

摘要

(随着科学技术的发展,合成纤维不断向细旦化的方向发展。作为应用广泛的涤棉,其中涤的应用也是越来越细。细旦涤棉混纺织物不仅具有滑、挺、爽的风格,经过不同的处理后,还具有仿丝或仿毛的效果。由于应用广泛,附加价值高,实际生产中加工量非常大。但在染整过程中,采用分散/直接混纺染料或分散/活性染料两浴法染色,常会出现织物片状深浅不一的染色不匀。)

本文通过对疵病织物的分析及研究织物在不同前处理条件下的染色特征值分析,认为色差主要由前处理不匀因素引起。研究中还采用了不同的前处理方法并选择出较好的一种,同时试验了不同的染色工艺,以期结合实际生产采用比较可行的方法,改善由于前处理不匀引起的色差,并具有较好的染色性能。

(前处理中比较重大的因素是碱减量及减量后的洗涤,亦即低聚物的含量是影响织物染色均匀性的一个重要因素。若织物退浆后还进行烧毛或丝光,则烧毛不匀及丝光不匀也会影响染色的均匀性。

采用不同的前处理方法,比较经过不同前处理后织物中低聚物的含量,发现双氧水冷堆浸轧法前处理后的织物上的低聚物含量较低,推荐工艺为:轧退浆液→打卷堆置3小时→热水洗涤→轧煮练液→汽蒸→减量→洗涤(两浸两轧,轧余率90%)。退浆液:NaOH 5g/l, JFC 1.5g/l。煮练液:NaOH 17g/l, H₂O₂ 10g/l, JFC 6g/l, Na₂SiO₃ 10g/l。汽蒸:100℃, 30min。

采用专门的分散/活性染料中性一浴染色,可以改善前处理不匀引起的色差,但如操作中出现织物局部酸性过浓,仍然会引起较大色差。

碱性一浴法能最大程度地消除前处理不匀因素的影响。元明粉不仅有利于活性染料上染,且促进分散染料在高温碱性环境里上染。

在碱性染色浴里,一些不含或仅含极少数易于电离或水解基团的染料具有很好的稳定性,如分散橙 76[#]、分散橙 25[#]、分散红 153[#]

等，色光几乎不改变；偶合组份含有数个电离或水解基团的染料的最大吸收波长则会轻微移动。碱性染色使部分染料得色量提高，部分染料降低。移染率也如此。少数染料的日晒牢度略微有下降，其它各项色牢度基本上没有影响。由于染浴为弱碱性，国产染料中有不少染料可供挑选用于实际生产中。

活性染料可采用 KE 型、低盐型染料及活性翠蓝 KGL 等进行高温染色，得色量提高。

改变前处理或从工厂现有的常用国产分散染料中选择一部分分散染料，配合合适的活性染料同浴一步法染色，既克服了前处理中不良因素的影响，又能节约时间与能源，支持国产工业的发展，且有利于工厂进行工艺的转换。

关键词：细旦涤棉 前处理 碱性（高温）染色性能

Effect of Pretreatment on the Dyeing Performance of Fine-Denier T/C Fabric

Abstract

With the development of science and technology, compound fibers become finer. Polyester fiber among the T/C blend is much finer too. Fine-denier T/C fabric has not only the smooth, draping style, but also the silk-like or wool-like effect after different treatment. Its production is very huge because of extensive application and high value added. However, during the process of dyeing and finishing, the disperse/direct union dyes or disperse/reactive dyes in two-bath, usually result in dyeing unevenness on fabric.

After researching and analyzing the uneven fabric and the dyeing characteristic value, some uneven processes of pretreatment are considered as the major reasons for color difference between different parts of fabric. Three other kinds of pretreatment are tested and one is selected out as the best. Different dyeing processes are also tested to find a practical method and improve the color difference resulted from improper pretreatment, while with good dyeing performance.

The most important factors are alkali deweighting and the following washing. That means oligomer affects the fabric's dyeing evenness. If singeing or mercerizing after desizing, uneven singeing or mercerizing also affects the dyeing evenness.

Compared with other kinds of pretreatments, cold pad-batch dyeing using hydrogen peroxide has the lower content of oligomer. So the recommended procedure is as follows: pad (1)→roll and stack for 3h→wash in hot water→pad (2)→steam (3)→deweight→wash(pad twice, pick up 90%). (1): NaOH 5g/l, JFC 1.5g/l. (2): NaOH 17g/l, H₂O₂ 10g/l, JFC 6g/l, Na₂SiO₃ 10g/l. (3): 100°C, 30min.

Dyeing fabric with the special disperse and reactive dyes in a neutral bath can ameliorate the color difference caused by uneven pretreatment. Once the acid is concentrated in one or several parts of the fabric, color difference still exists.

Dyeing disperse and reactive dyes in an alkali bath can greatly rectify the bad effect of uneven pretreatments. Sodium sulphate can increase the exhaustion not only of the reactive but also of the disperse dyes in high-temperature alkali solution.

In the alkali solution, some dyes without or with few ionizing or hydrolysing groups are characterized with strong stability and have few shade shifting, such as C.I. disperse orange 76[#], C.I. disperse orange 25[#], C.I. disperse red 153[#] etc. The max absorption wave of dyes with several ionizing or hydrolyzing groups in coupling part will shift slightly. Color yield increases for some dyes, and decreases for other dyes in alkali solution. So does the migration ratio. As for the fastness, a few dyes decrease in light fastness, while all dyes change little in other major fastness. Because the solution is weakly basic, there are many kinds of home-made dyes available for basic dyeing in production.

Such reactive dyes as KE, low salt, and reactive turquoise blue KGL can be used for high temperature dyeing, for their high color yield.

Changing the procedure of pretreatment or selecting some disperse dyes from home-made disperse dyes, then dyeing with proper reactive dyes in one bath one step, will overcome the side effect of pretreatment. In addition, time and energy can be saved. This research supports home industry and facilitates the transformation of processing plan in factories.

Key words: fine-denier T/C fabric pretreatment alkali solution
high temperature dyeing performance

1 绪论

本世纪六十年代中期,日本的东丽产业纺织品研究实验室发明第一批超细纤维以来,合成纤维向微细化方向的发展非常迅速。超细纤维引入产业界首先是作为制造人造麂皮的材料^[1],东丽在1970年的产品“ECSAINE”,是使用溶解型超细纤维长丝制造的人造麂皮。后来不断有更细的纤维出现,现在已经能够生产万分之一分特的超细纤维。日本是包括超细纤维在内的细旦纤维的故乡,欧洲各国在八十年代也广泛开始了细旦纤维的研究开发及生产,不久细旦纤维又风行于美国。细旦纤维及与其它纤维的混纺织物应用越来越广泛,人们对产品的质量和品质的要求也日益提高。

1.1 纤维细度的划分

不同线密度纤维的划分在不同的发展时期有不同的标准,目前尚未有统一的定义。

一般纤维细度在1.3分特以下,或丙纶长丝在2.2分特以下的均称之为细旦纤维,0.3分特以下的则称之为超细纤维^[2]。比如细度为0.7分特的纤维,3千克就可以绕地球一周^[3]。

细旦纤维一个突出的特点是“细”,单丝纤度小,截面积小,从而赋予细旦纤维许多普通纤维所不具有的特点:质轻、柔软、良好的悬垂性、真丝的光泽。细旦纤维也有其缺点:强度低、易皱折。单丝纤度从粗到细,对最终基本应用性质的影响有^[4]:

织物褶皱倾向增加。

织物抗磨性降低(因涤纶抗磨性高,虽有降低,仍在允许范围)。

由于单丝抗弯硬挺度较低,织物回弹性下降。

织物抗经纬滑动性下降,但织物紧密度提高,足够抗衡经纬的滑动。

上述特点相对于强度极高、不易皱折的普通合成纤维而言,必须在染整处理过程中考虑到这些缺点从而采取相应措施。

1.2 细旦涤棉织物的应用与发展^[5]

涤纶单丝的纤度越细，性能越好，用于仿真，其效果越逼真。但其加工技术要求高，难度大，所以价格也高。一般将涤纶单丝和其它纤维混纺，或以细旦涤纶作纬纱，其它纤维作经纱交织，结合细旦涤纶与其它纤维的优点，获得最佳的性价比（即以低成本获得相对较好的性能）。

涤纶具有强度高、耐磨性好、尺寸稳定性好等优点，但极低的吸湿性使其应用性能大打折扣。不仅在染整加工中产生静电，在穿着服用中由于不透气，舒适性差。改进的措施有：对涤纶进行化学改性以改善吸湿性，或采用静电消除装置，或加入吸湿性好的成分。大部分涤纶短纤用于与棉混纺。细旦或微细旦涤纶长丝用于混纺时，纬丝加捻，经丝或不加捻，或加中、强捻^[6]。棉的吸湿性好，吸湿率达 7-8%^[7]，可改善涤纶吸湿性差的缺点。

在过去，“的确良”是对一般涤棉产品的称呼，那时的织物品质不高，手感、光泽等各方面都不令人满意。随着纺织染整技术的进步，市场的不断发展，涤棉面料有了较大改进。在保证足够强度的条件下，增加棉的成分，舒适度增加，或采用碱减量对涤纶化学改性，以及减小涤纶单丝纤度或异形仿丝，赋予纤维更高附加值。国内有些服装公司，采用细旦涤高支棉面料制作高档服装，其服用性甚至比纯棉高支纱要好。以衬衫面料为例，细旦涤纶的加入改善了织物的弹性，并且布面光滑平整，手感柔软、挺括，使织物具有丝般的外观，透气而且导湿，穿着舒适，是中、高档衬衫的理想面料。细旦涤棉在家用纺织品上的应用也日益增加。近年来发展仿毛织物，也是涤棉织物高档化的一个方面。

1.3 细旦涤棉织物的加工现状

1.3.1 与普通涤棉的差异

目前细旦涤棉织物大多采用松式加工，其加工流程与普通涤棉织物相同，加工条件类似。工厂对于普通涤棉的加工有许多规律性

的认识和经验的积累。对于纤维细旦化带来的纤维某些性质的变化，往往忽略或没有认识到，搬用普通涤棉的生产规律，使染色疵病增加，成本增大。

纤维的纤度变细后，织造时为了良好的织造性并保护纤维，加入更多润滑油剂和浆料，前处理时就需要引起注意。细旦纤维的无定形区含量高，对染料、助剂的初始吸附高，染色的起始温度就相应低些。如果在较高温度下始染，就容易色花。

1.3.2 仿真加工的方向和设备特点

涤棉的仿真方向主要是仿丝、仿毛。仿毛是在后整理中增加剪毛（有时放在前处理），轧光及罐蒸工序。定型后的织物在湿热的密封罐体内加压汽蒸一定时间即为罐蒸，按不同工艺汽蒸的织物具有不同的效果。经罐蒸、轧光后的织物，获得顺爽、糯性的身骨和羊毛般的光泽、手感^[8]。

仿丝的一个主要手段是碱减量。工厂进行碱减量有间歇式和连续式两种，现有的加工设备有：

(1)间歇式减量机。专门用于碱减量加工，敞开式，使用温度不超过 100℃。

(2)高温高压溢流染色机。属间歇式。随着高温高压减量技术的发展，有许多工厂利用现有的染色设备—高温高压溢流染色机，进行减量加工。全封闭，低张力。与促进剂并用可促进微孔的生成。减量后的织物手感很好，重现性较好，对强捻织物的松弛效果明显。且可以根据织物重量比较准确地估算碱的用量，有利于防止减量过头，并且得到符合期望的减量织物。

(3)连续减量机。现有的连续式减量机大多从国外引进。连续式减量的重现性优于间歇式，适合于大批量、连续式生产。但其减量效果，尚比不上高温高压溢流染色机。究其原因，可能是，高温高压溢流染色机减量过程中，织物比机器的运转周长长，不可避免会产生堆积，在布与布之间，及布与机器内壁之间存在摩擦、揉搓作用，机器喷嘴产生的吸力也使织物受到一定的力的作用。这些对

织物的风格、手感有很好的塑造作用。而平幅连续式加工则缺乏这些因素。

1.4 染色性能

前处理对染色的各个方面都有影响。

(1) 色光及得色量

染料具有特定的色光，如果织物的 pH 或化学性质、表面状态发生改变，染料上染织物后色光可能会改变，吸收强度也会受影响。

(2) 匀染性

匀染性是评价织物染色品质的一个重要方面，用 K/S 等染色特征值表示染色织物与标准织物之间的差异。

(3) 移染率

移染率值可以反映染料上染后从织物上解离下来，再次上染到纤维其它部位的难易，从而反映染料是否适用实际染色条件。

(4) 染色牢度

色牢度是纺织品的重要方面，染色成品必须具有合适的牢度。

1.5 提高染色品质的几个途径

1.5.1 加强前处理

浆料、油剂等附加成分增多，需要比普通纤维剧烈的处理条件。

1.5.2 采用其它助剂对涤棉织物进行减量

(1) 采用非水相体系^[9, 10, 11]，即乙二醇、丙三醇作溶剂进行碱减量，减量速率极大提高，约为水相体系的 10 倍，或以小分子胺类做减量促进剂。利用小分子胺的较强的深入渗透能力。但被证明，高浓度时才具有协同作用，在低浓度时抑制碱的作用。

(2) 对棉成分进行减量处理^[12]，利用苷键在酸或氧化剂作用下会断裂，聚合度下降而发生降解，可以除去部分棉，获得仿丝绸效果。优点是能在 100℃ 以下的温度进行，但对机器的腐蚀与损伤大。

1.5.3 加强净洗

退浆、减量后，处理下来的杂质很多附着在织物上，清洗可以除去附着的杂质。

1.5.4 加强后处理

分散染料染色后，还原清洗。活性染料染色后，进行皂煮。

1.5.5 改变染色方法

由于活性染料色牢度高，做外贸或高档产品时多用活性染料和分散染料上染细旦涤棉，常规为两浴法，改变染色方法有如下途径：

(1) 酸性一浴法^[13, 14]

在分散染料染色的条件下同时染分散染料和活性染料。实质是一浴两步法。即在低温下，将所有染料和分散染色的助剂投入，升温，在高温下完成分散染料的染着和活性染料的上染。然后降温到 60℃，加入碱，保温 15 分，再提高温度，在 85℃ 保温一定时间固色。一浴两步法较之传统的两浴两浴法没有起到明显的节能、省时作用。

(2) 中性一浴法^[13, 15]

在中性或近中性的条件下，高温上染分散、活性，同时固色。与传统的染色方法相比，可以缩短流程。有些公司开发了专门用的染料和助剂。

(3) 先碱性后酸性的一浴一步法^[16]

将易水解的酯加入到碱溶液中，在低温下，溶液呈碱性，80-90℃ 时活性染料上染并固着于棉纤维。温度升高后，酯逐渐水解，到 130℃ 时，溶液呈酸性，分散染料开始上染。并且认为，乙烯砒、均三嗪类的活性染料在 100℃ 的温度下可获得高的固色率。

这种方法，要求选择合适的酯，但存在一个问题，那就是溶液的 pH 值变动难以控制。

(4) 碱性一浴法^[17]

在高温碱性的条件下上染分散和活性染料并固着。有利于整个染整湿处理流程合理化，并且节能、节水、省时。和涤棉的传统染色有很大区别，但有些分散染料在碱性浴中发生变化，或活性染料

在高温下固色率太低，要求选用适合该条件的染料，因此，碱性染色的缺点是色谱较窄。

1.6 本课题的目的和意义

近年，我国的纺织品出口增加，但形势不容乐观，表现为面料的进口增大，主要是仿丝、仿麻、仿桃皮绒。说明我国的纺织品染整加工技术却还无法满足市场对品质的要求。

目前在工厂的细旦涤/棉加工中，染后产品经常出现色条、色斑等染色不匀疵病，采用高温高压液流染色机染色的织物中，不规律地出现涤棉织物的大片不匀，在轻薄织物上尤其明显。返修加工的几率大大高于普通涤/棉，使得该产品的品质达不到要求。对加工厂而言，加工成本提高了，经济效益降低了；对工厂客户而言，商机稍纵即逝。如果客户作为供货方与购货方有时间的约定，那么，工厂和客户造成的损失就不仅是效益降低和失去商机了。细旦涤/棉的染色病疵不仅仅是染色一个阶段的问题，前处理的影响非常大，尤其是碱减量中的齐聚物对染色加工有很大的影响。探索适合于细旦涤/棉的前处理以及减少前处理不良影响的措施，不仅有利于合理调整工艺，减少染色疵病，提高产品的附加值，而且有利于降低成本，实现快速、高效生产。

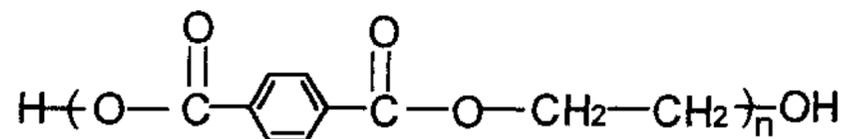
细旦涤/棉是细旦涤纶应用的一个方面，在这方面的探索和实践不仅直接有益于细旦涤/棉，而且对于细旦涤纶与其它纤维混纺产品的前处理和染色也有一定的借鉴价值。

本课题旨在寻找前处理中影响细旦涤棉织物染色品质的因素并提出改进的措施。立足于实际，为生产服务。

2 基本理论

2.1 涤纶的结构特征^[7, 18]

涤纶是由对苯二甲酸聚合而成的高分子物，由对苯二甲酸和乙二醇经酯化反应而成，其分子结构式如下：



涤纶大分子内部存在结晶区和无定形区。结晶部分的分子链平行排列，呈反式构象，有折叠链晶体和伸直链晶体两种。从分子的结构来看，含苯环单元难以绕单键旋转，属于比较刚性的链节；而 $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 是柔性的链节，很容易进行内旋转，并在新的位置形成折叠链晶体。折叠链晶体表面较小，比较稳定，晶体的完整性高，熔点高。这部分晶体对纤维的热性能有很大影响。在热处理中，由于发生晶体折叠，先形成众多的小晶体，后形成完整性高的晶体，这些完整性高的晶体占据的空间比较小。因此，无定形区的数量和密度先降低后有提高。涤纶纤维染色时表现为染料的扩散随温度而变化，先慢后快，以 190°C 左右为转折点。

