确定了涤腈织物分散/阳离子染料同浴染色适宜的工艺为: 分散染料 $X\%$ (o. w. f), 阳离子染料 $Y\%$ (o. w. f), 金兴 K-H2 的用量为 1.2~1.6 g/L, 醋酸调节 pH 5 左右, 浴比 1:10, 始染温度 30℃, 升温速度 1℃/min, 115℃保温 30~40 min, 降温速度 2℃/min, 至 50~60℃水洗晾干。

关键词: 分散染料; 阳离子染料; 同浴染色; 涤腈织物

中图分类号: 193.22

文献标志码: A

0 引言

涤腈中长化纤混纺织物弹性好、强力高, 用作外衣面料具有挺括、折裥不变形、缩水率小和洗可穿等优点, 深受广大消费者的欢迎, 是比较理想的服装面料^[1]。

混纺面料在同浴染色过程一般需要多种染料配合使用^[2], 涤腈混纺制品在染色加工中存在以下问题: 带阳荷性的阳离子染料与含阴电荷性分散剂的分散染料同浴染色容易产生聚集沉淀而致混纺织物色花^[3-5], 分散染料染涤纶的温度一般须在 120~130℃左右, 若温度过低, 分散染料在涤纶纤维上的上染不充分, 上染率过低; 而腈纶纤维的染色温度不宜过高, 否则腈纶纤维将泛黄及过度收缩, 导致手感发硬。因此在采用一浴法染色时, 必须防止染料聚集沉淀和最高染色温度应兼顾到混纺组分中两类不同纤维及两类不同染料的染色性能^[6]。

本文针对涤腈混纺制品用分散/阳离子染料一浴法染色中存在的问题, 应用防沉淀剂金兴 K-H2 来提高分散染料和阳离子染料在染浴中的稳定性,

并研究了合理的染料和助剂添加顺序以及金兴 K-H2 的用量, 并通过测定上染率、沾色性、K/S 值、染色牢度及温度对腈纶纱线断裂强力的影响, 最终确定涤腈制品分散染料和阳离子染料同浴染色的工艺。

1 实验部分

1.1 材料及仪器

18.46 tex 腈纶纱线(绍兴绿纤纺织品科技有限公司)、腈纶织物(用腈纶纱线自制)、涤纶织物(已经过前处理并清洗干净)。

染料: 阳离子红 X-GRL、阳离子金黄 X-GL、阳离子蓝 X-BL(由浙江振光化工物资有限公司提供); 分散红 E-4B、分散黄 E-3R、分散蓝 2BLN(由江苏吉华化工有限公司提供)。

其他化学品: 防沉淀剂金兴 K-H2、肥皂、净洗剂 209(均为工业品); 醋酸、碳酸钠(均为分析纯)。

主要仪器: RY-25016III 红外染色机(杭州三锦科技有限公司), UV-2550 紫外可见分光光度计(日本岛津公司), SF600X 计算机测配色仪(美国 Date-

color 公司), VANOX AHB-K1 万能显微镜 (OLYMPUS), Y172 型哈氏切片器 (常州纺织仪器厂), HH-6 数显恒温水浴锅 (国华电器有限公司), DHG-9140A 电热恒温鼓风干燥箱 (上海一恒科学仪器有限公司), BS210S 分析天平 (北京赛多利斯天平有限公司)。

1.2 实验及测试方法

1.2.1 加料顺序、金兴 K-H2 用量对染液稳定性的影响

染液稳定性试验配方:

| | |
|-----------------------|----------------|
| 分散蓝 2BLN/%(o. w. f) | 1; |
| 阳离子红 X-GRL/%(o. w. f) | 1; |
| 醋酸 | 适量(调节 pH5 左右); |
| 金兴 K-H2/(g/L) | 1.2; |
| 浴比 | 1:10。 |

将阳离子染料、分散染料、醋酸及防沉淀剂金兴 K-H2 按不同的顺序加入锥形瓶中, 观察混合染液的现象, 记录是否有凝聚、沉淀现象。静置 2 h 后, 取 1 mL 混合液到 25 mL 的容量瓶中定容, 用紫外-可见分光光度计测其吸收光谱曲线, 对比加料顺序对混合液吸光度曲线的影响。

