

# 阻燃粘胶/阻燃腈纶/棉混纺纱纺纱工艺与性能研究

张喜昌, 张海霞

(河南工程学院, 河南 郑州 451191)

**摘要:** 选用阻燃粘胶纤维、阻燃腈纶、棉纤维 3 种原料, 设计了混纺纱纺纱工艺, 纺制出 3 种不同混纺比的阻燃混纺纱和纯阻燃粘胶、纯阻燃腈纶纱线。测试分析了纱线的阻燃性能、强伸性能和耐磨性能。结果表明: 随着阻燃腈纶含量的减少, 混纺纱的阻燃性能和耐磨性能逐渐变差, 断裂强度和断裂伸长率相差不大, 断裂强度介于纯阻燃粘胶纱线和纯阻燃腈纶纱线之间。

**关键词:** 阻燃纤维; 腈纶; 粘胶纤维; 棉纤维; 混纺纱; 纺纱工艺; 纱线性能

中图分类号: TS104.53

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)08-0032-03

## Spinning technology of flame-retardant viscose/flame-retardant acrylic/cotton fiber blending yarns and their properties

ZHANG Xichang, ZHANG Haixia

(Henan University of Engineering, Zhengzhou 451191, China)

**Abstract:** Flame-retardant viscose fiber/flame-retardant acrylic fiber/cotton fiber are selected to spin three blending yarns, pure flame-retardant viscose yarn and pure flame-retardant acrylic yarn through designed blended yarns spinning process. The flame-retardant, strength elongation and wear-resisting properties of yarns are tested and analyzed. The results show that the flame-retardant and wear-resisting properties of blending yarns are worse with the decrease of the content of flame retardant acrylic fiber, the breaking tenacity and the elongation at break of blending yarns are not much different and the breaking tenacity of blending yarn is between that of pure flame retardant viscose yarn and pure flame retardant acrylic yarn.

**Key words:** flame-retardant fiber; acrylic; viscose fiber; cotton fiber; blended yarn; yarn spinning technology; yarn performance

阻燃纺织品是指采用阻燃纤维或者经过某些化学物品处理后, 遇明火不易着火或燃烧速率较慢, 离开明火后能够迅速自熄的织物<sup>[1]</sup>。阻燃并不意味着纺织品在接触火源时不燃烧, 而是能降低可燃性, 减缓蔓延速率, 离开火焰后能够迅速熄灭, 不再续燃或阴燃<sup>[2-3]</sup>。早期研发的阻燃纺织品是普通面料经过阻燃整理得到的, 由于不耐洗涤, 因此不具有永久阻燃性<sup>[4-6]</sup>。随着阻燃纤维的不断研发与应用, 尽管其极限氧指数能够达到较好水平, 并且具有永久阻燃性, 但服用性较差, 价格昂贵<sup>[7]</sup>。为了更好地开发多组分混纺纱, 同时兼顾阻燃纺织品的阻燃性、舒适性、功能性和价格成本等多方面因素, 本研究选择阻燃粘胶纤维、阻燃腈纶和棉纤维进行多组分混纺, 通过合理选择混纺比, 设计纺纱工艺, 开发了 3 种阻燃粘胶/阻燃腈纶/棉混纺纱和用作对比样的纯阻燃粘胶纱线、纯阻燃腈纶纱线, 并对其主要性能进行测试与分析, 对阻燃混纺纱和阻燃纺织品的设计开发具有重要的指导意义。

## 1 纤维性能测试与纱线品种设计

收稿日期: 2018-04-09

基金项目: 河南工程学院博士基金项目(D2012023)

作者简介: 张喜昌(1966—), 男, 博士, 教授, 主要从事纺织工艺的研究。

### 1.1 纤维性能测试

为了探讨不同混纺比阻燃纱线的性能差异, 合理设计纺纱工艺, 对阻燃纤维的性能进行了测试, 阻燃粘胶纤维和阻燃腈纶的性能指标见表 1。

表 1 阻燃粘胶纤维和阻燃腈纶的性能

指标	阻燃粘胶纤维	阻燃腈纶
细度/dtex	1.67	1.67
长度/mm	38	38
断裂强力/cN	3.94	4.59
断裂强度/(cN · dtex <sup>-1</sup> )	1.84	2.47
断裂伸长率/%	12.74	30.04
回潮率/%	9.82	0.50
含油率/%	0.157	0.295
极限氧指数 LOI	>28	>33
质量比电阻/(g · cm <sup>-2</sup> )	1.35×10 <sup>8</sup>	7.7×10 <sup>9</sup>