涤纶具有较高的结晶度和取向度，大分子呈线型结构，在所有纺织纤维中超分子结构最为紧密，具有良好的力学性能及纺织加工性能。比如机械强度高，形状稳定。要使排列如此紧密的分子链运动起来则比较困难，必须升高温度，提高分子热能以转化成动能。因此，涤纶分子的玻璃化温度 (T_g) 较高，由此影响到它的染色特性。

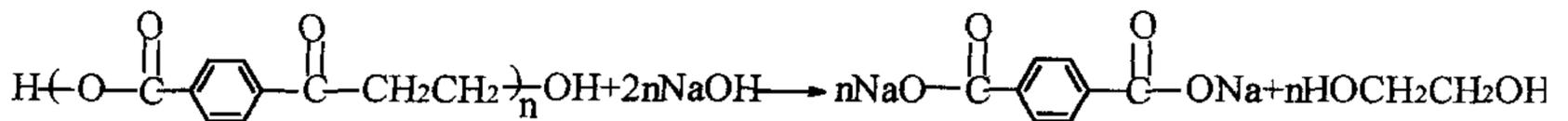
涤纶纤维截面呈圆形，纵向光滑，纤维间抱合力小。只在链的末端含有羟基，亲水性弱，表现为纤维的吸湿性差，无法用直接染料等水溶性染料上染。分子中不含活性基，反应性差，因此不能用活性染料等反应性染料上染。另一方面，涤纶纤维因此具有比较稳定的性质，加工成织物后具有其他纤维无法比拟的优点。

2.2 碱减量及对涤纶织物品质的改善

2.2.1 碱减量的原理和影响因素^[19, 20]

碱减量是涤纶进行仿真精品加工的重要环节，提高化纤产品的重要手段。

涤纶在碱液中，与氢氧化钠发生如下水解反应^[21]：



碱对纤维由表及里的侵蚀，在纤维表面形成大量的坑洞、凹穴，增加了纤维的吸湿性和对光的漫反射；纤维的纱支变细，因此增加了纱线的活动性，使手感、强度等发生变化。影响碱减量的因素如下^[22, 23]：

(1) 温度

纤维分子中的分子链受到氢氧化钠的攻击而分解。这种分解与温度有关。低温下，由于纤维的结构非常紧密及疏水性，涤纶与碱的反应程度很小。当温度高于玻璃化温度后，分子运动加剧，碱液才有可能向内渗透，此时，反应不只是停留在表面，而是深入到内部，反应迅速加快。温度继续提高，有利于碱液向无定形区内部渗透，甚至到达晶区表面与大分子反应，减量反应剧烈。因此，在高温下，容易产生减量不匀。而在低温下容易产生的纤维低分子物则由于在高温下被碱攻击的几率大，逐渐分解成单分子，基本上按照上式参与反应。碱的利用率大大提高。

(2) 碱的浓度

在一定条件下，只要有碱的存在，对涤纶的水解作用就会持续进行。随碱的浓度增大，对涤纶的侵蚀作用加强，减量速度加快，失重率增大。碱的浓度过大时，会严重影响纤维的物理机械性能，降低强度。

(3) 促进剂

反应不加促进剂时，碱的利用率很低^[24, 25]。即使高温减量同样

如此。在 130℃，减量 30-40min，碱的利用率仅为 30-40%^[26]。残液中有大量的碱存在，如果工艺控制稍有不当，很容易发生减量过头或不足。

阳离子助剂对反应可起到加速的作用^[27、28]。促进剂的效果取决于促进剂的分子结构和浓度。常用的是季铵盐型阳离子表面活性剂。促进剂加入到溶液中后，便吸附在涤纶纤维表面^[29]，因其具有亲水基团和亲油基团，同时吸附碱液中的 Na⁺与 OH⁻离子，使得离子在纤维表面富集，与纤维相互靠近，增加反应几率^[20]。也有研究用弱阳离子型促进剂取得很好的效果^[28]。增大纤维表面的碱浓度，大大加快涤纶的水解反应。

(4)其它

碱减量与纤维的结构、纤度、织物的组织规格有关，并且受时间、浴比、减量方式等因素的影响。在生产中，染化料的量大多是按对织物重来确定的。因此，减小浴比实际上相当于提高了碱和促进剂的浓度（与大浴比比较），使减量率增大。碱减量时对于织物具有揉搓效果的物理、机械因素是重要条件，可以增加织物与碱及助剂的有效接触面。

2.2.2 减量对涤纶织物品质的影响^[30]

涤纶的强度高，耐磨性好，具有很好的尺寸稳定性，但回潮率只有 0.4%，容易产生静电和玷污，服用性能非常差，加上结构致密，上染比较困难。经过减量处理后，以上缺点得到改善，且获得柔和如丝绸的光泽，柔软而富弹性的手感，悬垂性也得到改善。减量中，由于纤维重量减少，纤维的强度会降低，但只要工艺合理，能够控制在合理的范围内。

2.2.3 低聚物的性质

低聚物是聚合过程中的副产物。分线状、环状两种。线状低聚物具有极性端基，低温下溶于水，高温下可基本溶解除去，对染整加工不构成困难。环状低聚物的结晶度高，易于聚集，难溶于水，即使在 100℃以上。有资料报道，在 130℃染色温度下，环状低聚物

在水中溶解度小于 2mg/l ^[19]。环状低聚物一般为三元环状结构，分子量为 576，熔点在 315°C - 320°C ^[32]，没有极性端基。低聚物分布于纤维的内部或表面，含量随聚合条件、纤维种类而不同，一般为 2-3%，其中环状物占了绝大部分。

2.2.4 低聚物产生的问题及影响的因素^[33, 34, 35]

环状低聚物影响纤维的可纺性并在织造中产生不匀张力，引起疵病。在染整湿加工中也会产生很多问题，国内外对此的讨论，归纳起来有如下几点：

(1)在导辊及其它机器的表面产生白色粉末或胶状沉淀

(2)染色中沉积于纤维表面，或机器不可及的部位，阻止液体流动，降低泵的效率，沉积于阀门处易产生染色不匀。

低聚物与分散染料有相近似的物理性质。为改善分散染料上染涤纶而加的载体，不仅促进溶液中的染料向纤维内部扩散，也促进低聚物由内向外的迁移。

高温下，低聚物容易迁移到纤维表面。

碱性溶液有利于低聚物的溶解，在酸性中则不溶。

2.2.5 解决办法^[36, 37, 38]

根据低聚物的性质及导致的问题，解决低聚物对纺织品不良影响的措施有：

(1)避免使用载体，浴中加匀染剂或润滑剂。

(2)高温排除液体，但在操作上存在着难度。

(3)染后碱性处理，比如还原清洗，一般只能去除松散沉积在纤维上的低聚物。

(4)进行碱性染色。

2.3 涤纶用分散染料常规染色

涤纶的常规染色有高温高压法、热溶法、载体法几种。本实验采用高温高压法。

涤纶染色在 120°C 左右进行，染深色产品则要提高到 130°C ，以

保证良好的匀染性和染深性。

2.4 分散染料碱性浴染色

2.4.1 碱性浴染色的优点^[39-40, 41]

含涤织物的前处理都在碱性浴中进行，在碱性条件下染色能使工艺合理化、简单化，并且：

(1)降低浴中不溶性低聚物的含量。原先在酸性浴中易于以低聚物为核心，碱性浴中，迁移出来的低聚物在碱性浴中溶解度很大，不易由于浓度过大在染液中或纤维表面形成结晶，聚集的分解物残渣也较少出现。

(2)减少或取消还原清洗。

(3)碱性浴中可获得柔软效果，在染色机中可防止塞布、擦伤。

(4)起到继续精练的作用。并为探索练染一浴法提供可能性。

2.4.2 分散染料碱性染色容易出现的问题

(1)随着染浴 pH 值的提高，分散染料可能会发生色光的改变或得色量下降^[42, 43]。这是因为某些基团在碱性溶液中的水解^[44]。

由于反应前后的基团的供吸电子性质不同，延长或缩短了染料分子共轭体系，最大吸收波长向长波或短波发生偏移。在偶氮染料中，偶合成分的供电性增强，则共轭体系被延长，染料发生深色效应，重氮组分则相反，吸电子基团可使染料向长波移动^[45]。

(2)当分散染料与活性染料一浴染色时，某些具有偶氮结构的染料在高温长时间作用下，能发生和活性染料的反应比如：分散深蓝染料^[46]。

(3)商品分散染料中有许多的添加剂，其中的分散剂一般为阴离子和非离子组成。在碱性条件下，分散剂的作用大大增强，分散染料稳定地存在于溶液中，导致初始吸附降低。

2.4.3 碱性染色环境和染料

如果染浴的碱性过强，容易导致以上问题的出现，因此碱性浴染色中控制 pH 在合适的范围非常重要。由于涤纶纤维在碱性溶液

中会继续“精练”，不可避免地要消耗碱，因此选用缓冲溶液有利于保持 pH 在一定的范围内。

染料的耐碱性不同，在改变后的溶液中染色适用情况不同。因此要选用合适的染料。

分散染料与活性染料同浴染色时，加元明粉等中性盐。中性盐对活性染料起促染作用；同样可以降低纤维与呈负电性的分散染料之间的电荷斥力，起到促染的作用。

2.5 棉的结构及前处理

2.5.1 棉纤维的结构特征^[7]

从外到内，棉纤维由以下几部分组成：角质层、初生胞壁、次生胞壁、胞腔等。次生胞壁是一种原纤网状组织，是主体，占整个纤维总重量的 90% 以上。角质层主要含有油胶和果胶物质。胞腔中含有原生质物质、蛋白质、矿物盐和色素等，并使纤维产生纵向扭曲。初生胞壁和角皮层都很薄，在前处理过程中会被除去。

2.5.2 棉纤维的共生物^[7]

棉纤维除了含有主体部分纤维素外，还含有少量的共生物。

(1) 果胶物质

占纤维绝干重量的 0.9-1%，主要分布在纤维表面，以果胶酸及其衍生物的形式存在；影响织物的光泽、外观、手感和染色的牢度。

部分果胶物质可溶解在水中，烧碱可以将衍生物中的酯化物皂化使其水解，在高温下，使部分果胶物质裂解，增加其水溶性。

(2) 含 N 物质

含 N 物质以蛋白质形式存在于胞腔中，含量约 0.2-0.4%。若用次氯酸钠漂白，含 N 物质对漂液的影响特别大。

大部分含 N 物质可以水解或在碱作用下水解，碱还可与蛋白质发生成盐反应，提高其溶解度。

(3) 蜡状物质

分布在织物的表面，含量约为 0.5-0.6%。其存在形式多样，有

高级一元醇、游离脂肪酸及酯或碳氢化合物的形式，影响织物的润湿性，但少量可以改善织物的手感。

碱可使游离脂肪酸发生皂化，其它不能皂化的形式可以加入一些表面活性剂使乳化分散。

(4)灰份

以无机盐形式存在，占 1-2%，影响纤维的吸水性、白度和手感。

水溶性的钾、钠盐可在前处理中去除。不溶于水的金属盐在精练中不能除去，在酸洗中可除去。

(5)棉籽壳

以纤维素、色素、木质素形式存在，影响纤维的外观，并可引起染色不匀。

常压下无法去除木质素，在高温高压下可以。

(6)色素

漂白时去除，高温高压碱性处理可去除一部分。

2.5.3 棉的前处理^[47]

(1)烧毛

棉或涤棉织物经过烧毛后，表面绒毛大部分去除，不仅可获得清晰的纹路，还可以提高光洁度和染色品质。

(2)退浆^[48]

根据织物上含浆料的种类及含量的不同，选用不同的退浆方法。淀粉浆料既可用酶退浆又可用碱退浆。PVA 浆料可选用热水退浆或碱退浆。聚丙烯酸酯在碱性溶液中水溶性很好。

碱对 PVA 有双重作用，一方面促使聚醋酸乙烯酯变成聚乙烯醇，提高了 PVA 的醇解度，分子内的羟基增多形成更多氢键，聚合度增大，水溶性下降。另一方面，PVA 在热碱液中产生溶胀，转变为溶胶状态，与纤维的沾着变松，容易脱落。

退浆后的水洗，对 PVA 来说很重要。因为 PVA 对热敏感，逐步降温水洗比较适合，已降解的 PVA 才不会重新凝聚并沾附到织物上。

(3) 丝光

丝光后，棉纤维获得持久的光泽，结晶度下降，化学反应性增强。结晶度下降是不可逆的，如果丝光中产生不匀，使织物各部分的光泽不一，无定形区增加的幅度不同，会导致染后色泽产生差异。

(4) 精练

精练中进一步去除织物上的浆料和杂质。在涤棉混纺织物中，与涤纶的碱减量合并为一个步骤。

2.6 棉的染色^[47]

棉纤维具有较好的亲水性，可以用水溶性的直接染料上染；其化学结构中有参与化学反应的基团，具备与活性染料反应的条件。目前，使用较多的是环境友好的直接混纺染料和活性染料。活性染料的应用不断增加。

2.6.1 直接混纺染料染色

直接混纺染料在高温下有很好的直接性，用于代替直接染料，与分散染料同浴在高温高压下染涤棉织物。

2.6.2 活性染料染色

2.6.2.1 活性染料与纤维素及水的反应

活性染料与纤维素或水的反应都是亲核型反应。

按活性基团的不同，活性染料与纤维素按亲核取代或亲核加成-消除反应进行。均三嗪类染料主要按亲核取代，乙烯砜类染料按亲核加成。

染料与水的反应主要是亲核取代反应。而且，染料的活性越大，反应的速率也越大。

2.6.2.2 影响活性染料和纤维素纤维反应的因素

除了染料的活性外，还受如下因素的影响。

(1) 染料直接性

染料直接性高便有利于染料上染到纤维，从而增加与纤维反应的几率。即上染率和固色率都提高。但直接性太高会导致染料扩散

困难，匀染性差；水解染料不易去除，影响染料牢度。

(2)pH 值

随 pH 值的增大，纤维膨大，染料的扩散加快，增大，固色率增大；但当 pH 值超过某个值时，由于纤维素阴离子与染料的斥力增大，上染率和固色率都下降。值得注意的是，染料的水解反应速率增加得比固色速率快。因此，活性染料适合中等强度的碱性环境。

(3)温度

温度的升高会加快染料与纤维素或水的反应。但是，水解速率增加更多。因此，普通活性染料在低温下固色。

(4)中性盐

中性盐的加入可以降低 Zeta 电位，提高离子强度，从而提高染料直接性和上染率、固色率。但浓度过高易引起染料聚集、沉淀。

(5)浴比

浴比大小与染浴浓度有关，会影响其对纤维的直接性^[49]。

2.6.3 高温下染活性染料

活性染料在高温下的固色率低，必须以其它的办法提高固色率。

(1)适当降低固色的 pH 值。活性染料常规染色的 pH 值一般控制在 10-11，当 pH 值降低至 9.5 左右时，固色效率提高。

(2)选择直接性高的活性染料。有利于提高固色率。高温有利于染料的扩散，因此，高的直接性对匀染性的影响没有低温下明显。母体结构较大和活性基较多、连接基较简单的染料比较合适。

(3)加入中性盐，增加上染。

3 实验材料与amp;方法

3.1 实验材料

细旦涤纶织物：65/35，45×45(其中涤纶纤维 150d/144f)，由浙江省航民集团提供。

3.2 仪器及设备

名称	型号	生产厂家或供应商
电子天平	MP200B	上海精密科学仪器有限公司
电子天平	FA1004	上海精密科学仪器有限公司
振荡式染色机	As-12	冈崎机械制造有限公司
高温高压染色机	H-12C	台湾瑞比公司
台式轧车	JMU505T	北京纺织机械器材研究所
热定型机	M-TENTER	台湾瑞比公司
汽蒸机	H-ST3	台湾瑞比公司
预置式色牢度摩擦仪	Y(B)571-II	温州大荣纺织标准仪器厂
日晒气候牢度仪	CI3000 ⁺	Atlas Electric Devices Co.
耐洗色牢度实验机	SW-12AII	温州大荣纺织标准仪器厂
纤维切片器	Y172	国营常州纺织仪器厂
生物显微镜	XS-18	南京江南光电股份有限公司
汗渍色牢度烘箱	Y(B)902	温州大荣纺织标准仪器厂
汗渍色牢度仪	YG(B)631	温州大荣纺织标准仪器厂
酸度仪	720	ORION Research Inc.
缩水率烘箱	YG(B)741	温州大荣纺织标准仪器厂
标准光源箱	CAC-60	天祥公证行有限公司
测色配色仪	ULTRscan	Hunterlab co.
红外分光光度计	360FT-IR	美国尼高力仪器公司
可见光分光光度计	VIS-723	上海分析仪器厂
切样机	ZO-50	常州宝利特机械制造有限公司
织物密度镜	Y511B	温州大荣纺织标准仪器厂

3.3 药品与助剂

名称	等级	生产厂家或提供商
盐酸	化学纯	浙江永进化工有限公司
醋酸	分析纯	浙江省兰溪市二轻试剂厂
硫酸	分析纯	浙江永进化工厂
过氧化氢(30%)	分析纯	上海桃浦化工厂
氢氧化钠	化学纯	上海化学试剂有限公司
渗透剂 JFC	工业纯	浙江传化
净洗剂 209	工业纯	浙江传化
抗静电剂 Sn	工业纯	浙江传化
高温高压匀染剂	工业纯	浙江传化
氯化钠	分析纯	上海化学试剂有限公司
碳酸钠	分析纯	浙江省兰溪市二轻试剂厂
碳酸氢钠	分析纯	上海虹光化工厂
四硼酸钠	分析纯	浙江杭州萧山化学试剂厂
磷酸二氢钠	分析纯	湖州化学试剂厂
磷酸氢二钠	分析纯	中国医药上海化学试剂公司
无水硫酸钠	工业纯	四川省川眉芒硝有限公司
连二亚硫酸钠	化学纯	五联化工厂
皂片	标准物质	上海市纺织工业技术监督所
乙醚	分析纯	杭州化学时机有限公司
苯酚	分析纯	浙江省兰溪市二轻试剂厂
L-组氨酸盐酸盐	标准物质	上海市纺织工业技术监督所
溴化钾	分析纯	上海星火化工厂
三氯甲烷	分析纯	浙江省兰溪市二轻试剂厂
1,1,2,2-四氯乙烷	化学纯	东懿试剂公司
1,4-二氧六环	分析纯	中国医药上海化学试剂公司
聚乙烯醇	分析纯	中国医药上海化学试剂公司
淀粉	分析纯	中国医药上海化学试剂公司
缓冲剂 p-7	商业品	东棉化药

