

不同膜层材料对春亚纺抗紫外性能影响规律研究

姚俊奇¹,侯建洋¹,赵争波¹,陈 宾¹,张 欣^{1,2},梁 媛³

(1. 广东欣丰科技有限公司,广东 开平 529300;

2. 广东粤港澳大湾区国家纳米科技创新研究院,广东 广州 510700;

3. 广东广纳诺斐科技有限公司,广东 广州 510700)

摘 要:在春亚纺上采用纳米表面处理技术之一的磁控溅射法,研究了恒流模式下 Ti、TiAl、SS(不锈钢)及其氮化物、氧化物、氮氧化物等多种纳米膜层在相同沉积电流下对春亚纺基布抗紫外性能的影响规律。结果表明,这些金属膜层或金属反应物膜层均能明显提升春亚纺基布抗紫外性能,且水洗 50 次后抗紫外功能仍保持良好;在相同沉积电流情况下,不同膜层材料对抗紫外性能提升效果排序依次为:SS>TiAl>SSNO>Ti>SSN>TiN>TiAlN>TiAlNO>TiNO>SSO>TiO>TiAlO。研究结果对抗紫外织物的纳米表面处理膜层材料选择和生产工艺开发具有重要的参考意义。

关键词:纳米表面处理;磁控溅射;抗紫外性能;春亚纺

中图分类号:TS172

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2021)05-0023-03

随着经济发展,人们对健康越来越重视,保健类服饰应运而生,其中防紫外面料受到重视。目前,市面上有不少方法可提升面料的防紫外性能,其中纺纱法是将抗紫外涤纶纤维与其他纤维进行混纺,得到既能满足抗紫外性能,又满足其他服用特性的织物,但此加工方式受到加工技术水平和产品质量稳定性的限制^[1]。国内企业大多采取溶胶-凝胶法制备抗紫外产品^[2],将纳米 TiO₂作为抗紫外剂,将其沉积到织物表面,以达到提升织物抗紫外性能的目的^[3],但所制备的产品舒适性及耐洗性较差。姜绶祥等^[4]采用化学镀方式在织物表面通过氧化还原的方式沉积金属膜层,通过金属膜层反射紫外线以达到抗紫外效果,但这种加工镀液的稳定性难以控制,容易造成环境污染。因此,亟待开发一种工艺和性能稳定的抗紫外处理方法。

作为纳米表面处理技术的典型方法,磁控溅射^[5]是一种高效、稳定、低温沉积膜层的加工方式,对织物的质感、透气性、舒适性等性能影响极小。黄美林等^[6]通过磁控溅射法在 PET 织物上制备 PTFE 薄膜以提高织物的防紫外线性能,但沉积该薄膜材料只能依靠射频电源,该类电源沉积速率慢,且由于驻波效应等不适宜进行大面积镀膜^[7],因此有必要继续开发多种膜层材料,以拓展该技术的应用。着重研究了通过磁控溅射方式在春亚纺基布表面沉积 Ti、TiAl、SS(不锈

钢)膜层及相应化合物膜层,研究不同膜层材料对春亚纺基布抗紫外性能的影响规律。

1 试验部分

1.1 材料与仪器

材料:280 T 春亚纺,100%涤纶原料,规格为 5.5 tex×5.5 tex,幅宽为 150 cm,克重为 62 g/m²,平纹;溅射用靶材:Ti 靶、质量比为 1:1 的 TiAl 合金靶、SS 靶(牌号为 SUS 316),纯度 99.99%;工艺气体:氩气、氮气、氧气各一瓶,纯度 99.99%。

仪器:卷绕式磁控溅射镀膜机,高倍显微镜,紫外分光光度计,SW-12E 型耐洗色牢度试验机。

1.2 春亚纺抗紫外织物制备

在卷绕式镀膜机中接入 60 m 春亚纺基布,抽真空,当真空度达到 2.0E-3 Pa 后,开始靶材炼靶,以清除靶材表面水汽及杂质,炼靶时间持续 30 min。炼靶完成后按照工艺设定通入指定工艺气体,设备车速为 1 m/min,电流设为 30 A,镀覆 1 层,每个工艺镀覆 5 m 长度。具体工艺见表 1。需要说明的是,除了基布之外,纳米膜层的成分、厚度、微观结构等均对织物抗紫外性能产生影响。由于织物粗糙表面的膜层厚度不便于直接表征,从实际工艺控制角度,通过相同的沉积电流来对不同膜层材料进行性能对比,这对工艺开发与实际生产仍具有重要的参考意义。

收稿日期:2020-12-30

作者简介:姚俊奇(1987-),男,高级工程师,博士,主要研究方向为纳米表面处理技术研究与应用,E-mail:yaojunqi@nanocoloring.com。

