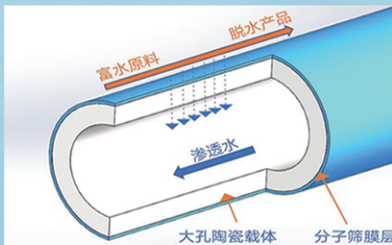
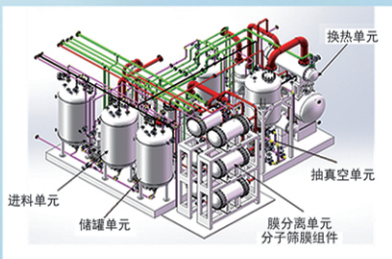




浙江汇甬新材料有限公司

微波合成第二代脱水膜



收率高、能耗低、连续脱水、无需再生

在如下领域的有机物脱水精制已有工业化应用

锂电池电解液溶剂及NMP生产、回收
BDO产业链、煤化工、石油化工精细化学品
制药行业、溶媒回收、燃料乙醇、超纯溶剂

广泛适用于醇类、醚类、酯类、酮类、苯系物、卤代烃的脱水精制



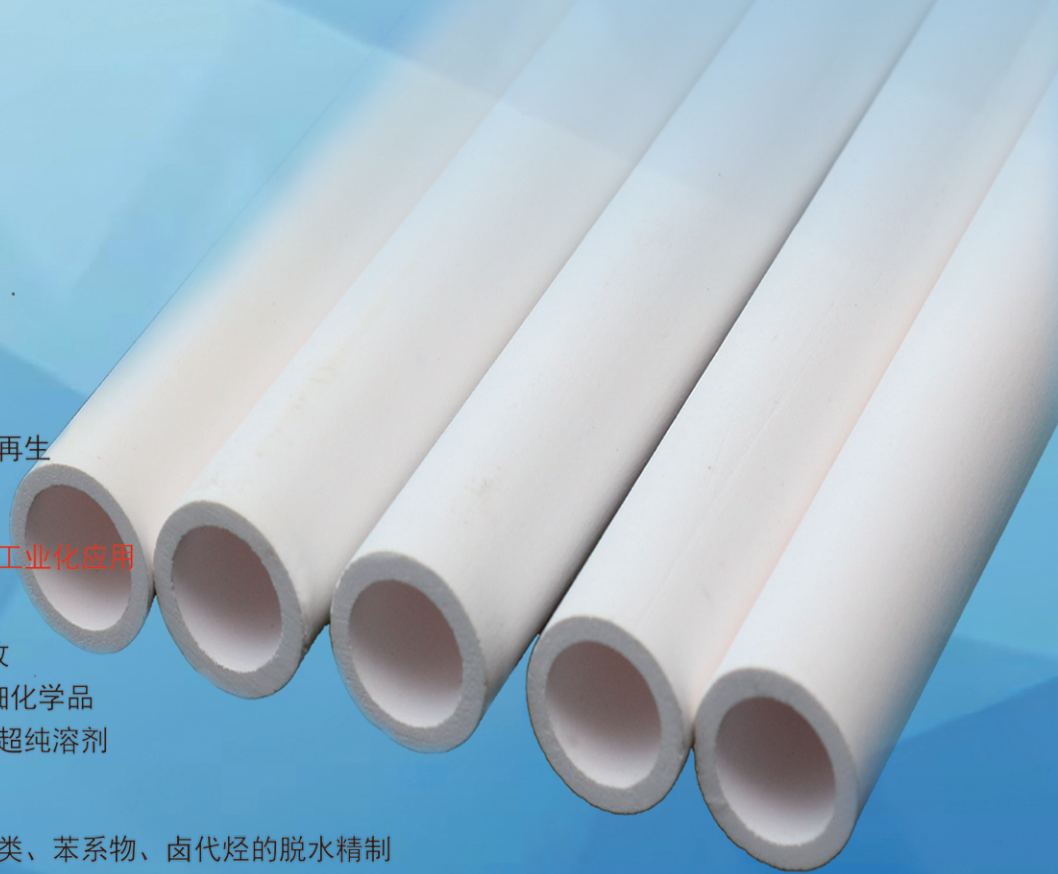
网址: www.hymater.com

固定电话: 0574-87648996

电话: 13396592011

地址: 浙江省宁波市江北高新园区庆丰路联东U谷国际港56号楼

国家自然科学基金二等奖 成果转化
IChemE全球 创新产品冠军
微波分子筛膜 脱水性能遥遥领先
共沸体系、热敏体系、含水有机物脱水精制换代技术



纺织染整助剂

还原氧化石墨烯/壳聚糖自组装 棉织物的制备及性能

付承臣, 赖璐, 周培茹, 赖红静, 曹机良*

(河南工程学院 化工与印染工程学院, 河南 郑州 450007)

