

化学镀铜棉织物的抑菌性初探

杨 召, 佐同林*

(内蒙古工业大学 轻工与纺织学院, 内蒙古 呼和浩特 010080)

摘要:以棉织物为基布, 预处理后以化学镀铜的方式进行金属化。运用扫描电子显微镜比较观察化学镀铜前后棉织物的表面形态, 研究了经化学镀铜后棉织物的增重率, 并用大肠杆菌对其进行抑菌性检测。得出抑菌率和镀铜的增重率存在一定的非线性关系, 并发现镀铜棉织物具备一定的抑菌效果, 甚至可达到 90% 的优良级别。

关键词:棉织物; 正交试验; 化学镀铜; 金属化; 抑菌性

中图分类号: TS195.5

文献标识码: B

文章编号: 1673-0356(2015)06-0013-04

由于棉织物具有穿着舒适、吸湿性好、生产相对简单、价格便宜等诸多优点, 因而被广泛应用于服装业。然而随着生活水平的不断提高, 生存环境日益变化, 加上人体表皮的代谢物和脱落物, 为细菌的生长提供了适宜的温床, 人们也就难免会遭受各种细菌的困扰, 轻者造成轻微过敏, 重者甚至可以引发细菌感染, 所以赋予棉织物抗菌性^[1-8]就变得尤为重要。本文以化学镀的方式使棉织物实现金属化, 以期达到一定的抑菌性, 能够抵抗某些光谱型菌种, 以满足实际生产与生活。

1 实验部分

1.1 材料与仪器

材料:纯棉坯布(98.25 g/m²), 20 根/cm, 纱线细度 165 tex。

药品:五水硫酸铜, EDTA-二钠、酒石酸钾钠、甲醛、无水乙醇、硫代硫酸钠、十二烷基磺酸钠、8099 大肠埃氏杆菌(ATCC)、EA 培养基, TSA 培养液, TSB 培养液。

仪器:TD-3 型等离子体处理仪、78-1 型磁力加热搅拌器、HH-4 数显恒温水浴锅、QUANTA FEG650 型扫描电子显微镜、GZX-9146MBE 型电热鼓风干燥箱、无菌操作台。

1.2 实验流程与方法

主要工艺流程:镀铜预处理→制备化学镀铜液→化学镀铜→水洗→烘干。

1.2.1 镀铜预处理

水洗→除油→二次水洗→等离子体刻蚀。

1.2.2 化学镀铜

将络合剂溶液与硫酸铜溶液(25 g/mL)混合均匀, 再用 NaOH 来调节溶液的 pH 值, 然后将亚铁氰化钾(0.3 g/L)和 2,2-联吡啶(0.12 g/mL)用适量蒸馏水或 5ml 乙醇(10 ml/L)溶解, 加入到混合溶液中, 再加入蒸馏水, 直至溶液到达 500 ml, 再加入 6ml 的甲醛。然后便可在该溶液中进行化学镀, 得到化学镀铜的织物后, 取出烘干, 待用。具体实验水平组合如表 1 所示。

1.2.3 抑菌性实验

将每一个试样分别放置在小玻璃瓶内, 在其上压一支玻璃棒或用线将其两边固定。根据试样的纤维和整理类型选择灭菌方法, 一般采用高压锅灭菌法。用适当的材料将装入试样的小玻璃瓶和瓶盖分别包覆后放在高压消毒锅内消毒(121 °C, 103 kPa, 15 min)。从高压消毒锅取出小瓶和瓶盖, 去掉包覆材料, 放在干净工作台上干燥 60 min 后盖上瓶盖。

分别用新的移液器从稀释液(菌液)试管中取 1 ml 溶液用划线法涂布在 EA 平皿内(45~46 °C), 盖好盖子, 一个稀释液制作 2 个平皿, 待培养基凝固后, 将平皿倒置, 37 °C ± 2 °C 下培养 24~48 h。培养后, 计数出现 30~300 个菌落平皿上的菌落数(CFU)。若最小稀释倍数的菌落数 < 30, 则按实际数量记录; 若无菌落生长, 则菌落数记为 < 1^[9-11]。

