

涤锦复合丝高裂离缩纤技术及应用

王延虎¹, 翟回龙², 成万辉²

(1.上海湛和实业有限公司 技术研发中心, 上海 200030;
2.辽宁海城宏利印染有限公司, 辽宁 海城 114200)

摘要:介绍了以截面桔瓣型涤锦复合丝为原料的罗纹针织布的缩纤技术。缩纤工艺为:织物先经过碱减量工序处理,维持碱减量率18%;然后在缩纤剂浓度为30 g/L、105 ℃、40~50 min条件下对锦纶进行缩纤处理。数据表明,布面的横、纵向产生较大收缩,面料的单位面积质量增加较多,涤锦复合丝编织成的线圈呈现菊花形散开,两组分纤维产生了高程度裂离,且裂离程度达到了国外进口高端产品的程度。同时分析表明,经此技术缩纤后的涤锦复合丝面料具有很强的纳尘、去油、去污能力,可以广泛应用于无尘布擦拭布产业、针织面料开发、仿真丝等产业领域;且研究发现此类织物适合碱性+中性染色方法,但其染色后的牢度、颜色的递深等问题仍未解决,需要进一步研究。

关键词:涤锦复合丝;裂离;缩纤;碱减量;无尘布;仿真丝

中图分类号:TS 190

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2012)06-0025-05

复合纤维品种有很多种类,分类方法也较多,按生产方式可分为复合纺丝和共混纺丝;按纺丝形态可分为并列型、皮芯型、海岛型等^[1]。复合纺丝过程中以涤锦复合丝偏多。涤锦复合丝是两种高聚物熔体由特殊的分配板进行分流,然后通过同一喷丝孔挤出成形的。涤锦复合丝所形成的面料,既具有锦纶的耐磨、高强、易染、吸湿的优点,又具有涤纶弹性好、保形性好、吸油性能等优点,主要应用于产业纺织用品、家纺用品等方面。涤锦复合丝有桔瓣型、米字型、星型等,本文即对以桔瓣型涤锦复合纤维为原料的针织无尘布的工艺过程进行论述和分析。

1 国内外高端无尘布研究现状

日本化纤方面的技术比较具

有实力,现已有两家日本公司成功制作了此类化纤面料,成为真正的高端无尘面料,其企业生产的标准已经达到ISO标准中的级高端标准^[2]。图1是进口涤锦复合丝产品X光照片。



图1 进口涤锦复合丝产品X光照片

由图1可看出,经过特殊工艺裂解缩纤后的进口涤锦复合丝产品具有菊花瓣形状,涤锦丝分裂开,裂离成散乱形态,使得产品档次极高;且根据工艺流程与涤锦复合丝的特性,所开发的针织无尘布极为紧密,

确保了耐磨性。另外,由于所开发的涤锦复合丝的组分是30%锦纶和70%涤纶,锦纶的亲水性加上涤纶的吸油性随着密织物的毛状效应增强,可以提供一个高层次的吸水性和惊人的擦拭效果。如今,这项产品已经占据高端市场,为硅谷公司、西门子、制药公司、航空航天企业等净化产业提供大量的无尘布。

国内许多企业都在做涤锦复合丝面料的开发,科研院所机构也相应的做了大量研究。多数企业采用碱减量法、机械开纤、溶剂法等^[3],还有一些企业尝试采用将海岛型聚酯纤维减量后制作成无尘面料。这些研究和尝试均对涤锦复合丝纤维的裂离做了很多贡献,但其中的开纤效果并不理想,只能使聚酯与聚酰胺6纤维轻微地裂解分离