摘要: 首先, 以乙二醛和壳聚糖 (CS) 对纯棉织物进行改性制备了 CS 改性棉织物; 然后, 将 CS 改性棉织物经氧化石墨烯 (GO) 分散液浸渍; 最后, 将吸附沉积在棉织物上的 GO 还原为还原氧化石墨烯 (RGO), 制备了 RGO/CS-棉织物。采用 SEM、FTIR 和 Raman 光谱对其进行了表征, 考察了 CS 质量分数、GO 分散液质量浓度对 RGO/CS-棉织物导电、抗紫外线和抑菌性能的影响, 并对其耐洗性进行了测试。结果表明, RGO/CS-棉织物表面沉积的 GO 已较充分还原为 RGO, 表面覆盖了一层连续的 RGO/CS 薄膜; RGO/CS-棉织物导电性随着 GO 分散液质量浓度的增加而逐渐增强; 经质量分数 2.00% 的 CS 溶液改性和质量浓度 5 g/L 的 GO 分散液处理并还原后的 RGO/CS-棉织物具有最佳的导电性, 表面电阻为 1.02 k Ω /cm; RGO 与 CS 协同增强了 RGO/CS-棉织物的抑菌性能, 抑菌率最高达 95%; 经质量分数 0.50% 的 CS 溶液改性和质量浓度 3 g/L 的 GO 分散液处理并还原后的 RGO/CS-棉织物经过 30~50 次皂洗洗涤后, 导电、抑菌和抗紫外线性能变化较小。

关键词: 壳聚糖; 氧化石墨烯; 棉织物; 导电; 自组装; 纺织染整助剂

中图分类号: TQ340; TS195.5 文献标识码: A 文章编号: 1003-5214 (2025) 01-0197-06

Preparation and properties of reduced graphene oxide/chitosan self-assembled cotton fabric

FU Chengchen, LAI Lu, ZHOU Peiru, LAI Hongjing, CAO Jiliang*

(School of Chemical Engineering & Printing Dyeing, Henan University of Engineering, Zhengzhou 450007, Henan, China)

Abstract: Chitosan (CS) modified cotton fabric was firstly prepared by modification of pure cotton fabric with glyoxal and CS, and then impregnated with graphene oxide (GO) dispersion, of which the GO adsorbed on cotton fabric was reduced to obtain reduced graphene oxide (RGO)/CS-cotton fabric. The samples were characterized by SEM, FTIR and Raman spectroscopy. The effects of CS mass fraction and GO dispersion mass concentration on the electrical conductivity, UV resistance and antibacterial properties of RGO/CS-cotton fabric were analyzed, while the washability of the cotton fabric was also evaluated. The results showed that the GO deposited on the surface of the cotton fabric was fully reduced to RGO, with the surface covered with a continuous layer of RGO/CS film. The electrical conductivity of RGO/CS-cotton fabric increased gradually with the increase of GO dispersion mass concentration. The RGO/CS-cotton fabric modified with mass fraction 2.00% CS solution and treated with mass concentration of 5 g/L GO dispersion exhibited the best electrical conductivity, with a surface resistance of 1.02 k Ω /cm. The antibacterial performance of RGO/CS-cotton fabric was enhanced by the collaboration of RGO and CS, and the antibacterial rate reached up to 95%. The RGO/CS-cotton fabric modified with mass fraction 0.50% CS solution and treated with mass concentration 3 g/L GO dispersion showed little change in conductivity, bacteriostasis and UV resistance after 30~50 times of soaping.

Key words: chitosan; graphene oxide; cotton fabrics; conductivity; self-assembly; dyeing and finishing auxiliaries

收稿日期: 2024-01-08; 定用日期: 2024-02-20; DOI: 10.13550/j.jxhg.20240029

基金项目: 河南省 2023 年大学生创新创业训练计划项目 (202311517013)

作者简介: 付承臣 (1986—), 男, 讲师, E-mail: ccfu@haue.edu.cn. 联系人: 曹机良 (1982—), 男, 教授, E-mail: caojiliang301@163.com.

随着科技水平的发展和人们需求的多元化,功能性纺织品越来越受到人们的青睐。纯棉织物经济实惠,且具有吸湿性好、手感柔软、光泽柔和等特点,已成为广大消费者的衣物材质首选。若能赋予纯棉织物多种功能性,则会显著增加其经济和社会价值。目前,纺织品导电整理作为智能可穿戴设备的研究热点,主要聚焦在金属导电介质、导电聚合物和导电碳材料领域。金属导电介质如不锈钢、铜、铝等,经过模具反复拉伸为细丝后可以与普通纺织纤维进行混纺,赋予混纺纱抗菌、抗静电功能^[1]。然而,金属纤维与其他纤维在混纺时抱合力不够,易断裂,且制成的织物手感粗糙,刺痒感强,服用性能差。导电聚合物如聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、聚(3,4-亚乙氧基噻吩)-聚(苯乙烯磺酸)等制备过程简单,且具有良好的稳定性和电化学性能,因此受到研究者的广泛关注^[2-3]。但这些高聚合物中高度共轭的结构导致分子主链僵直,分子模量大,且难于溶解和熔融,不利于纺丝成形和后加工。另外,部分聚合物单体毒性较大,分子中的氧原子易与水发生反应,合成过程复杂,增加了成形加工难度和成本。石墨烯作为导电碳材料,由于其极高的电子迁移率、高比表面积以及优良的力学性能而备受关注,而氧化石墨烯(GO)富含羧基、羟基等亲水性基团,更易在溶剂中分散而具备多种用途^[4-6]。张勇^[7]利用硅烷作为偶联剂将GO和壳聚糖(CS)整理到非织造布上,使其具有良好的抗菌性,但因硅烷偶联剂在水洗过程中会水解为聚硅氧烷薄膜并被破坏,降低了非织造布的抗菌性和拒水性。胡希雨等^[8]利用氢碘酸蒸汽还原法,将GO改性棉织物进行还原,其过程复杂且仅对织物的导电性进行了相关阐述。楼婷飞等^[9]通过多次“浸-烘”操作,采用原位自还原法使负载至棉织物上的GO在酸性条件下还原2.5 h制备了还原氧化石墨烯(RGO)-棉织物。此法还原时间长,且棉织物在强酸性条件下强力易损伤,制备的RGO-棉织物抗紫外线性能不高。

