

分散染料染色涤纶针织面料的褪色研究

吉海东¹, 傅深环¹, 付连龙¹, 王吉², 蔡映杰², 吴济宏²

(1. 高密市富源印染有限公司, 山东 高密 261500;

2. 武汉纺织大学 生物基纺织材料清洁生产与高值利用湖北省工程实验室, 湖北 武汉 430200)

摘要:文中依次采用溶胀褪色、剥色褪色和还原清洗褪色的方法,对分散染料染色的涤纶针织面料进行多重褪色研究。探讨了溶胀褪色、剥色褪色和还原清洗褪色处理条件对织物褪色率和强力保留率的影响。结果表明,二甲基亚砷溶胀褪色的最佳条件为浴比1:16,温度120℃和时间30 min;N,N-二甲基甲酰胺剥色褪色的最佳条件为浴比1:14,温度100℃和时间30 min;保险粉还原清洗剥色效果可以忽略不计。经二甲基亚砷溶胀褪色和N,N-二甲基甲酰胺剥色褪色处理后,褪色率高达97.8%,且断裂强力保留率为94.3%,符合涤纶针织面料褪色复染的要求。

关键词:涤纶针织面料;分散染料;溶胀;剥色;还原清洗;褪色率;断裂强力

中图分类号:TS 193.7+3

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2019)04-0028-05

Decoloring Property of Polyester Knitting Fabric Dyed with Disperse Dye

Ji Haidong¹, Fu Shenhuan¹, Fu Lianlong¹, Wang Ji², Cai Yingjie², Wu Jihong²

(1. Gaomi Fuyuan Dyeing and Printing Co., Ltd., Gaomi, Shandong 261500, China;

2. Hubei Provincial Engineering Laboratory for Clean Production and High Value Utilization of Bio-Based Textile Materials, Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei 430200, China)

Abstract: This paper studied the multiple fading on polyester knitted fabrics dyed with disperse dyes by swelling, decolorization, and reduction washing to strip color. The influence of the treating conditions of swelling, decolorization, and reduction washing on the fading rate and strength retention rate was discussed. The results show that the optimum conditions for the dimethyl sulfoxide swelling are liquor ratio of 1:16, temperature at 120℃, and time for 30 minutes. The optimum conditions for the N, N-dimethylformamide decolorization are liquor ratio of 1:14, temperature at 100℃, and time for 30 minutes. The stripping effect of reduction washing of the sodium hydrosulfite is negligible. After treatment of the dimethyl sulfoxide swelling and N, N-dimethylformamide decolorization, the fading rate is up to 97.8%, and the breaking strength retention rate only reduces to 94.3%, which meet the repeating dyeing requirement of the polyester knitting fabric.

Key words: Polyester Knitted Fabric; Disperse Dye; Swell; Color Stripping; Reduction Washing; Decolor Rate; Breaking Strength

随着聚酯工业的迅猛发展,聚酯纤维产品被日益广泛应用(服装、工业纺织品、室内装饰、汽车内饰、防护服等)^[1-7],聚酯纤维产品的发展,给人们的生产和生活带来方便的同时,也带来了越来越多的各

类废弃聚酯及废弃纺织品,如生产过程中产生的残旧纱线、旧面料和旧服装等,造成了资源的极大浪费,也对环境产生了巨大的污染。因此,废旧聚酯尤其是对石油资源依赖性强的废旧涤纶纺织品的回

收再利用成为目前亟待解决的重要问题。涤纶作为聚酯纤维中最主要的一个品种,其回收利用已经提了很多年,到20世纪90年代,才受到人们的重视,回收再生技术逐渐发展成熟^[8]。

作者简介:吉海东(1973—),男,销售研发总监。主要从事染整技术与产品开发的工作。

涤纶针织面料因具有良好的服用性能,受到消费者青睐^[9]。涤纶针织面料染色时常因配方、染色条件等问题而出现色斑、染色不均等瑕疵,为了减少经济损失和资源浪费,常通过染料剥离后对织物重新染色以满足客户和市场要求。