设计防沉淀剂金兴 K-H2 的用量 0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6 g/L, 依最佳的加料顺序进行加料, 按上述方法测定其吸光度曲线, 探讨金兴 K-H2 用量对染液稳定性的影响。

1.2.2 腈纶前处理方法

净洗剂 209 2 g/L, 浴比 1:50, 在温度 60℃ 的条件下处理腈纶 30 min, 洗净晾干备用。

1.2.3 染色工艺

(1) 腈纶染色配方及工艺:

| | |
|------------------|----------------|
| 阳离子染料/%(o. w. f) | 1; |
| 醋酸 | 适量(调节 pH5 左右); |
| 浴比 | 1:10。 |

涤纶染色配方改为: 分散染料 1%(o. w. f), 其他同(1)。

(2) 阳离子染料对涤纶织物的沾色性:

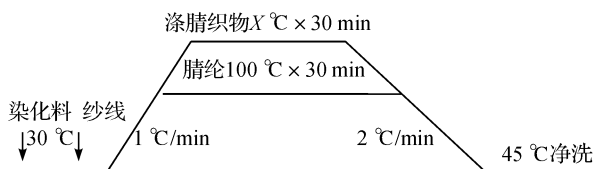
| | |
|-----------------------|----------------|
| 阳离子染料/%(o. w. f 腈纶织物) | 1; |
| 醋酸 | 适量(调节 pH5 左右); |
| 浴比 | 1:10。 |

分散染料对腈纶织物的沾色性改为: 分散染料 1%(o. w. f 涤纶织物), 其他同(2)。

(3) 涤纶制品同浴染色:

| | |
|------------------|----------------|
| 分散染料/%(o. w. f) | 1; |
| 阳离子染料/%(o. w. f) | 1; |
| 金兴 K-H2/(g/L) | 1.2; |
| 醋酸 | 适量(调节 pH5 左右); |
| 浴比 | 1:10。 |

染色升温曲线:



(4) 皂洗方法:

腈纶织物: 净洗剂 209 2 g/L, 浴比 1:50, 在温度 45℃ 的条件下皂洗腈纶 15 min, 再用温水冲洗 3 遍, 晾干。

1.2.4 上染率的测定

用可见分光光度计测定染色前后染液的吸光度, 按下式计算上染百分率,

$$E = (1 - nA_i / mA_o) \times 100\% \quad (1)$$

式中: E —上染百分率; A_i —染色残液稀释 n 倍后的吸光度值; A_o —染色空白液稀释 m 倍后的吸光度值。

1.2.5 色深值 K/S 值的测定

用 SF600X 计算机测色配色仪测定染色试样表观色深 K/S 值, 采用 D_{65} 光源和 10° 视角。

1.2.6 色牢度的测定

耐洗色牢度按 GB/T39213—2008《纺织品 色牢度试验 耐洗色牢度》标准测试。

1.2.7 纱线断裂强力测试

纱线断裂强力采用 GB/T3916—1997《纺织品 卷装纱 单根纱线断裂强力和断裂伸长率的测定》标准测试。

2 结果与讨论

2.1 加料顺序对染液稳定性的影响

不同类型染料的同时染色, 染料和助剂的加料顺序对染液稳定性影响很大, 最终影响染色效果。本文设计了 6 种不同的加料顺序, 一组先加分散蓝 2BLN, 再按不同的顺序加入阳离子红 X-GRL、醋酸、金兴 K-H2, 另一组先加阳离子红 X-GRL, 再按不同的顺序加入分散蓝 2BLN、醋酸、金兴 K-H2, 然后比较这 6 组加料顺序配置的染液异同。观察此 6 种加料顺序都没有出现凝聚沉淀现象, 说明此 6 种加料顺序能使分散-阳离子混合染液稳定存在, 防沉淀剂金兴 K-H2 在分散染料与阳离子染料中间加入时, 可提高混合液的稳定性。