由表 1 可见, 阻燃腈纶的断裂强力、断裂强度、断裂伸长率高于阻燃粘胶纤维; 阻燃腈纶的回潮率较低, 吸湿性较差, 质量比电阻大, 纺纱加工过程中易产生静电; 阻燃腈纶纱线的极限氧指数较高, 阻燃性较好。

### 1.2 纱线的品种设计

3 种阻燃粘胶/阻燃腈纶/棉混纺纱的混纺比分别取 35/35/30、25/25/50 和 15/15/70(试样 1<sup>#</sup>~3<sup>#</sup>), 同时, 为便于分析比较, 还纺制了纯阻燃粘胶纱线(试样

4<sup>#</sup>)、纯阻燃腈纶纱线(试样5<sup>#</sup>)。5种纱线的线密度均为18.45 tex。

## 2 纺纱工艺

由于阻燃粘胶、阻燃腈纶的纤维长度、长度整齐度和含杂与棉纤维差异较大,因此,在开清棉工序阻燃粘胶、阻燃腈纶和棉纤维要分开加工,在并条工序实现混和。具体的纺纱工艺流程如下:

阻燃粘胶纤维、阻燃腈纶:FA002型自动抓棉机→A006C型自动混棉机→A036C型豪猪开棉机→A092AST型双棉箱给棉机→A076C型单打手成卷机→FA201型梳棉机

棉纤维:FA002型自动抓棉机→A006B型自动混棉机→A036B型豪猪开棉机(两道)→A092AST型双棉箱给棉机→A076C型单打手成卷机→FA201型梳棉机

阻燃粘胶纤维生条+阻燃腈纶生条+棉纤维生条:FA305型并条机(三道)→FA425型粗纱机→FA506型细纱机→1332M型络筒机

### 2.1 开清棉工序

开清棉工序应采取“多松少打,以梳代打,低速大隔距”的工艺原则。由于阻燃粘胶纤维和阻燃腈纶静电现象严重,为了防止纤维缠绕,在加工之前要加抗静电剂。工艺设计时应加大机件之间的隔距,如尘棒与打手之间隔距加大1.5倍,给棉罗拉与打手隔距放大到12 mm,同时要适当放慢机件的转速,全梳针辊为460 r/min,成卷打手为850 r/min,以确保顺利纺纱。

### 2.2 梳棉工序

在梳棉工序,阻燃粘胶纤维和阻燃腈纶长度长,易缠绕梳理元件。为避免纤维缠绕,减少对纤维的损伤,工艺上应采取“轻定量、重加压、大隔距和低转速”的工艺原则。实际生产中,各道工序转速分别为刺辊760 r/min,锡林310 r/min,道夫21 r/min,盖板回转速度81 mm/min,锡林与盖板的5点隔距采用0.32、0.28、0.28、0.28、0.30 mm,纺棉纤维时锡林与盖板的5点隔距采用0.23、0.20、0.18、0.18、0.20 mm。

### 2.3 并条工序

为了确保阻燃粘胶纤维、阻燃腈纶与棉纤维的混纺比准确,混合充分、均匀,并条工序应采用三道混并和“重加压、低速度”的工艺原则。由于阻燃粘胶、阻燃腈纶较长,卷曲率高,在牵伸过程中牵伸力较大,为保证正常牵伸,要适当增大罗拉的加压量,提高罗拉钳口对须条的握持力。为降低并条断头,前罗拉的出条

速度要低于200 m/min。在设计后区牵伸倍数时,采用“头道后区牵伸倍数大、二道后区牵伸倍数小、三道后区牵伸倍数大”的工艺原则,以提高须条中纤维的伸直平行度和条干均匀度。在实际生产时,三道并条的后区牵伸倍数分别设计为1.617、1.155、1.515倍。同时还应注意稳定车间的温湿度,相对湿度控制在65%以上。