作者简介:王延虎(1974—),男,工程师。主要从事染整新技术的研究、开发及应用工作。

(数据可由厚度仪测量开纤前后的布面厚度得到,或者在放大约 200 倍的条件下看涤锦分离程度确定),线圈状态仍然抱合呈“束状”,如图 2 所示。



图 2 涤锦复合丝织物碱减量后 200 倍电子显微镜照片

由图 2 可看出,使用碱减量开纤工艺处理纤维后,涤锦复合丝线圈完全是闭合状态,且聚酯与聚酰胺 6 没有完全分离成细丝。

2 聚酯与聚酰胺 6 缩纤裂离机理

涤锦复合丝超高收缩化技术最初主要是由日本钟纺公司研发的^[4]。复合丝超高收缩高密度化的原理是:利用聚酯纤维和聚酰胺 6 纤维在不同的条件下的收缩差,使两个组分分离,产生超细的纤度。聚酰胺 6 在 pH 值为 5.0~6.0 情况下缩纤最大,而涤纶在酸性范围不缩,进而利用同一条件下缩率的不同^[5],并利用化学助剂裂离使锦纶产生较大的收缩率或卷曲从而达到涤纶、锦纶两组分的界面分离。将这一理论应用到聚酯-聚酰胺 6 桔瓣型复合长丝上,即聚酰胺 6 受化学药剂作用后,单位时间内单位长度变短,而涤纶单位长度不变,这样作为“芯”丝的聚酰胺 6 会发生收缩,处于螺旋状空间的涤纶丝与锦纶会发生界面分离,继而产生菊花型散乱瓣现象。参见图 1 进口产品的 X 光照片,进口涤锦复合纤维缩纤后的横切面 X 光照片如图 3 所示。

由图 3 可看出,其横切面由聚

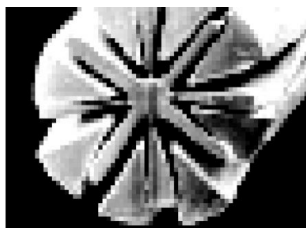


图 3 进口涤锦复合纤维缩纤后横切面 X 光照片

酯纤维构成的 8 个伞型尾部分和锦纶的 1 个放射状部分构成,聚酯 70%,聚酰胺 30%。经过高温、高压和成熟的缩纤技术,把每一条丝分解成 8~16 个微小的三角形组合,同时面料收缩 30%左右,增加了面料的密度。这种面料手感非常柔软,不会给擦拭物留下痕迹;且这些微小的三角形组合可以吸收最微小的尘粒和细菌,适用于擦拭任何表面,甚至是最不平的表面。

3 桔瓣型复合丝裂离缩纤技术

3.1 原料

为了实验与生产的一致性,使用的原料是营口银珠化纤集团日晨营津化纤公司生产的涤锦复合低弹丝 5.55 tex (50 D)/36 f,组分为 70% 聚酯和 30% 聚酰胺,桔瓣型复合长丝,并在线圈长度 205 mm/100 个、针距 42 针/25.4 mm、织布转速为 20 r/min 的条件下织造成罗纹针织布。

3.2 工艺分析

3.2.1 工艺流程

经过研究资料与多次实验,确定的涤锦复合丝无尘布的生产工艺流程为:

入布→去油→碱减量→中和水洗→缩纤→皂洗→热水洗→脱水→拉幅定形→光坯。

3.2.2 涤纶的碱减量率

在进行碱减量前处理工艺前,由于布面在拉丝与织造过程中含有大量的油剂,需要对布面先进行除油,以减少其对碱减量步骤中助

剂的影响。

碱减量的大小与布面性能的改善有一定关系,但不是主要的。实践发现,只要把碱减量率控制在 15%~18% 即可,碱减量率过大对缩纤的效果有一定提高,但是会增加坯布的损耗率。综合考虑后,采用阳离子促进法进行碱减量。

碱减量的处方为:

NaOH	8 g/L
阳离子促进剂 WL-33	3 g/L
温度	110 ℃
时间	60 min

在此条件下得到的织物碱减量率为 18%。

3.2.3 锦纶的缩纤

a. 缩纤工艺曲线

缩纤工艺曲线如图 4 所示。

b. 缩纤剂用量的影响

通过学习与研究国外技术资料,仔细分析工艺后发现,采用化学方法分离涤锦复合组分时,缩纤剂会使聚酰胺 6 产生较大的收缩率而达到分离。缩纤剂通常由多种表面活性剂与溶剂复配形成,其具有在高温条件下对锦纶进行收缩而对涤纶几乎没有收缩的作用。

