

涤腈混纺纱线同浴染色工艺探讨

徐志达 韩则愈

(无锡市第二色织厂)

【提要】 文章介绍了江苏地区各色织厂采用分散染料与阳离子染料同浴染色法染涤腈混纺纱线中、浓色的经验。主要讨论：1. 染料的染色饱和度与配伍值；2. 最高染色温度的确定；3. 升温速度的控制；4. pH值的控制；5. 助剂的选用等问题。

涤纶是一种疏水性纤维，常规染色很困难。由于其分子结构中有较多的酯基存在，具有一定的化学反应能力，在一定条件下能与渗入纤维内部的分散染料结合，故需用分散染料染色。腈纶纤维的分子结构中的无定形区域有自由氰基，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，因此腈纶纤维也可有选择地与涤纶纤维一起采用单分散染料染色。由于此法染色工艺简单，匀染性能好，染色牢度优良，涤腈混纺纱在染淡色方面广泛采用。但如用单分散染料染涤腈混纺纱线的中、浓色泽，就会产生染色不匀及在两种纤维上色相不一致的弊病，仍须采用分散染料及阳离子染料分两次染色。

近来，江苏地区各色织厂为了缩短工艺流程，增加产量，提高设备利用率，通过试验，对涤腈混纺纱线的中、浓色泽采用了分散染料与阳离子染料同浴染色法，取得了较好的效果。现具体讨论如下。

一、染料的染色饱和度与配伍值

在制订涤腈混纺纱线染色工艺时，必须重视分散染料的染色饱和度和阳离子染料的染色饱和系数 F 及其染色配伍值 K 。

分散染料染涤纶纤维的染色饱和度，即某一分散染料在某种染色条件下达到染色平

衡时染料上染纤维的最大数量，在一般色织厂中常用下列简易方法测定。即在小样染色时，根据染料品种，采用相隔约1%的染色深度分成数档，逐档增加，染色后观察其中某一档试样以后颜色深度不再增加时，即可将该档染料用量作为该分散染料在该涤纶纤维上的染色饱和度。

阳离子染料染腈纶纤维时，其阳离子色素是与腈纶纤维大分子结构中的酸性基团以电价键结合的。对一定品种的腈纶纤维来说，其大分子结构中的酸性基团含量是一定的，在染色过程中，当腈纶纤维上的酸性基团近于全部与染料阳离子相互作用时，染色即达到饱和。一般是以碱性品绿(碱性孔雀绿)染料在规定条件下染100克腈纶纤维时染料上染的克数，称为该批腈纶的染色饱和常数，再将其他染料在相同染色条件下染色，求得各染料对该批纤维的染色饱和常数，将前者除以后者，即得该染料在该腈纶纤维上的饱和系数，用 F 来表示。

不同阳离子染料饱和系数 F ，与不同腈纶纤维的饱和常数，均可在有关资料中查得。如上海石油化工总厂生产的腈纶纤维，其饱和常数为2.84，兰州石油化工厂生产的腈纶纤维饱和常数为2.3。在决定阳离子染料拼色处方中各染料用量时，将处方中各染料用量(%)乘以该染料饱和系数 F ，称为该染料在该浓度下的 F 值。拼色处方中所有染料及

所使用的阳离子匀染剂(等于无色的染料)的饱和系数之和,应小于该腈纶纤维的饱和常数。用这样的染色处方进行染色,染料的利用率较高。如果 F_v 值之和大于该腈纶纤维的饱和常数,则染色时染料不能完全上色,不但浪费染料,而且会造成浮色,影响染色质量。

当拼用二种或二种以上阳离子染料染色时,往往会产生色花现象。这是因为染料拼混染色时,除了各染料与腈纶纤维亲和力有差异外,尚有染料在纤维中扩散速率快慢的问题,这就是染料的配伍性问题。如果拼染时选用的各阳离子染料配伍性能一致,则它们在染液中的浓度比例不会随染色过程的进行有较大改变,腈纶纤维染得的色光就能始终接近。反之,如各阳离子染料配伍性能差异过大,染得的色光就会先后不同。阳离子染料的配伍值用 K 表示(可在染料样本或手册等资料中查得), K 值相同时,配伍性能最好; K 值相差愈大,配伍性能愈差。一般认为,在阳离子染料拼混染色时,各阳离子染料 K 值之差以不大于 $0.5\sim 1$ 为好。另外,还应注意 K 值大的阳离子染料一般上染速率较慢,匀染性能好,染得色泽鲜艳,适宜于染淡色。反之, K 值小的阳离子染料一般上染速率较快,匀染性能差,但得色量较高,适宜染中色和浓色。但在实际染色处方中,如果以某一阳离子染料为主,只加极少量的其他阳离子染料拼色时,也可不考虑 K 值。制订阳离子染料染色处方,往往是采用配伍值相同或接近的阳离子染料,以红、黄、蓝染料为一组的形式进行拼色,这样实际染色效果较好。