不管是涤纶纺织品的回收再利用,还是涤纶面料颜色瑕疵的解决,都需要对其进行褪色处理,其中关键的技术是对涤纶废料中的染料或者颜料进行有效剥离。本文依次采用溶胀褪色、剥色褪色和还原清洗褪色的方法,对分散染料染色的涤纶针织面料进行多重褪色研究。首先用二甲基亚砒溶胀剂溶胀涤纶纤维,降低涤纶纤维分子链之间的紧密度,使其内部结构松散,降低空间取向度,增大非结晶区,从而减弱染料分子与涤纶纤维分子之间的结合力。随后,为了让从纤维上剥离的染料不会重新沉淀在纤维上,用N,N-二甲基甲酰胺剥色剂处理溶胀后的涤纶。最后,对于织物上残留极少量染料分子,通过保险粉达到还原清洗的作用,完成褪色处理。

1 试验

1.1 材料及仪器

织物:经分散荧光黄 8GFF 染色的纯涤纶针织面料。

试剂:二甲基亚砒、N,N-二甲基甲酰胺、保险粉(国药集团化学试剂有限公司)。

仪器:HB-HWX24 红外加热染色机(佛山市顺德区容桂芸宝染整机械厂),CS-600 分光测试仪(杭州彩谱科技有限公司),GT-7010-EP 电子织物强力机[高铁检测仪器(东莞)有限公司]。

1.2 褪色处理

1.2.1 溶胀褪色处理

将涤纶有色针织物浸入到二

甲基亚砒溶液中,在浴比 1:10~1:20,温度 100~135 ℃,时间 10~50 min 的条件下,在红外加热染色机中对涤纶有色针织物进行溶胀褪色处理,处理后晾干、备用。

1.2.2 剥色褪色处理

将经二甲基亚砒溶胀褪色处理(浴比 1:16,120 ℃,30 min)后的涤纶有色织物浸入到 N,N-二甲基甲酰胺溶液中,在浴比 1:10~1:20,温度 80~120 ℃,时间 10~50 min 的条件下,在红外加热染色机中进行剥色褪色处理,处理后晾干、备用。

1.2.3 还原清洗褪色

将经 N,N-二甲基甲酰胺剥色处理(浴比 1:14,温度 100 ℃,时间 30 min)后的涤纶有色织物,浸入含量为 3%保险粉的水溶液中,在浴比 1:10~1:30,温度 80~100 ℃,时间 10~30 min 的条件下,在红外加热染色机中进行还原清洗褪色处理,处理后晾干、备用。

1.3 测试

1.3.1 褪色率

根据公式(1)计算样品褪色率。织物的 K/S 值采用分光测试仪进行检测,在样品中随机位置测 10 次,取其平均值作为样品 K/S 值。

$$P = \frac{K_0/K_n}{K_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:P 为褪色率,%;K₀和 K_n分别为原始样和褪色后织物的 K/S 值;n 为 1 时表示样品经溶胀褪色后的 K/S 值;n 为 2 时表示样品溶胀褪色和剥色褪色后的 K/S 值;n 为 3 时表示样品经溶液溶胀褪色、剥色褪色和还原清洗褪色后的 K/S 值。

1.3.2 断裂强力保留率

对经溶胀、剥色和还原清洗褪色处理后涤纶织物在 GT-7010-EP 电子织物强力机上进行断裂强力检测,分别测试 3 次取平均值,并

根据公式(2)计算断裂强力保留率。

$$R = \frac{F_1}{F_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中:R 为断裂强力保留率,%;F₀和 F₁分别为褪色前后织物的断裂强力,N。

