

# 活性染料染锦纶的实用技术

崔浩然

(常州市新浩印染有限公司,江苏 常州 213000)

**摘 要:** 活性染料染锦纶色泽较鲜艳,染色牢度尤其日晒牢度较好,且可与中性染料、弱酸性染料拼染,因此,色谱的选择范围较大。该文探讨其染色机理、各工艺因素对染色结果的影响;并对中性浴染色法、酸性浴染色法,以及先中性或酸性后碱性浴染色法的实用性进行比较,指出艳蓝色活性染料以中性吸色碱性固色工艺效果为佳,其余活性染料则以酸性吸色碱性固色效果为好。由于活性染料染锦纶匀染性较差,必须采用匀染工艺和匀染剂染色,以获得良好的匀染效果。

**关键词:** 染色;活性染料;染色牢度;聚酰胺纤维

**中图分类号:** TS193.632 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4017(2005)03-0014-05

## Practical technique of reactive polyamide dyeing

CUI Hao-ran

(Changzhou Xinhao Printing and Dyeing Co., Ltd., Changzhou 213000, China)

**Abstract:** Reactive dyes can impart polyamide fabric brilliant shade, good fastness especially to the sunlight, as well as the good combination with neutral and weak acid dyes. This paper covers the dyeing mechanism, effects of various factors on the dyeing results, and comparison of dyeing effects with neutral bath, acid bath, neutral or acid bath followed by alkali bath. Results show that the best process for brilliant blue reactive dye is carried out at the neutral exhaustion followed by alkali fixation, while for the other dyes is at acid exhaustion followed by alkali fixation. Meanwhile, owing to poor levelness of reactive dyes on polyamide fabric, leveling process and a leveler are a must.

**Key words:** dyeing; reactive dyes; color fastness; polyamide fiber

## 1 前言

锦纶纤维的大分子链两端有氨基和羧基,链中又有大量的酰胺基,具有类似羊毛纤维的结构。所以,锦纶可采用弱酸性染料、中性染料、分散染料和活性染料染色,但其染色效果却不尽相同。

弱酸性染料染锦纶可获得鲜艳的色泽,但在染较深色泽时,湿摩和皂洗沾锦牢度差。一些鲜艳的蓝、绿品种,如酸性湖蓝 A、酸性翠蓝 N-G、酸性湖蓝 5GM、酸性绿 5G、酸性绿 3GM 等染料染锦纶,其日晒牢度差,仅 2 级左右(按 ISO/105B02—1998 1~8 级标准)。而且,染料对锦纶结构差异造成的染色性能的差异敏感,容易产生经柳纬档。

中性染料染锦纶染深性好,染料利用率高,容易染得深浓色泽,而且染色牢度优良,尤其是日晒牢度。缺点是色光萎暗,色泽不鲜艳。由于染料对锦纶的亲合力高,吸色上色快,移染匀染性差,对锦纶品质差异缺乏遮盖性。此外,某些含有铜、铬、镍等金属离子的染料,用在外销产品上受到一定限制。

分散染料染锦纶匀染性好,对锦纶品质差异所造

成的染色不匀现象,具有良好的遮盖性。缺点是:(1)染深性差,难以染得深浓色泽,只能染中浅色。(2)色泽不够艳丽,染品色光亮度较差。(3)在高温干热条件下,热迁移性大,染中深色织物湿摩擦和皂洗沾锦牢度差,尤其是日晒牢度与涤纶相比,普遍下降,许多染料品种甚至无法使用。(4)与染涤纶相比,许多分散染料染锦纶,会产生色光甚至色相变异,得色不纯正。

活性染料染锦纶得色较鲜艳,湿摩擦和皂洗牢度良好,日晒牢度除某些深蓝色、黑色染料较差外,大多数常用中温型活性染料都较好,而且可以与酸性、中性、分散染料相拼染。因此,采用染色效果好的活性染料染锦纶,可以弥补中性染料色泽萎暗,以及部分酸性染料湿摩擦牢度和日晒牢度差,分散染料热迁移性大、色牢度差和色光不够艳亮等不足,使染料的拼色范围更加宽广,色谱更加齐全。其缺点与酸性、中性染料染锦纶一样,吸附上色速率较快,移染匀染性较差,对锦纶品质差异缺乏遮盖性,对染色工艺和染色操作要求比较高。