1.2.4 抑菌率的计算与评价

$$\text{抑菌率}(\%) = \frac{C_t - C_T}{C_t} \times 100 \quad (1)$$

其中 C_t —— 空白(圆圈)内的菌落数(个); C_T —— 圆形布样上的菌落数(个)。

以抑菌值或抑菌率的计算值作为结果, 当抑菌值或抑菌率计算结果为负数时, 表示为 0; 当抑菌率计算值 > 99%, 表示为 99%。

收稿日期: 2015-08-27

作者简介: 杨 召(1990-), 硕士研究生, 主要研究方向为功能性纺织品的设计与开发, E-mail: 727226760@qq.com。

* 通信作者: 佐同林(1974-), 硕士, 讲师, 主要研究方向为纺织材料的结构与性能、功能性纺织品的设计与开发。

2 结果与讨论

设计 $L_9(3^4)$ 正交表,对棉织物进行化学镀铜,从而得出增重率最大的最佳条件配组和抑菌率最大的条件配组。

2.1 棉织物表面金属化前后表面状态

用 QUANTA FEG650 型扫描电子显微镜对织物分别进行 5 000 倍和 10 000 倍放大拍照,对比处理前后织物表面的变化,从宏观角度分析配合物在织物表面的分布情况,如图 1 所示。

表 1 化学镀铜用正交表($L_9(3^4)$)

实验编号	溶液 pH A	温度/°C B	时间 t/h C	空列 D	增重率/%	抑菌率/%
1	8.5(1)	35(1)	0.5(1)	(1)	0.019 976	0.741 379
2	8.5(1)	55(2)	1.0(2)	(2)	0.037 683	0.770 318
3	8.5(1)	75(3)	1.5(3)	(3)	0.083 379	0.822 581
4	10.5(2)	35(1)	1.0(2)	(3)	0.067 302	0.816 594
5	10.5(2)	55(2)	1.5(3)	(1)	0.010 811	0.760 274
6	10.5(2)	75(3)	0.5(1)	(2)	0.015 246	0.761 566
7	12.5(3)	35(1)	1.5(3)	(2)	0.052 119	0.769 492
8	12.5(3)	55(2)	0.5(1)	(3)	0.159 763	0.871 622
9	12.5(3)	75(3)	1.0(2)	(1)	0.078 857	0.820 513
K_1	0.047 013	0.046 466	0.064 995			
K_2	0.031 120	0.069 419	0.061 281			
K_3	0.290 739	0.059 161	0.103 481			
极差 R	0.259 619	0.022 953	0.042 200			
因素主次				A>C>B		
最优方案				$A_2B_2C_3$		
k_1	0.778 093	0.775 822	0.791 522			
k_2	0.779 478	0.800 738	0.767 125			
k_3	0.820 542	0.801 553	0.836 932			
极差 R	0.042 449	0.025 731	0.069 807			
因素主次				C>A>B		
最优方案				$A_3B_3C_3$		

图 1(a)是化学镀铜前棉织物表面电镜照片,可看出其表面光滑平整,未见异常附着物。图 1(b)和图 1(c)是同一组镀铜棉织物在不同放大倍数下的电镜照片,可看出明显有一层糊状物质涂覆在织物表面,表明铜已被很好地镀敷在织物表面。

2.2 化学镀铜后棉织物的增重率

引入织物增重率的概念,即织物经化学镀铜处理后的重量变化,化学镀铜增重率可直观地表达出进行化学镀整理到布样上的有效铜含量,亦对后面布样的抑菌率测试具有量化指导作用,增重率可表示为:

$$\text{增重率}(\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_2} \times 100 \quad (2)$$

其中 m_1 ——化学镀铜之前的棉织物克重(g);
 m_2 ——化学镀铜之后的棉织物克重(g)。

综合表 2 和表 1 可得出,化学镀铜的最佳工艺条件出现在 pH 值为 12.5,温度 55 °C 左右,反应时间 0.5 h。而增重率正交试验的最优方案为 pH 值 10.5,水浴温度 55 °C 左右,反应时间为 1.5 h;抑菌率的正交试验

最优方案为 pH 值 12.5、水浴温度为 75 °C,反应时间为 1.5 h。正交试验所确定的最佳试验因素水平组合不一定是增重率(抑菌率)达到最大值时的水平组合。

