

# 铜离子改性聚丙烯腈纤维的制备及性能研究

赵永旗<sup>1</sup>, 李 政<sup>1</sup>, 孙国通<sup>2</sup>

(1. 维珍妮国际(控股)有限公司, 广东 深圳 518132;

2. 杭州听鸿布艺有限公司, 浙江 杭州 311100)

**摘要:**介绍了铜离子改性聚丙烯腈纤维的制备原理和生产方法。通过对铜离子改性聚丙烯腈纤维的基本物理性能和抗菌性能进行测试分析,结果表明:生产制备的铜离子改性聚丙烯腈纤维不仅具有较高的铜离子含量和回潮率,而且具有优异的抗菌性能,对大肠杆菌、白色念珠菌、金黄色葡萄球菌的抗菌率均在95%以上。

**关键词:**铜离子改性聚丙烯腈纤维;抗菌性能;大肠杆菌;白色念珠菌;金黄色葡萄球菌

**中图分类号:**TS102.6

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2019)05-0011-02

随着生活水平的提高和工业的迅速发展,人们自我保健和环境意识的意识日益增强,对具有各种特殊性能的纺织产品的需求也不断增加。在日常生活中,人们不可避免地接触到各种细菌、真菌等微生物,这些微生物在合适的条件下就会迅速繁殖传播而引发疾病,抗菌功能纺织品的研究和开发显得尤为重要,抗菌除臭防霉等功能性纺织品具有巨大的市场潜力<sup>[1]</sup>。现有抗菌纺织品及其基础研究方面缺乏对安全高效抗菌纤维生产技术及具有协同抗菌性能纤维的研究,铜离子改性聚丙烯腈纤维是一种具有高效抗菌和高吸湿性的纤维,是一种利用协同抗菌来达到高效抗菌的新型纤维,它具有合成纤维良好的加工性能,还具有天然纤维的亲肤性和吸湿性能。

## 1 铜离子改性聚丙烯腈纤维的制备

相比天然纤维抗菌的不稳定性和银离子抗菌的安全、环境污染问题,含铜纤维抗菌,尤其是聚合铜纤维抗菌是一个突破口。为了制备具有安全、高效、协同抗菌性能的新型抗菌纤维,选择了具有高吸湿性能的聚丙烯腈纤维,从铜离子抗菌出发,开发出了一种富含铜离子且具有高吸湿性能的改性聚丙烯腈纤维,利用细菌在有水条件下繁殖的特征,将铜离子抗菌效果达到最佳。

### 1.1 制备原理

铜离子改性聚丙烯腈纤维的制备原理就是在原浆聚合阶段,采用氧化还原引发、原位聚合和直接纺丝体

系,在腈纶大分子侧链上引入有机铜链和高亲水基团,形成铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维<sup>[2]</sup>。纤维的分子式如图1所示。

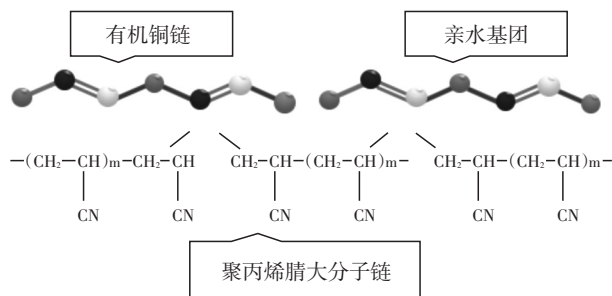


图1 铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维分子式

## 1.2 制备方法

### 1.2.1 原料配备

铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维主要是将原料按照设计组分和专用设备进行直接反应,该纤维的主要生产原料按照以下组分及重量百分比配备:

丙烯腈 45%~95%; 8-羟基喹啉铜 3%~50%; 丙烯酰胺 1%~15%; 丙烯酸 1%~15%。

为了促进原料在制备体系中充分、快速地反应,需要在原料中加入氧化剂和还原剂,氧化剂的添加量为丙烯腈、8-羟基喹啉铜、丙烯酰胺和丙烯酸四组分总干固量的0.5%~1.5%;还原剂的添加量为氧化剂的1~10倍。在氧化剂和还原剂的优选过程中,氧化剂优选过硫酸铵,还原剂优选亚硫酸钠。