2 结果与讨论

2.1 二甲基亚砒溶胀褪色

分散荧光黄 8GFF 染色涤纶的针织面料 K/S 值为 13.6,参照 1.2.1 工艺条件对织物进行溶胀褪色处理,探讨浴比、温度、时间对织物褪色率的影响。

2.1.1 浴比对褪色率的影响

探讨溶胀过程中浴比对褪色率的影响,结果如图 1 所示。

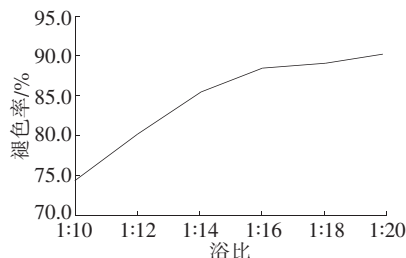


图 1 溶胀浴比对织物褪色率的影响

由图 1 可知,在溶胀温度 120 ℃,溶胀时间 30 min 条件下,褪色率随着浴比的增加稳定上升。当浴比从 1:10 提高到 1:16 时,其褪色率提高了 14.3%。随着浴比增加,即二甲基亚砒用量增加,与有色涤纶针织面料的接触就更充分,这有利于将分散染料从针织面料上洗脱下来。同时,二甲基亚砒用量的增加,使褪色溶液中剥离下来的分散染料的浓度减少,可能破坏了先前存在的剥色平衡,使得更多的分散染料被剥离到二甲基亚砒溶胀液中。随后将浴比提高到 1:20 时,褪色率增加不明显,其原因可能是当二甲基亚砒溶胀液增加到一定量时,无定形区中的分散染料大部分都被剥离下来,而在结晶区中的分散染料则难以被剥离,继续增加二甲基亚砒溶胀液的用量,对有色

涤纶针织面料褪色率的提高则不明显。因此,在此褪色条件下,其最佳浴比为1:16,此结论与吴宝宅等人的研究结果^[10]相似。

2.1.2 溶胀温度对褪色率的影响

探讨溶胀过程中温度对褪色率的影响,结果如图2所示。

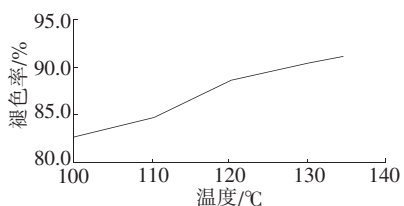


图2 溶胀温度对织物褪色率的影响

由图2可知,在浴比1:16,溶胀时间为30 min条件下,织物褪色率是随着温度的升高而上升。当溶胀温度从100℃提高到120℃时,褪色率从82.6%提高到88.6%,随后升温到135℃,褪色率达到91.2%。在温度为100~135℃时,温度高于涤纶的玻璃化温度,涤纶纤维处于溶胀状态,纤维的孔隙变大,分散染料与涤纶的结合力降低,这些都有助于二甲基亚砶溶胀液的渗透及对分散染料的溶解及扩散,提高褪色率。但是在高温下(一般在140℃以上),二甲基亚砶能够溶解涤纶^[11],因此,将最高温度设定135℃。当溶胀温度大于120℃时,有色涤纶针织面料的褪色效果减弱,因此,选择溶胀温度为120℃。

2.1.3 溶胀时间对褪色率的影响

探讨溶胀时间对褪色率的影响,结果如图3所示。

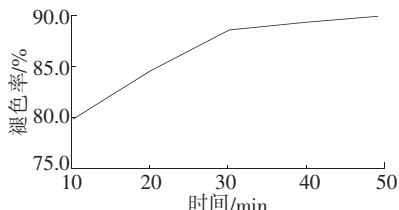


图3 溶胀时间对织物褪色率的影响

由图3可知,在浴比1:16,溶胀温度120℃条件下,织物褪色率

逐步提高,从10 min到30 min中,褪色率提高了8.8%。溶胀时间的延长使得有色涤纶针织面料与二甲基亚砶的接触更充分,有利于褪色率的提高。将溶胀时间由30 min延长到50 min时,褪色提高不明显,表明经30 min溶胀褪色后,大量分散染料已被从纤维上剥离下来,再延长溶胀时间,褪色效果不显著,因此,选择溶胀时间为30 min。