3.4 染料

名称	生产厂家或提供商
分散黄 RGFL	浙江龙盛集团股份有限公司
Kayalon Poester AQ-LE	东棉化药
分散黄 AC-E	汽巴精化
Ciba cron LS-R	汽巴精化
分散橙 SE-3RL 200%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散紫 BNL 300%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散黑 S-2BL 100%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散橙 25 [#] 250%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散红 GS 200%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散红 177 [#] 200%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散灰 S-BL 100%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散兰 165 [#] 200%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散兰 EX-SF 300%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散兰 79 [#] 200%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散红 SE-GFL 200%	浙江龙盛集团股份有限公司
分散红 S-BWFL 100%	浙江闰土化工集团有限公司
直接混纺黄 D-3RNL	航民集团
活性黄 FN-2R	汽巴精化
Kayalon reactive red CN-3B	东棉化药
Cibacron Brill.Blue LS-G	汽巴精化
Cibacron Navy Blue LS-G	汽巴精化
Cibacron Blue LS-3R	汽巴精化
Cibacron Red LS-B	汽巴精化
Cibacron Yellow LS-R	汽巴精化
活性翠兰 KGL	上海染料有限公司染化八厂
活性兰 M-2GE	上海染料有限公司染化八厂
活性红 M-2BE	上海染料有限公司染化八厂
活性黄 M-3RE	上海染料有限公司染化八厂
活性金黄 KE-3G	上海染料有限公司染化八厂

3.5 实验与测试方法

3.5.1 涤棉织物混纺比例的测定

取约 2 克涤棉织物在 105℃ 烘干至恒重，用万分之一天平精确称重。将浓硫酸与水以 4:1 体积比配成溶液，冷却后将布加入，不时搅拌。约 12 分钟后，棉纤维已经充分溶解，倒去大部分硫酸（注意：不要将涤纶纤维倒掉了），用 8% 氨水中和 5 分钟，再加入蒸馏水。用已称重的玻璃砂芯漏斗过滤。残留于烧杯中的涤纶用少量稀硫酸洗 2 次，稀氨水冲 2 次，然后用蒸馏水冲洗，将纤维连同漏斗一起放于烘箱中 105℃ 烘干，在干燥器中冷却，称量。

3.5.2 织物密度的测定

将织物放在织物密度镜下，数出每 10 厘米中的纱线根数。

3.5.3 红外吸收光谱

(1) 用哈氏切片器切割需要检验的纤维，切碎的纤维放入研钵中加入少量溴化钾研磨，磨好后，用红外线灯加热。

(2) 将处理好的溴化钾-纤维粉末放入溴化钾压模，用大力紧压，使制得的溴化钾压片透明度越高越好。

(3) 将溴化钾压片放入红外分光光度仪中测试。

3.5.4 织物上浆料成分分析及含量的测定^[46]

取布样剪碎后加入蒸馏水回流半小时，过滤，滤液按以下操作：

(1) 取滤液 2ml 于试管中，加入碘液数滴，液体呈现紫兰色，表示有淀粉。

(2) 取滤液 2ml，加入 2M HCl 10 滴，沸水加热 10min，冷却后加入 1ml 硼酸，再加入几滴碘-碘化钾溶液，如果出现蓝绿色，表明有聚乙烯醇。

(3) 取滤液 2ml，加入 2mol/l HCl 10 滴，再加等体积的饱和食盐水，并加入 10% NaOH 3 滴，剧烈振荡，如果液面出现白色絮状沉淀，表明有聚丙烯酸酯。

(4) 将上面的溶液过滤，滤液中加入 10% NaOH 数滴，使得 pH 大于 10，如果有胶状沉淀，表明有海藻酸钠残留物。

(5)将上面的溶液过滤，用盐酸调节 pH 到中性，加入 10%硫酸铜数滴，如果有兰色胶状沉淀，表明有羧甲基纤维素。

3.5.5 表面色深值和色差的测定^[50]

选择合适的孔径校准 Ultrascan 测色配色仪测配色仪，在活动视图中选择需要的指标 (L* a b c ΔE K/S)；将表面平整的织物沿经向折叠成 6 层，放在测试孔处，开始测试。参照标准：GB8424-87。

3.5.6 分散/活性染料染色

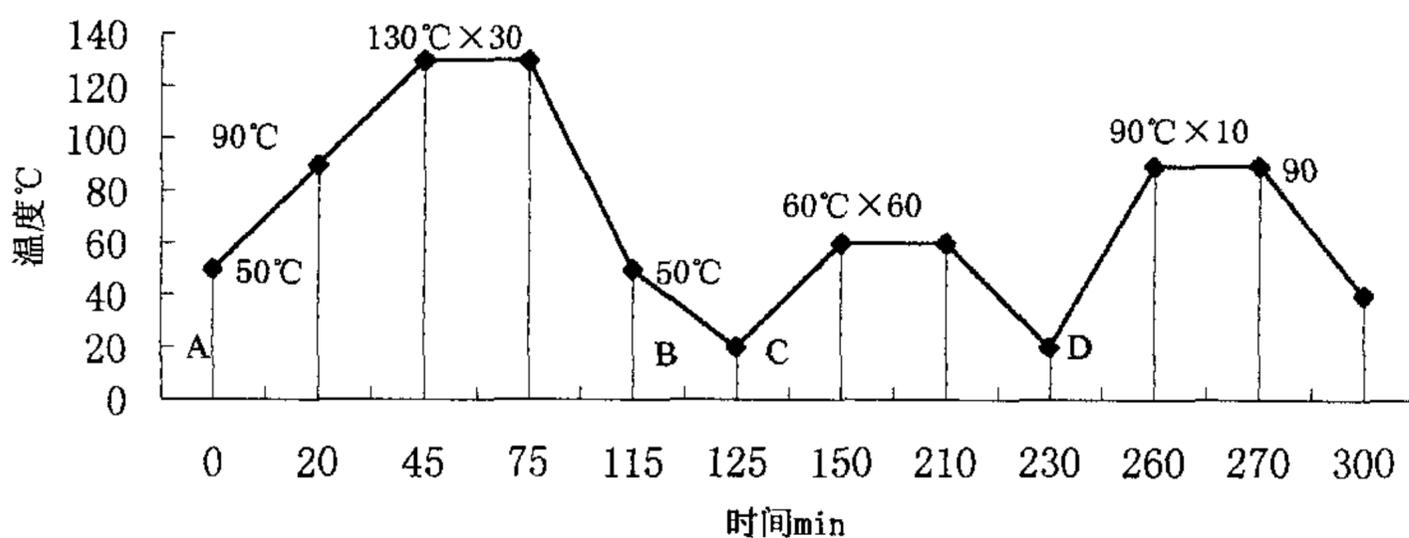


图3.1 分散/活性两浴法染色工艺曲线

注:A-加分散染料及匀染剂、醋酸 B-降温洗涤 C-加活性染料与元明粉\纯碱 D-加皂煮液

分散/活性染料染色流程见图 3.1。

元明粉与纯碱均配成浓溶液加入，避免因固体物质加入时，局部电解质浓度过高引起染料凝聚，造成染色不匀。

采用色光相似的不同染料时，活性染料与分散染料同色性相差不大；采用不同厂家生产的同种染料时，由于力份和色光会有差异，在染色配方上可能需要做相应的调整。

3.5.7 分散/直接混纺染料染色

分散/直接混纺染料的染色流程见图 3.2。

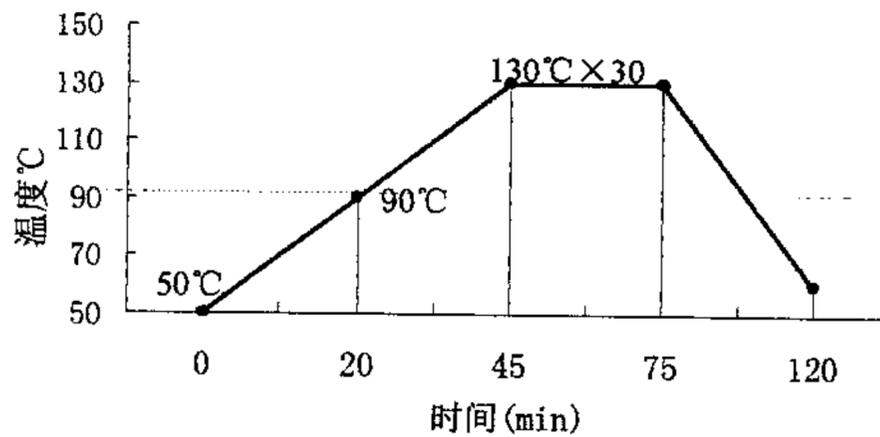


图3.2 分散/混纺染料染色工艺曲线

3.5.8 低聚物的提取

(1) 织物放在烘箱中 110°C 烘 1 小时，取出后冷却 30 分钟，精确称重，直到恒重。

(2) 将织物剪碎后放入脂肪萃取器中，以 40 毫升 1,4-二氧六环作回流萃取溶剂，加热沸腾回流 6 个小时。

(3) 将萃取所得的溶液蒸馏浓缩，浓缩后的残留物转移到已恒重的称量瓶中，用少量 1,4-二氧六环洗涤，蒸发掉溶剂后，烘至恒重。

3.5.9 薄层色谱法检验提取的低聚物

(1) 制作薄板

取硅胶 60G 6 克，放于瓷研钵中，用 10 毫升蒸馏水调浆，再加 8 毫升蒸馏水调匀。调匀后，倾倒在干净的玻璃板上。不断摇动玻璃板，使硅胶分布均匀。动作要迅速，整个过程在 4 分钟内完成。

(2) 溶解提取物

按 1:1 体积比配制苯酚和四氯乙烷溶液，用于溶解提取物，提取物的浓度约为 5%。将溶液点在玻璃板上，放到 100°C 烘箱中，烘到苯酚的气味散失。

(3) 配制展开剂

氯仿与乙醚按 9:1 的比例，配 100 毫升溶液做展开剂。

(4) 展开、显色

将玻璃板放到装有展开剂的层析缸中，展开约 30 分。然后放到碘蒸汽室中显色。

3.5.10 耐洗色牢度测试

测试仪器：SW-12AII 耐洗色牢度实验机

参照标准：GB/T 3921. (1-5) -1997 方法 3。

3.5.11 摩擦色牢度测试

测试仪器：Y (B) 571II 预置式色牢度摩擦仪

参照标准：GB/T 3920-1997

3.5.12 耐汗渍色牢度测试

测试仪器：YG (B) 631 汗渍色牢度仪

参照标准：GB/T 3922-1995

3.5.13 耐光色牢度测试

测试仪器：CI3000+日晒气候牢度仪

参照标准：GB730-86

4 结果与讨论

4.1 织造对织物染色均匀性的影响

将有染色疵病的印染布按方法 3.5.1 及 3.5.3 分析纤维组成成分。由于织物经过定型柔软整理，含有油剂的量比较多，且染有颜色，在定量测定涤棉的混纺比前，必须先按如下方法去除油剂及染料：

特效去油灵 5g/l，浴比 1: 30，室温浸渍 30 分钟。

纯碱 50g/l，保险粉 10g/l，130℃处理 30min。

浅色纱线的红外图谱中，在 3374 cm^{-1} 附近有 OH 键的伸缩振动，在 1429 cm^{-1} 为 CH_2 的弯曲振动，在 1060 cm^{-1} 两侧有五个连续的小吸收峰，是 C-O-C 的伸缩振动，也是棉的特征吸收峰，说明是棉。深色纱线的 1712 cm^{-1} 处为 C=O 的伸缩振动， 1240 cm^{-1} 处为 C-O-C 的伸缩振动， 726 cm^{-1} 为苯环 CH 的面外弯曲振动，同涤纶的特征吸收峰。由于不能将织物上的染料完全去除，染料分子对红外吸收略有影响，使波峰有偏移，然而不影响对纤维种类的判断。经过与图库中纤维标准红外图谱对照，织物纬向为涤与棉，红外谱图见附图 4.1-附图 4.4。涤纱与棉纱按照 1: 1 排列而成。

经向全为涤/棉混纺纱。根据 3.5.1 用酸溶解法测得涤棉混纺比为：67.32: 32.68。

用织物密度镜数织物得色正常部位与疵病部位每 10 厘米内的纱线根数。测得正常部位和疵病部位，经向均为 470 根/10cm，纬向均为 360 根/10cm。疵病部位与正常部位完全一致，不存在密度差异。织物各部位纱支均匀，没有条干不匀、错纬等纱疵。织物的得色不匀不是纺织疵病引起。

4.2 织物上浆料成分分析及含量的测定

本课题所用的实验材料是白坯布，按 3.5.4 确定坯布上所含的浆料种类。

剪碎织物后高温水煮，过滤，滤液遇碘呈紫兰色，有淀粉；遇碘和硼酸液呈深绿色，说明有聚乙烯醇；加入盐酸，饱和食盐水及氢氧化钠后，剧烈震荡出现白色絮状，说明有聚丙烯酸酯；加 10%氯化钡没有胶状沉淀，即没有海藻酸钠；在中性条件下加 10%硫酸铜和 2N 盐酸，没有胶絮或沉淀，说明没有羧甲基纤维素。

因此，本项目所用织物上的浆料有淀粉、聚乙烯醇、聚丙烯酸酯三种。测定淀粉及聚乙烯醇的含浆率。

(1)测得最大吸收波长，淀粉 $\lambda_{\max}=565\text{nm}$,PVA $\lambda_{\max}=650\text{nm}$ 。

(2)淀粉及 PVA 的工作曲线见附图 4.5 及附图 4.6。

(3)含量的测定

测得溶液的吸光度，在工作曲线上对应出淀粉或 PVA 的浓度，换算得到质量后，便可求出织物上的含浆率。

表 4.2 淀粉与聚乙烯醇含量

	淀粉	聚乙烯醇
绝干织物重 g	2.1767	2.2405
吸光度	0.263	0.317
含浆率%	2.14	1.15

淀粉浓度： $0.263/14.108 \times 1000 = 18.64$ ($y=14.108x$)

聚乙烯醇浓度： $0.317 \times 16.188 \times 2.012 = 10.3247$ ($y=16.188x \times 2.012$)

含浆率 = 浆料浓度 $\times 50 \times 0.25 \times 10^{-3} / 5 / W_{\text{织物}} \times 100\%$

含淀粉较多,采用热碱退浆法。

4.3 前处理均匀程度对染色产品的影响

在退浆、减量、减量后清洗、加酸中和等几个前处理步骤中，每一步骤处理两块织物，其中一块均匀，另一块不均匀，处理后的织物在完全相同的条件下染色。

染色后，取出织物先用热水洗，以去除尚未固着于纤维的活性染料，再用冷水洗涤，进一步去除表面浮色。然后皂煮、洗涤、烘干。试样沿经向折叠 6 层，用测色配色仪测试，每块织物至少取 10 个点，然后取平均值，测得数据如表 4.3、表 4.4。

表 4.3 分散染料染色后试样的染色特征值

420	DE	L*	a*	b*	$\Delta K/S$
标样		85.15	4.62	38.79	1.5666
1	0.376	85.218	4.586	38.739	0.0152
2	1.061	84.748	5.317	40.028	0.1134
3	1.222	84.599	5.342	40.321	0.1740
4	0.686	84.842	5.03	39.359	0.0549
5	1.657	84.629	5.677	40.982	0.2258
6	0.867	84.668	5.118	39.521	0.0873

表 4.4 活性染料染色后试样的染色特征值

410	DE	L*	a*	b*	$\Delta K/S$
标样		82.62	9.96	48.33	2.4031
1	0.479	82.697	10.131	48.456	0.0036
2	1.214	82.396	10.875	50.04	0.1789
3	1.412	82.016	10.937	50.249	0.2727
4	1.342	82.138	10.927	50.195	0.2215
5	0.631	82.641	10.461	48.641	0.0062
6	1.369	82.035	11.003	49.957	0.1767

注：1-均匀染色 2-退浆不匀 3-减量不匀 4-减量后不净洗 5-局部滴加浓酸 6-局部滴加酸化的减量残液

由表 4.3 可知，织物经受不均匀的前处理，在染分散染料后能反映出来。织物处理不均匀，则色差大，明度值 L*、a*、b*及表观色深值 K/S 都与标样有很大的差异。继续染活性染料后，结果如表 4.4，有同样的规律。按纺织品颜色和色差的评定标准 GB8424-87，不均匀处理的织物色差只能达到 4 级。工厂的大批生产中，织物的运转速度更快，相互挤压作用大，加上机缸喷嘴的作用力等因素，颜色的差异可能更严重。因此，前处理的不均匀是导致染色不匀的重大因素。

表 4.5 前处理对分散/混纺染料染色试样的影响

420	L*	a*	b*	DE	ΔK/S
标样	83.6600	5.7100	44.220		2.0607
1	83.9675	5.7925	44.2525	0.6950	0.0441
2	84.2425	5.6575	43.3825	0.7800	0.1702
3	84.0125	5.4525	43.0225	0.8400	0.1412
4	83.8875	5.5275	43.3175	0.5725	0.1029
5	84.0725	5.2450	42.4825	1.0525	0.1757
6	84.2475	5.6625	42.6175	1.0175	0.2256
7	83.7025	5.6800	43.9900	0.2650	0.0252

如表 4.5 所示，在分散/混纺染料染涤/棉时，前处理不匀所得的值与标样差异很大，这点与上面的分析一致。

4.4 不同前处理对纤维的影响分析

4.4.1 染色配方的确定

涤与棉需用不同的染料染色，如果采用不同色调的染料，由于涤或棉都不可避免地会沾染其它染料，使染色后的色光发生变化，则不仅人眼目视比较染色样品时有困难，用仪器测色时也不容易得到准确的数值。因此用分散染料和直接混纺染料或活性染料对涤/棉做颜色匹配实验，使两种纤维获得几乎同一的颜色效果。经过打样确定适合本实验所用织物的染色配方如下：