为了简化GO的还原过程,提升RGO在棉织物上的耐久度。本文拟对纯棉织物进行CS和乙二醛改性,利用质子化后带正电荷的CS,提升棉织物对带负电荷GO的吸附能力;同时,乙二醛与棉织物中的羟基交联生成半缩醛,形成网状结构^[10-11],会将CS牢牢地“束缚”在棉织物表面。然后通过静电自组装和简易还原过程,希望获得具有耐久性的导电、抗紫外线、抑菌等多功能的RGO/CS-棉织物,以期GO应用于实际印染行业提供参考。

1 实验部分

1.1 材料、试剂与仪器

纯棉织物,市售,面密度为130 g/m²。

CS(脱乙酰度95%),上海麦克林生化科技股

份有限公司;石墨粉,工业级,内蒙古瑞盛新能源有限公司;无水乙醇、乙酸、乙二醛、保险粉,AR,上海国药集团化学试剂有限公司;GO,自制^[4]。

SZT-2B型四探针表面电阻测试仪,苏州同创电子有限公司;InVia Reflex型显微激光拉曼光谱仪(Raman),英国Renishaw公司;Quanta 250 FEG型扫描电子显微镜(SEM),美国FEI公司;SW-12A型耐洗色牢度试验机,温州市大荣纺织仪器有限公司;Nicolet 6700型傅里叶变换红外光谱仪(FTIR),美国Thermo Fisher Scientific公司;SPX-70S型电热恒温培养箱,康恒仪器有限公司;MJ-160B-II型霉菌培养箱,上海博泰实验设备有限公司;UV-2000F型纺织品紫外线防护性能测试仪,美国Labsphere公司。

1.2 方法

1.2.1 CS改性棉织物制备

称取计量的CS缓慢加入到259.5 mL蒸馏水和3 mL乙酸的混合溶剂中,待其充分溶解后加入37.5 mL的乙二醛搅拌均匀,制备不同CS质量分数(x ,分别为0、0.25%、0.50%、0.75%、1.00%、2.00%)的混合溶液。随后,将纯棉织物(尺寸5 cm×5 cm)浸渍于CS混合溶液中,两浸两轧,织物带液率100%,在80 °C下烘干后再于120 °C下焙烘3 min,得到CS改性棉织物,记为 x CS,备用。

1.2.2 GO/CS静电自组装棉织物制备

取适量GO超声分散于蒸馏水中,制备不同质量浓度(y ,分别为1、2、3、5 g/L)的GO分散液,利用静电层层自组装技术^[12](图1),先将CS改性棉织物(x CS)浸渍于100 mL GO分散液中,用玻璃棒每5 min搅拌一次,60 min后取出,于80 °C干燥5 min,随后在95 °C下用100 mL质量浓度5 g/L的保险粉水溶液振荡还原5 min,最后用蒸馏水充分洗净,80 °C烘干,得到RGO-棉织物或RGO/CS-棉织物,记为 y GO($x=0$)或 x CS- y GO。

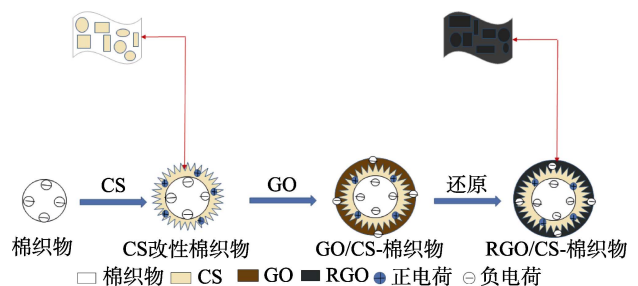


图1 GO和CS对棉织物的静电自组装过程示意图
Fig. 1 Schematic diagram of electrostatic self-assembly process of cotton fabric by GO and CS

1.3 表征与测试

SEM表征:采用SEM对棉织物的表面形貌进行表征,加速电压1.5 kV。FTIR表征:采用FTIR表征整理前后棉织物表面基团的变化,波数范围

4000~600 cm^{-1} 。Raman 表征: 采用 Raman 分析整理后的棉织物, 探究碳原子的晶格缺陷和晶体结构。光谱分辨率为 1 cm^{-1} , 激光波长 532 nm, 测试范围 3000~500 cm^{-1} 。