## 2 染色机理

锦纶纤维分子结构不像涤纶那样紧密,吸湿能力约为涤纶的 10 倍。其在水中玻璃化温度很低,约 45~

收稿日期:2004-08-04

作者简介:崔浩然,男,高级工程师,总经理,主要从事印染企业的生产技术和管理工作。

50 纤维易膨化松弛。因此,锦纶基本结构特征类似蛋白质纤维。活性染料上染锦纶的机理为:

(1) 活性染料分子中含有 1~2 个磺酸基,能够与锦纶分子末端已正离子化的氨基生成离子键结合。

(2) 锦纶分子末端氨基具有较强的亲核性,可与活性染料的活性基团形成共价键结合(KN 型活性染料在酸性浴中不能生成乙烯砞基,所以,在酸性条件下,与锦纶生成共价键结合的可能性很小)。

(3) 锦纶分子链具有线性结构,没有支链和大的侧链,染料分子容易与纤维分子链靠近,染料与纤维之间具有较强的范德华引力。

(4) 锦纶大分子链中,含有大量能生成氢键的酰胺基,染料与纤维之间会产生较多的氢键结合。

由此可见,活性染料上染锦纶的机理比活性染料染纤维素纤维、弱酸性染料染蛋白质纤维相对复杂。活性染料上染锦纶,除了依靠锦纶分子末端的氨基生成离子键结合外,染料与纤维之间还能产生较多较强的范德华引力和氢键结合力,这对提高活性染料对锦纶的吸色上染率、增加得色深度起着重要作用。特别是在吸色后期加碱固色阶段,染料与纤维末端氨基之间所形成的共价键结合,可大大提高染色牢固度。

### 3 工艺因素对染色的影响

#### 3.1 染色温度

中温型活性染料(KN 型、M 型、B 型、A 型)在酸性条件下染锦纶,除少数染料可能与纤维发生共价键结合外,基本上是以酸性染料的方式上染锦纶。因此,大多数染料对染色温度的依附性较大。

试验结果表明,染色温度对染色结果的影响主要有以下三方面:

(1) 在 95~100 时染色的上染率最高,得色最深,鲜艳度最好;低于 90 时,上染率将明显下降;低于 70 时,上染率大幅度下降,而且鲜艳度和匀染性也有所降低。而以活性艳蓝 B-RV、KN-R 为代表的艳蓝色品种,由于对锦纶的亲合力大,染料的吸尽率高,染中浅色泽,染液中的染料几乎可以吸尽,所以,染色温度对其得色深度的影响较小。但染色温度降低,得色鲜艳度呈下降趋势。

(2) 由于锦纶在水中的玻璃化温度低,甚至可以降至室温,因此,在温度较低的染浴中,锦纶便会发生膨化。而活性染料在酸性条件下,对锦纶的亲合力高,染料容易被纤维吸附。所以,在染色温度较低的情况下,活性染料便会发生对锦纶发生明显的染色行为。

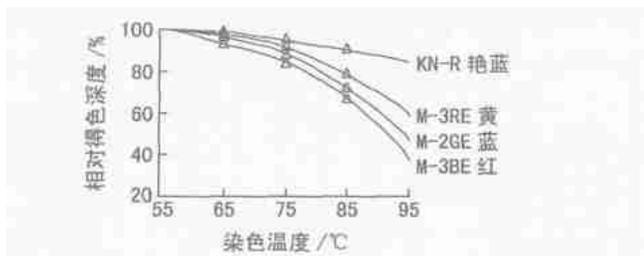


图 1 温度对相对得色深度的影响

从图 1 看出,KN 型、M 型活性染料染锦纶时,起始上染温度低,其在 55 保温 30 min 时的表观深度,便可达到 95 保温 30 min 染色深度的 40%~50%,艳蓝 KN-R 更可达到 85%。故中温型活性染料染锦纶初染上色快,容易产生吸附上色不匀,需低温起染。

(3) 在升温速率、保温时间相同的条件下,染色温度越高,布面的匀染效果越好。这显然是由于染温高,移染作用大,所以透染效果好。因此,活性染料染锦纶以 95~100 高温染色为宜。

#### 3.2 染浴 pH 值

大多数活性染料只有在酸性浴中染锦纶,才能获得高上染率。染浴 pH 值在 4~5 时,除个别染料外,大多数中温型活性染料得色最深;pH 值 < 4 时,最终得色深度不会明显提高,染色牢度却有所下降,且手感变粗糙;pH 值 > 5 时,得色量会显著变浅,变浅程度随染料品种而异(见表 1)。