二、同浴染色时最高染色温度的确定

涤纶混纺纱线采用分散染料与阳离子染料同浴染色时,其最高染色温度应兼顾到混纺组份中两类不同纤维及两类不同染料的染色性能。一般认为,腈纶纤维的染色温度不

应超过 115°C ,如超过该温度,腈纶纤维将泛黄及过度收缩,使手感发硬。但采用 115°C 及以下温度染色,又必然会影响到分散染料在涤纶纤维上的上染,一般分散染料染涤纶的温度须在 130°C 左右,才可获得较满意的效果。因此在采用同浴法时,就不得不考虑腈纶的耐热性能。腈纶纤维因所用第三单体的不同,耐热性能差别较大,如用甲基丙烯磺酸钠的腈纶纤维,耐热性能就较用衣康酸钠的为优。以国产腈纶纤维而言,根据染色实践,兰州化工厂腈纶在染温 $125\sim 130^{\circ}\text{C}$ 时即已发生较大的收缩和泛黄现象,而上海石化总厂生产的腈纶情况则较好。所以在决定同浴法染色温度时,应首先了解混纺组份中腈纶纤维的牌号和生产厂,通过小样试验,以防止因决定染色温度不妥而发生涤纶混纺纱线圈长严重缩短等情况。为保证染色纱线质量,同时考虑到经济效果,我们认为涤纶混纺纱线染色温度以控制在 $115\sim 120^{\circ}\text{C}$ 为宜,不得超过 125°C 。这样虽然对分散染料在涤纶纤维的上染情况会带来一定的影响,但一般能满足生产要求。我厂为了提高分散染料的上染率,曾在同浴染液中加入膨化剂OP,在不提高染色温度的情况下,得色可加深 20% 左右。

三、同浴染色升温速度的控制

在用高温高压染色机进行同浴染色时,升温速度的控制对于染色匀度是一个重要的环节。由于两类不同染料染色性能的差别,在整个同浴染色过程中上染温度可分为两个阶段,即阳离子染料上染阶段和分散染料上染阶段。

阳离子染料在腈纶纤维上容易产生染色不匀,同时由于其移染性能较差,一旦发生染色不匀,即使延长染色时间,也很难改善,所以必须使阳离子染料一开始就均匀上染。为了达到这个目的,在阳离子染料集中上染的温度阶段内,必须控制升温速度。阳离子染料染腈纶纤维时,染料的迅速上染发生在

腈纶纤维的玻璃化温度(70~80°C)以上,在此温度以下时染料仅吸附在纤维表面。从此温度以上直至100°C以内,温度愈高,上染愈快,有些阳离子染料甚至集中在几度的温度范围内迅速大量上染。一般应该把80~100°C作为阳离子染料染腈纶纤维的特慢控制升温阶段。

我厂在实际生产中采用40~50°C入染,入染后升温分自然升温及特慢升温两个阶段,从入染到80°C采取自然升温,从80~100°C之间采取特慢升温,每3分钟升温1°C,然后在100°C保温10分钟。这时一方面完成了阳离子染料的集中上染,同时分散染料也开始吸附在纤维表面。我厂在100°C保温10分钟后,即加快为每分钟升温1°C,直至120°C,再在120°C保温30分钟,以保证分散染料的充分上染及匀染。然后在20分钟以上降温到70°C以下,清洗出锅。

这里应注意的是,由于腈纶纤维中第三单体的不同,阳离子染料集中上染的温度也有所不同,即含强酸性基团(磺酸基)的腈纶纤维与含弱酸性基团(羧酸基)的腈纶纤维虽然经过沸染后最终上色量基本相同,但在85~95°C时,前者的上染速率明显大于后者。据有关资料介绍,在95°C前,含强酸性基团的腈纶的上染量可达90%左右,而后者仅为30~40%。要在95~100°C之间,才是含弱酸性基团腈纶纤维集中上染的范围。所以我们应根据以上情况来决定对升温速度的控制。

另外,根据实践,高温高压染色机循环泵流量也与升温速度有一定关系。循环泵流量较大,即染液在纱线内循环次数较多者,升温速度可适当放慢,反之则不宜过快。

四、同浴染色染浴pH值的控制

在涤腈混纺纱线用分散染料与阳离子染料同浴染色工艺中,染浴pH值的控制是保证两类不同性质的染料正常染色的一个重要因素,染浴的稳定与pH值有密切的关系。

对分散染料来说,如染浴pH值过高,有些分散染料在高温条件下会发生染料水解及还原分解,造成色浅及色泽萎暗;如pH值过低,又会引起分散染料色光变化,得色不纯。一般分散染料染浴以控制pH值5~6左右为宜,在该pH值范围内大多数分散染料色光纯正,上染率高,染料彼此相容性也好。

对于阳离子染料来说,染浴pH值也是十分重要的。很多阳离子染料在染浴pH值大于6~7时会发生染料变色、沉淀、破坏等情况;但如染浴pH值较小,又会降低阳离子染料和腈纶纤维分子中酸性基团的离解速率,使腈纶纤维的“染座”和染料的阳离子减少,从而减慢上染速度,影响阳离子染料的最终上色量,该情况特别对第三单体为羧酸基的腈纶纤维更为显著。所以一般单用阳离子染料染腈纶纤维时,染浴适宜的pH值在2.5~5.5之间。但是在与分散染料同浴染色时,染浴pH值过低对分散染料的上染会带来严重的困难。为了保证分散染料与阳离子染料都能发挥其优良染色性能,我们认为染浴pH值以掌握在4.5~5.5比较适宜。