织物表面电阻值测试: 采用四探针表面电阻测试仪测量棉织物的表面电阻值, 每个试样测试 16 次。抗紫外线性能测试: 按照标准 AS/NZS 4399—1996《日光防护服评定和分级》, 采用纺织品紫外线防护性能测试仪测量整理前后棉织物的紫外线防护性能, 测试指标为紫外线防护系数 (UPF)、紫外线 A 透过率 (T_{UVA} , %) 和紫外线 B 透过率 (T_{UVB} , %), 每个试样测试 8 次, 取其算数平均值。抗菌性测试: 采用平板计数法, 按照 GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验大肠菌群计数》检测大肠菌群总数, 对织物的抗菌性进行测试。抑菌率 (x) 按下式计算:

$$x/\%=(N_0-N_1)/N_0\times 100 \quad (1)$$

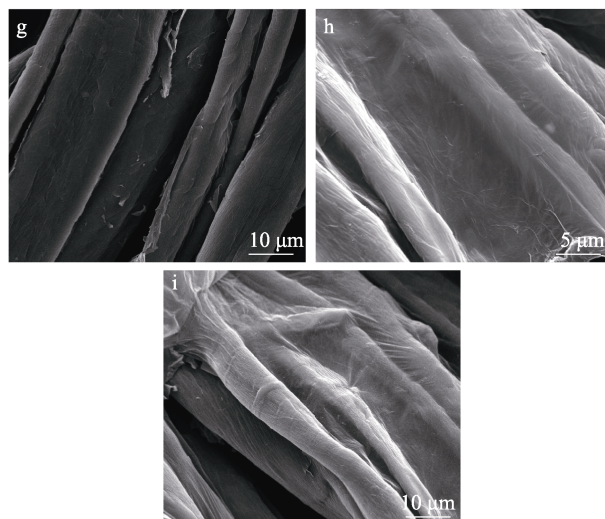
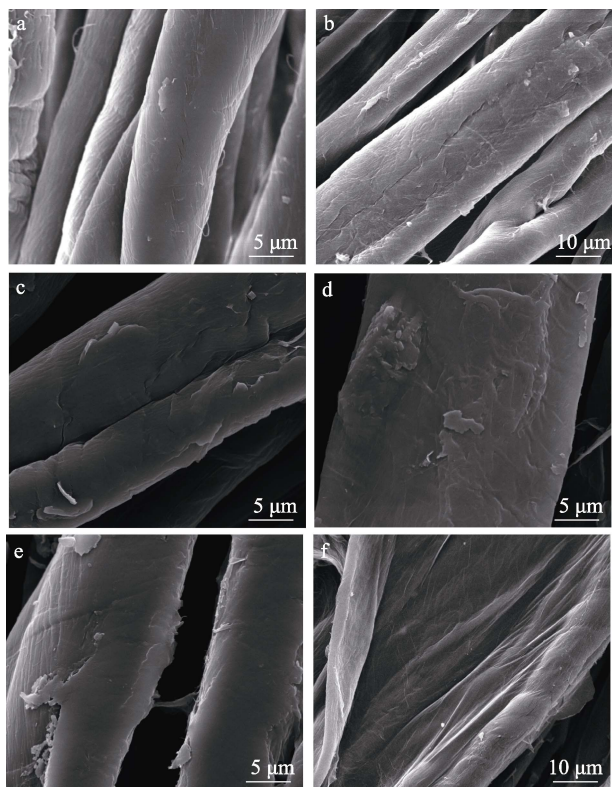
式中: N_0 为对照品 (原织物) 的平均菌落数; N_1 为测试样品的平均菌落数。耐洗性能测试: 按照 GB/T 3921—2008《纺织品色牢度试验 耐皂洗色牢度》进行棉织物的功能耐久性测试。

2 结果与讨论

2.1 表征结果分析

2.1.1 SEM 分析

图 2 为纯棉织物、0.50% CS、部分 yGO 和部分 x CS-yGO 的 SEM 图。



a—纯棉织物; b—0.50% CS; c—2GO; d—0.25% CS-2GO; e—0.50% CS-2GO; f—1.00% CS-2GO; g—3GO; h—0.50% CS-3GO; i—0.75% CS-3GO

图 2 纯棉织物、0.50% CS、部分 yGO 和部分 x CS-yGO 的 SEM 图

Fig. 2 SEM images of cotton fabric, 0.50% CS, some yGO and some x CS-yGO

由图 2 可以看出, 0.50% CS 棉纤维上的纹理被 CS 覆盖 (图 2b), 而 2GO (图 2c) 和 3GO (图 2g) 上的 RGO 则将纤维进行了包裹, 让原本光滑的纤维表面 (图 2a) 失去了其特有的纹路; 在 CS 和 RGO 的共同作用下, 纤维表面的纹路皆被包覆, 0.25% CS-2GO 形成了一层连续薄膜 (图 2d); 随着 CS 用量的增加, 通过静电引力吸附的 GO 越多, 经还原处理后, 纤维表面的 RGO/CS 膜越致密, 成膜性也越好 (图 2d、e、f); 固定 GO 质量浓度为 2 g/L, CS 质量分数相对较低 ($\leq 0.50\%$) 时, GO 和 CS 之间没有足够的化学吸附, GO 分子间刚性较强而产生团聚, RGO 分布呈无序状态 (图 2c、d、e), 导致纤维表面有较多凸起和断片; 提高 CS 质量分数后, 增加了体系中的正电荷, 使 GO 在纤维表面的吸附变得均匀, 在纤维表面形成了较为平滑的 RGO/CS 膜 (图 2f)。增大 GO 质量浓度为 3GO 时, GO 填堵了纤维间的间隙, 并在 CS 的作用下, GO 在纤维表面的吸附变得均匀, 形成的 RGO/CS 膜也更加平滑 (图 2h、i)。