### 1.2.2 制备过程

将丙烯腈、8-羟基喹啉铜、丙烯酰胺及丙烯酸放入高浓度的氯化锌盐溶剂(浓度为45%~60%,并用盐酸调节pH<2)中搅拌均匀,升温至40℃,用氧化还原引

收稿日期:2019-03-26

作者简介:赵永旗(1987-),男,硕士研究生,主要研究方向为纺织材料的结构与性能,E-mail:zyq20121234@163.com。

发体系进行接枝共聚反应 1 h, 静止 30 h, 脱泡 12 h 后湿法纺丝, 然后将纺丝液置于低浓度的氯化锌盐溶剂(浓度为 10%~15%)中, 在 0~5 °C 条件下凝固, 然后在 100 °C 的热水下牵伸, 再经过 90 °C 中性热水进行水洗, 最后干燥、定型后切断打包得到纤维产品。

## 2 铜离子改性聚丙烯腈纤维的性能研究

### 2.1 基本物理性能

为了进一步验证所生产纤维的性能, 对抗菌铜离子改性聚丙烯腈纤维的基本物理性能进行了测试分析, 测试结果如表 1 所示。

表 1 铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维的基本物理性能

项 目	参 数
纤维名称	100%铜离子改性聚丙烯腈纤维
纤维中铜含量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	39 298.2
线密度/ $\text{dtex}$	2.76
线密度偏差/%	-0.7
断裂强度/ $\text{cN} \cdot \text{dtex}^{-1}$	2.02
断裂伸长/%	46.1
标准回潮率/%	10.9

由表 1 可以看出, 铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维具有较高的铜离子含量和较高的回潮率, 较高的铜离子含量保证了铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维的抑菌性较好; 较高的回潮率则促进了纤维的抗菌效率, 这是因为细菌是在有水的环境下繁殖的, 高回潮率更加有利于细菌与抗菌纤维的接触, 从而与铜离子抗菌起到协同作用。

### 2.2 抗菌性能

#### 2.2.1 检测菌种的选择

细菌的种类繁多, 对抗菌产品进行所有菌类的抑制或杀灭代价大且不太现实, 一般选择几个具有代表性菌种的抑制作用来评判其抗菌效果。金黄葡萄球菌是革兰阳性细菌中抵抗力最强的致病菌, 因此作为革兰阳性菌的代表; 大肠杆菌分布相当广泛, 已作为革兰阴性菌的代表性菌种用于各种试验; 白念珠菌具有酷似细菌的菌落, 易于计数观察, 常作为真菌的代表<sup>[3]</sup>。

#### 2.2.2 抗菌性能检测

研究铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维的抗菌性能, 为开发抗菌织物做准备。分别采用金黄色葡萄球菌、白色念珠菌和大肠杆菌来进行试验分析, 抗菌性能根据 GB/T 20944.3-2008《纺织品抗菌性能的评价第 3 部分: 振荡法》以及 GB/T 20944.1-2007《纺织品抗菌性能的评价第 1 部分: 琼脂平皿扩散法》进行测试和

评价。铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维抗菌性能测试数据如表 2、表 3 所示。

表 2 铜离子改性聚丙烯腈纤维抑菌性检测数据

序号	检验项目名称	技术要求 /%	检验结果 /%	单项判定
1	抑菌率 金黄色葡萄球菌	$\geq 70$	$> 99$	符合
	大肠杆菌	$\geq 70$	$> 99$	符合
	白色念珠菌	$\geq 60$	$> 97$	符合
结果判定		该样品具有抗菌效果		

注: 洗涤 50 次, 洗涤方法 GB/T 20944.3-2008

由表 2 可以看出, 依据 GB/T 20944.3-2008《纺织品抗菌性能的评价第 3 部分: 振荡法》进行检测后的结果显示, 采用铜离子改性聚丙烯腈纤维对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抗菌率均在 99% 以上, 均高于标准中规定的不小于 70% 的要求; 对白色念珠菌的抗菌率在 97% 以上, 高于标准中规定的不小于 60% 的要求。

表 3 铜离子改性聚丙烯腈纤维抗菌性检测数据

序号	检验项目名称	抑菌带宽度/mm	试样下面 细菌繁殖 情况	评价
2	抗菌性能 金黄色葡萄球菌	0	无	效果好
结果判定		该样品具有抗菌效果		

由表 3 可以看出, 采用 GB/T 20944.1-2007 的测试结果显示, 在有铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维的情况下, 对金黄色葡萄球菌的抑菌效果优良, 抑菌带的宽度为 0 mm。