配方一 （分散/活性染色流程见图 3.1）

分散染色：	分散黄 RGFL(100%)	0.12%(o.w.f)
	高温高压匀染剂	1g/l
	HAc 调节 pH	4-5
活性染色：	活性黄 FN-2R	0.09% (o.w.f)
	元明粉	20g/l
	纯碱	10g/l
皂煮：	净洗剂 209	2g/l

配方二 (分散/直接混纺染料见图 3.2)

分散黄 RGFL (100%)	0.12% (o.w.f)
直接混纺黄 D-3RNL	0.09% (o.w.f)
高温高压匀染剂	1g/l
HAc 调节 pH	4-5

4.4.2 烧毛对织物染色均匀性的影响

为了比较烧毛均匀性对织物的影响, 本实验采用如下流程: 退浆 → 烧毛 → 减量 → 染分散 → 还原清洗 → 染活性 → 皂煮 → 烘干

工厂用气体烧毛机对涤棉织物烧毛, 根据织物或客户要求的不同, 安排在退浆之前, 或退浆后或染色后进行。机器烧毛时的火焰温度为 700℃-900℃左右, 酒精喷灯的外焰温度可达到 800℃以上, 后者用作本实验烧毛的火源。烧毛次数为两正两反, 烧毛后, 在 10×10 倍的显微镜视野中观察, 发现在单根纤维的中间或末端, 退浆不匀织物的纱线空隙大小不一, 而均匀退浆并烧毛的织物纱线间隙清爽。染色后的织物测其 K/S 值等, 结果见表 4.6。

表 4.6 烧毛后织物染色的特征值

420	L*	a*	b*	DE	Δ K/S
	83.05	9.27	47.23		2.0062
1	83.405	8.791	46.931	0.685	0.0451
2	83.467	9.168	47.290	0.536	0.0205
3	83.528	9.037	46.914	0.669	0.0556
4	83.078	9.155	46.943	0.287	0.0013
5	83.040	8.707	46.612	0.656	0.0182
6	83.471	8.703	46.213	0.876	0.0975
7	83.301	8.933	47.181	0.546	0.0216
8	82.751	9.088	46.383	0.686	0.0103
9	83.202	9.117	47.223	0.343	0.0036

注: 1-退浆不匀 2-退浆、烧毛不匀 3-烧毛不匀 4-烧毛均匀 5-减量不匀 6-减量后不净
7-滴加局部浓酸 8-局部滴加酸化后减量残液 9-均匀处理

如果烧毛均匀的话，对织物的影响不大，但若前面的退浆不匀，就会有较大的影响。对比表中的数据可以看出，如退浆不匀则产生的色差更为明显。这是因为：退浆不匀后的织物，有的部位干净，有的部位含有浆料、棉籽壳等杂质，在烧毛时，浆料会熔融沾附于织物上，使表面的绒毛不易烧着，或烧毛后被包覆于熔融体中，这些熔融体不能完全被水除去，或者洗除后，里面包含的绒毛露出来，在染色中着色，从而引起染色不均匀。

由于没有专门的实验室烧毛设备，对实验中所有的织物进行烧毛存在困难，因此除本小节实验外，本项目中的织物都不烧毛。

4.4.3 丝光对织物染色均匀性的影响

工厂采用布铗丝光机对织物丝光，工艺如下：

退浆→丝光→减量→染分散染料→还原清洗→染活性染料→皂煮→烘干

用不锈钢架固定织物，经向、纬向都旋紧，相当于施加了张力。丝光工艺为：NaOH 230g/l；室温（25℃）；50s。浸渍完毕，在流水中冲洗2分钟，取下织物漂于大缸清水中。结果见表4.7。

表 4.7 丝光处理织物染色的特征值

420	L*	a*	b*	DE	ΔK/S
	84.24	8.31	45.93		1.912
1	83.982	8.128	45.616	0.463	0.0100
2	84.292	7.762	44.771	0.862	0.1086
3	83.925	7.468	44.555	1.272	0.0583
4	83.911	7.926	45.458	0.689	0.0168
5	83.939	7.912	45.641	0.634	0.0182
6	83.81	7.435	45.269	1.163	0.0163

注：1-均匀处理 2-丝光不匀 3-减量不匀 4-减量后不净洗 5-局部加浓酸 6-局部滴加酸性减量残液

如表4.7所示，丝光不均匀，引起织物的L*、a*、b*变化很大，色差及K/S值的差异变大。可见，丝光是影响染色质量的重

要工序，实际操作中一定要保证均匀性。

丝光需要大块织物，由于不经过丝光的织物也会产生本文绪论部分所述的疵病，为了全面研究前处理中各因素的影响，其它部分不丝光。

4.4.4 分散/活性染料两浴法染色样品

当涤/棉织物采用分散/活性染料两浴法染色时，退浆、减量、净洗对染色产品的影响大小见表 4.8。

表 4.8 分散/活性染料两浴法染色样品的色差

420	L*	a*	b*	DE	ΔK/S
	82.3600	10.1800	49.8200		2.5284
1	82.3825	11.0550	50.3725	1.0025	0.0381
2	82.3700	11.4925	50.1425	1.3575	0.1709
3	82.3700	10.9300	50.1200	0.9400	0.0454
4	82.3975	10.8900	50.0050	0.7550	0.2107
5	82.1000	10.3775	49.9200	0.4175	0.1904
7	82.5075	10.2475	49.2600	0.7725	0.0220
6	82.3033	10.5200	50.2900	0.5900	0.1897

注：1-退浆不匀 2-减量不匀 3-减量后不净洗 4-局部加浓酸 5-滴加减量残

6-残液加酸后滴加到织物上 7-均匀处理

影响显著的因素有：减量不均匀、减量后局部滴加浓酸、减量的残液加酸后滴到织物上。

以上几因素无一例外都关系到涤纶中所含低聚物的分布。

减量不均匀使得减量大的部位的纤维凹坑多，纱支细，易于上染更多染料，但是脱落下来的涤或棉纤维，以及从涤纶中溶解出的低聚物，沾附、聚集在织物的表面。如果不做净洗，碱液作用多的部位比碱液作用少的地方有更多的低聚物，在以后的酸性环境中，低聚物转变为不溶状态，沉积在织物上。低聚物也能吸附分散染料，并且由于其分子小，结构松散，比大分子更快吸附，更早到达饱和，从而引起色差。

实验更能证明上述推断。减量后的残液中含有溶解的低聚物，滴加醋酸同时振荡，出现白色浑浊，并且很快消失。滴加到溶液的 pH 值为 5.5 左右时，出现的白色浑浊不再消失，随醋酸的加入而增加。放置一段时间后，烧杯底部形成一层细腻的白色沉积物。过滤无法得到该沉积物。加碱后沉积物消失，估计该沉积物是低聚物与溶液中极细的纤维分解产物的混合物。将该白色浑浊物滴加到织物表面，也就相当于未洗净表面含大量减量后溶液的织物加酸中和，织物上的低聚物变为不溶，影响染色加工。

4.4.5 分散/直接混纺一浴法染色

采用分散/直接混纺的染色工艺时，前处理的影响如表 4.2。

可见，用分散染料与直接混纺染料一浴法进行染色时，存在着相似的情况。低聚物影响着织物的染色均匀状况。

4.4.6 织物中低聚物的提取

用 1, 4-二氧六环做溶剂，按 3.5.7 提取减量并净洗后的织物上低聚物含量为 0.53%。

用硅胶 60G 作成薄板，做薄层色谱，以检验是否为单一物质。低聚物在薄板上展开到 7 公分处不再上升，斑点不很明显，将展开的薄板放在碘蒸汽室中显色，只有一个斑点，说明只有一种物质。即提取到的低聚物是单一组成物质。

4.5 改变前处理及染色条件以改善染色均匀性

4.5.1 提高退浆均匀性以控制成品色差

如表 4.2、表 4.8 所示，织物不烧毛时，退浆不均匀对染色的影响较小。其原因是：退浆之后便是减量程序，碱减量实质是又一次“退浆”，只是条件更为剧烈。低温下受碱的作用较和缓，因而浆料及杂质去除不充分的部分，在 130℃ 高温的剧烈条件下，可以与碱充分地作用，部分抵消了退浆不匀的负面影响。如果退浆后烧毛，则退浆程度轻的，浆料含量多（烧毛对染色的影响前面已经提到）。

控制退浆织物的均匀性，对于退浆后烧毛的织物尤其重要。

淀粉遇碘显色。退浆后的织物浸于稀碘液中，若布面呈现深浅不一的蓝色，说明退浆不均匀，织物上残留浆料多。退浆严重不匀的织物，应在烧毛前重新退浆一次。

用吸光度法测定退浆后及减量后的织物上的淀粉及聚乙烯醇含量，即知道每种浆料的退除情况。结果如表 4.10。

表 4.10 淀粉与聚乙烯醇的退浆率

	淀粉		聚乙烯醇	
	退浆后	减量后	退浆后	减量后
干布重	2.2232	2.1151	2.6211	2.3428
吸光度	0.013	0.007	0.038	0.008
退浆率%	95.06	97.34	88.01	97.48

从表 4.10 可以看出，经碱退浆后，淀粉基本上退除，经过碱减量后，退浆率高达 97.34%。PVA 在碱减量后，退净程度也能达到 97.48%。

4.5.2 改变前处理工艺及齐聚物含量的比较

(1) 双氧水的浸渍法工艺

采用双氧水浸渍工艺试验，工艺曲线如图 4.1。

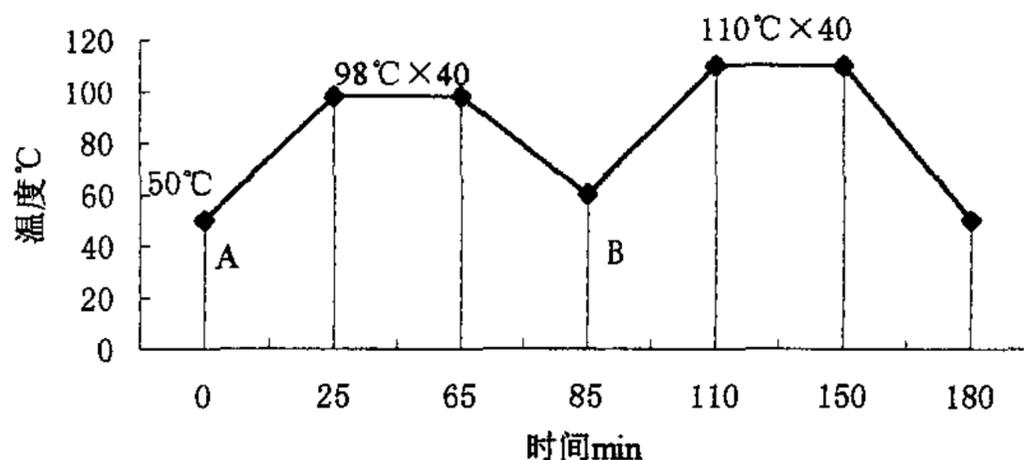


图4.1 双氧水浸渍前处理的工艺曲线

A 退煮 NaOH 0.3g/l
Na₂SiO₃ 1.5g/l

	H ₂ O ₂	6%
B 减量	NaOH	10g/l
	SN	0.5g/l

(2)双氧水的冷轧堆工艺

轧退浆液→打卷堆置 3 小时→热水洗涤→轧煮练液→汽蒸→减量→洗涤(两浸两轧, 轧余率 90%)

退浆液	NaOH	5g/l
	JFC	1.5g/l
煮练液	NaOH	17g/l
	H ₂ O ₂	10g/l
	JFC	6g/l
	Na ₂ SiO ₃	10g/l

汽蒸: 100℃, 30min

(3) 增加碱洗涤

减量后的织物用 pH=10.5 的热碱洗涤。

(4) 低聚物含量的比较

提取并检验低聚物的方法如前, 各方法前处理后的低聚物含量比较如表 11。

表 4.11 改变前处理方法后的低聚物含量

	(1)	(2)	(3)
低聚物含量 (o.w.f)	0.47	0.33	0.50

采用双氧水的浸轧法中所含的低聚物为 0.33, 低于其它方法, 这可能是因为: 织物浸轧碱液后, 在汽蒸过程中, 低聚物的溶解度增大, 与织物的粘着变松并发生部分迁移, 在后续的减量中就容易去除。

4.5.3 分散/活性染料中性一浴法染色

在中性条件下, 低聚物可大部分溶解在热水中, 尝试在中性条件下对纤维染色, 并且一浴染分散和活性 (采用适合于中性染色而提供的染料及缓冲剂)。

染色工艺曲线如图 4.5:

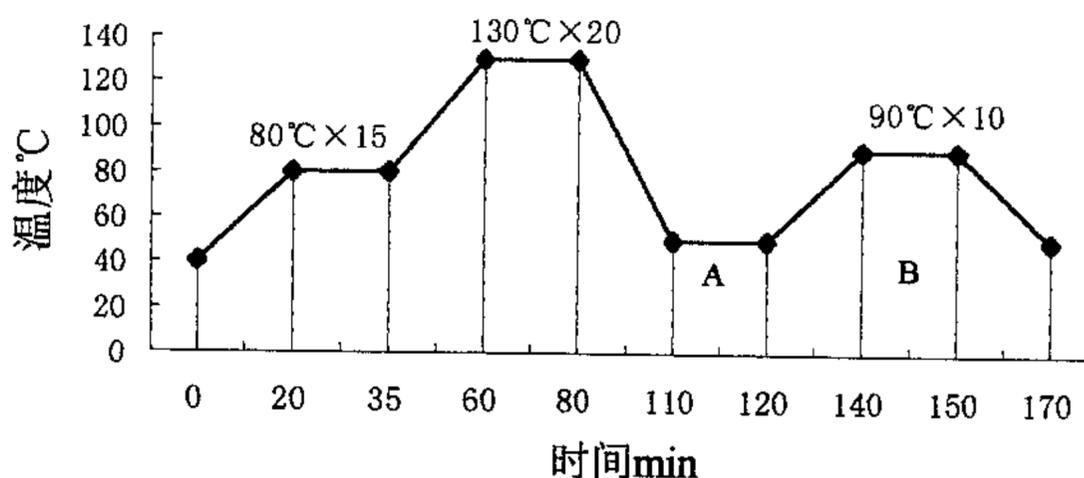


图4.5 分散/活性中性一浴染色法升温曲线

注:A-降温水洗 B-皂煮

始染时加入分散及活性染料、Kayaku Buffer P-7 1g/l、元明粉、分散匀染剂。测试结果见表 4.12。

表 4.12 分散/活性染料中性一浴染色样品的色差比较

520	L*	a*	b*	DE	ΔK/S
	70.12	40.86	-3.8		1.1344
1	70.418	41.673	-3.473	1.083	0.0003
2	70.207	40.561	-3.745	0.396	0.0114
3	70.112	42.193	-3.427	1.530	0.0391
4	73.417	37.155	-3.624	5.086	0.3198
5	71.971	39.415	-3.873	2.428	0.1810
6	70.185	40.895	-3.703	0.378	0.0001

注: 1-退浆不匀 2-减量不匀 3-减量后不净洗 4-局部浓酸 5-局部滴加酸性残液 6-均匀

如表 4.12 所示,在中性条件下同时染分散和活性,由于退浆、减量不匀及减量后洗涤不匀造成染色不匀的影响比较小,但局部酸性过大则会引起较大的颜色误差,其变色等级甚至在三级以下。

中性一浴法有助于改善前处理不匀引起的染色不匀问题。如果按要求严格操作,采用如东棉化药开发的中性一浴染色专用的分散、活性染料和助剂,实际生产中可以进行中性一浴法染色。

然而，用水清洗不净时，加醋酸以使溶液呈中性，若发生操作上的失误，致使局部酸性过强，则会引起较大色差。因此，在实际生产中若不严格遵守操作规程，就缺乏安全性，容易产生缸差。

4.5.4 分散/活性染料碱性一浴法

前处理均在碱性环境，若能在碱性条件下染色是很大的改进。工艺方法已有很多的研究，也有许多公司开发了系列染料用于碱性条件染色。但对于工厂来说，用的最多的是国产分散染料，目前工厂的大量配方都由国产染料组成。国产分散染料在碱性环境中的色光及得色量同常规酸性染色的可能有差异，对染色织物的牢度影响的趋势不同，因此，需要进行比较。

对分散染料而言，主要是其耐碱性问题。活性染料则应在高温下具有比水解反应速率大的固色反应速率。

本项目选用碳酸钠、碳酸氢钠组成的缓冲溶液调节 pH 在 9.5 左右，使用染色配方如下：

分散黄 AC-E	0.12%
Cibacron yellow LS-R	0.09%
元明粉	40g/l
Na ₂ CO ₃	1.5g/l
NaHCO ₃	2g/l

染色工艺同图 3.1 的涤纶染色及皂煮。染色特征值如表 4.13。

表 4.13 碱性一浴染色织物的染色特征值

430	L*	a*	b*	DE	ΔK/S
	86.66	1.69	49.04		1.463
4	87.299	1.457	49.62	0.961	0.0207
3	87.27	1.872	50.807	1.316	0.0475
2	87.035	2.272	50.347	1.063	0.0393
1	86.557	2.013	49.594	0.503	0.0430
5	86.914	1.988	49.701	0.636	0.0127

注：1-退浆不匀 2-减量不匀 3-减量后不净洗 4-局部滴加残液 5-均匀

从表 4.13 可知，同中性一浴法染分散、活性染料一样，退浆、减量中的不均匀，在碱性法染色中得到一定的遮盖。其原因：在高温碱性条件下，低聚物的溶解度大大增加，且碱性环境可以起到继续精炼的作用，去除未除净的浆料或杂质。使染色较为均匀。