表 2 织物镀铜后增重率变化

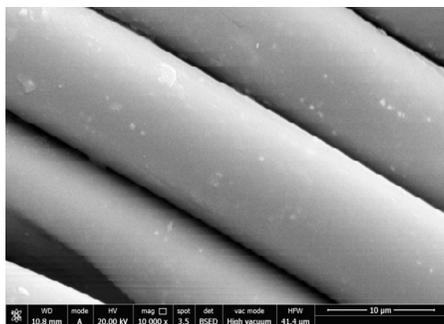
试样编号	镀铜前织物克重 m_1/g	镀铜后织物克重 m_2/g	增重率/%
1	1.702	1.736	0.019 976
2	1.778	1.845	0.037 683
3	1.811	1.962	0.083 379
4	1.679	1.792	0.067 302
5	1.665	1.683	0.010 811
6	1.771	1.798	0.015 246
7	1.746	1.837	0.052 119
8	1.690	1.960	0.159 763
9	1.750	1.888	0.078 857

2.3 棉织物表面金属化抑菌性

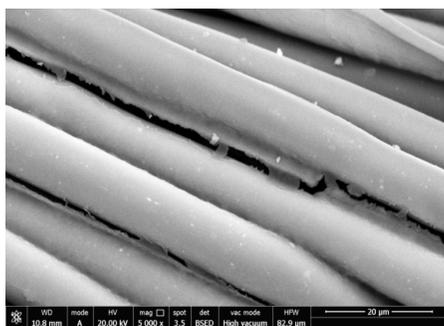
结合表 3 和表 1 可以看出,棉织物增重率达到最大值时的水平组合亦为抑菌率达到最大值时的水平组合,即溶液 pH 值 12.5、水浴温度为 55 °C、时间为 0.5 h。

由图 2 可以看出,当增重率在 0~0.02% 范围内,

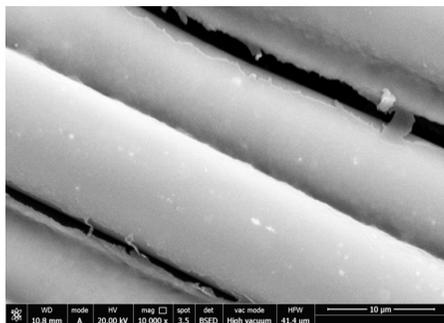
棉织物抑菌率随增重率增加呈现出略微下降的趋势。当增重率在 0.02% 以上时,棉织物抑菌率随增重率的增加而增加,最后又呈现出缓慢的增长趋势。



(a) 10 000 倍 SEM 拍照 (化学镀铜前)



(b) 5 000 倍 SEM 拍照 (化学镀铜后)



(c) 10 000 倍 SEM 拍照 (化学镀铜后)

图 1 经化学镀铜后棉织物的表面形态

表 3 化学镀铜棉织物 EA 培养大肠杆菌菌落数及抑菌率 (水洗布样)

试样编号	布样菌落数/个	对照组菌落数/个	配合物增重率/%	抑菌率/%
1#	75	290	0.019 976	0.741 379
2#	65	283	0.037 683	0.770 318
3#	44	248	0.083 379	0.822 581
4#	42	229	0.067 302	0.816 594
5#	70	292	0.010 811	0.760 274
6#	67	281	0.015 246	0.761 566
7#	68	295	0.052 119	0.769 492
8#	38	296	0.159 763	0.871 622
9#	49	273	0.078 857	0.820 513

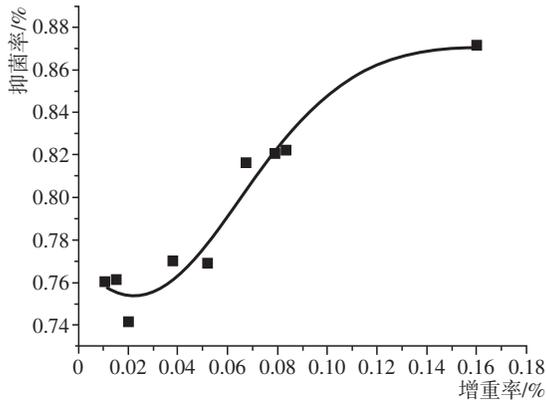


图 2 抑菌率随化学镀铜增重率的非线性拟合

3 结论

(1) 化学镀铜所得织物经过 SEM 测试发现,棉纤维被严重刻蚀,主要是由化学镀铜前的等离子体预处理造成的。

(2) 经过对镀铜棉织物表面铜含量(布样增重率)影响因素溶液 pH 和水浴温度的研究,发现以 pH=10 为临界点,增重率随着 pH 的增大呈现出先下降后增大的趋势;以 55 °C 为临界点,随着温度的上升,增重率呈现出先增大后减小的趋势。