生产完成后,每个样品 5 m 长,共计 12 个样品,依次用 1#~12# 表示。为确保检测准确性,每个样品仅取中间 3 m 作为有效检测区域。

表 1 样品工艺配置

样品序号	靶材	电流/A	Ar/N ₂ /O ₂ /sccm	气压/Pa	膜层材料
1#	Ti	30	400/0/0	1.40E-01	Ti
2#	Ti	30	150/0/450	1.40E-01	TiO
3#	Ti	30	200/600/0	1.50E-01	TiN
4#	Ti	30	350/250/30	1.50E-01	TiON
5#	SS	30	400/0/0	1.40E-01	SS
6#	SS	30	150/0/450	1.40E-01	SSO
7#	SS	30	200/600/0	1.50E-01	SSN
8#	SS	30	350/250/30	1.50E-01	SSON
9#	TiAl	30	400/0/0	1.40E-01	TiAl
10#	TiAl	30	150/0/450	1.40E-01	TiAlO
11#	TiAl	30	200/600/0	1.50E-01	TiAlN
12#	TiAl	30	350/250/30	1.50E-01	TiAlON

1.3 抗紫外样品性能测试

1.3.1 抗紫外性能

在样品宽度方向上左中右各取 3 个样品,按照 GB/T 18830—2009《纺织品 防紫外性能的评定》进行抗紫外性能测试,以镀膜面朝向 UV 光源测量并收集数据,以左中右 3 个样品中抗紫外性能最差值作为该样品抗紫外数据。

1.3.2 耐水洗性能

抗紫外产品开发不仅要考虑产品的抗紫外性能,同时要考虑服装的耐水洗性能。本研究中仅对 Ti 及其各种化合物纳米膜层多次水洗后的抗紫外性能进行跟踪。对 1#、2#、3#、4# 样品在宽度方向左中右各取 3 个样品,按照 GB/T 12490—2014《纺织品 色牢度试验耐家庭和商业洗涤色牢度》中 A1M 试验条进行耐水洗试验,每次洗涤 45 min。此种洗涤方式相当于普通洗涤 5 次效果,此次试验共需洗涤 450 min,相当于洗涤 50 次。洗涤完成后按要求进行水洗晾干,并按照 1.3.1 进行抗紫外性能测试。

2 结果与讨论

2.1 不同膜层材料对春亚纺抗紫外性能的影响规律

通过表 2 可以看出,春亚纺基布的 UVA 透射比为 13.81%,大于国标要求的 5%,可以认为基本无抗紫外功能。

从表 3 测试结果可以看出,春亚纺基布沉积金属或相应化合物膜层后抗紫外性能均达到防紫外产品性能要求。这是因为在织物表面镀覆金属或相应化合物膜层后,当阳

光中的紫外照射到面料上,大部分的紫外线会被织物表面的纳米膜层反射掉,仅有少量会透过纳米膜层及织物到达人体表面,对人体影响就可忽略不计。

表 2 春亚纺基布抗紫外性能

样品	抗紫外性能		
	UVA 透射比/%	UVB 透射比/%	防护系数 UPF
春亚纺基布	13.81	0.62	45

由于紫外分光光度计量程的限制,对于 UPF 仅能收集到 100+,且每种膜层材料对应样品抗紫外性能均提升至量程上限,因此本研究主要参考 UVA 透射比来对不同膜层材料的效果进行对比。通过表 3 对比发现,对于同一种金属膜系,金属膜层对抗紫外性能的提升往往优于相应的金属化合物膜层,这是由于金属膜层的反射率相对较高,能够更有效地将紫外线反射出去,以达到抗紫外效果。此外金属氮化物膜层对抗紫外性能的提升略优于金属氧化物膜层,而氮氧化物膜层的性能往往介于两者之间,这可能与化合物性质有关。

表 3 春亚纺上镀覆不同膜层材料的抗紫外性能

样品	膜层材料	抗紫外性能		
		UVA 透射比/%	UVB 透射比/%	防护系数 UPF
1#	Ti	1.63	0.29	100+
2#	TiO	3.73	0.50	100+
3#	TiN	2.04	0.32	100+
4#	TiON	3.02	0.37	100+
5#	SS	1.05	0.20	100+
6#	SSO	3.29	0.44	100+
7#	SSN	1.65	0.24	100+
8#	SSON	1.43	0.20	100+
9#	TiAl	1.15	0.22	100+
10#	TiAlO	3.80	0.52	100+
11#	TiAlN	2.72	0.38	100+
12#	TiAlON	2.92	0.37	100+

根据表 3 数据,对不同膜层材料 UVA 透射比按大小排序绘制成图 1,从图 1 可以得出:Ti、TiAl、SS 对应的金属及化合物膜层对春亚纺基布抗紫外性能提升效果排序如下:SS>TiAl>SSON>Ti>SSN>TiN>TiAlN>TiAlON>TiON>SSO>TiO>TiAlO。