表 1 不同 pH 值的得色深度

染料	得色深度 / %			
	pH=4	pH=5	pH=6	pH=7
活性红 M-3BE	95	100	45	25
活性黄 M-3BE	95	100	85	75
活性蓝 M-2GE	100	100	50	25
活性黑 KN-B	100	100	50	30
活性艳蓝 KN-R	得色严重灰暗			得色深艳

试验条件 染色深度 1% (owf), 锦纶匀染剂 1 g/L, pH 值 4、5、6、7 (用冰醋酸调节), 以 2 /min 升温至 95, 保温 30min, 在台湾瑞比小样机上染色。

由表 1 知,活性艳蓝 KN-R、艳蓝 B-RV 等艳蓝色对锦纶的染色性能不同。染浴 pH=7 时,其得色最鲜艳纯正;染浴 pH 值 > 7 时,得色显著变浅,色光也转暗;染浴 pH 值 < 7 时,色光严重变暗,鲜亮的色光完全消失。因此,这些染料只适于中性浴染色。

#### 3.3 染色时间

活性染料在酸性条件下染锦纶,染料吸附快,上染能力强,在较低温度下,有较好的上染行为。因此,从室温到沸染的升温过程,尤其在 70 以后,染料上色很快;当达到 95 时,锦纶纤维的表观深度,一般可达到平衡染色深度的 70% 以上。所以 95 以后,保温时间对最终得色深度的影响相对较小(表 2)。

表 2 95 时不同保温时间的得色深度

染料	得色深度/ %				
	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min
活性红 M-3BE	90	95	100	100	100
活性黄 M-3BE	85	95	100	100	100
活性蓝 M-2GE	80	90	100	100	100
活性黑 KN-B	90	95	100	100	100
活性艳蓝 KN-R	80	85	95	100	100

注:以 95 保温 40 min 的得色深度为 100 %作比较;数值等于 100 为深度相当,数值小于 100 为深度减浅。

由表 2 知,在染色浓度为 1 % (owf)、pH 值为 5、升温速率为 1.5 /min 条件下染色,随着在 95 保温时间的延长,纤维的得色深度增加,但保温 20min 后,得色深度已趋于平衡,再延长保温时间,纤维的表观深度不再增加。

因此,确定高温染色保温时间时,必须兼顾纤维表观染色深度,以及布面的匀染透染效果和染色牢度。

### 3.4 染色浴比

KN 型、M 型等中温型活性染料在酸性沸染条件下,对锦纶的上染率都比较高,染中浅色时,脚水的吸尽程度好,浴比的大小对得色深度的影响相对较小。

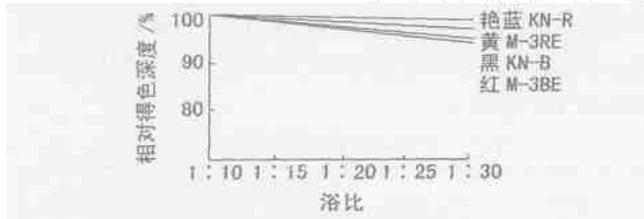


图 2 浴比对相对得色深度的影响

注:染料浓度 1 % (owf)

从图 2 可看出,浴比在 1:10 ~ 1:30 内,得色深度的变化一般不超过 5 % (活性艳蓝 KN-R 影响最小,活性红 M-3BE 影响较明显)。由此可见,M 型、KN 型活性染料,在酸性沸染条件下染锦纶中浅色时,由于脚水的吸尽率高,浴比的大小对染色深度的影响较小,但仍需注意对拼色色光的影响。

### 3.5 匀染剂

M 型、KN 型活性染料在酸性条件下染锦纶,上色快、匀染性较差,因此,染色时需加入适量匀染剂。

#### 3.5.1 阴离子型匀染剂

该类匀染剂的匀染机理是,在酸性染浴中,锦纶末端的氨基会正离子化而带正电荷变成铵基 ( $-NH_3^+$ ),阴离子型匀染剂在低温条件下,会先与  $-NH_3^+$  基形成盐式键结合。随着染色温度的提高,染料分子热运动增加,染料会逐渐取代匀染剂而上染,最终达到染色平衡。因此,初始染色阶段,染料上染缓慢,从而产生缓染匀染效果。

试验表明,常用的净洗剂 LS、扩散剂 N 和润湿剂 BX 等都有较强的缓染匀染功能。但由于这些匀染剂会在氨基染座上部分残留,所以,染色结果表现为上染率明显降低,使得色明显变浅。显然,这类匀染剂适宜染浅色。染较深色泽时,必须严格控制匀染剂用量在 0.5 g/L 以下。试验还表明,这类匀染剂只有较好的缓染功能,对界面移染和全程移染缺乏促进作用。