从解决前处理导致的染色疵病的角度看，碱性一浴染色是最佳的。

4.5.5 碱性一浴染色中元明粉的影响

均匀前处理后的织物，在碱性浴分别上染分散黄 AC-E 和 Cibacron yellow LS-R，得到不同浓度元明粉对织物 K/S 值的影响，见图 4.6。

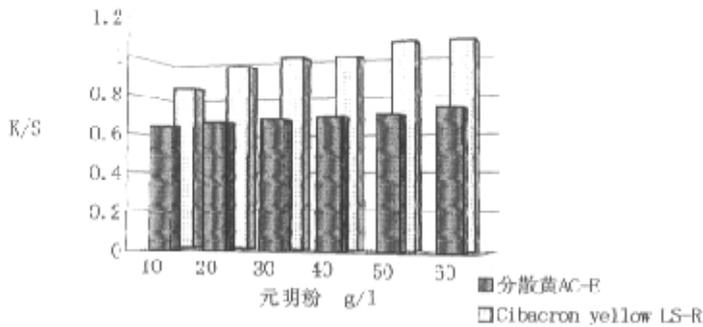


图4.6 元明粉对染料上染的影响

从图 4.6 中可以看出：

(1)对活性染料的影响。元明粉的增加对活性染料影响较大。10g/l 的用量比较少，继续增加元明粉用量，30-50g/l 有明显增加，50g/l 后增大的幅度较小。说明活性染料的上染增加并非与元明粉用量呈线性关系，元明粉用量在 30-50g/l 之间染料上染增加比较大。

(2)对分散染料上染的影响。随元明粉的加入，K/S 值略有增加。其原因是：商业分散染料含有添加物，往往为阴离子添加物，使原本中性的染料呈阴离子性。元明粉分布在纤维表面，由于电

荷屏蔽的作用，一方面降低带负电荷的纤维之间的斥力，以及纤维与染料间的斥力，起到促染的作用。另一方面，碱性溶液降低了分散剂的水化能力使分散染料容易聚集，降低了分散稳定性和匀染性、固色率。两种作用综合表现为，元明粉对涤纶有一定的促染作用。

综上所述，元明粉的大量加入有利于增加分散染料和活性染料的上染，织物的表面色深值增大，按 3.5.10-12 测试，增加元明粉对染色主要色牢度没有影响(见附表 4.3)。元明粉用量为 30g/l 后上染到纤维的染料增幅变小，选择元明粉的用量在 30g/l 或以上。

4.6 碱性浴染色对分散染料染色性能的影响

织物经过完全相同的前处理后，用 12 种分散染料分别在碱性和酸性染液中染色。

比较碱性条件下染色织物的 K/S 值与酸性条件下染色织物的 K/S 值。在各波长下的 K/S 值绘成曲线见图 4.7 到图 4.18 (染料浓度为 0.12%(o.w.f))。

注：所用染料是分散橙 SE-3RL 76[#] 200%、分散紫 BNL 300%、分散橙 25[#]、分散红 GS 153[#]、分散蓝 165[#] 200%、分散蓝 EX-SF 300%、分散红 SE-GFL 73[#] 200%、分散红 S-BWFL 74[#]100%、分散红 177[#]、分散黑 S-2BL100%、分散灰 S-BL、分散蓝 HGL 79[#]。

4.6.1 对色光的影响

从图 4.7 到图 4.18 可以看出：

(1) 酸、碱性染色时，最大吸收波长完全一致的染料有：分散橙 SE-3RL、分散紫 BNL、分散橙 25[#]、分散红 GS、分散蓝 165[#]、分散蓝 EX-SF、分散红 73[#]、分散红 74[#]。

这些染料有偶氮结构的如分散红 74[#]，分散橙 25[#]，也有蒽醌结构的如分散紫 BNL。

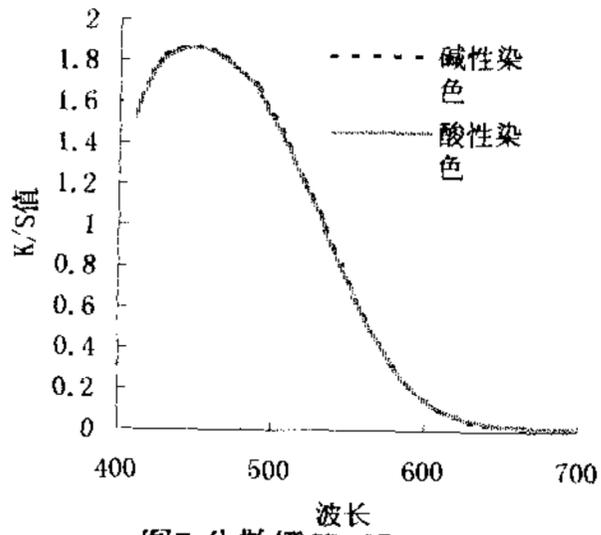


图7 分散橙SE-3RL 76#

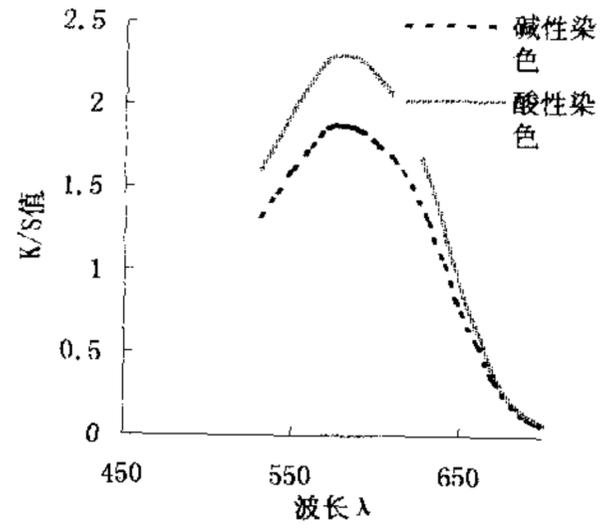


图8 分散紫BNL 300%

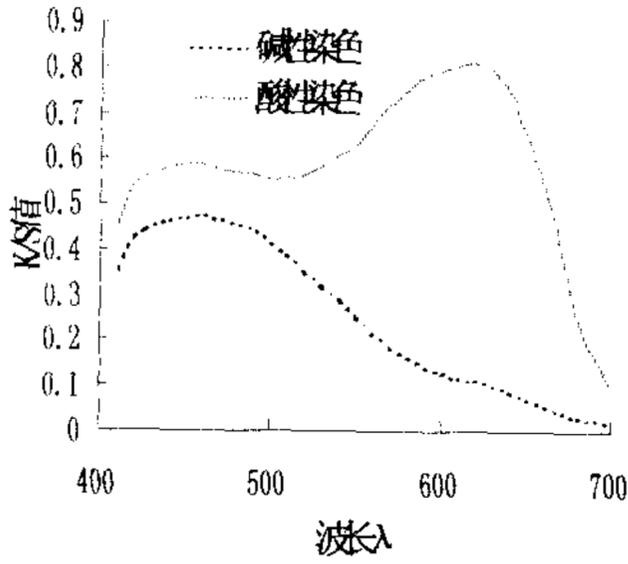


图9 分散橙2BL

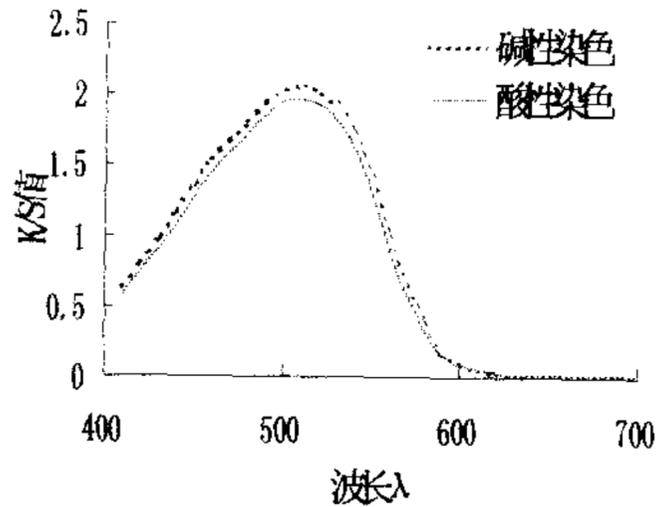


图10 分散橙KS

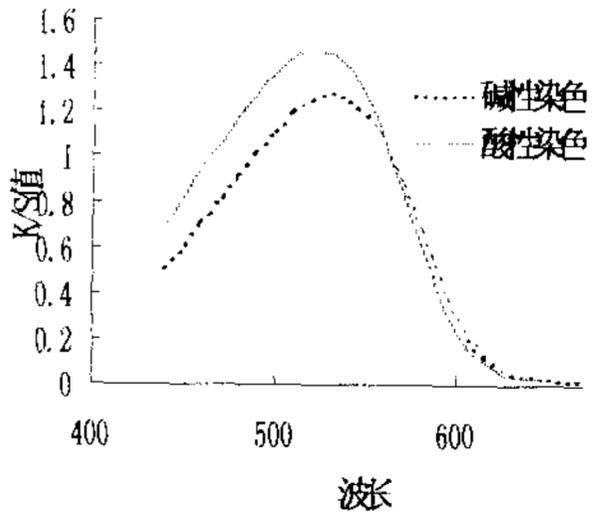


图11 分散红D77#

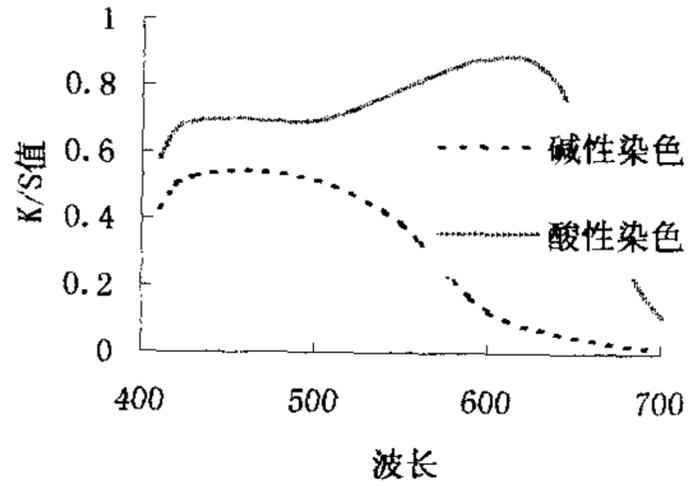


图12 分散灰S-BL

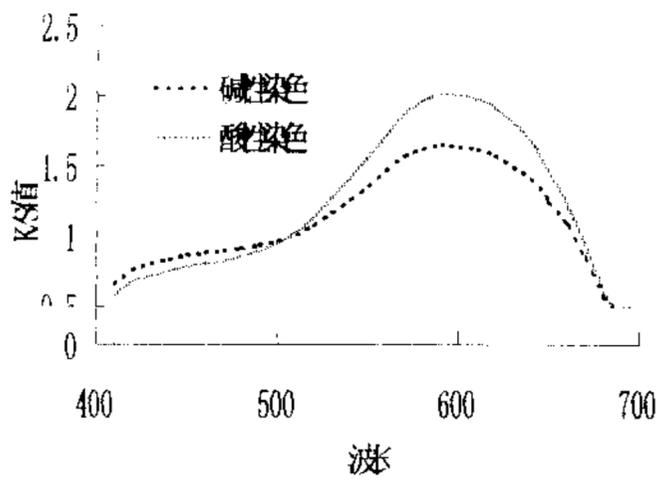


图3 分散蓝65#

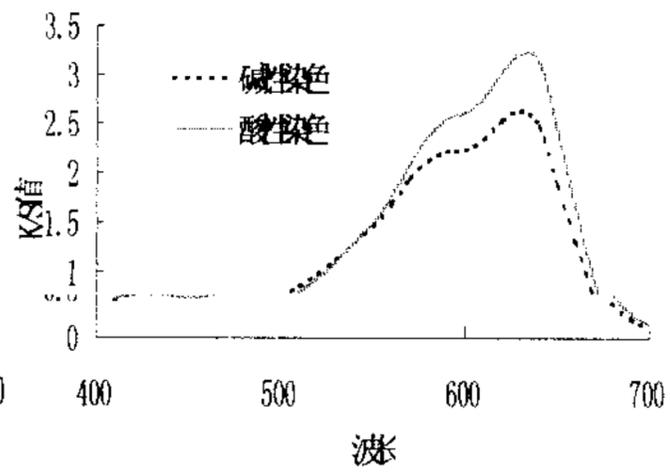


图4 分散蓝69#

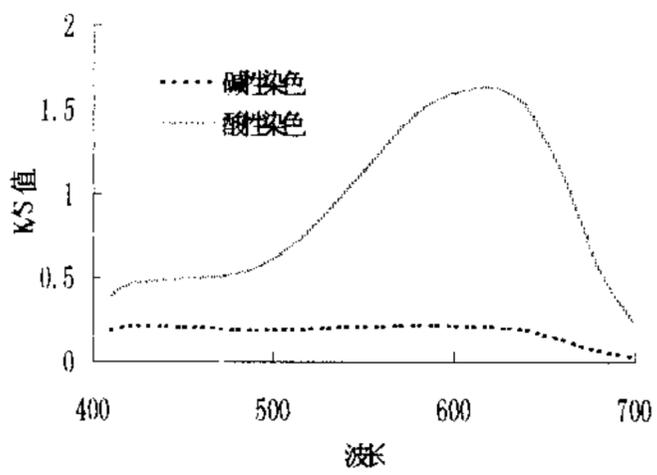


图5 分散蓝73#

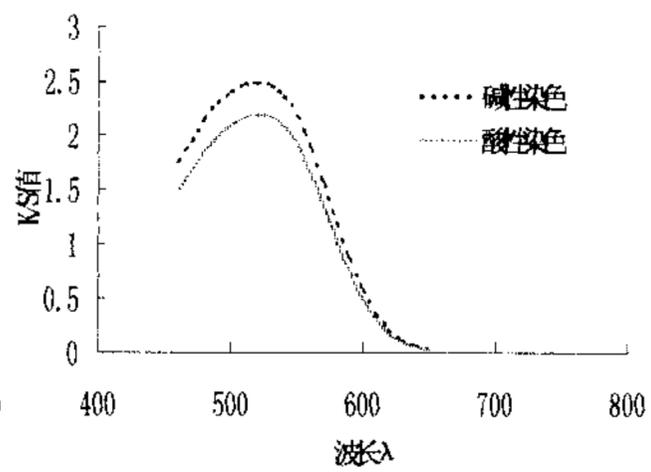


图6 分散蓝73#

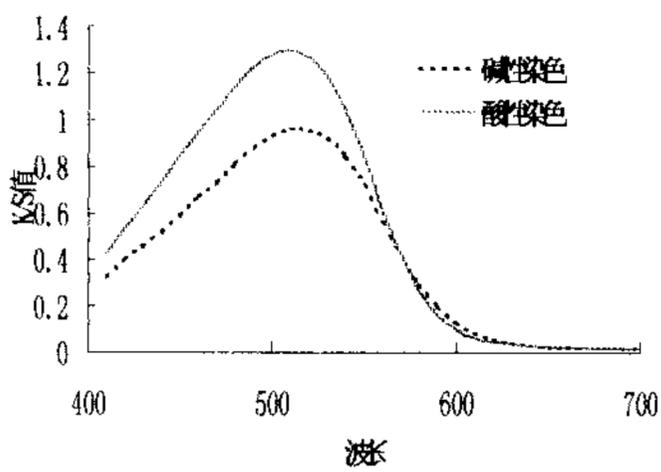


图7 分散蓝74#

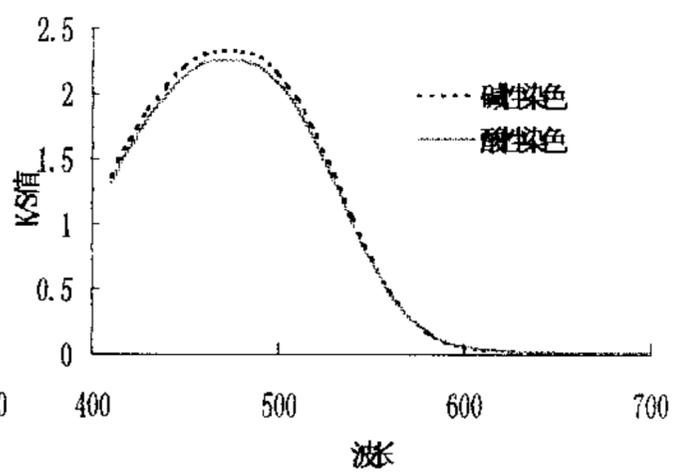
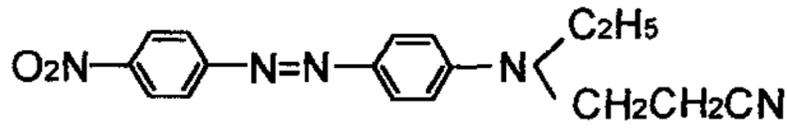
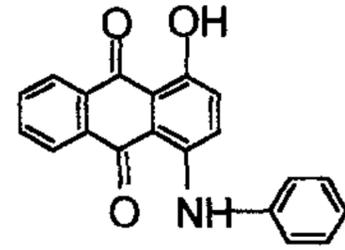


图8 分散蓝5#

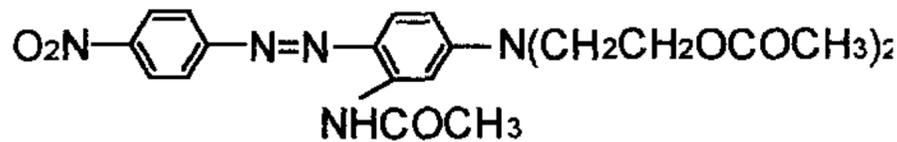
部分染料的结构如下所示：



分散红 74[#]



分散紫 BNL

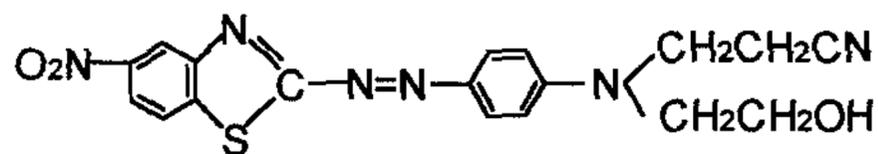


分散橙 25[#]

在不同波长下，碱性染色与酸性染色的 K/S 曲线几乎完全吻合的染料有分散橙 SE-3RL 76[#] 200%、分散橙 25[#]、分散红 GS153[#]。

如上面三种染料结构式所示，重氮组份对染料的色光影响非常大，重氮组份上不含有在碱性水溶液中易于水解或电离的基团时，且偶合组份不含或仅含有一个轻微电离的基团，在 pH 为 9.5 的弱碱性染液中，染料的水解、电离反应比较轻微，对色光没有影响。