2.1.2 FTIR 分析

图 3 为纯棉织物、0.50% CS、部分 yGO 和部分 x CS-yGO 的 FTIR 谱图。

由图 3 可以看出, 纯棉织物在 1025 和 3324 cm^{-1} 处分别有羰基和羟基吸收峰强度, 加入 CS 或 GO 后, 降低了棉织物的羰基和羟基吸收峰强度。这是因为, CS 或 GO 经过交联或吸附作用于棉织物表面, 封闭了织物部分亲水性基团, 导致吸收峰强度降低,

并且随着 GO 和 CS 用量的增大,峰值降低明显。同时, RGO/CS 复合膜的形成,使羰基发生了蓝移,说明 GO 中的 $-COO^-$ 与 CS 中的 $-NH_3^+$ 发生了化学键结合。

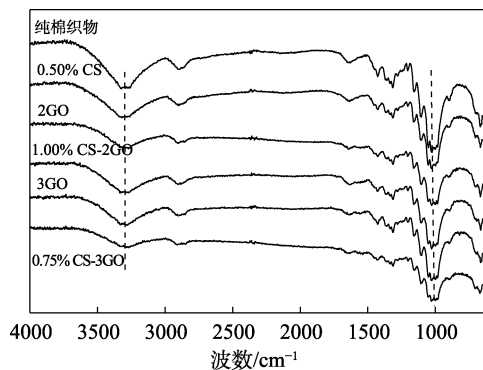


图 3 纯棉织物、0.50% CS、部分 yGO 和部分 x CS-yGO 的 FTIR 谱图

Fig. 3 FTIR spectra of cotton fabric, 0.50% CS, some yGO and some x CS-yGO

2.1.3 Raman 光谱分析

图 4 为 3GO、2GO、1.00% CS-2GO 和 0.75% CS-3GO 的 Raman 光谱。

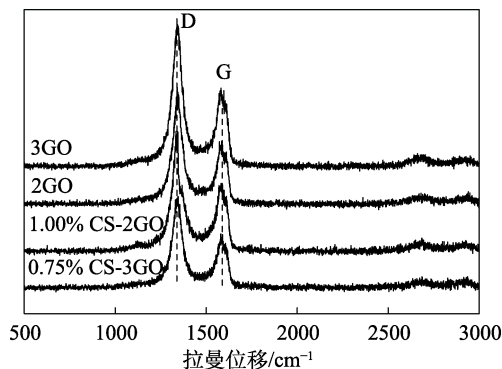


图 4 3GO、2GO、1.00% CS-2GO 和 0.75% CS-3GO 的 Raman 光谱

Fig. 4 Raman spectra of 3GO, 2GO, 1.00% CS-2GO and 0.75% CS-3GO

由图 4 可以看出, 4 个样品均具有 1 个 D 峰 (1340.39 cm^{-1}) 和 1 个 G 峰 (1580.38 cm^{-1}), 其中 D 峰是由石墨烯中存在的缺陷或杂质所致, 峰强度与缺陷或杂质的浓度成正比, G 峰为石墨烯中 sp^2 键的振动, 其强度与石墨烯的晶格结构有关。织物上 GO 的特征吸收峰 D 峰的强度明显高于 G 峰 (比值明显大于 1), 说明 GO 较充分地还原为 RGO^[13-14]。

2.2 自组装棉织物的性能分析

2.2.1 导电性能分析

图 5 为 x CS-yGO 的导电性测试结果。

由图 5 可以看出, 当 CS 质量分数 (x) 不变时, 逐渐增大 GO 质量浓度 (y), x CS-yGO 的表面电阻呈现逐渐减小的趋势, 表明其导电性逐渐增强, 这主要缘于 RGO 良好的导电性, 随着 GO 质量浓度的

增大, 吸附到织物上形成的 GO 薄膜连续性更好, 织物的导电性更强。当 GO 质量浓度增加到 5 g/L 时, 随着 CS 质量分数的增加, x CS-5GO 导电性增加不明显, 2.00% CS-5GO 表面电阻最低, 为 $1.02\text{ k}\Omega/\text{cm}$ 。这是因为, GO 质量浓度增大到一定程度后, GO 薄膜的连续性不再随 GO 质量浓度的提高而改变, 因此不会明显改变织物的导电性。此外, 当 GO 质量浓度不变时, 逐渐增大 CS 质量分数时, 织物的导电性有所提高。这是因为, 经 CS 处理后的棉织物带正电荷, 而 GO 带负电荷, 二者通过静电引力结合^[15-16], 当 CS 质量分数增大时, 吸附结合的 GO 也越多, 提升了棉织物的导电性。当 GO 质量浓度为 5 g/L 时, 将 CS 质量分数由 1.00% (1.00% CS-5GO) 提高至 2.00% (2.00% CS-5GO), 织物的导电性略有增加, 但变化不显著, 这主要是因为, 质子化后的 CS 吸附到带负电荷棉织物的表面已基本达到饱和, 在乙二醛与棉织物中的羟基交联生成半缩醛, 形成网状结构的过程中, 被“束缚”在棉织物表面上的 CS 含量也达到最大值, 导致 GO 的吸附量不再提高。