该类缩纤剂的物化性质为:无色液体、阴离子、中性,一般标准用量是 30~50 g/L。在缩纤温度 105 ℃、时间 50 min 条件下,选用 30 g/L 缩纤剂实验后,产品所得缩纤效果优良。

c. 温度对缩纤程度的影响

在自制缩纤剂用量 30 g/L、处理时间 50 min 固定的条件下,温度的提高对聚酰胺 6 缩纤效果极为有利。在时间一定的条件下,随着温度的提高,开纤的效果会逐渐增强,200 倍电子显微镜下看到的开纤状况、涤锦纤维的位移情况以及手感情况如表 1 所示。

由表 1 可看出,随着温度的提

高,聚酯-聚酰胺6纤维的分离裂解会逐渐增强,纤维表面的绒毛增多,但手感会变硬;同时聚酰胺6在120℃高温会受湿热老化降解,因此应避免使用高温缩纤工艺,采用100~110℃较为合适。综合考虑,最终选用的温度是105℃。

d. 时间对缩纤程度的影响

在自制缩纤剂浓度为30 g/L,温度为105℃恒定的情况下,影响缩纤效果的另一因素为时间。经过多次测定实验发现,随着时间的延长,在缩纤剂与聚酰胺6纤维发生反应达到一定程度后,不会再随着时间的延长而改变,这一点从织物的增厚程度可以得到证明。具体结果如表2所示。

由表2可看出,建议使用的缩纤时间是40~50 min。

3.3 涤锦复合丝缩纤分析

整个工艺存在两次缩纤行为,第一次涤纶在碱性条件下已经开始缩短(解释为布面的宽度经碱减量后有轻微缩小现象),而锦纶在此条件下不缩短;第二次进行锦纶缩纤后,锦纶开始缩短。若使两种纤维充分分离,前提条件必须是锦纶的缩率远大于涤纶的,这样才有充分的裂离,使得两种丝在空间卷曲膨胀。

实践发现,线圈的微观变化情况是:经过缩纤剂处理后,线圈发生了明显的变化,尤其是圈高与碱减量后的形状相比发生了“质变”,约是碱减量后的0.7倍,圈宽变化不大,这应该与染色机内的拉力有关。从收缩率情况分析:锦纶缩纤后,布面的横、纵向收缩均比较大,比碱减量工序后的幅度减少25%左右,且面料的单位面积质量增加很多,同时布面的缩纤程度远远大于使用碱减量工艺后的,说明这两种纤维的裂离度比较大,从而更加

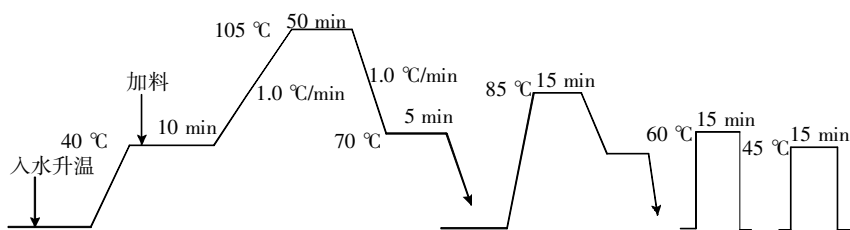


图4 缩纤工艺曲线

表1 缩纤温度的影响

序号	温度/℃	厚度/mm	纤维的分离情况	手感情况
1#		0.37	轻微	布面柔软但是松散
2#	100	0.43	散乱	柔软
3#	105	0.43	散乱	柔软
4#	110	0.43	散乱	柔软
5#	115	0.45	非常散乱	稍硬
6#	120	0.47	非常散乱	较硬