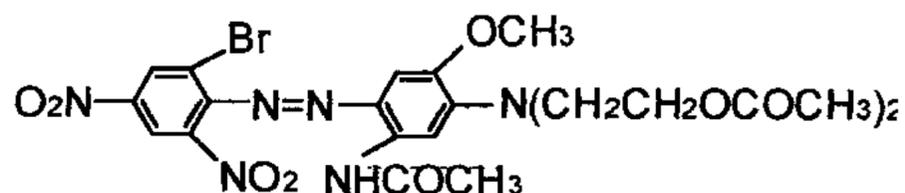
(2) 最大吸收波长略有变化（约 10nm），如分散红 177[#]



分散红 177[#]偶合组份氨基上含有一个可电离基团和一个可水解基团，在碱性溶液中，分别发生电离和水解。氰基水解成为羧基，羟基电离，使偶合组分的供电性增强，使最大吸收波长向长波略有移动。

(3) 色光完全不同，且在可见光区吸收强度大大降低：分散黑 S-2BL 100%、分散灰 S-BL、分散蓝 HGL 79[#] (分散蓝的结构式如下)：

分散蓝 HGL 79[#]



分散蓝 79[#]不耐碱，其原因可能是：氨基部分在 pH 值不高的热碱液中即水解成醇羟基，染料的溶解性大大增加，不能染着于涤纶纤维。分散黑 S-2BL 由分散蓝 79[#]、分散大红 HBGL 及分散黄棕 H2RL 组成，碱性染色时，较低波长处的吸收曲线变化不大，而属于蓝色波长处则吸收极低(图 9)，也说明分散蓝几乎完全不能上染。分散灰 S-BL 的组成不清楚，从碱性染色与酸性染色 K/S 值的曲线图看，并与分散黑比较，可能是几种染料的混合物，并且含有分散蓝 79[#]。

4.6.2 对得色量的影响

碱性染色与酸性染色的色光相同或相似的染料中，得色量的变化情况如下：

(1) 碱性染色时得色量提高的有分散橙 SE-3RL 76[#]、分散橙 25[#]、分散红 GS 153[#]、分散红 SE-GFL 73[#]。

(2) 碱性染色时得色量下降的有分散红 177[#]、分散蓝 165[#]、分散红 S-BWFL 74[#]、分散紫 BNL、分散蓝 EX-SF。

4.6.3 碱性条件下的移染率

经过相同前处理的织物分别在酸性和碱性条件下染色、清洗，再在不加染料的染色溶液中与前处理后的织物同浴染相同时间，清洗、烘干，测试染色织物此时的 K/S_1 值及原白色织物的 K/S_2 值。移染率 = $(K/S_2)/(K/S_1)$ ，移染率表征分散染料匀染性的好坏，移染率越高，染料的匀染性能越好。碱性条件下的移染率与酸性条件下的对比如表 4.14。

表 4.14 分散染料在不同 pH 值染色的移染率

染料	移染率	酸性 (pH=4.50)	碱性 (pH=9.58)
分散橙 SE-3RL		0.050	0.046
分散紫 BNL		0.313	0.194
分散橙 25 [#]		0.586	0.740
分散红 153 [#]		0.316	0.340
分散红 177 [#]		0.583	0.428
分散蓝 165 [#]		0.165	0.107
分散蓝 EX-SF		0.299	0.107
分散红 SE-GFL		0.401	0.365
分散红 S-BWFL		0.271	0.330

从表 4.14 看出:

(1) 移染性有改善的染料有分散橙 25[#]、分散红 153[#]、分散红 74[#]。

(2) 移染性降低的染料有分散紫 BNL、分散橙 76[#]、分散红 177[#]、分散蓝 165[#]、分散蓝 EX-SF、分散红 SE-GFL 73[#]。

许多分散染料在碱性浴中, 移染性不如常规酸性染色好, 这可能是因为: 如前面分析, 相对于酸性条件, 分散染料在碱性条件下比较容易聚集, 上染到纤维后, 分子比较大, 不容易在纤维之间迁移。

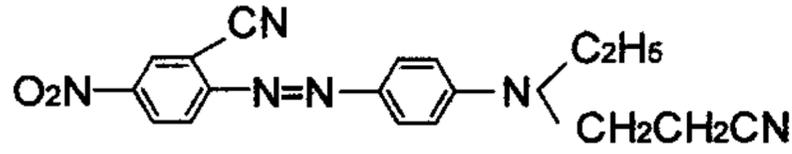
4.6.4 对染色牢度的影响

按 3.5.10-3.5.13 测试染料色牢度(染色浓度均为 0.12%), 测得结果见表 4.15。

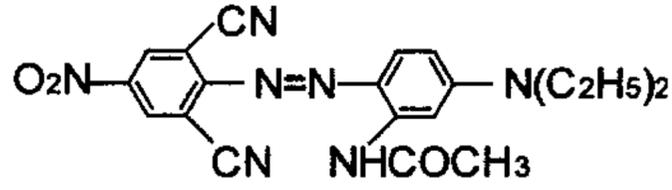
表 4.15 分散染料在不同条件下染色试样的主要染色牢度

分散染料	牢度	耐光色牢度	酸性汗渍牢度			碱性汗渍牢度			干摩	湿摩	耐洗色牢度		
			涤	棉	变	涤	棉	变			涤	棉	变
橙 76 [†]	酸	>4	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5	4-5 ⁻	4-5 ⁺	4-5	4-5
	碱	>4	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺
紫	酸	3-4 ⁺	4-5 ⁻	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4	4-5 ⁺	4-5	4-5 ⁺	4-5	4
BNL	碱	3-4	4-5 ⁺	4-5	3-4	4-5	4-5	4	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5-	4
橙	酸	4	4-5 ⁻	4-5	4	4-5 ⁺	4-5	4	4-5	4-5 ⁻	4-5 ⁺	4-5	4
25 [#]	碱	4	4-5	4-5	4	4-5 ⁺	4-5	4	4-5 ⁻	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4
红	酸	≥4	4-5	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4	4-5	4-5 ⁻	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺
153 [#]	碱	≥4	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	3-4 ⁺	4-5	4-5 ⁻	4-5 ⁺	4-5-	4 ⁺
红	酸	≥4	4-5 ⁻	4 ⁺	4	4-5	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4
177 [#]	碱	4	4-5 ⁻	4 ⁺	4	4-5	4	4	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4 ⁻
蓝	酸	3-4 ⁺	4-5	4-5-	4 ⁻	4-5 ⁺	4-5	3-4	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4 ⁻
165 [#]	碱	3	4-5 ⁺	4-5	4 ⁻	4-5	4-5	3 ⁺	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4 ⁻
蓝	酸	≥4	4-5	4-5 ⁻	4	4-5 ⁺	4-5	3	4-5 ⁺	4-5	4-5 ⁺	4-5-	4 ⁻
EX-SI	碱	>4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4	4-5 ⁺	4-5-	3-4	4-5 ⁺	4-5	4-5 ⁺	4-5	3-4 ⁺
红 73 [†]	酸	≥4	4-5	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5	4	4-5	4-5 ⁻	5 ⁻	4-5	4
	碱	3-4	4-5	4 ⁺	4	4-5	4 ⁺	4	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4
红 74 [†]	酸	4	4-5	4 ⁺	4	4-5	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4-5 ⁺	4-5	4-5
	碱	4	4-5	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4 ⁻	4-5 ⁻	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4-5 ⁺	4-5	4

从表 4.15 可知，分散蓝 165[#]、分散红 73[†]的日晒牢度有所下降，这是因为部分基团在碱性浴中水解的缘故。



分散蓝 165[#]



分散红 73[#]

水解之后，重氮基上生成的羧基比氰基的吸电子作用弱，致使偶氮基的电子云密度增大，碱性增大，光氧化作用增强。

4.7 高温染色对活性染料的影响

4.7.1 色光与得色量

染料高温染色，色光无明显变化，但可能影响得色量。见图 4.19-4.28。

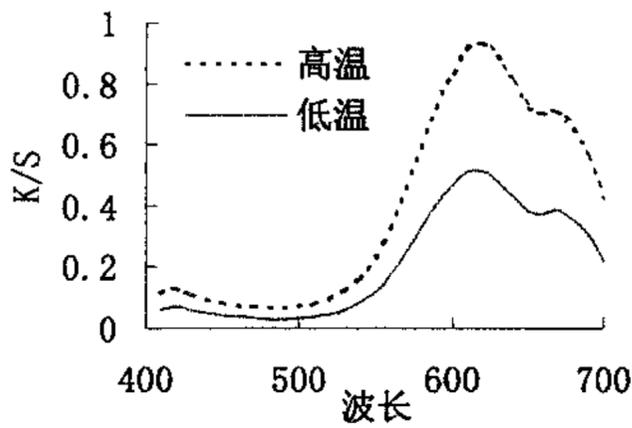


图4.19 活性翠蓝KGL

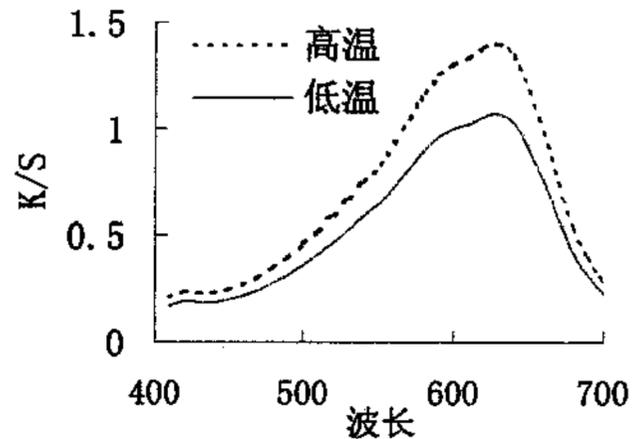


图4.22 克隆蓝LS-3R

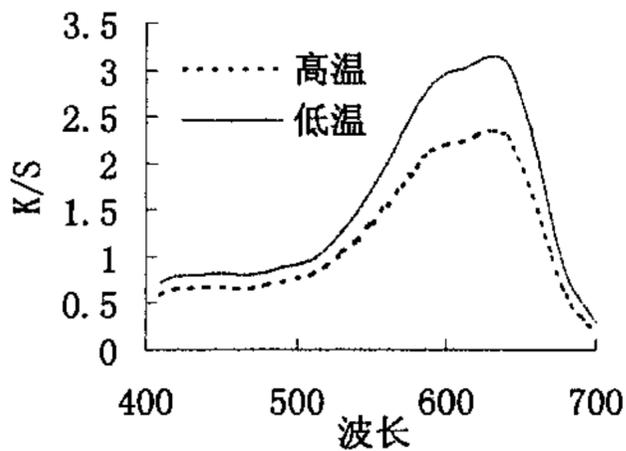


图4.21 克隆海军蓝LS-G

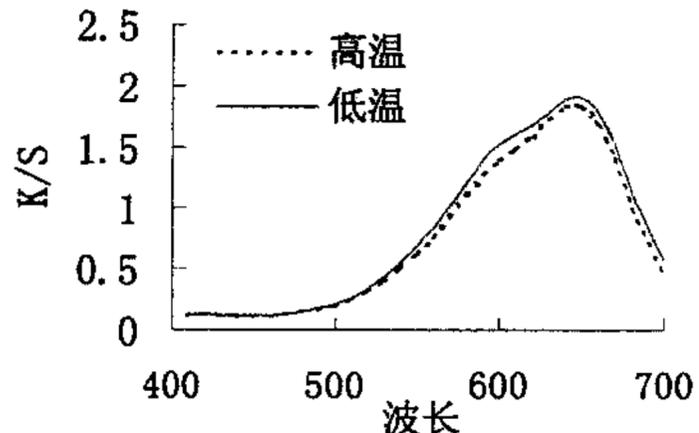


图4.20 克隆艳蓝LS-G

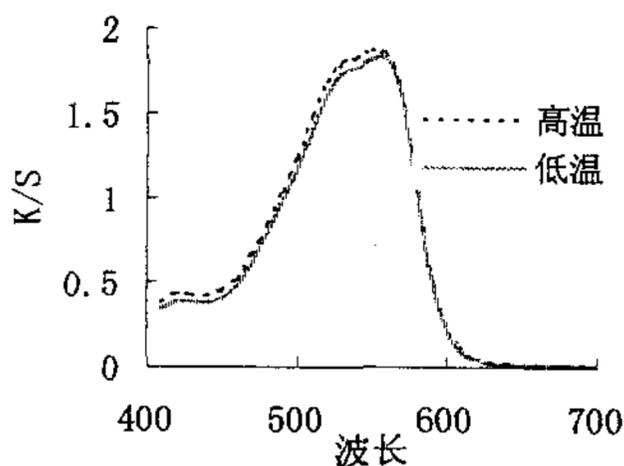


图4.23 克隆红LS-B

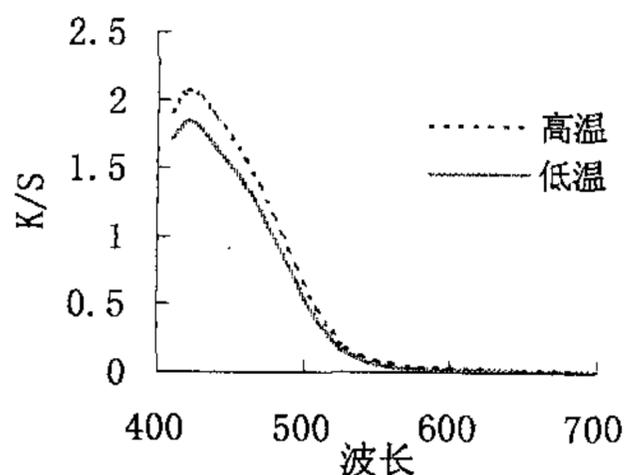


图4.24 克隆黄LS-R

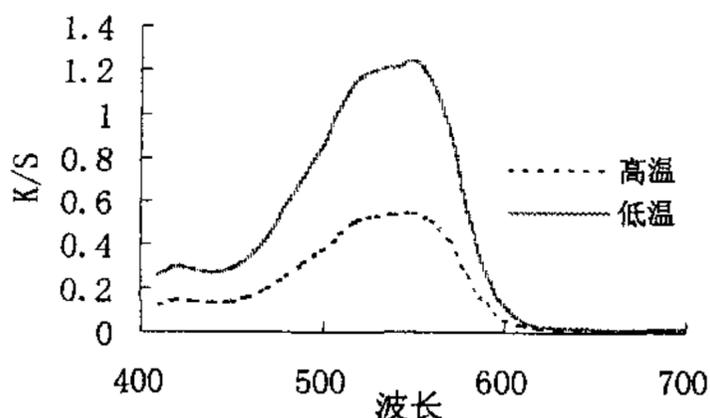


图4.25 活性蓝M-2GE

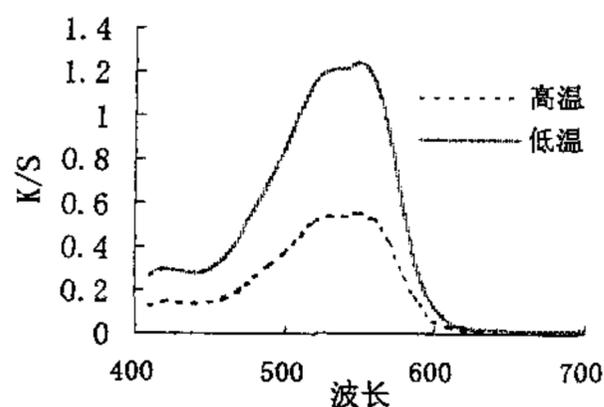


图4.26 活性红M-2BE

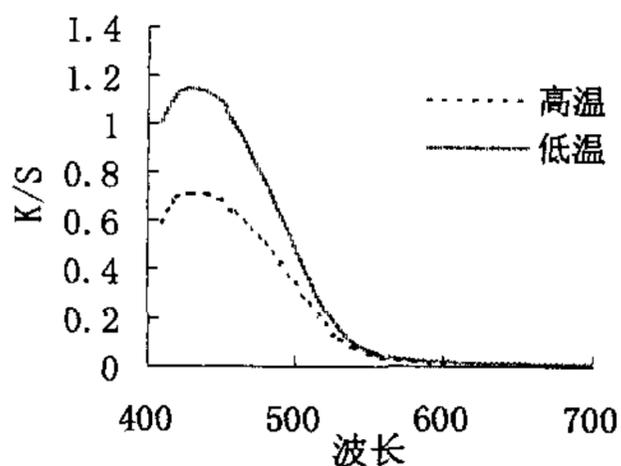


图4.27 活性黄M-3RE

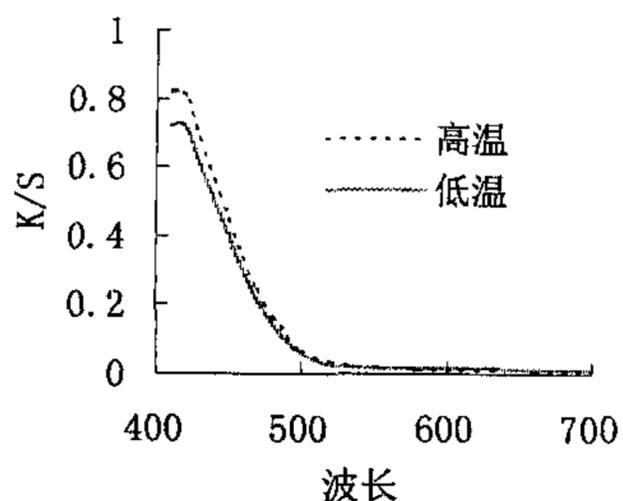


图4.28 活性金黄KE-3G

(1) 高温时得色量高的有活性翠蓝 KGL、蓝 LS-3R、红 LS-B、黄 LS-R、活性金黄 KE-3G、艳蓝 LS-G

LS 是双一氟均三嗪型染料，母体结构大，固色率和吸尽率高；KE 是双一氯均三嗪型染料，反应性能低，亲和力、固色率高，碱性浴中的水解速率比较小。

(2) 高温时得色量明显下降的有 Navy LS-G、活性蓝 M-2GE、活性红 M-2BE、活性黄 M-3RE。M 型是一氯均三嗪和乙烯砒的复合型染料，反应性介于 K 与 KN 之间，固色率高。