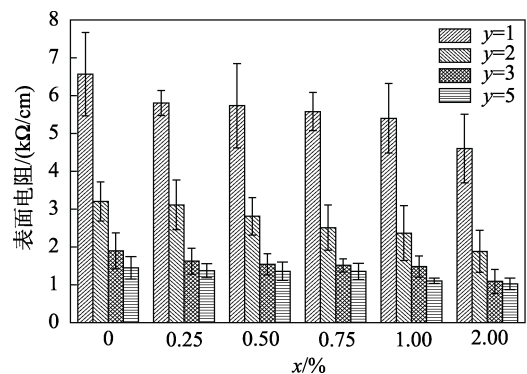


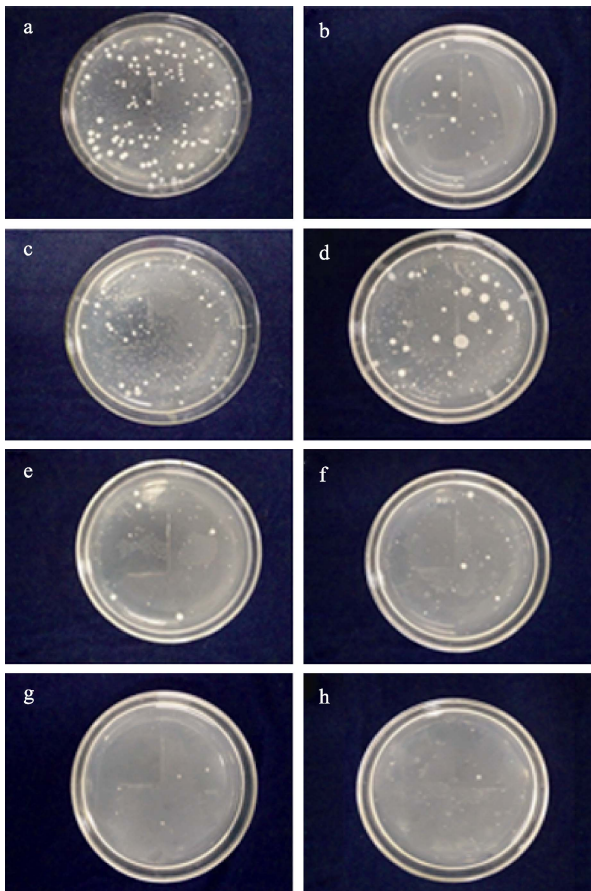
图 5 x CS-yGO 的导电性
Fig. 5 Conductivity of x CS-yGO

2.2.2 抗菌性能分析

图 6、图 7 为纯棉织物、0.50% CS 和部分 x CS-yGO 抑菌率测试结果。

由图 6 可以看出, 纯棉织物上的菌落数最多, 而 0.50% CS-5GO、2.00% CS-1GO、2.00% CS-3GO 和 2.00% CS-5GO 上的菌落数较少; 随着 CS 质量分数和 GO 质量浓度的增大, 菌落数显著减少。从图 7 也可以看出, 0.50% CS-5GO、2.00% CS-1GO、2.00% CS-3GO 和 2.00% CS-5GO 抑菌效果最好, 抑菌率达到 95%。这是因为, 在乙酸的作用下, CS 质子化后带正电, 与带负电的细菌结合而达到抑制细菌生长的目的^[17]; RGO 可将细菌内的谷胱甘肽 (GSH) 的硫醇键 ($-SH$) 氧化为二硫键 ($-S-S-$), 使细胞氧化应激引起破坏, 且 RGO 的边缘非常尖锐, 可

将细菌的细胞膜破坏, 导致细胞死亡^[18]。当 RGO 与 CS 组合处理棉织物时, 两种物质间发生协同作用^[19], 增强了抗菌性能, 大幅提高了 x CS- y GO 的抑菌效果。



a—纯棉织物; b—0.50% CS; c—0.50% CS-1GO; d—0.50% CS-3GO; e—0.50% CS-5GO; f—2.00% CS-1GO; g—2.00% CS-3GO; h—2.00% CS-5GO