### 2.4 粗纱工序

粗纱工序应采用“大隔距、低速度、适当增大捻系数”的工艺原则。为了减小粗纱意外伸长,加强细纱机后区牵伸对纤维的控制,应适当加大粗纱捻系数,粗纱捻系数设计为75。后区牵伸倍数为1.24倍,罗拉隔距为30 mm×40 mm,锭子转速为760 r/min。

### 2.5 细纱工序

细纱工序应采用“大隔距、低速度、小后区牵伸倍数”的工艺原则。后区牵伸倍数取1.16倍,罗拉隔距取18 mm×40 mm,细纱机的锭速要偏低掌握,锭子转速为12 200 r/min,细纱捻系数为318,车间相对湿度以70%左右为宜。

## 3 纱线性能测试与分析

### 3.1 纱线的拉伸断裂性能

采用HDO21NS型电子单纱强力仪,夹持长度为500 mm,拉伸速度为500 mm/min,试样的预加张力为0.5 cN/tex,每种纱线测试30次,纱线的拉伸断裂性能测试结果见表2。

表2 纱线强伸性能测试结果

项目		1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>	4 <sup>#</sup>	5 <sup>#</sup>
断裂强力	平均值/cN	198.6	181.63	190.16	173.07	231.10
	CV/%	6.65	7.11	12.27	6.26	12.57
断裂强度	平均值/(cN·dtex <sup>-1</sup> )	10.73	9.81	10.27	9.35	12.49
	CV/%	6.61	7.03	12.26	6.00	12.57
断裂伸长率	平均值/%	5.12	5.65	5.12	9.86	18.05
	CV/%	10.74	18.40	13.08	10.24	13.51
断裂功	平均值/mJ	30.02	35.03	32.30	68.12	130.43
	CV/%	23.11	24.12	16.31	15.91	20.76

由表2数据可知,试样1<sup>#</sup>~3<sup>#</sup>的断裂强度虽各有差异但相差不大,均介于试样4<sup>#</sup>和试样5<sup>#</sup>之间,其中试样2<sup>#</sup>的断裂强度最小;试样1<sup>#</sup>~3<sup>#</sup>纱的断裂伸长率相差不大,低于试样4<sup>#</sup>和试样5<sup>#</sup>。

### 3.2 纱线的耐磨性能

采用LFY-109B型电脑纱线耐磨仪,砝码质量5 g,砂纸型号No.400,磨辊往复速度为60次/min,试

验次数 20 次,试样 1#~5# 的耐磨性测试结果分别为 72、65、58、56、138 次。可见,随着阻燃腈纶含量的减少,试样 1#~3# 的磨断次数逐渐减少,耐磨性变差;阻燃粘胶纱线的耐磨性最差,阻燃腈纶纱线的耐磨性最好,3 种混纺纱耐磨性介于上述两种纯阻燃纱线之间。这是因为阻燃腈纶的断裂强度较高,摩擦因数较小,所以阻燃腈纶含量越高,耐磨性就越好。

### 3.3 纱线的阻燃性能测试与分析

利用 LLY-07 型织物阻燃性能测试仪测试不同混纺比纱线的阻燃性能,试样长度 51 cm,点燃时间 2 s,火焰高度 3 cm,试验次数 20 次,5 种纱线的阻燃性能测试结果见表 3。

表 3 阻燃性能测试结果

项目	1#	2#	3#	4#	5#
损毁长度/cm	6.82	50.09	50.41	6.48	4.29
续燃时间/s	1.45	4.73	5.68	0.78	0.12
阴燃时间/s	0	0	0	0	0

由表 3 可知,5 种纱线的阴燃时间均为 0,表明其都有一定的阻燃性能。随着阻燃腈纶含量的减少,3 种混纺纱的损毁长度和续燃时间逐渐增大,阻燃性逐渐变差,试样 4# 和 5# 的阻燃性比 3 种混纺纱好,试样 5# 的续燃时间最短,损毁长度最短,所以其阻燃性能最好。这是因为混纺纱的阻燃性与纤维的阻燃性有关,阻燃腈纶的极限氧指数比阻燃粘胶纤维高,所以阻燃性较好。