(3) 布样上镀铜含量的多少可反应出棉织物抑菌率大小,随着增重率的增大,棉织物的抑菌率也呈现出增大的趋势。当增重率大于 0.02% 时,随着增重率的增大,棉织物的抑菌率也逐渐增大,抑菌效果逐渐变好。

参考文献:

- [1] 杜磊. 镀银纤维与光触媒纤维长丝嵌织织物的抗菌性研究[J]. 丝绸, 2013, 50(2): 1-5.
- [2] 金艳苹. 负载复合抗菌剂棉织物的整理及表征[J]. 高分子材料科学与工程, 2013, 29(10): 55-59.
- [3] 杨俊玲. 改性纳米 TiO₂ 在纺织加工中的研究[A]. 第五届功能性纺织品及纳米技术研讨会论文集[C], 2005. 306-309.
- [4] 王黎明. 棉织物的掺银纳米二氧化钛溶胶整理[J]. 印染, 2014, (4): 12-15, 24.
- [5] 刘雪峰. 纳米 Ce/TiO₂ 无机抗菌剂的制备及其性能评价[J]. 过程工程学报, 2004, 4(3): 256-260.
- [6] 鞠剑峰. 纳米 TiO₂ 复合抗菌材料的制备及在纺织品整理中的应用[J]. 印染助剂, 2005, 22(3): 37-39.
- [7] 冯拉俊. 载 AgO/TiO₂ 抗菌棉织物的制备及抗菌性能研究[J]. 功能材料, 2012, 43(15): 2002-2005.
- [8] 王英洋. 载银抗菌剂在不同织物上的抑菌及水洗性能研究

[J].产业用纺织品,2014,(4):34-39.

吸收法[S].

[9] 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[S].

[11] GB/T 20944.1-2007, 纺织品抗菌性能的评价第3部分: 震荡法[S].

[10] GB/T 20944.2-2007, 纺织品抗菌性能的评价第2部分:

Study on the Antibacterial Property of Cotton Fabric by Electroless Copper Plating

YANG Zhao,ZUO Tong-lin*

(Institute of Light Industry and Textile, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010080, China)

Abstract: The cotton fabric was metallized by electroless copper plating with pretreatment. Using scanning electron microscope, the surface morphology of cotton fabric was observed before and after copper plating. The weight gain rate of cotton fabric by chemical plating was studied. The antibacterial activity was found to be a nonlinear relationship between the antibacterial rate and the weight gain rate of copper plating. Besides, results showed that cotton fabric by electroless copper plating was good for antibiosis even up to excellent level as 90%.

Key words: cotton fabric, orthogonal test; chemical copper plating; metallization; antibacterial activity

(上接第9页)

产业而言,基于产业技术创新联盟的产学研合作不失为一条有效途径。

参考文献:

[1] 谭丹,范小敏,牟媛.蜀绣消费现状调查及趋势分析[J].纺织导报,2014,(3):76-80.

[2] 张序贵,朱利容,杨渝坪,等.蜀绣原生态产业链的打造[J].丝绸,2009,(10):4-7.

[3] 邓蓉.关于都江堰市开展蜀绣培训实现妇女居家灵活就业的调查[EB/OL],2013-7-22.http://www.sc.cei.gov.cn/dir1009/170261.htm.

[4] 赵敏,李娟,赵琴,等.DB 510100/T 087-2012,蜀绣[S].

Path Exploration on Industry-University-Institute Cooperation of Sichuan Embroidery Based on Alliance of Industry Technology Innovation

YANG Xiao-yu¹, FAN Xiao-min^{1,2}, LI Qiong-xiu³

(1.Sichuan Silk Association, Chengdu 610031, China;

2.Sichuan Institute of Silk Science, Chengdu 610031, China;

3.Sichuan Silk Engineering Technology Studies Center, Chengdu 610031, China)

Abstract: Shu Embroidery industry had many problems still, such as small scale of the enterprises, the lack of scientific and technology innovation, human talents in the serious fault, low mesh with market. Combined with the industry characters, The path of industry-university-institute cooperation was searched, which based on the alliance of industry technology innovation. And effective ways on Shu embroidery were formed, such as industry and scientific & technology innovation, personnel training, market expanding and informative service, etc.

Key words: Shu embroidery; industry-university-institute cooperation; path exploration; innovation alliance

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告