图 6 不同棉织物对大肠杆菌的抑菌性

Fig. 6 Bacteriostasis of different cotton fabrics against *Escherichia coli*

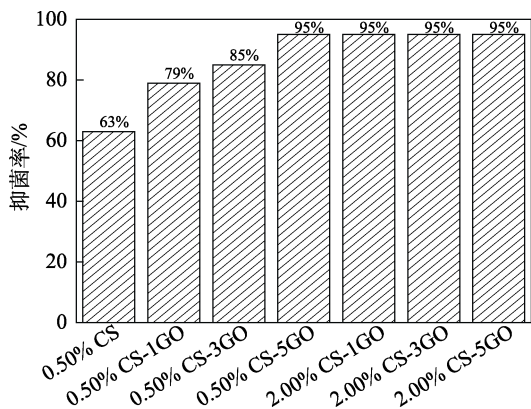


图 7 x CS- y GO 的抗菌性

Fig. 7 Antibacterial activity of x CS- y GO

2.2.3 抗紫外线性能分析

表 1 为不同处理条件下棉织物的抗紫外线性能。

表 1 不同棉织物抗紫外线性能

棉织物	UPF	$T_{UVA}/\%$	$T_{UVB}/\%$
纯棉织物	2.93	37.41	23.96
1GO	2000	0.05	0.05
0.25% CS-1GO	2000	0.05	0.05
2GO	2000	0.05	0.05
0.25% CS-2GO	2000	0.05	0.05

注: 紫外线防护性能测试仪最大量程为 2000, 下同。

由表 1 可以看出, 纯棉织物的抗紫外性能较差, UPF 仅为 2.93; 而 1GO 的 UPF 已达到了紫外线测试仪的最大测量值 2000, 且 T_{UVA} 和 T_{UVB} 均为 0.05%。增加 GO 质量浓度 (2GO), 或者与 CS 混合处理棉织物 (0.25% CS-1GO、0.25% CS-2GO), 均能使织物得到极高的紫外线防护效果。主要原因可能是, 当 RGO 覆盖在棉织物上后, 填堵了织物的缝隙, 使织物的结构变得非常紧密, 反射了照射到织物上的大部分紫外线, 并且 RGO 中的 $C=C$ 、 $C=O$ 等不饱和基团能发生电子跃迁吸收紫外光^[20-21], 也提高了织物的抗紫外线性能。

2.3 自组装棉织物的耐洗性分析

棉织物的手感随着 CS 和 GO 用量的增加而发硬, GO 质量浓度越高, 在棉织物表面形成的薄膜越厚, 织物的手感越硬。因此, 选择手感和导电性良好的试样进行耐洗性测试。图 8 为 0.50% CS-3GO 经 30 次洗涤的表面电阻变化; 图 9 为经 5 次和 30 次洗涤后 0.50% CS-3GO 的 SEM 图。

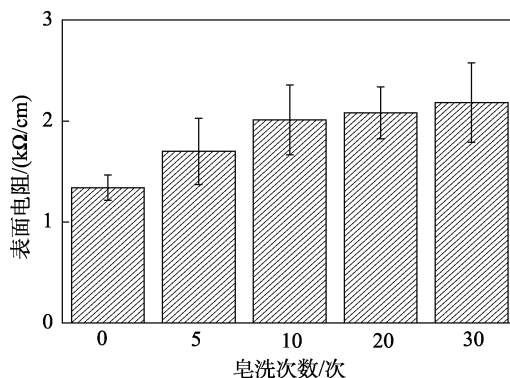


图 8 0.50% CS-3GO 经 30 次皂洗的表面电阻变化

Fig. 8 Surface resistance change of 0.50% CS-3GO after 30 times of soaping

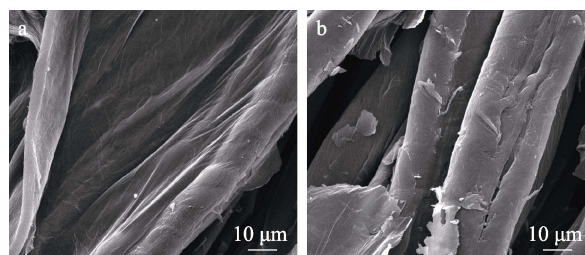


图 9 0.50% CS-3GO 皂洗 5 次 (a) 和 30 次 (b) 的 SEM 图
Fig. 9 SEM images of 0.50% CS-3GO after 5 times (a) and 30 times (b) of soaping

从图 8 可以看出,0.50% CS-3GO 的表面电阻随着洗涤次数的增加不断增大。织物经过 5 次皂洗后,表面的 RGO/CS 膜仍然完整(图 9a),但电阻明显增大,表明织物表面有少量未与 CS 键合的 RGO 被洗去,导致导电性的降低。而经过 30 次皂洗后,织物上的 RGO/CS 膜出现了一定程度上的损伤(图 9b),包覆在纤维表面的薄膜发生了断裂,形成片状结构,但织物的电阻值没有明显增加,表明与 CS 键结合较为稳定的 RGO 并未洗脱,且 RGO/CS 膜在织物上有良好的牢度。

