

抗菌黏胶纤维的制备及性能研究

段太刚

(四川省宜宾惠美线业有限责任公司,四川 宜宾 644000)

摘要:利用原位合成的方法,将金纳米粒子与黏胶纤维结合得到具有抗菌性能的黏胶纤维。使用X射线衍射仪(XRD)、傅里叶变换红外光谱仪(FTIR)、扫描电子显微镜(SEM)、热重分析仪(TGA)对纤维的结构和性能进行了分析并测试其抗菌性能,结果证明利用原位合成的方法成功地在黏胶纤维表面原位生成了金纳米粒子。金纳米粒子的生成使得纤维的表面光滑度下降;随着金纳米粒子含量的增加,纤维的热稳定性提高;抗菌性能测试表明金纳米粒子的生成使得黏胶纤维表现出优异的抗菌性能。

关键词:黏胶纤维;金纳米粒子;抗菌

中图分类号: TQ341+.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-0356(2019)07-0007-03

黏胶纤维是一种化学纤维,属人造纤维类,它是利用天然的高聚物纤维素作为原料,经化学加工后纺制而成的纤维^[1]。其产量高、生产周期短、成本低的特点深受消费者喜爱,在服装、家纺、非织造布等领域应用广泛。

随着人们生活水平的不断提高,对黏胶纤维的功能性提出了更高的要求^[2-3]。功能性黏胶纤维包括相变黏胶纤维、抗菌黏胶纤维、负离子黏胶纤维等^[4-5],其中抗菌黏胶纤维越来越受到研究人员重视。目前,抗菌黏胶纤维的生产方法主要有两种,一种是将抗菌剂与黏胶混合,通过湿法纺丝制得纤维,另一种是采用后整理法使黏胶纤维获得抗菌效果^[6-7]。

许多化合物具有杀生物特性,但由于它们对人体和环境的负面影响,其使用受到限制。纳米粒子,特别是金属和金属氧化物纳米粒子,应用于许多现代技术中,金、铜和银作为熟知的金属纳米粒子表现出了优异的抗菌功能。金纳米粒子作为金属纳米粒子之一,可通过原位合成的方法,利用黏胶纤维上的羟基还原金离子(Au^{3+})得到^[8]。金纳米粒子的特征为和不同种类的生物分子具有优异的生物相容性,并且其与黏胶纤维结合后能够有更好的抗菌性能。

利用原位合成的方法成功地让金纳米粒子与黏胶纤维进行结合,得到了抗菌黏胶纤维,并且对制得后的抗菌黏胶纤维的结构与性能进行了研究。

1 试验部分

1.1 试剂和仪器

黏胶纤维(1.67 dtex \times 38 mm,宜宾丝丽雅股份有限公司),氯金酸($\text{Au}\geq 47.5\%$,派瑞科技有限公司),氢氧化钠(分析纯,德州润昕实验仪器有限公司),蒸馏水(自制)。

电子数显恒温水浴锅(江苏金怡仪器科技有限公司),TENSOR37型傅里叶变化红外光谱仪(杭州汉泽科技有限公司),Hitachi S4800型场发射扫描电子显微镜(日本日立公司),D8 DISCOVER型X射线衍射仪(德国Bruker公司),STA449F3型热重分析仪(耐驰科学仪器商贸(上海)有限公司)。

1.2 抗菌黏胶纤维的制备

配置0.1 mol/L的氢氧化钠溶液,加入黏胶纤维,黏胶纤维与氢氧化钠溶液的浴比为1:50。上述物质加热到80℃,将氯金酸溶液(1 mmol/L,3 mmol/L)滴入并搅拌,保持温度1 h。取出纤维,多次水洗并烘干。

1.3 性能表征

1.3.1 纤维的X射线衍射(XRD)测试

将黏胶纤维和抗菌黏胶纤维剪成样品并放在样品台上,用X射线衍射仪进行测试(XRD),观察衍射峰出现的位置。测试条件: 2θ 范围是 $10^\circ\sim 80^\circ$ 。

1.3.2 纤维的红外(FTIR)测试

将充分干燥后的黏胶纤维和抗菌黏胶纤维用傅里叶变换红外光谱仪测试,将抗菌黏胶纤维裁剪并制样,并采用KBr压片法进行测试,扫描范围是 $500\text{ cm}^{-1}\sim 4\ 000\text{ cm}^{-1}$,扫描精度为 2 cm^{-1} 。

收稿日期:2019-06-02;修回日期:2019-06-08

作者简介:段太刚(1964-),男,高级工程师,学士,主要从事化纤产品研发、设计与生产。

1.3.3 纤维的热重分析(TGA)测试

用热重分析仪对黏胶纤维和抗菌黏胶纤维进行热性能分析。升温范围为室温至 600 °C,升温速率为 10 °C/min。

1.3.4 纤维的扫描电镜(SEM)测试

将黏胶纤维和抗菌黏胶纤维制样并贴到样品台上,经过喷金处理,用扫描电镜观察黏胶纤维与抗菌黏胶纤维的外观形貌。

1.3.5 纤维的抗菌性能测试

选用抗菌试验普遍采用的金黄色葡萄球菌和大肠杆菌,根据 GB/T 20944.3-2008《纺织品抗菌性能的评价第3部分:振荡法》对这几种纤维进行抗菌性能的测试。其他性能的测试按照国家相关标准执行^[9-10]。