一般色织厂均用醋酸来调节染浴pH值,可以在染浴中加入醋酸钠,和醋酸组成一组缓冲溶液,以保证pH值的稳定。醋酸除起调节pH作用外,又是阳离子染料的优良溶剂,在阳离子染料化料时,先以醋酸溶液调浆,再用90°C以上热水冲化,可得到满意的结果。

染浴pH值的高低,除了与阳离子染料的上染速率有关外,对纤维的得色量也有影响,对以羧酸基为第三单体的腈纶纤维更为敏感。对于含强酸性基团的腈纶纤维染浴的pH值宜低些,对含弱酸性基团的宜高些;染淡色时染浴pH值宜低些,染浓色时则宜高些。

五、同浴染色助剂的选用

商品分散染料本身就含有一定量的分散

剂, 这些分散剂大都是阴离子型的。在实际使用中, 用分散染料染中淡色时, 尚需加入一定量的分散剂, 一般有阴离子型的扩散剂N、东邦盐 A-10 和非离子型的平平加O等。

腈纶纤维应用阳离子染料染色时, 由于染料上染较快, 极易染花, 所以在染浴中尚需加入一定量的匀染剂, 以阳离子型匀染剂为多, 大多属于季胺盐类, 如日常使用的1227表面活性剂、匀染剂 TAN 等。无论哪种阳离子匀染剂, 都可以看作是一种无色的阳离子染料, 当它们加入染浴后, 将与阳离子染料争夺腈纶“染座”, 产生一定的匀染作用。但在与分散染料同浴染色时, 则会与分散染料中的阴离子助剂结合, 而失去其缓染作用, 所以在分散染料与阳离子染料同浴染色时, 在染浴中加阳离子型匀染剂是不适当的。

使用阳离子染料染腈纶时, 也可以适当选用阴离子型助剂作为匀染剂, 但与阳离子型助剂所起的作用机理不同。这类助剂的阴离子可与染料阳离子生成络合物。这种络合物在一定温度下, 在非离子型分散剂的作用下, 会类似分散染料一样, 保持良好的悬浮状态, 被纤维吸附后, 由于染料络合物比染料阳离子对腈纶纤维的亲合力小, 容易在纤维上均匀扩散和渗透。随着染温不断升高, 络合物会逐步分解, 再完成染色过程。作为分散染料染色时分散剂使用的阴离子型助剂如扩散剂N(亚甲基双萘磺酸钠), 和非离子型助剂如平平加O(烷基聚氧乙烯醚)等, 如能配合使用, 在同浴染色中是合适的。染浴中有阴离子型助剂加入, 可使阳离子染料上染速度放慢, 有利于染色匀度的提高, 同时可改善几种阳离子染料的相容性。但采用阴离子型助剂后纤维手感较硬, 可在染后处理中根据需要进行柔软处理, 加以改善。

用阳离子染料染腈纶纤维时, 阴离子型助剂是以与染料阳离子生成络合物为基点

的, 同时阳离子染料的匀染性能较分散染料为差, 故阴离子型助剂的用量应是淡色少, 浓色多。因分散染料本身已混有一定量的阴离子型分散剂, 故具体用量应根据实际情况而定。一般用量是扩散剂N 0.4~1克/升, 平平加O 0.2~0.5克/升。

六、其他应注意的问题

1. 染液的循环: 涤腈混纺纱线染色时, 染液要进行正反循环, 但因同浴法染色时间较长, 容易乱纱, 故改为一直进行正循环。只有染个别深浓色泽时, 才在染色后期的保温阶段采用部分时间的正反循环, 通过实践, 染色效果良好。

2. 原纱情况: 如将含强弱不同酸性基团的腈纶纤维混纺成纱或并成股线, 则染色时阳离子染料将优先上染到含强酸性基团的腈纶纤维上而造成得色不匀, 故在实际生产中应予避免。

3. 分别化料: 分散染料化料时先将40~60°C温水倾入化料桶内, 在不断搅拌下将分散染料缓缓加入, 继续搅拌10分钟左右即可使用。化料浴比以不小于1:20为宜。绝不可先将分散染料用少量温水调浆后再用40~60°C水冲化, 以免染料凝结。阳离子染料化料时先用醋酸调浆, 然后用90°C以上热水冲化, 不断搅拌, 化料时间5分钟左右, 浴比不小于1:50。由于商品分散染料中混有大量阴离子型分散剂, 故绝不可将它和阳离子染料同浴化料, 否则将造成分散染料中的阴离子型分散剂与阳离子染料凝聚沉淀而无法进行染色。

4. 加料顺序: 在染锅中放入适量清水, 加入软水剂(一般用六偏磷酸钠), 开循环泵片刻, 再加入染色助剂, 继续开循环泵使助剂充分溶解。然后加入已化好的分散染料溶液, 循环片刻, 再加入已化好的阳离子染料溶液, 染液继续循环, 即可染色。