#### 3.5.2 非离子型匀染剂

常用的匀染剂平平加 O、匀染剂 102 和匀染剂 OP 等对活性染料染锦纶都具有一定的匀染效果。因为这类匀染剂的分子长链中含有聚氧烷基醚,能与染料分子中的羟基 ( $-OH$ )、氨基 ( $-NH_2$ ) 等基团形成较疏松的氢键结合。它一方面在染液中,会与染料结合成松弛的复合体,使染料的吸附上染受阻,从而起到缓染作用;另一方面,又可增强染料的界面移染和全程移染,进一步促进染料的均匀吸附。该类匀染剂用量在 1 g/L 左右时,对上染率的影响比阴离子性匀染剂要小得多。

这类匀染剂的缺点是若染色温度超过其浊点,便会丧失水溶性,从而失去匀染功能。

#### 3.5.3 阴/非离子复合型匀染剂

将阴离子型匀染剂与非离子型匀染剂按适当比例复合使用,提高其耐热性,具有取长补短的协同效应,其匀染效果比使用单一匀染剂好,而且对上染率的影响相对也小。目前,助剂厂家提供的锦纶匀染剂,大多属于阴/非离子复合型匀染剂,主要有尼龙匀染剂 M-2200 (杭州美高华颐化工)、匀染剂 SWP (宁波兴华化学)、尼龙匀染剂 N-11 (上海大祥化学)、尼龙匀染剂 GND (南通斯恩特化学)、匀染剂 FK-460 (北京中纺化工)、匀染剂 TBW-951 (广东德美化工)、尼龙匀染剂 FTS (无锡长盛精细化工)。

选择锦纶匀染剂时应注意:染色匀染效果要好,对色光艳亮度影响要小,特别是不能降低得色量。

若自行组合复配,可以采用平平加-扩散剂 N 或平平加-润湿剂 BX 组合,通过试验,找出最佳配比,也具有较好的实用效果。

### 3.6 电解质

活性染料染锦纶,当染液 pH 值  $>6$  时,电解质 (元明粉或食盐) 对染料起促染作用,称为促染剂;当染浴的 pH 值  $<6$  时,电解质对染料起阻染作用,称为缓染剂。这是因为锦纶分子链两端同时含有氨基和羧基,其等电点为 5~6。

染浴的 pH 值在等电点以上时,锦纶纤维末端氨基 ( $-NH_2$ ) 正离子化 ( $-NH_3^+$ ) 的程度很小,而末端羧

基(-COOH)负离子化(-COO<sup>-</sup>)的程度却比较高。因而,锦纶纤维带负电荷。此时,染料主要靠氢键和范德华力上染。电解质的加入,可以有效地抵消锦纶纤维所带的负电荷,使阴离子型染料更容易与锦纶纤维接近,被纤维吸附,从而起到促染作用。

染浴的pH值在等电点以下时,情况则相反。锦纶纤维中-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>的含量远远超过-COO<sup>-</sup>的含量,而带正电荷。染料主要以离子键结合而上染。电解质的加入,将大大削弱氨基的正电性,使锦纶纤维对染料的吸附能力下降,从而起到缓染作用。

但是,为了获得较高的上染率,除少数艳蓝色染料品种外,一般都需要在酸性浴(pH=4~5)中进行,故不需要加入电解质。

某些艳蓝色活性染料,如活性艳蓝 KN-R(江苏泰兴)、艳蓝 B-RV(上海万得)和艳蓝 R(上海雅运)等,为了使鲜艳度不受影响,需要在中性浴中或先中性浴后碱性浴染色。若染较深色泽,必要时可加入 14~25 g/L 的食盐或元明粉促染,以提高得色量。

### 3.7 碱剂

M型、KN型活性染料在中性浴或酸性浴中染锦纶,与酸性染料染色基本相同,主要是靠染料与纤维之间产生离子键、氢键和范德华力而上染。从试验得知,在染色(吸色)后期,染浴中加入适量碱剂(纯碱),使染浴pH值保持在10~10.5,并保温适当时间,可以大幅度提高活性染料对锦纶的染色牢度。