2 结果与讨论

2.1 纤维的 XRD 分析

由图 1 可知,黏胶纤维在 $2\theta=12.3^\circ$ 和 19.9° 位置有两个强烈的衍射峰,其他位置没有衍射峰,而抗菌黏胶纤维除了在 $2\theta=12.3^\circ$ 和 19.9° 两个位置有明显的衍射峰,在 $2\theta=37.9^\circ$ 、 44.0° 、 64.3° 和 77.2° 也有明显的衍射峰,这 4 个衍射峰为金纳米粒子的衍射峰,因此可以证明金纳米粒子在黏胶纤维上的形成。

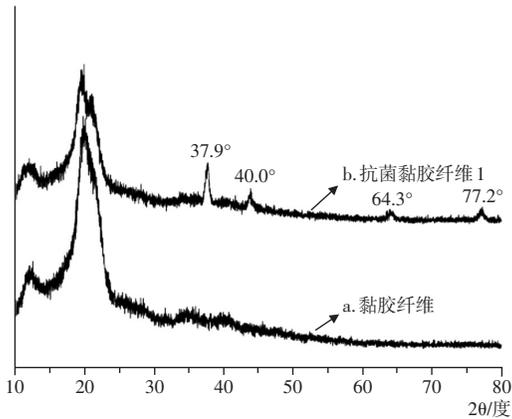


图 1 黏胶纤维与抗菌黏胶纤维 XRD 图

2.2 纤维的 FTIR 分析

图 2 是黏胶纤维与抗菌黏胶纤维的傅里叶变换红外光谱图。其中,我们可以发现黏胶纤维在 $1\ 650\text{ cm}^{-1}$ 没有明显的特征吸收峰,而 2 种抗菌黏胶纤维都出现了明显特征吸收峰,且 $1\ 900\sim 1\ 600\text{ cm}^{-1}$ 对应的为 C=O 的伸缩振动峰,这说明黏胶纤维中的一部分羟基被金离子氧化成为羧基,也间接地证明了金纳米粒子的生成。

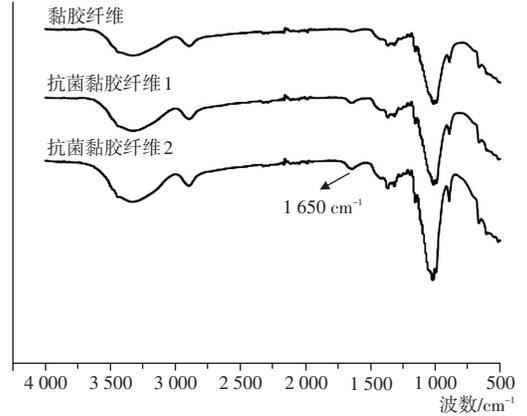
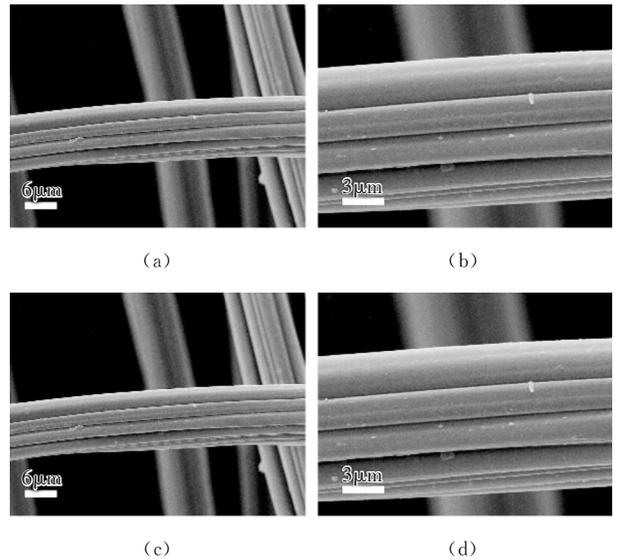


图 2 黏胶纤维和抗菌黏胶纤维 FTIR 图

2.3 纤维的形貌分析

图 3 为黏胶纤维和抗菌黏胶纤维的 SEM 图。由图可知,黏胶纤维的表面光滑,而抗菌黏胶纤维的表面有着许多白色的颗粒,证明了金纳米粒子的形成以及其与黏胶纤维有着良好的结合。



(a)和(b)黏胶纤维,(c)和(d)为抗菌黏胶纤维

图 3 黏胶纤维与抗菌黏胶纤维扫描电镜图

2.4 纤维的热重分析

通过对黏胶纤维和抗菌黏胶纤维进行 TG 测试,得到纤维的热重分析曲线,结果如图 4 所示。图 4 显示失重分为 4 个阶段,从纯黏胶纤维可以看出纤维在室温到 100 °C 的失重主要由纤维中水分的挥发引起;在 100~200 °C 之间纤维发生微量的失重,这是由纤维的解聚及玻璃化转变引起的;在 280~400 °C 之间纤维有明显的失重,这是纤维素热解的主要阶段,纤维素热解成小分子气体和大分子的可冷凝挥发分子;400 °C 以后对应为最后残留物的缓慢分