为了进一步分析加料顺序对分散-阳离子混合液的影响,取静置 2 h 的上层清液,测定其吸收光谱曲线,结果如图 1 所示。

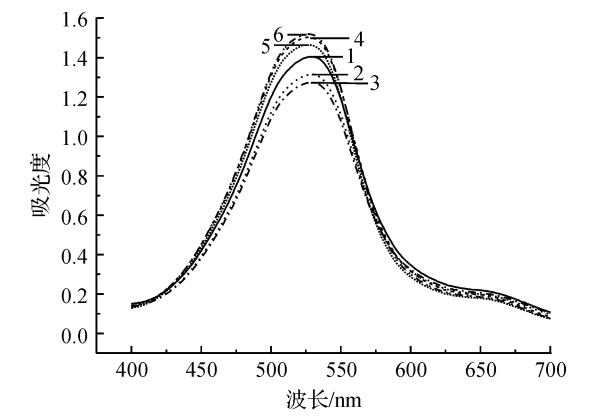


图 1 加料顺序对染液稳定性的影响

1. 分散蓝 2BLN+醋酸+金兴 K-H2+阳离子红 X-GRL;
2. 分散蓝 2BLN+金兴 K-H2+醋酸+阳离子红 X-GRL;
3. 分散蓝 2BLN+金兴 K-H2+阳离子红 X-GRL+醋酸;
4. 阳离子红 X-GRL+醋酸+金兴 K-H2+分散蓝 2BLN;
5. 阳离子红 X-GRL+金兴 K-H2+醋酸+分散蓝 2BLN;
6. 阳离子红 X-GRL+金兴 K-H2+分散蓝 2BLN+醋酸。

从图 1 可以看出,此 6 种加料顺序的吸光度曲线很相近,其中吸光度曲线 6 为稳定性最好的加料顺序。比较六种加料顺序的吸光度曲线可知,先加阳离子染料的稳定性较高,说明防沉淀剂金兴 K-H2 是与阳离子红 X-GRL 发生反应的。因为金兴 K-H2 与阳离子染料可形成松散的络合物,使阳离子染料与分散染料能稳定地存在于染液中,随着染色温度的升高,阳离子染料从络合体内逐步释放出来,逐步上染到纤维上去,同时分散染料上染涤纶纤维,从而完成一浴法染色^[7]。因此,本文选择分散/阳离子染料同浴染色的加料顺序为阳离子红 X-GRL+金兴 K-H2+分散蓝 2BLN+醋酸。

2.2 金兴 K-H2 用量的确定

确定了分散-阳离子染料同浴染色的加料顺序后,下面探讨金兴 K-H2 用量对混合液稳定性的影响。选用阳离子红 X-GRL 与分散蓝 2BLN 同浴的配方,金兴 K-H2 的用量分别为 0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6 g/L,结果如图 2 所示。

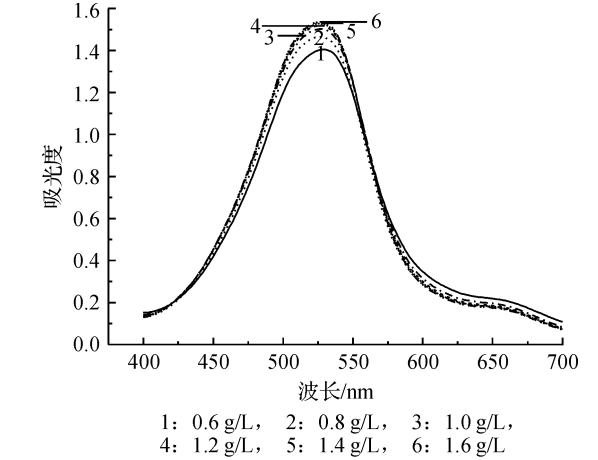


图 2 金兴 K-H2 用量对分散染料与阳离子染料同浴染液稳定性的影响

从图 2 可知,随金兴 K-H2 用量增加,最大吸收波长处的吸光度增大,表明分散染料与阳离子染料同浴的分散稳定性增高;当金兴 K-H2 的用量大于 1.2 g/L 时,其吸光度曲线与 1.2 g/L 的吸光度曲线很接近,说明当金兴 K-H2 的用量达到 1.2 g/L 时,混合染浴已经能很好地分散,综合考虑成本及染深色时染料用量增加等因素,确定金兴 K-H2 的用量为 1.2~1.6 g/L。