2.2 抗紫外样品耐用性

表 4 1#~4# 样品水洗 50 次后抗紫外性能

样品编号	膜层材料	水洗 50 次后抗紫外性能		
		UVA 透射比/%	UVB 透射比/%	防护系数 UPF
1#	Ti	1.85	0.31	100+
2#	TiO	3.96	0.54	100+
3#	TiN	3.12	0.38	100+
4#	TiON	3.66	0.42	100+

表 4 为 1#、2#、3#、4# 样品进行水洗 50 次试验后

测得的抗紫外性能,结果显示这些样品仍具有优秀的抗紫外性能,说明通过磁控溅射方式在春亚纺上沉积金属或金属化合物膜层后具有良好的结合牢度,水洗50次后仍能满足抗紫外性能要求。

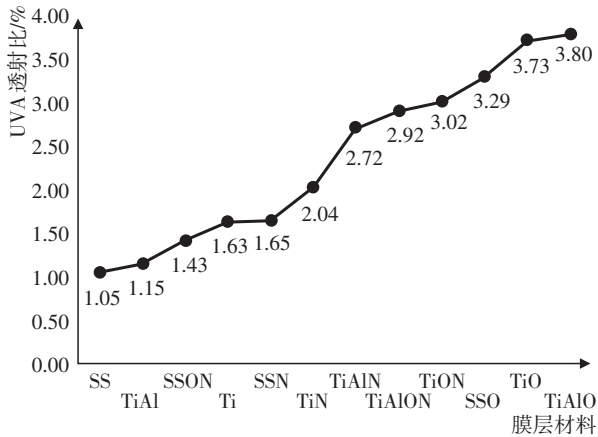


图1 春亚纺镀膜不同膜层材料的 UVA 透射比

3 结论

(1)通过纳米表面处理技术中的磁控溅射方式沉积金属或金属化合物膜层均能提高春亚纺基布的抗紫外性能。

(2)在春亚纺基布表面沉积相同沉积电流的 Ti、TiAl、SS 的金属及金属化合物膜层,其对基布抗紫外性能提升效果排序为:SS>TiAl>SSNO>Ti>SSN>

TiN>TiAlN>TiAlON>TiON>SSO>TiO>TiAlO。

(3)通过纳米处理技术沉积金属或金属化合物膜层制备的抗紫外织物产品具有优异的耐用性,重复水洗50次仍具有抗紫外功能。

(4)该研究对抗紫外织物的纳米表面处理膜层材料选择和生产工艺开发具有重要的参考意义。

参考文献:

- [1] 王万秀,纪芳,张宝华,等.功能性抗紫外涤纶混纺织物的开发[J].纺织科技进展,2006,(1):61-62.
- [2] 张晓丽,罗敏,陈水林,等.溶胶-凝胶法在织物功能整理中的应用[J].印染助剂,2004,21(2):51-53.
- [3] 李朝晖,王生,戴岑岑,等.溶胶-凝胶法制备 TiO₂ 水溶胶及其在棉织物上的应用[J].纺织科技进展,2015,(5):18-21.
- [4] 姜绥祥,郭荣辉,郑光洪.涤纶织物上化学镀银的晶体结构与性能[J].电镀与涂饰,2015,28(7):22-24.
- [5] 王俊,郝赛.磁控溅射技术的原理与发展[J].科技创新与应用,2015,(2):35.
- [6] 黄美林,狄剑锋,齐宏进.磁控溅射法制备防紫外线 PET 织物的研究[J].棉纺织技术,2008,36(4):7-9.
- [7] 陈宇,李民英.磁控溅射法沉积 TCO 薄膜的电源技术[J].电源世界,2012,(7):51-60.

Influence of Different Film Materials on Ultraviolet Resistance of Polyester Pongee

YAO Jun-qi¹, HOU Jian-yang¹, ZHAO Zheng-bo¹, CHEN Bin¹, ZHANG Xin^{1,2}, LIANG Yuan³

(1. Guangdong Rising Well Science & Technology Co.,Ltd., Kaiping 529300, China;

2. GBA Research Innovation Institute for Nanotechnology, Guangzhou 510700, China;

3. Guangdong Nano Film Technology Co.,Ltd., Guangzhou 510700, China)

Abstract: As a classic case of the nano-surface treatment technologies, magnetron sputtering was introduced to polyester pongee, and the influence of various nano-films on ultraviolet resistance of the polyester pongee was studied, which had been deposited under the same deposition current in the instant current mode. The film materials included metal, oxide, nitride and nitrogen oxide of Ti, TiAl and SS (stainless steel). The results revealed that the ultraviolet resistance of polyester pongee could be improved significantly by these films, and still maintained well after water washing 50 times. Under the same deposition current, the improvement of different film materials on ultraviolet resistance could be put in order as follows: SS>TiAl>SSNO>Ti>SSN>TiN>TiAlN>TiAlON>TiON>SSO>TiO>TiAlO. The study results had important instructional significance in the material selection and production process development of nano-surface treatment coatings on ultraviolet resistant fabric.

Key words: nano-surface treatment; magnetron sputtering; ultraviolet resistance; polyester pongee