2.1.4 溶胀处理对织物断裂强力的影响

未溶胀褪色处理前,分散荧光黄8GFF染色涤纶针织面料的断裂强力为576 N。为了使得后续复染产品的强力达到要求,褪色后涤纶织物的断裂强力保留率应在90.0%及以上的范围,即强力损失控制在10.0%以内。在不同条件下溶胀褪色处理后,织物断裂强力保留率如图4所示。

由图4可知,随着浴比的增大和溶胀时间的延长,织物断裂强力保留率呈缓慢下降的趋势,且断裂强力保留率趋向一致,约从98.0%下降到95.0%。溶胀温度在120℃及以下时,织物断裂强力保留率缓慢下降。但超过120℃后,断裂强力保留率快速下降,当温度为135℃时,其断裂强力保留率只有86.3%,损失率超过了10.0%。尽管135℃高温能够达到最佳的褪色效果,但是其断裂强力损失严重。

综上所述,涤纶纤维分子结构

紧密,但是仍存在着无定形区;因为二甲基亚砶为极性优良的有机溶剂,在一定的条件可渗透到涤纶纤维无定形区内,改变了原本纤维高分子聚合物的链段取向,增加无定形区链段可以移动的空间,使得纤维结构上空间更大,实现了纤维的溶胀。同时,依据相似相容的原理,二甲基亚砶溶液溶解固着在涤纶纤维中的分散染料,可使分散染料从有色涤纶纤维中脱除,实现对有色纤维的褪色处理。根据2.1.1—2.1.4可知二甲基亚砶对涤纶有色针织物溶胀褪色处理最佳条件为浴比1:16、温度120℃、时间30 min,其褪色率达到88.6%,断裂强力保留率为95.7%。

2.2 N,N-二甲基甲酰胺剥色褪色

N,N-二甲基甲酰胺是非质子极性溶剂,依据相似相容原理,在一定的温度下,能够进入涤纶纤维内部,完成对涤纶纤维的溶胀作用,并脱除分散染料^[12]。参照1.2.2剥色褪色处理工艺对溶胀处理后的有色涤纶织物进行处理,探讨处理温度、浴比、时间对织物剥色效果的影响。

2.2.1 浴比对褪色率的影响

参照1.2.2剥色工艺,在温度100℃、时间30 min条件下,探讨剥色浴比对褪色率的影响,结果如图5所示。

由图5可知,随着剥色浴比的增大,织物褪色率逐渐增大,当浴

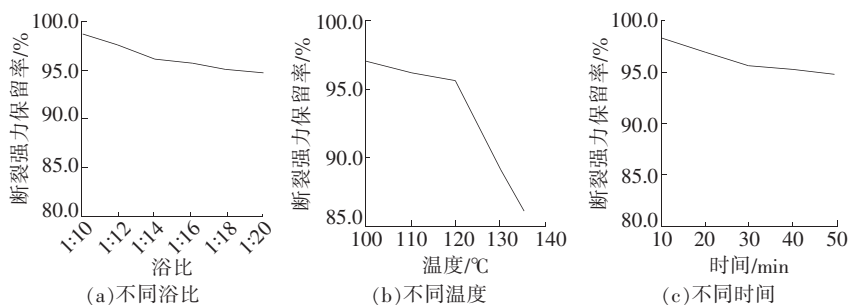


图4 二甲基亚砶处理后织物的断裂强力保留率

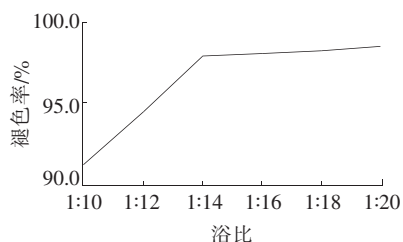


图5 剥色浴比对织物褪色率的影响

比大于 1:14 时,织物褪色率趋于稳定,这可能是由于大部分的分散染料已被剥离(97.8%),且可能达到饱和处理状态,再增加剥色剂用量,只能稍微提高褪色效果。因此,选择剥色浴比 1:14。