染料、助剂加料顺序及防沉淀剂金兴 K-H2 用量的确定,保证了混合染浴的分散稳定性。但涤纶混纺制品同浴染色时,由于染料与纤维之间存在着一定的作用力,尤其是分散染料与腈纶纤维之间也存在一定的作用力,使得织物容易被沾色而影响染色牢度。本文在较小浴比下,研究了不同染色温度下阳离子染料对涤纶的沾色性和分散染料对腈纶的沾色性,在确保上染率的前提下尽可能降低沾色。

2.3 阳离子染料对涤纶沾色性的分析

在进行涤纶混纺制品同浴染色时可能存在阳离子染料对涤纶的沾色问题,本文考察了阳离子红 X-GRL、阳离子金黄 X-GL、阳离子蓝 X-BL3 种染料对涤纶的沾色性。把涤纶织物和腈纶织物同时放置于阳离子染料的染浴中,于不同温度下处理 30 min,染色后将织物用清水冲洗,然后进行皂洗,洗净后晾干,测各织物皂洗后的 K/S 值,结果见表 1。

表 1 不同处理温度下阳离子染料对腈纶染色性和涤纶沾色性(K/S 值)

| 温度/℃ | 阳离子红 X-GRL | | 阳离子金黄 X-GL | | 阳离子蓝 X-BL | |
|------|------------|---------|------------|---------|-----------|---------|
| | 腈纶 | 涤纶 | 腈纶 | 涤纶 | 腈纶 | 涤纶 |
| 110 | 19.560 | 0.001 0 | 22.362 | 0.001 0 | 22.203 | 0.007 8 |
| 115 | 19.189 | 0.002 4 | 22.921 | 0.001 2 | 23.080 | 0.009 1 |
| 120 | 19.482 | 0.002 4 | 22.526 | 0.002 2 | 24.005 | 0.006 6 |
| 125 | 20.097 | 0.001 1 | 22.112 | 0.001 1 | 24.522 | 0.010 8 |

由表1可知,阳离子染料几乎不上染涤纶纤维,对涤纶织物几乎不沾色。因为涤纶是一种结构紧密,膨化程度低的疏水性纤维,通常只能与分子量较小、能渗入纤维内部的分散染料结合进行染色。阳离子染料对涤纶织物的沾色主要通过范德华引力作用,皂洗有效地破坏了这种作用力,除去了涤纶织物上大部分浮色,使得阳离子染料对涤纶织物的沾色可以忽略不计。比较染色试样,发现120℃和125℃的腈纶染色样,手感较硬,因为腈纶的耐热性能比较差,可能由于温度过高,损坏了腈纶纤维。

从以上的实验结果中可以得出结论:阳离子染

料对涤纶的沾色不明显,在混纺染色中几乎可以忽略。当温度超过120℃时,腈纶纤维会受到很大的损伤。

2.4 分散染料对腈纶沾色性的分析

在涤腈混纺制品同浴染色中同时也可能存在分散染料对腈纶的沾色问题,本文考察了分散红 E-4B、分散黄 E-3R、分散蓝 2BLN 三种染料对腈纶的沾色性。把腈纶织物和涤纶织物同时放置于分散染料的染浴中,于不同温度下处理30 min,染色后将织物用清水冲洗,然后进行皂洗,洗净后晾干,测各织物皂洗后的K/S值,结果见表2。