## 4 染色工艺的选择

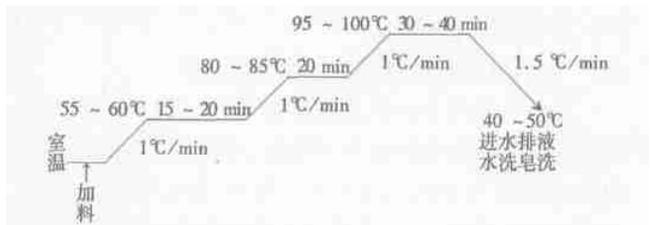
### 4.1 中性浴染色法

大多数活性染料在中性浴中染锦纶,上染能力弱,上染率很低,但匀染性较好,可以染浅淡色。然而,实践表明,锦纶用活性染料染浅淡色,远不如用分散染料染色效果好。因为锦纶用分散染料染浅淡色,吸尽率高,污水中染料残留少,匀染性和遮盖性特别优良,染色牢度与酸性和活性染料相当。而个别色光艳亮度高的色种,可以选用对染浴pH值依附性小的弱酸性染料染色,以此来弥补分散染料艳亮度不足的缺陷。因此,活性染料中性浴染色法实用性不大。

部分对锦纶上染能力强的活性染料,如活性艳蓝 B-RV(上海万得)、艳蓝 A-RV(浙江舜龙)、艳蓝 R(上海东美)、艳蓝 KN-R(江苏泰兴)、雅格素艳蓝 R(上海雅运),以及活性嫩黄 B-6GLN(上海万得)、嫩黄 BF-4G(上海雅运)、嫩黄 4GL(上海东美)、嫩黄 ME-4GL(上海亚好)等,它们对锦纶上染能力强,在中性浴中就可以很好地上色,不仅可以染中浅色,也可以染较深

色。其中,活性艳蓝的得色色光较酸性浴染色法更艳亮纯正。经测试,其染色牢度与弱酸性染料相当或更高。特别是单染嫩黄色和艳蓝色,其日晒牢度明显高于弱酸性染料。

但是,这些适合中性浴染色的活性染料由于上染速率较快,存在着匀染问题。采取低温起染,缓慢升温,分段保温,适当加快车速,适当延长高温保温时间,以及加入适量匀染剂等匀染措施,可以实现匀染透染的染色效果。通过反复摸索,得出以下可行的染色工艺:



### 4.2 酸性浴染色法

除对锦纶上染能力强的嫩黄色和艳蓝色等活性染料适合中性浴染色法外,一般中温型活性染料,均适合酸性浴染色法。

但是,在酸性条件下,活性染料与锦纶形成共价键结合的可能性很小,染料主要是以离子键、氢键、范德华引力上染。这些结合形式没有共价键结合牢固,因此,染较深色泽时,湿摩擦牢度相对较差。特别当染浴的酸性过强时,锦纶大分子链中的酰胺基也会结合H<sup>+</sup>而正离子化,同样会与染料阴离子形成离子键结合而超当量吸附染料。这部分染料会随着染浴pH值的提高,亚胺基结合的氢离子脱落,正电性消失而逐渐解下来,染色的湿摩擦牢度降低。因此,实际染色时,染浴的pH值应控制在4~5。当染较浅色泽时,染后一定要充分温水洗,将浮色去除。染较深色泽时,在充分水洗的基础上,再用固色剂温水固色,这会明显改善染色湿摩擦牢度。但是,固色处理会影响色光艳亮度和日晒牢度,因此,对固色剂要选择使用。

活性染料采用酸性浴(pH值5)染锦纶时,可以与弱酸性染料、中性染料以及不同类型的活性染料拼色,以扩大染料的选择范围,弥补色谱的不足,并可获得染深性,以及更好的染色牢度。

但是,采用不同染料拼色染色前,必须预先选择染料的配伍性,严格控制染料用量,避免某一只染料的用量达到或接近染色饱和值。

该染色法的染色结果对染浴pH值依附性较大,染浴pH值的波动,对色光和得色深度影响显著。因此,染浴的pH值要稳定在4~5。

值得注意的是,活性染料在酸性条件下对锦纶吸

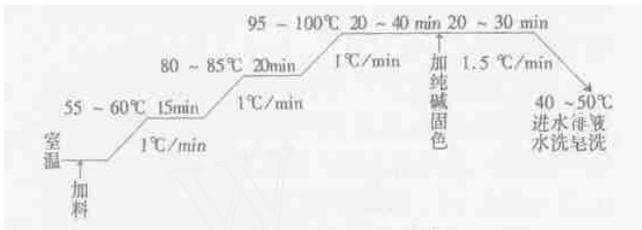
附上色快,匀染和浮色问题比较突出,所以,采用匀染工艺和用料很重要。具体工艺处方与中性浴染色法基本相同,但应注意:

(1) 必须用醋酸调节染液 pH 值至 4~5,使染液的酸性由弱到强,使染色初期上染缓慢,实现均匀吸附;使染色后期有较高的吸尽率,获得较深的色泽。

(2) 阴离子型或阴/非离子型匀染剂在酸性浴染色法中的缓染匀染效果比中性染色法明显,但对得色量的影响也明显。所以,严格控制实际用量,以免影响得色深度和染色重现性。

#### 4.3 先中性浴或酸性浴后碱性浴染色法

该染色法的最大优点是染色牢度非常好,为中性浴染色法和酸性染色法所不能比,即使是弱酸性染料的染色牢度,也无法与之相比。另外,吸色阶段的纤维表层形成的浮色,以及未充分染着的染料,在高温碱性固色过程中,会被较好地洗落,这在一定程度上也提高了色牢度。



在实际生产中,必须注意以下几点:

(1) 中性浴或酸性浴染色吸色时间要充分,一定要达到吸色平衡。只有在均匀而充分吸色的基础上,才能加入碱剂固色。如果碱剂过早加入,在高温碱性条件下,会使染料水解量增大,得色量降低。

(2) 固色用纯碱量要准确。酸性浴吸色纯碱用量比中性浴吸色要多些,因为除中和染料与纤维反应时生成的酸以外,还要中和吸色时调节 pH 值的醋酸。染中深色泽时,纯碱用量要比染浅淡色泽要多些。因为色泽越深,染料与纤维反应时生成的酸越多,消耗的碱剂越多。一般,纯碱的用量为 15~25 g/L,以染色结束时,残液 pH 值在 10.5 左右为宜。

(3) 合理控制加碱固色时间。时间过短,固色不充分;时间过长,水解染料增多,降低得色量。染浅色时固色时间可短些,染深色时固色时间要长些,通常在 20~40 min。

(4) 染色结束后,先温水去碱,再高温皂洗,以免造成色浅。染色后色泽经高温皂洗后,色光和深度会发生一定变化。这是由于染料在纤维内部的分布和存在状态发生变化所致。因此,染后高温皂洗一定要充分,以确保色光稳定,重现性好。

(5) 由于弱酸性染料不耐高温碱处理,所以该染色法不宜与弱酸性染料拼染。

(6) 高温碱性固色处理和高温皂洗处理,能充分去除纤维上未固着的染料,所以,得色深度与中性浴染色法和酸性浴染色法相比要浅些。

## 5 结束语

用 M 型、KN 型活性染料染锦纶织物,可以选择采用中性浴染色法或酸性浴染色法,以及先中性浴或酸性浴后再碱性浴染色法。中性浴染色法只适用于对锦纶上染能力强的嫩黄色和艳蓝色染料,其得色鲜艳,牢度较好。多数染料适用于酸性浴染色或先酸性后碱性浴染色。前者吸色率较高,色光较亮,但色牢度较差;后者的色光艳亮度虽不如前者,但染色牢度优良。

活性染料染锦纶的匀染性和遮盖性较差,应采用匀染剂染色,以获得较好的匀染效果。

选择使用活性染料染锦纶,不但可以弥补中性染料和酸性染料中的一些色谱艳亮度或色牢度差的不足,还可以扩大染料的选择范围,且降低染料成本。∞

## 佛山市全美印花有限公司 诚 聘

我公司是一家以印染为主的合资企业,近来不断扩大发展。现需诚聘以下技术管理人员:

1. 印染工艺员:2名  
要求:大专以上学历,从事相关工作五年以上。
2. 印染机械电器维修工程师:2名  
要求:大专以上学历或相当程度熟练维修经验。
3. 印染机械维修技工:2名  
要求:中专以上学历或具有实际维修技能。
4. 电脑花样分色员:2名  
要求:大专以上学历或相当程度熟练操作经验。
5. 圆网机印花挡车车长、定形机挡车车长:各2名  
要求:中专以上学历或具有实际维修技能。
6. 出口部(产品销售、业务主办):2名  
要求:大专以上学历,英语或相关专业,英语对话流利。  
以上人员一经录取待遇优,有食宿,应聘者将个人简历、学历证明、身份证复印件、本人近照来函联系。(资料保密,合则通知,恕不退回)

地 址:广东省佛山市顺德区龙江镇 325 国道 256 号

联系人:何国成

电 话:0757 - 23226808 13902565183

传 真:0757 - 23223490

邮 编:528319