2.2.2 剥色温度对褪色率的影响

参照 1.2.2 剥色工艺,在剥色时间 30 min,浴比 1:14 条件下,探讨剥色温度对织物褪色率的影响,结果如图 6 所示。

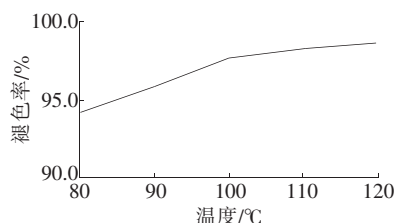


图6 剥色温度对织物褪色率的影响

由图 6 可知,随着剥色温度升高,织物褪色率逐渐增大,当温度大于 100 ℃时,织物剥色率趋于稳定。温度的提升不仅有助于涤纶纤维的软化,使得染料和涤纶纤维之间的结合力降低,也有助于 N,N-二甲基甲酰胺分子在纤维中的扩散^[12]。在剥色时间相同的条件下,温度升高则 N,N-二甲基甲酰胺与染料的接触增加,并能更快地将染料扩散到 N,N-二甲基甲酰胺溶剂中。但当温度上升到 100 ℃时,温度的提升对褪色率的增加,没有显著效果。因此,选择 100 ℃为剥色温度。

2.2.3 剥色时间对褪色率的影响

参照 1.2.2 剥色工艺,在剥色温度 100 ℃、浴比为 1:14 条件下,

探讨剥色时间对织物剥色率的影响,结果如图 7 所示。

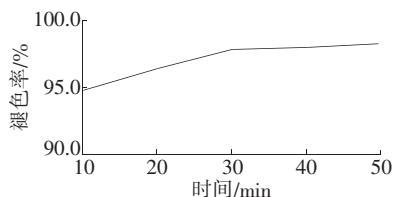


图7 剥色时间对织物褪色率的影响

由图 7 可知,不同剥色时间的条件下进行剥色处理,其褪色率变化规律与温度因素的变化规律相似,都呈现稳定上升的趋势,但上升幅度不大。从 10 min 延长到 30 min 时,褪色率从 94.8% 只上升到 97.8%。再延长至 50 min 时,褪色率呈现出缓慢上升的趋势,褪色率为 98.2%,只增加 0.4%。因此,选择剥色时间为 30 min。

2.2.4 剥色处理对织物断裂强力保留率的影响

参照 1.2.2 剥色处理工艺,探讨剥色温度、时间、浴比对织物断裂强力保留率的影响,结果如图 8 所示。

由图 8 可知,织物经 N,N-二甲基甲酰胺剥色处理后,织物断裂强力保留率的变化趋势与经二甲基亚砷溶胀褪色后的变化趋势一致,随着浴比的增大和剥色时间的延长,针织面料的断裂强力保留率呈缓慢下降的趋势,从 95.0% 下降到 92.0%。剥色温度在 120 ℃及以下,其变化规律同浴比和处理时间的缓慢下降变化趋势类似,从 80 ℃的 95.0% 下降到 100 ℃的

94.3%。但在 100 ℃以上,其断裂强力保留率快速下降;当温度为 120 ℃时,其断裂强力保留率只有 89.8%,约 10.0%的损失率。

剥色温度的升高有助于涤纶有色针织面料的褪色,但温度过高则会损害到针织面料的强力。依据 N,N-二甲基甲酰胺处理涤纶有色针织面料的褪色率和断裂强力保留率,其剥色褪色的最佳条件为浴比 1:14,温度 100 ℃和时间 30 min,其褪色率为 97.8%,断裂强力保留率为 94.3%。这表明在经二甲基亚砷最佳条件溶胀褪色处理后,再经 N,N-二甲基甲酰胺最佳条件剥色褪色处理,褪色率从 88.6% 上升到 97.8%,上升了 9.2%;断裂强力保留率从 95.7% 下降到 94.3%,降低了 1.4%,但仍在 10.0% 损失率范围内。