注:1#是碱减量后未经缩纤的织物。

表2 缩纤时间的影响

时间/min	厚度/mm	200倍显微镜观察纤维的裂解	横向缩率/%	纵向缩率/%
0	0.36	完全抱合	-11.7	-9.2
20	0.40	分离开来,能看清楚针缝	-24.8	-28.9
30	0.41	分离开来,针缝已不清晰	-27.4	-30.6
40	0.42	分离开来,已无针缝	-29.6	-34.1
50	0.44	分离开来,高度裂解、无针缝	-32.1	-34.7
60	0.47	分离开来,高度裂解、无针缝	-33.3	-38.0

注:缩率的计算为(碱减量后的幅度-缩纤后的幅度)/碱减量后的幅度×100%,下文的数据也全是在碱减量的步骤基础上计算得出的。

证明布面经过了缩纤。

3.4 裂离后的强力控制

伴随着两种纤维的缩短,先是聚酯进行了水解,会产生强力下降;后是聚酰胺在缩纤剂的作用下强力下降,因此不能忽视两次的综合作用。涤纶的强力需控制在一定范围内,而聚酰胺6缩纤也需要把握好时间与温度以控制聚酰胺6的降解程度,这样才有良好的综合性能。

3.5 生产实践

经过小样的反复验证,确定的大车缩纤工艺为:缩纤剂30 g/L,105℃,40 min,设备采用SHEIFET RAN-300溢流染色机。实践发现,大车生产后的面料在色泽上、手感

上远优于小样的;同时大车生产织物的横、纵向缩率相差比较大,这可能与溢流染色机溢流口及提升辊筒的拉力作用使得线圈向纵向转移有关。大车样与小样、进口标样的效果对比如表3所示。

3.6 面料综合性能

常规的碱减量面料与再经过缩纤的面料在吸水、吸水油性有着很大的区别。缩纤后的涤锦复合丝纤维直径一般在0.013 tex(0.12 D)以下,相当于真丝的1/10,而比表面积很大,通常为常规纤维的数倍至数十倍,因而能吸附微米级的尘埃颗粒,除油污效果显著。由于纤维孔洞很多,这会大大增强纤维的毛细管芯吸效应。原坯布、碱减量

布以及缩纤布 200 倍电子显微镜照片如图 5 所示。面料综合性能对比如表 4 所示。

由图 5c 可看出,经上述工艺生产的产品呈现菊花型散乱瓣现象,与日本进口产品的“散乱现象”接近(如图 1 所示)。另外,结合表 4 中的数据分析可得出,产品裂离度与进口产品同样高,性能同样优异。

4 涤锦复合丝面料的染色

目前,我们对此缩纤工艺进行了仔细研究,也对此生产工艺进行了反复验证,原色坯布的应用已经十分成熟,且已经批量生产。但是市场上仍有少量的布需要染色,尤其对于出口市场,需求色布的较多,使得染色技术问题迫在眉睫,亟需解决。

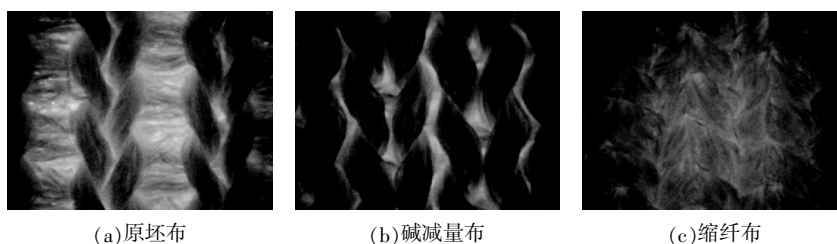
但是此类织物的染色工艺过程却异常困难,主要存在的问题是:

a. 染色后,聚酯与聚酰胺 6 两组分纤维中,聚酰胺 6 会有变化回位的现象,使用放大镜观察针织线圈里面的菊花瓣形状会消失,即两组分纤维再次重新闭合,原因初步分析为涤纶纤维进行了二次湿热收缩所致;另外,面料厚度也会下降,这是对此类面料致命性的破坏。针对上述情况,进行分散染料+中性低温染色、碱性+中性染色方法、分散及阳离子染色方法和倒流程工艺实验即先染色后缩纤等等,最终发现,碱性+中性染色方法好于其他染色方法。