表2 不同处理温度下分散染料对涤纶染色性和腈纶沾色性(K/S值)

| 温度/℃ | 分散红 E-4B | | 分散黄 E-3R | | 分散蓝 2BLN | |
|------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | 腈纶 | 涤纶 | 腈纶 | 涤纶 | 腈纶 | 涤纶 |
| 110 | 0.250 3 | 1.322 6 | 1.235 6 | 6.236 5 | 1.020 3 | 3.023 6 |
| 115 | 0.271 3 | 1.464 3 | 1.341 4 | 7.085 4 | 1.126 7 | 3.775 3 |
| 120 | 0.185 5 | 1.419 4 | 1.528 5 | 7.303 8 | 1.067 6 | 3.835 9 |
| 125 | 0.288 4 | 1.322 5 | 1.384 3 | 6.673 1 | 0.763 9 | 3.606 5 |

由表2可知,分散染料对腈纶纤维有一定的上染性,因为腈纶纤维的分子结构中无定形区域有自由氨基,可与分散染料中的羟基、氨基、硝基以氢键或偶极引力相互作用而结合,而且其共聚物中的第二单体具有酯基结构,因此分散染料对涤纶纤维沾色较明显。

从表2中可以看出,120℃时涤纶的得色深,可能高温破坏了部分染料的分子结构,致使125℃染色样深度较低。但120℃染色时腈纶织物的手感较硬,为了进一步分析温度对腈纶的影响,设计了温度对阳离子染料染腈纶织物的上染率、纱线强力影响的实验。

2.5 染色温度对腈纶纱线性能的影响

选用阳离子红 X-GRL 在110、115℃和120℃上染腈纶纱线,按照1.2.3(1)的染色配方染色,测试染色温度对染色纱线的强力、上染率的影响,结果如表3所示。

表3 染色温度对染色腈纶纱线的强力、上染率的影响

| | 原样 | 110℃ 染色样 | 115℃ 染色样 | 120℃ 染色样 |
|-------|-------|-------------|-------------|-------------|
| 强力/N | 126 5 | 129 3 | 131 0 | 135 8 |
| 上染率/% | — | 99.98 | 99.97 | 99.97 |

从表3可以看出,阳离子红 X-GRL 上染腈纶纱线在100、115℃和120℃的上染率都很高,基本相同。因为当染液温度升至80℃左右时,腈纶纤维分子链段开始发生剧烈运动,阳离子染料上染速率增

大,至100℃左右完成染色过程,所以温度升高,其上染率几乎不再提高。

从表3可以看出染色后纱线的强力比未染色的原样的强力要大,于是对原样、110、115℃和120℃染色样用哈氏切片器切片,并用VANOX AHB-K1 万能显微镜进行横截面切片观察,结果如图3~图6所示。

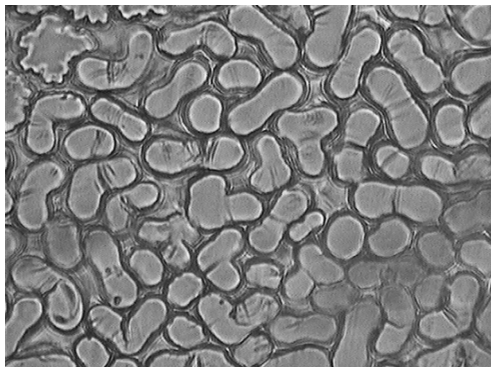


图3 腈纶纱线原样(1 000 倍)

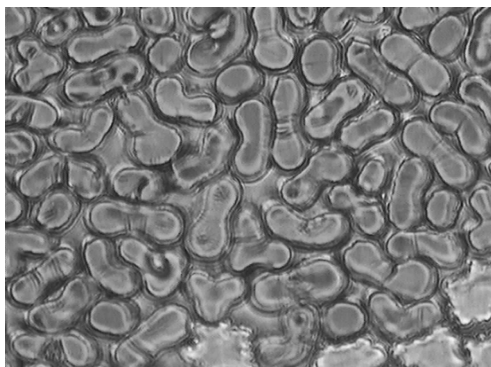


图4 腈纶纱线 110℃染色样(1 000 倍)