4.7.2 活性染料各项染色牢度

按测染色牢度的方法测试，活性染料染棉主要色牢度见图 4.16。

表 4.16 活性染料在不同温度染色试样的主要色牢度

活性	牢度	耐光	汗渍牢度(酸性)			汗渍牢度(碱性)			干摩	湿摩	耐洗色牢度		
			涤沾	棉	变色	涤沾	棉	变色			涤沾	棉沾	变色
金黄	低	4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4-5	4-5 ⁺	4-5	4	4-5	4 ⁻	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4-5
KE-3G	高	3-4	4-5 ⁺	4-5	4	4-5 ⁺	4-5	4-5	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4	4
黄 M	低	>4	4-5 ⁺	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4-5	4-5 ⁻	4 ⁻	4-5 ⁺	4-5	4
-3RE	高	≥4	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4	4-5	4 ⁺	4 ⁺	4-5 ⁺	4	4
红	低	3	4-5 ⁺	4	4 ⁻	4 ⁺	4	4 ⁺	3-4	3-4 ⁻	4-5 ⁺	4-5 ⁻	3-4
M-2BE	高	2-3 ⁺	4-5 ⁺	4	4 ⁺	4-5 ⁺	3-4 ⁺	4 ⁺	4-5	4-5 ⁻	4-5 ⁺	4 ⁺	4 ⁻
蓝	低	2-3	4-5 ⁺	4-5	4 ⁻	4 ⁺	4	4-5 ⁻	4 ⁻	3-4	4-5 ⁺	4 ⁻	4 ⁺
M-2GE	高	2-3	4-5 ⁺	4-5	4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5 ⁻	3-4 ⁺
黄 LS	低	>4	4-5 ⁺	4-5	4 ⁻	4-5 ⁺	4-5	4	4	4	4-5 ⁺	4 ⁺	4-5
-R	高	>4	4-5 ⁺	4-5	4	4-5 ⁺	4-5	4	4	3-4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4-5
红 LS	低	3	4 ⁺	4	4	4 ⁺	4 ⁺	4	4 ⁻	3-4 ⁺	4-5 ⁺	4 ⁺	3-4 ⁺
-B	高	3 ⁻	4 ⁺	4 ⁻	4	4 ⁺	4 ⁻	4	4-5	4	4-5 ⁺	4	3-4
蓝 LS-	低	4 ⁻	4-5 ⁺	4-5	4	4-5 ⁺	4-5	4 ⁻	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4 ⁺	4 ⁻
3R	高	4 ⁻	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4 ⁺	4 ⁻
海 蓝	低	3	4-5 ⁺	4-5	4	4-5 ⁺	4-5	4 ⁻	4	4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4 ⁻
LS-G	高	2-3	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺	4 ⁺	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4 ⁻
艳 蓝	低	3-4	4-5 ⁺	4 ⁻	3-4	4-5 ⁺	4 ⁺	3-4	4 ⁺	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5 ⁻	2-3
LS-G	高	3-4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	3-4	4-5 ⁺	4 ⁺	4 ⁻	4-5	4	4-5 ⁺	3-4 ⁻	4
翠 蓝	低	3-4 ⁺	4	3-4 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	4	4 ⁻	4 ⁻	3-4 ⁻	4-5 ⁺	4	2
KGL	高	3-4	4-5 ⁺	4	4	4-5 ⁻	4	4-5	4	3-4	4-5 ⁺	4	2-3 ⁺

从表 4.16 分析, 在 130℃碱性溶液中染活性染料的染色样品, 升华牢度略有下降, 其它各项牢度基本持平, 个别甚至有所改善, 如翠蓝 KGL。

5 结论

通过一系列研究可以得出结论如下:

1 细旦涤棉织物片状染色不匀的疵病不是由于织造引起,而是由前处理不匀所引起的。减量后不洗净,使低聚物局部分布不均匀,影响染色的均匀性,是比较重大的因素。若织物退浆后还进行烧毛或丝光,则烧毛不匀及丝光不匀也会影响染色的均匀性。

2 双氧水冷轧堆前处理工艺中,低聚物的含量较低。推荐工艺为:轧退浆液→打卷堆置3小时→热水洗涤→轧煮练液→汽蒸→减量→洗涤(两浸两轧,轧余率90%)

退浆液: NaOH 5g/l, JFC 1.5g/l

煮练液: NaOH 17g/l, H₂O₂ 10g/l, JFC 6g/l, Na₂SiO₃ 10g/l

汽蒸: 100℃, 30min

3 采用专门的分散/活性染料中性一浴染色,可改善前处理不匀的影响,但如操作中出现织物局部醋酸过浓,仍然会引起较大色差。

4 碱性一浴法能最大程度地消除前处理不匀因素的影响。元明粉有利于活性染料和分散染料在高温碱性液中上染。

5 一些不含或仅含少数易于电离或水解基团的分散染料在碱性浴中有很好的稳定性,色光几乎不改变;偶合组份含有数个易离解基团的染料的最大吸收波长则会轻微移动。碱性染色使部分染料得色量提高,部分染料降低。移染率也如此。少数染料的耐光色牢度略微有下降,其它主要色牢度基本上没有影响。

6 活性染料可采用KE型、低盐型染料及活性翠蓝KGL进行高温染色,得色量提高。

7 选用合适的分散染料及活性染料,尤其是国产分散染料,进行一浴一步法操作,可以极大地便利生产,节约能源及成本。本课题在这方面所做的工作,有很大的应用、参考价值。

参 考 文 献

- [1] JTN, 1992, (5), p51-58v
- [2] 李世钊, 细旦和超细旦纤维现状及前景, 合成纤维工业, 1994, vol.17. . .
(6), 22-26
- [3] International Textile Bulletin Dyeing/Printing/Finishing, 1991, (3),
p51-55
- [4] 李世钊, 合成纤维, 1994, 17(6), p22-26
- [5] John Bone, Saving Time in Exhaust Dyeing of Polyester/Cotton, AATCC,
2001(5),19-21
- [6] 蔡明训, 韩国涤纶仿真织物的染整技术(一), 印染,1996,22(8): 33-36
- [7] 王菊生、孙铠, 染整工艺原理, 第一册,1991, 中国纺织出版社,北京
- [8] 李郁文, 罐蒸与产品转色, 上海纺织科技, 2000, 28(6): 36-37
- [9] M.-C. YANG & H.-Y TSAI, Ethylene glycol and glycerin as the solvent
for alkaline treatment of PET fabrics, Textile Research Journal, 1997, 67
(10): 760-766
- [10] 李连举等, 小分子胺类在涤纶织物碱减量中的作用探讨, 郑州纺织
工学院学报, 1998, VOL.9(4), 51-54
- [11] 张建飞、顾振压等, 乙二胺对涤纶织物改性的探讨, 印染, 1998,
24(5): 8-10
- [12] 陈慧敏、陈小菊等, 涤棉仿丝绸的酸碱量和氧化碱量处理, 丝绸,
1998, (9): 28-29
- [13] A.K.Jain、etc, One-bath Exhaust Dyeing of Polyester/Co Blends,
American Dyestuff Reporter, 1991(3): 57-61
- [14] Yiqi Yang & Shiqi Li, One-step Dyeing of Polyester/Cotton with
Disperse/Reactive Dyes, Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff
Reporter, vol.32 no.338-45
- [15] 王仲秋、朱虹, 涤棉织物分散/活性一浴中性法染色工艺研究, 武汉
纺织工学院学报, 1998, 11(2): 13-17

- [16] SR SHUKLA、etc, Selecting Reactive Dyes for All-in Dyeing of Polyester/Co Blends, JSDC, 1998, 114 (9), 254-257
- [17] 沈锦良, 涤纶纤维碱性染色, 18-21
- [18] 王建平, 张燕等, 改性涤纶的化学结构特性及其染色性能, 上海纺织科技, 4-9
- [19] 刘昌龄译, 从分散染色的聚酯表面去除环状三聚物, 印染译丛, 2001, (6), 1-6
- [20] Innovative weight reduction technique, INTERNATIONAL DYER, 1999(2),20-24
- [21] 徐建强, 涤纶仿真丝织物的碱减量与前处理关系的探讨, 印染, 1996, VOL.22 (12), 13-14
- [22] 黄文富, 化纤仿真精品织物染整加工, 印染, 1999, (9), 36-38
- [23] 赵建平, 范绿宝, 涤纶间歇式碱减量工艺中减量率的自动控制, 印染, 22 (6), 25-27
- [24] 常淑贞, 促进剂 1242 在聚酯碱减量加工中的应用, 印染, 1994, Vol.20 (11), 29-31
- [25] 王光明, 汪进前, 涤纶织物定量减量新技术, 印染, 2001, (6): 23-26
- [26] 李梅, 超细纤维的发展概况, 国外纺织技术, 1999 (9), 2-3
- [27] 吴英, 张介贤等, 季铵盐表面活性剂的结构对碱减量加工的影响, 印染, 1995, 21 (8): 27-29
- [28] 吴明华, 环氧类季铵盐表面活性剂在涤纶碱减量中应用, 印染助剂, 2001, VOL.18 (4), 14-17
- [29] 罗巨涛, 吴建华, 涤/棉混纺织物弱碱性退煮漂一浴法研究, 印染助剂, 1992, VOL.9 (2), 16-19
- [30] 唐人成, 涤纶纤维的碱性染色, 苏州丝绸工学院学报 Vol.15, 1995(2, 3)
- [31] 苑之光, 新合纤的染整加工, 合成纤维, 1993, (6): 27-30
- [32] C.R.MOHAPATRA, Oligomer problem in Polyester dyeing & how to reduce it, Textile Dyer & Printer, Nov.21, 1984, 21-25
- [33] S.R. SHUKLA, K.S. KULKARNI, Estimation and Characterization of

- Polyester Oligomers, Journal of Applied Polymer Science, 1999,vol.74, 1987-1991
- [34] Anthony Demaria & Prafull Gajendragadkar, How to eliminate trimer problems in the dyeing of polyester fabrics, American Dyeing Reporter, Sep. 1980,22 +76
- [35] Anthony DeMaria & Prafull Gajendragadkar, Practical Solutions To Trimer Problems In Polyester Dyeing, American Dyestuff Reporter, 1979(9),32
- [36] ELIZABETH S.CALHOUN, Oligomer Control in Package Dyeing of Polyester Yarns, AATCC, Aug. 1975, 19
- [37] Alkaline Treatment of PET Fabrics, TEXTILE RESEARCH JOURNAL,1997,10,760-765
- [38] 林诗钦译, 聚酯纤维碱性染色低聚物的可去除性, 译自《染色工业》Vol44 (6), 13-22
- [39] 钗桂芬等, 分散染料碱性浴染色, 印染, 1994, VOL.20 (5), 16-18
- [40] 陈余堂, 改进涤/棉染色工艺处方克服黄斑初探, 染料工业, 1990, VOL.27 (6), 36-38
- [41] 尤国哲译, 以分散染料行碱染色法, 福茂化学股份有限公司
- [42] Hideak Imafuku, An Alkaline Dyeing System for Polyester, JSDC, 1993, 109 (9), 350-352
- [43] 吴英、杨栋梁, 分散染料碱性染色体系(三), 印染, Vol.22 (4), 31-34
- [44] 谢家泽, 涤纶纤维碱性染色, 染料工业, 1994, VOL.31 (6), 37-39
- [45] 周奥佳、朱庆萍, 超细涤纶织物的碱性染色, 丝绸, 1998, (9): 30-33
- [46] 薛迪庚编著, 涤/棉混纺织物的染整, 1982, 纺织工业出版社, 北京
- [47] 王菊生, 孙铠, 染整工艺原理, 第二册,1991, 中国纺织出版社,北京
- [48] 织物预处理的一个重要步骤-退浆, 纺织导报, 1997 (2)
- [49] 侯毓汾, 程侣伯主编, 活性染料, 1991, 化学工业出版社, 北京
- [50] 董振礼, 测色及电子计算机配色, 1995, 中国纺织出版社, 北京

致 谢

本论文在许海育高工的悉心指导下完成。通过整个阶段的实验，加深了我对课题及其相关知识的深入了解，并拓宽了对本专业知识和染整工厂实际生产的认识。更重要的是，许老师对待科研一丝不苟，细致入微；对待事情实事求是，又能灵活处理；对待他人，既严格要求又热情帮助，许老师的言传身教使我在科研上和人生中获益匪浅。本论文同时得到远在国外交流访问的蔡再生教授的关心，在此致以深切的谢意。

本论文绝大部分实验都是在位于浙江的东华大学航民纺织品技术开发中心完成。从实验开始到结束，一直得到开发中心全体员工的热情支持和帮助，我要特别感谢：李学刚、周文权、何伟、李秋文、沈少云、许坚。