2.3 保险粉还原清洗褪色

2.3.1 还原清洗褪色条件对织物褪色率的影响

根据 2.1 及 2.2 确定的最佳溶胀、剥色处理条件处理织物,参照 1.2.3 保险粉还原清洗条件对织物进行处理,探讨浴比(温度 90 ℃,时间 20 min 的条件下)、温度(浴比 1:20,时间 20 min 条件下)、时间(浴比 1:20,温度 90 ℃条件下)对织物还原清洗褪色率的影响,结果如图 9 所示。

由图 9 可知,在不同的处理条件下,褪色率的变化规律一致,且其数值增幅很小,从未处理前的 97.8%,最高只增加到 98.2%,只提

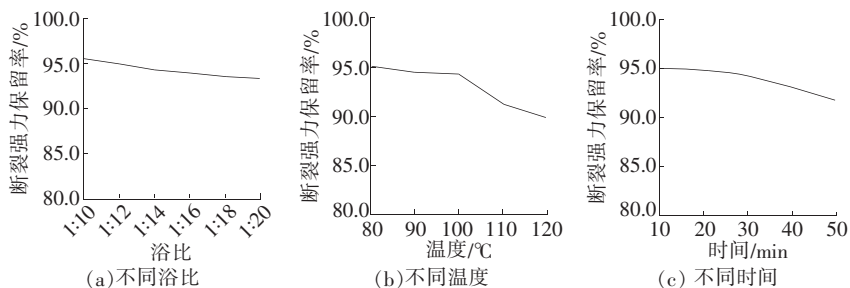


图8 剥色处理对织物断裂强力保留率的影响

高了0.4%。这是因为经前面两道褪色处理后,大量的染料已被剥离,从而减少了保险粉对分散染料的剥离效果。这也表明分散荧光黄8GFF染色涤纶的针织面料,经二甲基亚砷溶液溶胀褪色、N,N-二甲基甲酰胺剥色褪色和保险粉还原清洗褪色后,仍不能对分散荧光黄8GFF染色涤纶的针织面料上的染料实现100.0%的剥离。但已经达到了涤纶有色织物的剥色效果,可以进一步对织物进行复染。

2.3.2 还原清洗褪色条件对织物断裂强力保留率的影响

参照2.3.1条件,探讨保险粉还原清洗过程中温度、浴比、时间对织物断裂强力保留率的影响,结果如图10所示。

由图10可知,随着浴比的增加、温度的升高和处理时间的延长,织物断裂强力保留率都呈下降的趋势。其中当还原清洗浴比由1:10增大到1:30时,织物的断裂强力保留率减少了3.1%;当温度由80℃增加到100℃时,织物的断裂强力保留率减少了5.4%;还原清洗时间由10 min延长到30 min时,织物的断裂强力保留率减少了5.7%。这表明了经保险粉还原清洗褪色处理后,褪色率最大只上升了0.4%,可以忽略不计,但针织面料的断裂强力保留率损失最大的则从94.3%下降到87.7%,超过了10.0%损失的范围。

因此,涤纶针织面料经二甲基亚砷溶液溶胀褪色和N,N-二甲基甲酰胺剥色褪色处理后,可以达到复染的要求。若再经保险粉还原清洗褪色,其意义不大,并且增加成本 and 污染。