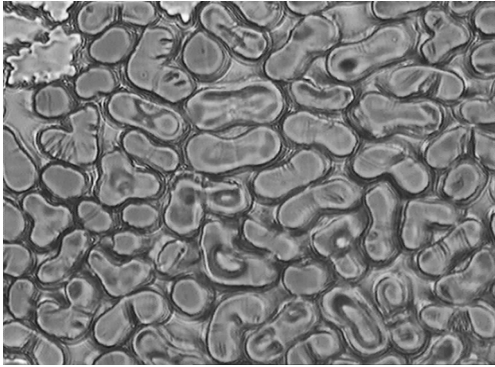


图 5 腈纶纱线 115℃染色样(1 000 倍)

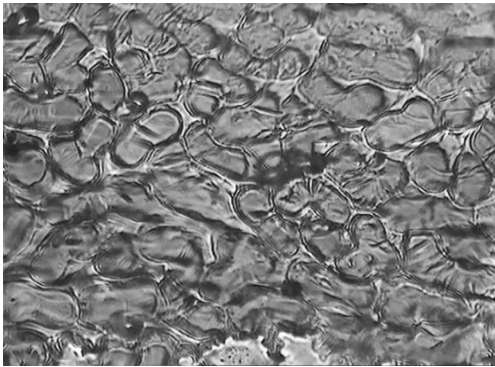


图 6 腈纶纱线 120℃染色样(1 000 倍)

对比图 3~图 4 四张图片可以看出,图 3 中的每根纤维间的空隙比较大,纤维较细;图 4、图 5 的空隙依次减小,纤维变粗,尤其是 115℃染色更粗,染料在纤维内部分布均匀、饱满;而由图 6 可见 120℃染色样已经受到了明显的损伤。上述结果也说明了腈纶纱线 115℃染色样的强力比原样、110℃的染色样大是因为腈纶纱线染色后纤维横向膨胀剧烈导致纱线收缩明显,而 120℃染色样的强力最大是由于纤维严重受损使其摩擦力增大,从而强力增大。笔者认为 115℃是涤腈混纺织物适宜的染色温度。

2.6 染色温度对涤纶织物性能的影响

选用分散蓝 2BLN 在 110、115℃和 120℃对染涤纶织物,按照 1.2.3(1)的染色配方染色,测试染色温度对涤纶织物上染率、色深的影响,结果如表 4 所示。

表 4 染色温度对染色涤纶的上染率、色深值的影响

| | 110℃染色样 | 115℃染色样 | 120℃染色样 |
|-------|---------|---------|---------|
| 上染率/% | 98.01 | 99.23 | 99.80 |
| K/S 值 | 4.856 2 | 4.963 2 | 5.013 8 |

从表 4 可以看出,在上述染色温度范围内,分散蓝 2BLN 对涤纶的上染率很高,随着温度的升高,分

散蓝 2BLN 对涤纶的上染率、色深升高。结合温度对腈纶强力的影响,确定 115℃为涤腈混纺织物的染色温度。

2.7 分散染料和阳离子染料同浴染色工艺

论文选取阳离子红 X-GRL、分散蓝 2BLN 按照 1.2.3(3)涤腈织物的染色工艺对涤纶织物和腈纶织物(模拟涤腈混纺织物)进行同浴异色染色,按照阳离子红 X-GRL+金兴 K-H2+分散蓝 2BLN+醋酸的加料顺序,分别测定染色试样的表观色深值(K/S 值)及染色牢度,结果如表 5 所示。

表 5 涤腈织物的染色效果

| 织物 | K/S 值 | 水洗变色牢度/级 | 水洗沾色牢度/级 | 湿摩擦牢度/级 |
|----|---------|----------|----------|---------|
| 涤纶 | 3.610 4 | 4~5 | 4~5 | 4~5 |
| 腈纶 | 20.704 | 4~5 | 4~5 | 4~5 |

观察配置的染液无沉淀现象,观察整个染色过程,染液未出现沉淀现象,染色样无色点、色花,染色结束时残液较清澈,说明使用金兴 K-H2 并按上述工艺加料和染色,两种染料在染色过程中分散稳定。