解,并在最后生成部分炭和灰分^[11]。从图4可知不同含量金纳米粒子的抗菌黏胶纤维热重曲线图失重趋势一致,同样也发生了4个阶段的失重,并且可以发现随着金纳米粒子的增加,纤维在第三阶段发生剧烈降解时的温度增加,说明了金纳米粒子在纤维上的生成增强了纤维的热稳定性。

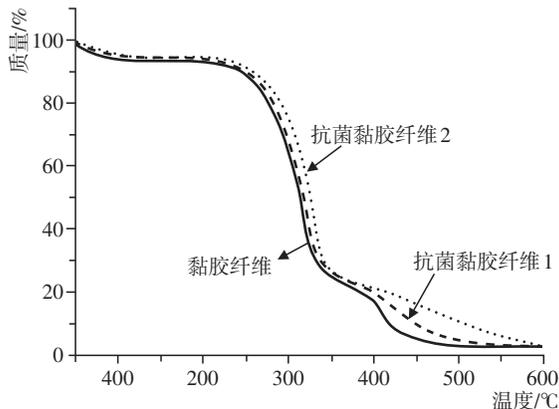


图4 黏胶纤维和抗菌黏胶纤维热重分析图

2.5 纤维的抗菌性能测试

测试了黏胶纤维和抗菌黏胶纤维对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌率,结果见表1。

表1 黏胶纤维与抗菌黏胶纤维抑菌率

试样	黏胶纤维	抗菌黏胶纤维
大肠杆菌抑菌率/%	--	96.6
金黄色葡萄球菌抑菌率/%	--	89.8

由表1可知,抗菌黏胶纤维对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌率均大于89%。可见与金纳米粒子结合的黏胶纤维对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌均有较强的抑制作用。

3 结语

利用原位合成的方法将金纳米粒子与黏胶纤维结

合制备了不同含量的抗菌黏胶纤维,通过XRD分析、FT-IR分析、SEM测试、TG分析和抗菌测试表明,用原位合成的方法得到了金纳米粒子,金纳米粒子的生成降低了黏胶纤维表面的光滑度,随着金纳米粒子的增加纤维的热稳定性增强,并且黏胶纤维与金纳米粒子结合后展现出优异的抗菌性能。所制备的抗菌黏胶纤维可应用在生物医疗、卫生用品和化妆品等领域。

参考文献:

- [1] 李德深,于恩洪,庄蓓华.化学纤维结构与性能(三)粘胶纤维[J].中国纤检,1981,(3):25-35.
- [2] 贺晓亚.功能性粘胶纤维研究进展[J].纺织导报,2018,(10):104-106.
- [3] 赵秀媛.功能性粘胶纤维的开发及应用[J].纺织导报,2009,(11):74-76.
- [4] 许颖琦,戈婉婷.粘胶相变调温纤维的性能研究[J].印染助剂,2015,32(8):52-55.
- [5] 王世慧.世纪新纤维——负离子纤维的研究与应用[J].华东科技,2000,(7):36-37.
- [6] 左凯杰,霍瑞亭,赵广明.新型抗菌防臭纤维概述[J].染整技术,2007,(9):13-15.
- [7] 徐晶.壳聚糖/粘胶抗菌纤维的性能研究[J].上海纺织科技,2010,38(7):55-56.
- [8] SUGUNAN A, THANACHAYANONT C, DUTTA J, et al. Heavy-metal ion sensors using chitosan-capped gold nanoparticles[J]. Science and Technology of Advanced Materials, 2005, 6(3-4): 335-340.
- [9] 赵晓伟.纺织品抗菌性能的测试标准[J].印染,2013,39(15):36-39.
- [10] 刘卫,赵艳艳,于湖生.几种植物源抗菌粘胶纤维性能的对比研究[J].山东纺织科技,2016,57(1):19-21.
- [11] 王文钊.纤维素热重分析及热解动力学研究[D].重庆:重庆大学,2008.

Preparation and Properties of Antibacterial Viscose Fiber

DUAN Tai-gang

(Sichuan Yibin Huimei Thread Co., Ltd., Yibin 644000, China)

Abstract: Gold nanoparticles were prepared by in-situ synthesis and combined with viscose fiber to prepare antibacterial viscose fiber. The structure and properties of antibacterial viscose fiber was investigated by X-ray diffractometer (XRD), Fourier transform photoelectron spectrometer (FTIR), scanning electron microscopy (SEM), thermogravimetric analysis (TGA). The antimicrobial properties were tested. The results indicated that gold nanoparticles were combined with viscose fibers by in situ synthesis. Because of the formation of gold nanoparticles, the smoothness of surface of fiber was decreased. The thermal stability of the fiber was improved with the increase of gold nanoparticles. Through the antibacterial performance test, it was found that the viscose fiber which combined with gold nanoparticles had excellent antibacterial properties.

Key words: viscose fiber; gold nanoparticles; antibacterial properties