## 3 结论

介绍了铜离子改性聚丙烯腈纤维的制备原理和制备方法, 并对其基本性能和抗菌性能进行了研究, 得出结论:

(1) 铜离子改性聚丙烯腈纤维运用氧化还原反应引发, 在腈纶大分子侧链上, 分别嫁接了有机铜链和高亲水基团, 使得经湿法纺丝而成的改性纤维不仅铜离子含量可以达到 4% 左右, 而且纤维的标准回潮率可以达到 10% 左右。

(2) 采用 GB/T 20944.3-2008 标准的测试结果显示, 铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维对 3 种菌群的抑菌率均为 95% 以上。

(3) 采用 GB/T 20944.1-2007 的测试结果显示, 在有铜离子抗菌改性聚丙烯腈纤维的情况下, 对金黄色葡萄球菌的抑菌效果优良, 抑菌带的宽度为 0 mm。

(下转第 16 页)

不能让出现缸差的定位印花成品混在一起,以免给制衣厂造成严重的工作负担。

#### 4 结语

数码定位印花由于具有独特设计效果而受到服装设计的热捧,其市场需求越来越旺盛。数码定位印花品质影响因素较多,但最核心的解决手段无非是花型档案处理、紧凑编排生产、控制底布规格、稳定技术参数、印花后整理定型拉伸及重排大货唛架等。相对于其他传统定位印花来说,数码定位印花生产流程较简单,品质改善成本相对低廉且见效快。只要在上述

环节严加把控,就一定能够有效降低疵品率,避免补布带来的风险和损失。随着印花工艺的发展,计算机控制精度的进一步改善,数码定位印花的品质必然会不断提高。

#### 参考文献:

- [1] 张为海. 数码印花图案的设计及应用[J]. 染整技术, 2016,38(4):4-9.
- [2] 于堂茂. 数码印花在装版型定位印花中的应用分析[J]. 中国集体经济,2016,(15):162-163.

## Research on Quality Control of Digital Positioning Printing

LIU Hai-tao<sup>1</sup>, OU Xiao-hong<sup>2,\*</sup>

(1.Rudolf Chemie (Dongguan) Co.,Ltd., Dongguan 523266, China;

2. Hunan Institute of Engineering, Xiangtan 411104, China )

**Abstract:** Digital positioning printing technology required high production technology and had high fabric loss. Starting from the process flow, it was an effective way for enterprises to improve the quality of digital positioning printing and reduce their burdens of enterprises by accurately analyzing the causes of loss and putting forward corresponding solutions.

**Key words:** digital printing; positioning printing; process control; fabric loss

(上接第 12 页)

(4) 鉴于市场需求及铜离子抗菌纤维优异的物理性能和抗菌性能,可以充分利用其特性开发抗菌系列织物,如凉感抗菌类、多风格抗菌类系列抗菌产品,形成多位一体的抗菌产品体系。

#### 参考文献:

- [1] 李莎莎. 载银抗菌纤维的制备及纳米银颗粒控制研究[D]. 西安:陕西科技大学,2018.
- [2] 于灵芳,项玲,马英. 粘胶改性粘胶铜离子改性腈纶混纺纱的生产[J]. 棉纺织技术,2015,43(2),53-56.
- [3] 谢小保,李素娟,彭如群,等. 纺织品抗菌检测技术的新进展[J]. 印染,2012,(23):36-39.

## Research on the Preparation and Performance of the Cupric Ion Modified Polyacrylonitrile Fibers

ZHAO Yong-qi<sup>1</sup>, LI Zheng<sup>1</sup>, SUN Guo-tong<sup>2</sup>

(1.Regina Miracle International(Holdings)Limited, Shenzhen 518132, China;

2.Huangzhou Xinhong Fabric Co., Ltd., Hangzhou 311100, China)

**Abstract:** The preparing principle and production method of cupric ion modified polyacrylonitrile fibers were introduced. The basic physical properties and anti-microbial performances of the cupric ion modified polyacrylonitrile fibers were tested and analyzed. The result indicated that the preparing cupric ion modified polyacrylonitrile fibers not only had high cupric ion content and the moisture regain, but also had excellent anti-microbial performance. Its antimicrobial rates were all above 95% against the Escherichia Coli, Candida Albicans and Staphylococcus Aureus.

**Key words:** cupric ion modified polyacrylonitrile fibers; anti-microbial performance; Escherichia Coli; Candida Albicans; Staphylococcus Aureus