从表 5 可以看出,涤纶织物和腈纶织物同浴染色时,腈纶组分的色深比腈纶织物单独染色(见 2.3)的深,而涤纶组分的色深比涤纶织物单独染色(见 2.6)的浅,因为在两种组分同浴染色时,部分分散染料上染到腈纶纤维上。两种组分染色样的皂洗牢度和摩擦牢度都达到了 4~5 级,染色样颜色均匀无色点。

3 结 论

a) 分散染料与阳离子染料同浴染色的最佳加料顺序为阳离子红 X-GRL+金兴 K-H2+分散蓝 2BLN+醋酸,该加料顺序有利于提高染液的分散稳定性,避免产生沉淀;防沉淀剂金兴 K-H2 的适宜用量为 1.2~1.6 g/L。

b) 阳离子染料几乎不上染涤纶纤维,对涤纶织物几乎不沾色;分散染料可以上染腈纶纤维,且色牢度较高,因此如果做同浴同色染色产品时可适当降低阳离子染料用量。

c) 涤腈织物分散/阳离子染料同浴染色的适宜染色工艺为:分散染料 X%(o. w. f),阳离子染料 Y%(o. w. f),金兴 K-H2 的用量为 1.2~1.6 g/L,醋酸调节 pH5 左右,浴比 1:10,始染温度 30℃,升温速度 1℃/min,115℃保温 30~40 min,降温速度 2℃/min,至 50~60℃水洗、晾干。

参考文献:

- [1] 李 晔. 涤/腈混纺织物轧染工艺探讨[J]. 印染, 1987(9): 286-287.
- [2] 王晓芳, 吴 岚, 钱士明, 等. 丝/棉/麻三合一面料同浴同色染色技术研究[J]. 丝绸, 2012, 49(3): 1-4.
- [3] 于秀兰. 涤腈混纺织物一浴染色探讨[J]. 山东纺织科技, 1987(2): 13-15.
- [4] 林召海. 涤腈纱线分散/阳离子染料高温一浴染色工艺[J]. 山东纺织科技, 1989(1): 29-31.
- [5] 马强, 侯书彬, 王建明. 涤腈织物分散/阳离子染料一浴浸染工艺[J]. 印染, 1991(1): 24-26.
- [6] 徐志达, 韩则愈. 涤腈混纺纱线同浴染色工艺探讨[J]. 纺织学报, 1984(11): 663-666.
- [7] 马凤兰. 浅谈涤腈混纺织物一浴法染色[J]. 辽宁丝绸, 1995(4): 27-28.

Study on One-Bath Dyeing with Disperse Dyes and Cationic Dyes

SHEN-TU Yan-yan^a, ZHENG Jin-huan^{a,b}, ZHI Hai-hui^a

(Zhejiang Sci-Tech University, a. The Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Ministry of Education;

b. Engineering Research Center for Eco-Dyeing & Finishing of Textiles, Ministry of Education, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Disperse dyes and cationic dyes are easy to coagulate and deposit in one bath and such dyed polyester acrylic blended fabrics have dyeing defects etc. Adding anti-precipitation agent Jinxing K-H2 can improve the stability of dye liquor. By comparing the influence of charging sequence and dosage of Jinxing K-H2 on the stability of one-bath dye liquor, cationic dyes on staining property of polyester, disperse dyes on staining property of acrylic fiber, and temperature on breaking force and cross section slice of acrylic yarn, this paper determines the appropriate process of one-bath dyeing of polyester acrylic blended fabrics with disperse and cationic dyes: disperse dyes $X\%$ (o. w. f), cationic dye $Y\%$ (o. w. f), mass concentration of Jinxing K-H2 1.2~1.6 g/L, acetic acid pH about 5, bath ratio 1 : 10, initial dyeing temperature 30℃, rate of temperature increase 1℃/min, heat preservation for 30~40 min at 115℃, cooling rate 2℃/min and washing and drying at 50~60℃. **Key words:** disperse dye; cationic dye; one-bath dyeing; polyester acrylic blended fabric

(责任编辑: 许惠儿)