图 10、图 11 为 0.50% CS-3GO 经 50 次洗涤的抑菌率变化和抑菌照片。

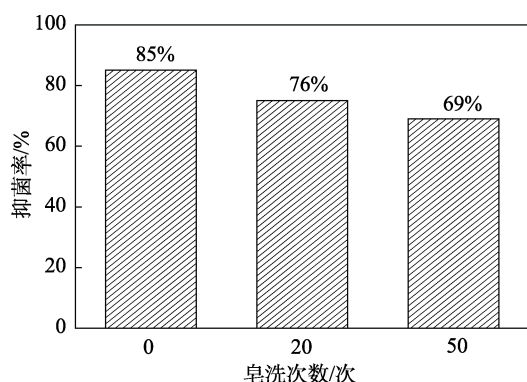
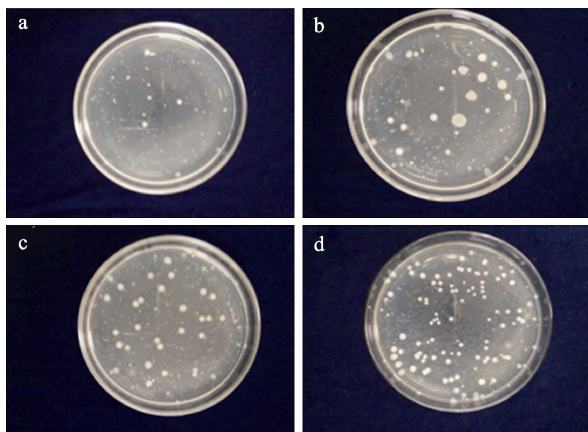


图 10 0.50% CS-3GO 经 50 次洗涤的抑菌率变化

Fig. 10 Change of antibacterial rate of 0.50% CS-3GO after 50 times of soaping



a—洗涤 0 次; b—洗涤 20 次; c—洗涤 50 次; d—纯棉织物

图 11 0.50% CS-3GO 经 50 次洗涤的抑菌实物图

Fig. 11 Bacteriostatic photos of 0.50% CS-3GO after 50 times of soaping

由图 10、图 11 可以看出,0.50% CS-3GO 经过 20 次和 50 次洗涤后,抗菌性均下降,并随着洗涤次数的增加而持续降低,表明洗涤会降低 0.50% CS-3GO 的抗菌性。原因在于,经过数次洗涤后,织物上的 RGO/CS 膜出现损伤,包覆在纤维表面的薄膜发生破裂,使得少量 RGO 脱落,导致抗菌性降低。但与纯棉织物相比,经过 50 次洗涤后的 0.50%

CS-3GO 仍然保持着良好的抗菌性。

表 2 为 0.50% CS-3GO 经洗涤后抗紫外线性能的变化。

表 2 自组装棉织物抗紫外线性能
Table 2 UV resistance of self-assembled cotton fabrics

洗涤次数/次	UPF	$T_{UVA}/\%$	$T_{UVB}/\%$
纯棉织物	2.93	37.41	23.96
0	2000	0.05	0.05
5	2000	0.05	0.05
10	2000	0.05	0.05
20	2000	0.05	0.05
30	2000	0.05	0.05

从表 2 可以看出,0.50% CS-3GO 具有优良的抗紫外线性能,经过 30 次洗涤后,织物的抗紫外线性能没有发生明显的改变。综合洗涤对 0.50% CS-3GO 的导电性、抑菌性和抗紫外线性能的影响分析,RGO/CS 膜在棉织物上具有良好的耐洗性。

3 结论

通过静电自组装制备了 RGO/CS-棉织物,测试了其水洗前后的导电性、抑菌性和抗紫外线性能,并采用 SEM、FTIR、Raman 光谱对其结构进行表征,得到以下结论:(1) RGO 能赋予棉织物导电、抑菌和抗紫外线性能;(2) CS 改性后的棉织物,浸渍 GO 分散液并还原后,能显著降低 GO 的缺陷峰,形成的 RGO/CS 膜有良好的连续性,增加了织物的导电性能,2.00% CS-5GO 棉织物的表面电阻值为 $1.02 \text{ k}\Omega/\text{cm}$,同时,RGO 与 CS 协同作用可显著提升织物的抑菌效果,抑菌率最高达 95%;(3) 0.50% CS-3GO 棉织物具有良好的手感和洗涤牢度,经多次洗涤后仍有良好的导电、抑菌和抗紫外线性能。

本文为多功能性棉织物纺织品的研究和实际生产提供理论和技术参考。

参考文献:

- [1] XIE J L (谢金林), ZHANG J (张京), GUO Y X (郭宇星), *et al.* Application progress of conductive fibers in the application of new textiles[J]. *Advanced Textile Technology (现代纺织技术)*, 2023, 31(6): 241-254.
- [2] HUANG S Y (黄书彦), XIA H B (夏慧宝), CAO J L (曹机良). Preparation of PEDOT : PSS conductive polyester fabric *via* printing method[J]. *Textile Dyeing and Finishing Journal (染整技术)*, 2021, 43(8): 12-15.
- [3] SUN F (孙福), QIAN J H (钱建华), LING R G (凌荣根), *et al.* Preparation of conductive polyester fiber compounded with carbon black[J]. *Journal of Textile Research (纺织学报)*, 2010, 31(1): 1-4.
- [4] CAO J L (曹机良), DU Y Y (杜远远), BAI J S (白金山), *et al.* Preparation and properties of graphene electric conductive polyester fabrics[J]. *Fine Chemicals (精细化工)*, 2020, 37(7): 1478-1483.

(下转第 214 页)