3 结论

3.1 有色涤纶针织面料依次采用二甲基亚砷溶胀褪色、N,N-二甲

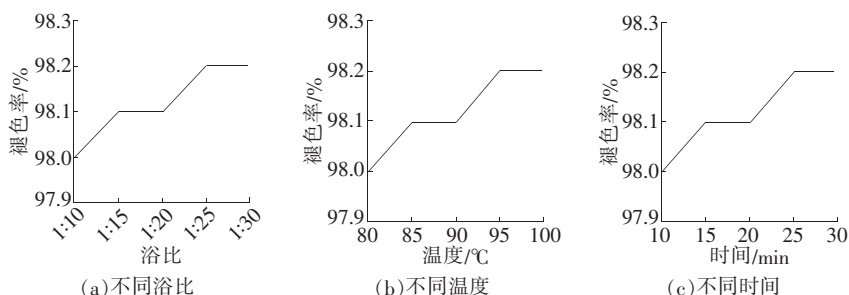


图9 保险粉还原清洗褪色条件对织物褪色率的影响

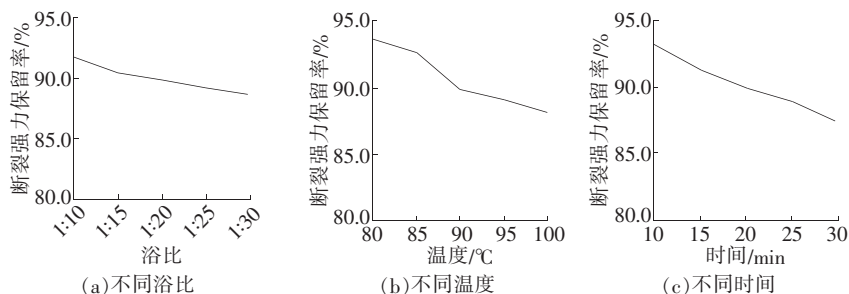


图10 保险粉还原清洗褪色条件对织物断裂强力保留率的影响

基甲酰胺剥色褪色和保险粉还原清洗褪色的方法进行多重褪色,仍然不能将分散染料100.0%地进行剥离,但达到织物复染的要求。

3.2 经过二甲基亚砷溶胀褪色和N,N-二甲基甲酰胺剥色褪色处理后,褪色率高达97.8%,而断裂强力保留率只下降到94.3%,达到复染的要求,而保险粉还原清洗褪色后,对织物褪色率影响不大可忽略不计,但显著降低织物的断裂强力保留率,对涤纶有色织物褪色采用二甲基亚砷溶胀褪色、N,N-二甲基甲酰胺剥色褪色即可。

3.3 二甲基亚砷溶胀褪色的最佳条件为浴比1:16,温度120℃和时间30 min;N,N-二甲基甲酰胺剥色褪色处理最佳条件为浴比1:14,温度100℃和时间30 min。

参考文献

[1] 芦长椿.涤纶工业丝技术进展[J].合成纤维,2008,37(9):1-5.
[2] 姚军义,王玉合,吴旭华,等.国内涤纶工业丝发展现状[J].合成技术及应用,2017,32(2):26-30.
[3] 黄雪红.数码热升华直喷印花涤纶

地毯的开发[J].针织工业,2017(10):37-39.

[4] 陈维国,章俊玲,戴瑾瑾.高耐晒涤纶汽车内饰纺织品的染色加工[J].印染,2007,33(23):47-51.

[5] 车用针织内饰产品设计综述[J].针织工业,2004(1):94-98.

[6] 张阳,沈兰萍.涤纶汽车座椅面料阻燃工艺的优化[J].合成纤维,2015,44(7):40-42.

[7] 张建春,石新辉.防护服热阻研究简介[J].中国个体防护装备,2000(3):36-39.

[8] 王德诚.聚酯新原料回收再生技术[J].合成纤维工业,2006,29(2):46-49.

[9] 郭凤芝,丛琳.涤纶针织面料服用性能测试及发展前景研究[J].针织工业,2006(11):46-50.

[10] 吴宝宅,武志云,汪少朋,等.应用二甲基亚砷对废旧聚酯纺织品的脱色[J].纺织学报,2014,35(4):84-87.

[11] 石娜,武志云,汪少朋,等.溶剂法回收废旧聚酯纺织品技术[J].纺织学报,2012,33(7):31-36.

[12] 吴宝宅,武志云,汪少朋,等.DMF在聚酯纺织品脱色中的应用研究[J].染整技术,2013(6):11-14.

收稿日期 2018年12月28日