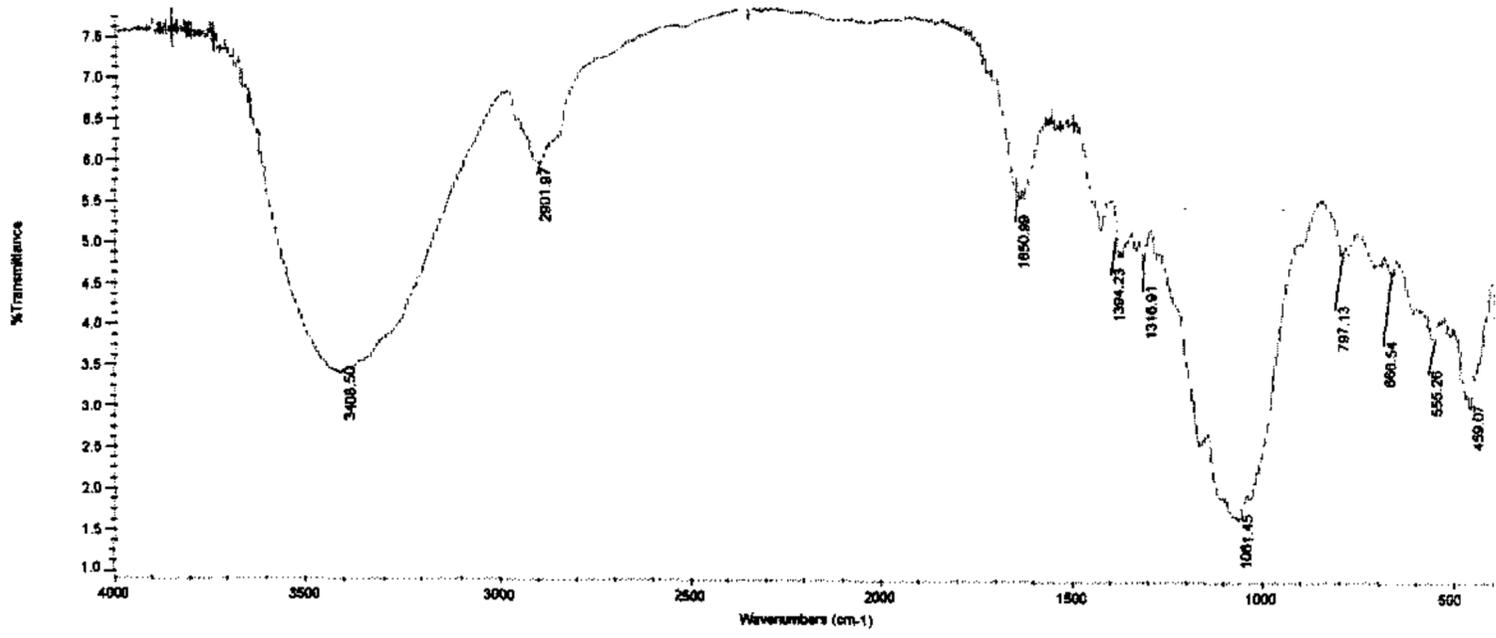
衷心感谢各位支持我、鼓励我、帮助我的老师、朋友和同学。
感谢大家！

罗晓红

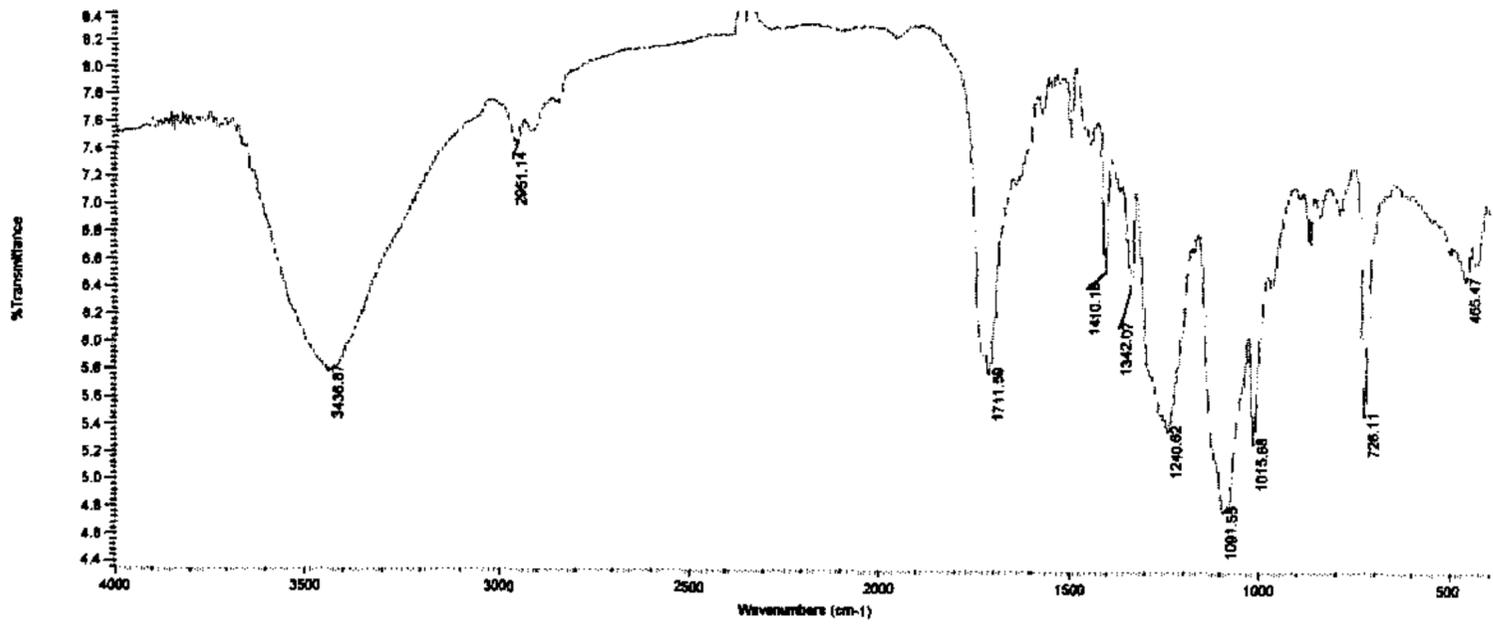
2003/1/5

附录

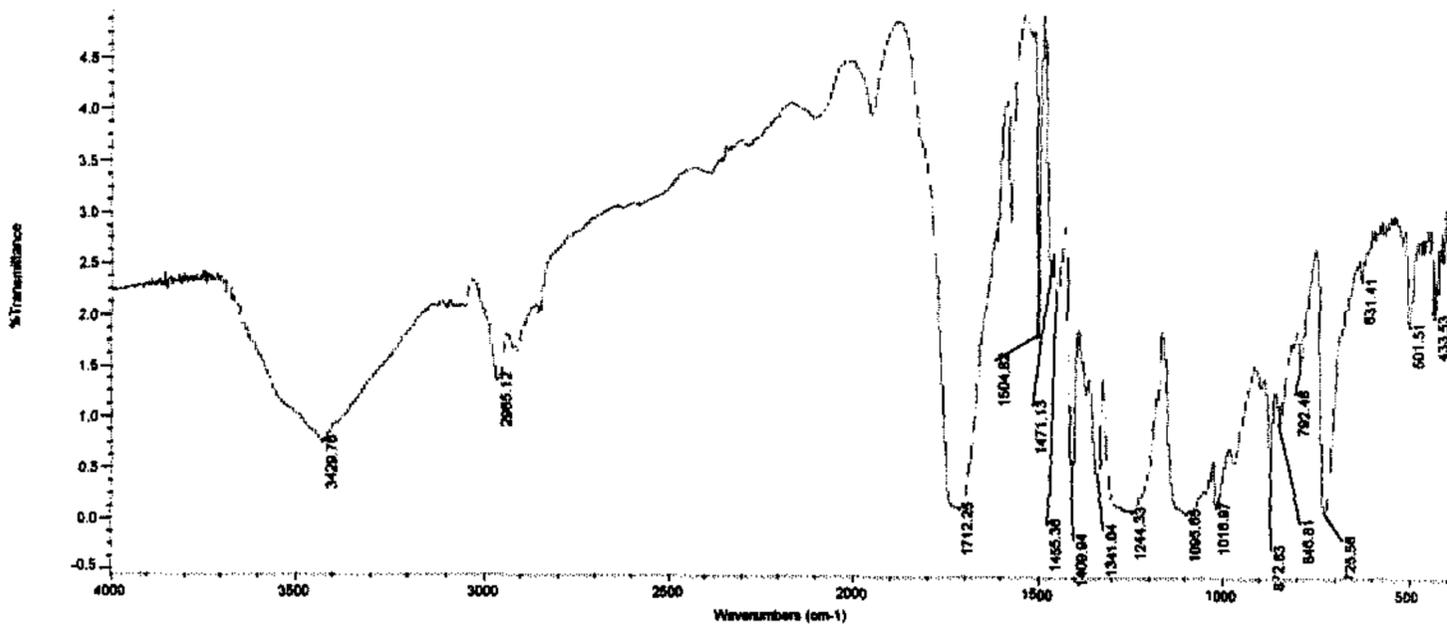
1 疵病织物的图谱分析



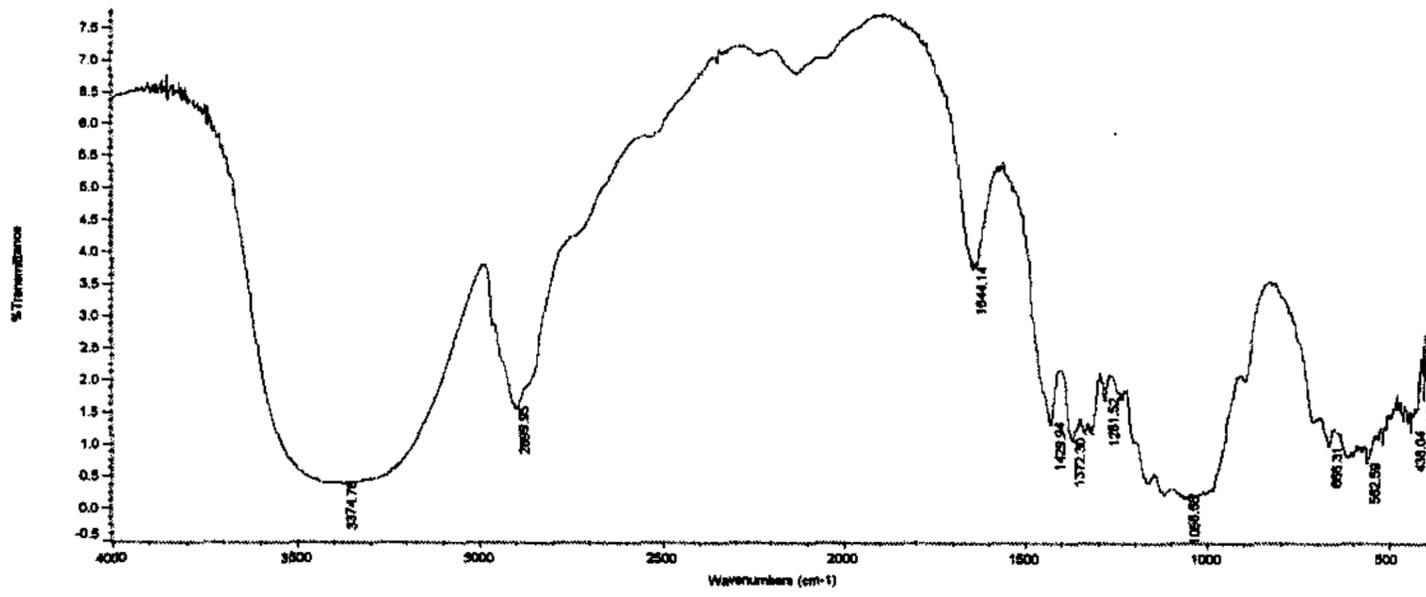
附图 4.1 纬向浅色纱线红外图谱



附图 4.2 纬向深色纱线红外图谱

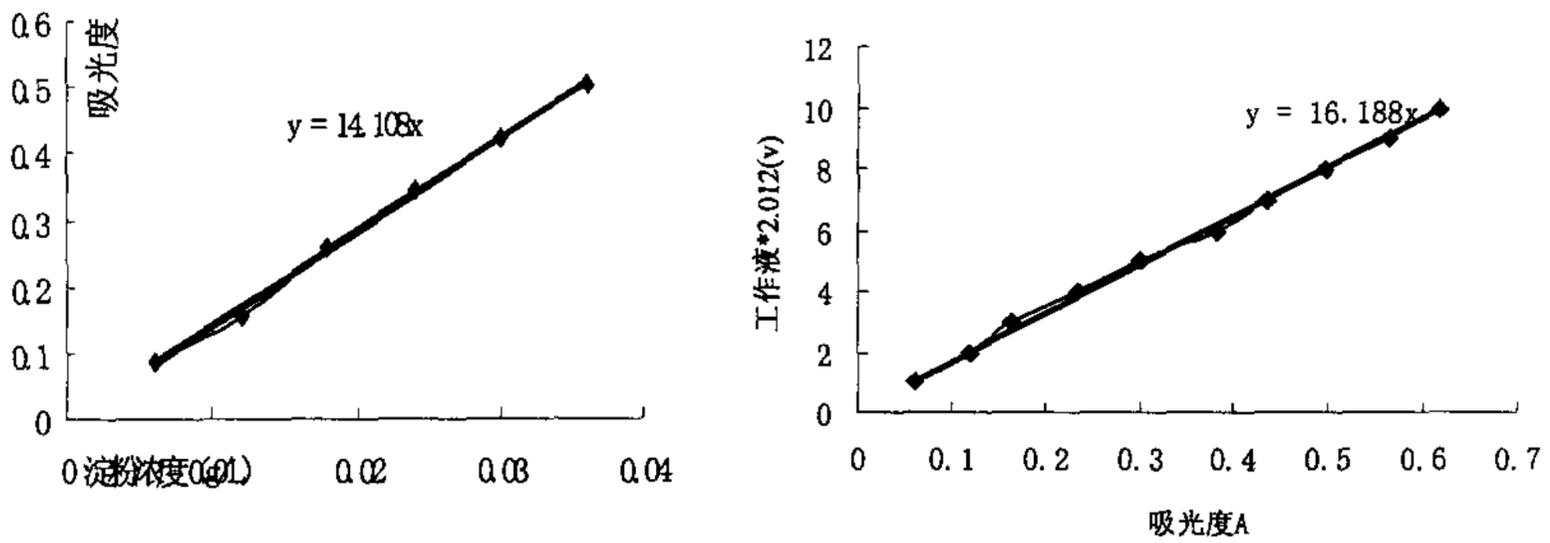


附图 4.3 标准涤纶图谱



附图 4.4 标准棉图谱

2 淀粉与聚乙烯醇的工作曲线



附图4.6 PVA浓度与吸光度关系曲线

3 元明粉对染料上染的影响

附表 4.1 元明粉对染料上染的影响

		G/l	10	20	30	40	50	60
分散	K		0.63488	0.64624	0.65694	0.66965	0.67412	0.70636
	L*		89.384	91.912	91.718	91.668	91.753	91.59
活性	K		0.8495	0.96288	1.00084	0.99959	1.06889	1.06652
	L*		88.304	87.811	87.658	86.761	86.646	86.289

附表 4.2 元明粉对各项牢度的影响

牢度 G/L	日晒	酸性汗渍牢度			碱性汗渍牢度			干 摩	湿 摩	水洗牢度		
		沾	棉	变色	沾	棉	变色			沾	棉沾	变色
分散 10	>4	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5 ⁺	4 ⁺	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺
20	≥4	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺
30	≥4	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺
40	>4	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4-5
50	>4	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺
60	>4	4-5 ⁺	4-5	4-5	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5	4 ⁺
活性 10	4	4-5 ⁺	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4	4-5	4-5 ⁻	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4
20	4	4-5 ⁺	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5	4	4-5 ⁻	4 ⁺	4-5 ⁺	4 ⁺	4
30	≥4	4-5 ⁺	4 ⁺	4	4-5 ⁻	4-5	4	4	4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4 ⁻
40	>4	4-5 ⁺	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5	4	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4 ⁻
50	>4	4-5 ⁺	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5	4	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5 ⁻	4
60	>4	4-5 ⁺	4 ⁺	4	4-5 ⁺	4-5	4	4-5	4 ⁺	4-5 ⁺	4-5 ⁻	3-4

4 分散染料和活性染料的染色性能

附表 4.3 分散染料在碱性及酸性条件下的 K/S

ID		420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550
1	碱	1.73	1.83	1.86	1.87	1.86	1.81	1.74	1.66	1.54	1.39	1.23	1.06	0.90	0.73
	酸	1.72	1.82	1.85	1.87	1.85	1.80	1.73	1.66	1.53	1.38	1.22	1.06	0.89	0.72
4	碱	1.64	1.87	2.06	2.21	2.31	2.33	2.32	2.28	2.16	1.96	1.68	1.38	1.05	0.75
	酸	1.59	1.82	2.00	2.15	2.24	2.26	2.25	2.21	2.08	1.89	1.62	1.32	1.01	0.71
5	碱	0.81	0.98	1.16	1.35	1.53	1.67	1.82	1.95	2.03	2.06	2.03	1.93	1.73	1.42
	酸	0.75	0.91	1.08	1.27	1.45	1.59	1.74	1.86	1.95	1.98	1.93	1.83	1.63	1.31
6	碱	0.36	0.42	0.51	0.61	0.71	0.81	0.92	1.02	1.12	1.20	1.25	1.28	1.25	1.18
	酸	0.48	0.58	0.70	0.82	0.95	1.07	1.18	1.29	1.37	1.44	1.47	1.45	1.39	1.26
11	碱	0.86	1.06	1.28	1.52	1.75	1.94	2.14	2.29	2.40	2.47	2.49	2.46	2.36	2.17
	酸	0.71	0.88	1.08	1.29	1.49	1.67	1.85	1.99	2.09	2.16	2.19	2.17	2.08	1.91
12	碱	0.40	0.46	0.52	0.59	0.67	0.73	0.81	0.88	0.93	0.96	0.96	0.92	0.84	0.72
	酸	0.54	0.63	0.74	0.85	0.96	1.05	1.15	1.23	1.29	1.30	1.27	1.18	1.04	0.84
		540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670
2	碱	1.47	1.61	1.75	1.86	1.88	1.85	1.76	1.67	1.52	1.30	1.04	0.75	0.55	0.33
	酸	1.79	1.97	2.14	2.27	2.30	2.27	2.16	2.05	1.85	1.58	1.25	0.89	0.64	0.39
3	碱	0.29	0.25	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.07	0.06	0.05
	酸	0.61	0.64	0.67	0.72	0.75	0.78	0.79	0.81	0.81	0.79	0.75	0.65	0.54	0.39
7	碱	0.42	0.38	0.33	0.28	0.22	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03
	酸	0.77	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.89	0.89	0.89	0.86	0.81	0.70	0.58	0.43
8	碱	1.26	1.35	1.46	1.56	1.62	1.65	1.64	1.62	1.58	1.49	1.41	1.25	1.08	0.85
	酸	1.42	1.57	1.73	1.88	1.97	2.02	2.01	1.98	1.91	1.81	1.67	1.45	1.23	0.93
9	碱	1.29	1.46	1.69	1.95	2.13	2.22	2.24	2.35	2.54	2.64	2.48	1.87	1.30	0.74
	酸	1.31	1.51	1.78	2.11	2.39	2.55	2.62	2.77	3.04	3.22	3.14	2.42	1.66	0.93
10	碱	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.20	0.19	0.17	0.14	0.10
	酸	1.02	1.14	1.27	1.39	1.48	1.56	1.60	1.63	1.64	1.60	1.51	1.32	1.11	0.84

1-分散橙 SE-3RL 2-分散紫 BNL 3-分散黑 S-2BL 4-分散橙 25# 5-分散红 GS 6-分散红 177# 7-分散灰 S-BL 8-分散蓝 165# 9-分散蓝 EX-SF 10-分散蓝 79# 11-分散红 SE-GFL 12-分散红 S-BWFL

附表 4.4 分散染料移染后色布与白布 K/S

ID	1	2	4	5	6	8	9	11	12
λ_{max}	450570-580		470	510520-530		590-600	620-630		520500-510
白布得色	0.07	0.30	1.19	0.60	0.33	0.16	0.25	0.72	0.23
碱性	1.57	1.49	1.61	1.76	0.78	1.45	2.20	1.99	0.69
白布得色	0.08	0.69	1.08	0.58	0.70	0.38	0.88	0.77	0.29
酸性	1.60	2.21	1.84	1.84	1.19	2.28	2.99	1.92	1.08
		0.29			0.33	0.16	0.24		0.23
		1.51			0.78	1.45	2.33		0.70
		0.71			0.69	0.37	0.96		0.30
		2.25			1.18	2.29	3.22		1.09

附表 4.5 活性染料高温染色与低温染色 K/S

	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510		
1	0.11	0.13	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08		
	0.06	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04		
6	1.92	2.08	2.02	1.87	1.72	1.55	1.37	1.13	0.90	0.65	0.44		
	1.71	1.84	1.79	1.65	1.52	1.36	1.19	0.99	0.78	0.55	0.37		
9	0.59	0.69	0.71	0.71	0.68	0.63	0.57	0.50	0.43	0.34	0.25		
	1.00	1.12	1.14	1.13	1.09	0.99	0.88	0.76	0.63	0.49	0.36		
10	0.82	0.81	0.68	0.56	0.45	0.33	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05		
	0.72	0.72	0.61	0.51	0.40	0.30	0.21	0.14	0.09	0.06	0.04		
	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660
2	0.51	0.63	0.76	0.93	1.11	1.27	1.39	1.48	1.59	1.72	1.83	1.83	1.67
	0.55	0.69	0.84	1.02	1.22	1.40	1.53	1.61	1.69	1.79	1.90	1.91	1.78
3	1.19	1.36	1.55	1.76	1.97	2.13	2.20	2.22	2.30	2.34	2.27	1.94	1.50
	1.48	1.72	2.00	2.31	2.61	2.84	2.97	3.01	3.09	3.14	3.06	2.64	2.07
4	0.75	0.83	0.94	1.05	1.17	1.25	1.30	1.33	1.38	1.40	1.34	1.18	0.98
	0.59	0.65	0.73	0.81	0.90	0.96	1.00	1.02	1.05	1.06	1.02	0.90	0.76
5	1.83	1.87	1.85	1.62	1.09	0.58	0.26	0.11	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02
	1.77	1.82	1.82	1.61	1.08	0.55	0.24	0.10	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01
7	0.73	0.85	0.98	1.12	1.23	1.30	1.34	1.36	1.36	1.30	1.12	0.84	0.61
	1.16	1.35	1.58	1.80	1.99	2.11	2.18	2.21	2.21	2.11	1.82	1.38	0.99
8	0.54	0.55	0.52	0.42	0.26	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
	1.21	1.24	1.16	0.92	0.56	0.28	0.12	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01

1-活性金黄 KE-3G 2-活性黄 M-3RE 3-活性红 M-2BE 4-活性蓝 M-2GE 5-汽巴克隆黄 LS-R 6-汽巴克隆红 LS-B 7-汽巴克隆蓝 LS-3R 8-汽巴克隆海军蓝 LS-G 9-汽巴克隆艳蓝 LS-G 10-活性翠蓝 KGL

在读期间发表论文情况

涤纶纤维细旦化的发展与应用，广西纺织科技，录用待发表，2003,1，
第一作者

涤纶织物高温高压碱减量关系初探，四川纺织科技，录用待发表，
2003,1，第一作者