## 4 结 语

(1)在设计阻燃粘胶、阻燃腈纶纺纱工艺参数时,要充分考虑纤维的长度、拉伸性能、吸湿性和抗静电

性,适当降低回转机件的转速,加大隔距,确保纺纱生产的正常进行。

(2)阻燃粘胶/阻燃腈纶/棉混纺纱的断裂强度和断裂伸长率相差不大,3 种混纺纱的断裂强度介于纯阻燃粘胶纱线和纯阻燃腈纶纱线之间,阻燃粘胶/阻燃腈纶/棉 25/25/50 混纺纱最小;3 种混纺纱的断裂伸长率均低于纯阻燃粘胶纱线和纯阻燃腈纶纱线。

(3)阻燃腈纶含量影响纱线的耐磨性,含量越低混纺纱的磨断次数越少,耐磨性越差,3 种混纺纱的耐磨性介于纯阻燃粘胶纱线和纯阻燃腈纶纱线之间。

(4)5 种阻燃纱线均有阻燃性能,随着阻燃腈纶含量的减少,混纺纱阻燃性变差,纯阻燃粘胶纱和纯阻燃腈纶纱的阻燃性比 3 种混纺纱好,纯阻燃腈纶纱的阻燃性能最好。



### 参考文献:

[1] 冯继斌.阻燃纤维、阻燃纱线与阻燃织物的研究[J].广西纺织科技,2004,33(3):35-39.  
 [2] 张海霞,张喜昌.阻燃腈纶纤维性能与可纺性研究[J].棉纺织技术,2014,42(6):44-46.  
 [3] 吴红玲,张茂林,蒋少军.阻燃织物的开发及应用[J].现代纺织技术,2002(2):39-41.  
 [4] 张喜昌,张海霞.阻燃腈纶阻燃粘胶不锈钢纤维混纺纱性能研究[J].棉纺织技术,2016,44(7):37-39.  
 [5] MAHAPATRA N N.Flame retardant viscose fiber[J].Practical Perspectives,2014,61(12):49-52.  
 [6] 张喜昌,张海霞.阻燃腈纶/阻燃粘胶/不锈钢纤维纺纱工艺研究[J].上海纺织科技,2016,44(10):24-26.  
 [7] 朱张林.阻燃粘胶/阻燃腈纶纺织产品的开发[J].上海纺织科技,2009,37(2):30-31.

(上接第 15 页)

[12] YANG Z,CAI J,ZHOU C,et al.Effects of the content of silane coupling agent KH-560 on the properties of LLDPE/magnesium hydroxide composites[J].Journal of Applied Polymer Science,2010,118(5):2634-2641.  
 [13] 王大勇,冯吉才.杨氏方程的能量求解法及润湿角计算模型[J].

焊接学报,2002,23(6):59-61.

[14] WAKATA K,ISLAM M S,KARIM M R,et al.Role of hydrophilic groups in acid intercalated graphene oxide as a superionic conductor[J].RSC Adv,2017(7):21901-21905.

(上接第 19 页)

[2] 胡玉权.新型吸湿排汗面料与抗菌除臭面料的生产[J].针织工业,2008(11):31-33.  
 [3] 李岷,钟增元.抗菌防臭吸湿快干针织面料生产实践[J].针织工业,2015(1):7-8.  
 [4] 张红霞,陈雪善,祝成炎,等.蜂窝状微孔结构纤维表面形态观察及其统计分析[J].纺织学报,2009(2):13-17.

[5] 兰克健.新型抗菌除臭整理面料的研制[J].印染,2001(8):11-12.  
 [6] 金鹏.一种抗菌型防水、防油、防污面料复合功能整理技术[J].山东纺织经济,2014(12):26-28.  
 [7] 熊秋元.Cupron 抗菌鞋面针织面料产品的开发[J].纺织导报,2016(5):87-88.