b. 染色后,布面的牢度及性质不能保证。坯布经过定形后,染料的升华牢度极差,导致干湿摩擦色牢度差,大量的染料会泳移到纤维表面,使得布面浮色过多,影响牢度。布面浮色的缺点致使此类面料几乎不能在电子、GMP(光学良好作业规范)、制药生产线等领域使用。因此对于染色工艺及流程,

表 3 小样、大车样与进口标样的效果对比

试样	小样	大车样	进口标样
设备	远红外样机	SHEIFET RAN-3000	
横向缩率/%	-32.1	-24.6	
纵向缩率/%	-34.7	-28.1	
手感	偏硬	柔软	柔软
纵密/[横列·(1.27 cm) ⁻¹]	35.50	27.50	27.50
厚度/mm	0.47	0.44	0.45
克质量/(g·m ⁻²)		175	170
注:小样因缩幅较大,克质量不计入参考。			



(a)原坯布 (b)碱减量布 (c)缩纤布

图 5 原坯布、碱减量布以及缩纤布 200 倍电子显微镜照片

表 4 面料综合性能对比

项目	原坯布	碱减量布	缩纤布	进口标样
厚度/mm	0.28	0.36	0.44	0.45
克质量/(g·m ⁻²)	156	145	175	170
裂离程度	线圈闭合	线圈轻微张开	高裂离度	高裂离度
手感	松散	柔软	柔软	柔软
聚酰胺 6 含量/%	30		38	38
聚酯含量/%	70		62	62
吸水性/(mL·m ⁻²)		180	380	390
注:吸水性按照 ASTM D 6651《无纺布吸水速率和容水能力的测试标准》进行测试。				

还需要进一步探讨与研究。

c. 颜色的递深问题也存在不足,经碱减量、缩纤后,纤维成为超细纤维而染深色时存在无法递增等问题。

5 涤锦复合丝面料的后处理

涤锦复合丝针织系列是编织而成的,线圈比较紧密,由于成分是 30%聚酰胺 6 和 70%聚酯,锦纶的亲水性加上涤纶的吸油性,以及密织物的毛细效应,会提供一个高层次的吸水、吸油性和惊人的擦拭效果。为了进一步做到高端的无尘布标准,需要特别注意后整理工序应在整个过程中使用 EDI 纯净水,并在 10 级净化车间进行清洗加

工;而作为航天、电子、医疗等产业用的涤锦超细纤维针织无尘布通常需采用激光或超声波封边。

6 该项技术的产业应用

6.1 高效能洁净布

该类织物经过缩纤后表面由超细纤维覆盖,具有复杂的三维空间结构,尤其锦纶的桔瓣型、米字型芯吸性能,能够吸收更多的液体及灰尘,是电子眼镜、数码相机、高级仪器镜头的最佳清洁布;如果做到高级别净化后,面料可以应用到科技领域,如半导体生产线、芯片、微处理器、碟盘驱动器、复合材料、LCD 显示类产品、线路板生产线,光学产品、航空工业、核工业、医疗

与手术室设备、无尘车间和生产线均可使用此类无尘净化布。

6.2 仿真丝织物

仿真丝织物的用途极为广泛。涤锦复合丝经缩纤处理后,纤维具有异形断面和不同线密度,其芯吸导湿特性,使得织物具有良好的手感、悬垂性和独特光泽,其服用舒适性和美感优于真丝织物。

6.3 针织面料

超细纤维在缩纤分离后,单根纤维的直径很小,因而相同特数纱的纤维根数远远超过普通纤维,故纤维的比表面积要比普通纤维大很多,所以超细纤维织物具有优良的吸湿性和导湿性,手感柔软,悬垂性好。另外,在缩纤过程中会使部分纤维胀开,织物表面就会覆盖一层纤维短绒,毛感较强。从外观看,织物具有明显的混色闪光效果。这种织物既保持了常规涤纶长丝织物的尺寸稳定性和凉爽性能,又有锦纶纤维的吸湿性和透气性,是一种理想的新型多功能针织面料,尤其适合做T恤衫和休闲服装,具有广阔的市场前景。

6.4 其他功能性织物

由于涤锦复合纤维经缩纤后会形成极细的纤维而具有异形截面、大的比表面积和独特的界面特性,因此被广泛用作高性能吸水面巾、快干巾、过滤材料和功能性纸张。并且由于其单丝线密度细,超细纤维纱截面内纤维根数多而变得十分紧密,采用合适的组织结构将变得更加紧密,从而不用任何附加的涂层或膜就可以满足既防风又透气的面料要求。

7 结论

7.1 此技术是使用化学助剂法作用于涤锦复合丝,与常规的仅使用碱减量分离法有本质的区别。碱减量工艺是目前绝大多数无尘布制

造企业采用的方法,其是在碱性条件下对聚酯纤维进行分离的,裂离度轻微;而在缩纤剂与弱酸条件下可使聚酰胺缩纤。实践数据表明,该工艺对复合丝有良好的缩纤效果,且处理后裂离度可以达到同类进口产品的。

7.2 该缩纤工艺适用的必须是以聚酯-聚酰胺6涤锦复合丝为原料织造的面料,同时复合丝的截面必须是米字型、桔瓣型、并列型,这样此方法才行之有效。

7.3 涤锦面料缩纤的较优工艺条件为:缩纤剂浓度30 g/L,105℃,40~50 min;根据复合丝的原材料低弹、中弹、高弹性能与类别不同可以改变缩纤工艺,精确控制缩纤的程度,以免出现手感偏硬、强度下降等现象。

7.4 涤锦复合丝缩纤后的面料与经过碱减量的面料性能存在较大差别,因而可用于高端无尘布的生产。经过缩纤的面料比表面积提高幅度很大,是因为它具有比普通织物多无数倍的微细毛羽和微孔,因而这类织物有很大的纳尘、去油、

去污能力。

7.5 该技术推广后,可以在诸多领域运用,如无尘布擦拭布产业、针织面料开发、仿真丝等产业领域。

8 结束语

最近几年来,真正的涤锦复合丝无尘布仅在国内极少数企业可以生产,而原料及其生产技术几乎全部来自国外。若积极开发涤锦复合丝的附加值,将对该产业的扩大产生积极影响。

参考文献

- [1]原玲.聚酯/聚酰胺复合纤维的种类[J].合成纤维,1996(3):32.
- [2]牛艳丰.高相对粘度尼龙6溶液性能研究[J].合成纤维工业,2006(3):21-24.
- [3]程能林.溶剂手册[M].北京:化学工业出版社,1994.
- [4]何曼君,程维孝,董西侠.高分子物理[M].上海:复旦大学出版社,1990.
- [5]刘若冰,朱谱新.溶剂法裂离橘瓣型PET/PA6复合纤维[J].纺织学报,1997(8):218-220.

注:本文为“第24届(2011年)全国针织染整学术研讨会”优秀论文。

收稿日期 2011年10月24日

《针织工业》网上平台邀您访问

请登陆:www.knittingpub.com

《针织工业》网上平台已经全面运行中,为广大作者和读者搭建更紧密沟通的桥梁,提供更多服务:

- 注册作者,运用远程投稿系统,加强与作者的联系,更快捷地处理您的来稿,使您时时了解自己稿件的情况;
- 注册读者,在线阅读期刊内容,学习行业相关知识,掌握前沿技术资料;
- 点击登陆网上平台,及时了解行业新闻和企业动态。

如有问题可及时联系我们:

联系电话:022-27385020

Email: zzgybjb@yahoo.com.cn

825409297@qq.com