

抗菌纺织品研究概述

刘志芳

(中联品检(北京)检验技术有限公司, 北京 100025)

摘要: 阐释了抗菌的概念,概述了抗菌纺织品的抗菌机制,介绍了当前市场上主流的抗菌纺织品类型,阐述了纺织品抗菌性能的检测与评价方法。研究为抗菌纺织品的研发创新与质量管控提供参考。

关键词: 抗菌纺织品; 细菌; 抗菌机制; 抗菌性能; 抗菌效果

中图分类号: TS 941.79

文献标志码: A

Overview of research on antibacterial textiles

Liu Zhifang

(United Testing Services (Beijing) Co., Ltd., Beijing 100025, China)

Abstract: The concept of antibacterial performance was clarified, the antibacterial mechanisms of antibacterial textiles were summarized, the main types of antibacterial textiles currently available on the market were introduced, and the testing and evaluation methods for the antibacterial performance of textiles were elaborated. The research provides a reference for the development innovation and quality control of antibacterial textiles.

Key words: antibacterial textile; bacteria; antibacterial mechanism; antibacterial performance; antibacterial effect

20 世纪 50 年代,以“防臭”为特色的抗菌纤维制品应运而生。然而,受限于当时抗菌剂技术成熟度不足等因素,这类产品未能实现大规模的市场应用。20 世纪 70 年代后期,一系列安全性高、耐久性好的抗菌剂被成功研发,并广泛应用于抗菌纤维制品中,推动了抗菌制品市场的逐步扩张。随后,抗菌防臭袜等产品问世。自此,抗菌制品开始获得消费者的广泛认可与接纳。近年来,随着公众疾病预防意识的提升,抗菌纺织品逐渐进入大众视野。尤其是 2019 年末,全球范围内暴发的新型冠状病毒感染疫情,更是将抗菌纺织品推向大众视野。疫情突如其来,使人们深刻认识到抗击病毒与抗菌的重要性。在日常生活中,抗菌、抑菌、杀菌、灭菌等概念极易被混淆。基于此,本文阐述抗菌的概念,介绍抗菌纺织品及其制品的抗菌机制,并通过对比第三方

测机构的大量实验室测试数据,对国内常见抗菌标准的测试方法、适用范围、试验菌种、考核测试值及抗菌效果等进行深入分析,旨在找出不同标准间的差异,为抗菌纺织品选择合适的抗菌检测标准提供参考。此外,还系统介绍了抗菌纺织品抗菌效果的评价方法。

1 抗菌相关概念及抗菌纺织品现状

抗菌是一个广义概念,涵盖灭菌、杀菌、消毒、抑菌、防腐等多个方面。具体而言,杀菌与抑菌可统称为利用化学或物理手段杀灭或抑制细菌生长、繁殖及其存活的过程^[1]。其中,灭菌是指彻底杀灭或清除传播媒介上所有微生物的处理;杀菌则是针对繁殖中的细菌,通过药物直接破坏或杀死菌体^[2];消毒是通过物理或化学方法去除病原体,确保物体表

面及内部安全无毒、无害^[3];抑菌则是采用化学或物理方法抑制或妨碍细菌生长繁殖及其存活^[4];防腐作为一种抑菌措施,指通过物理、化学等方法,使微生物暂时处于不繁殖但未死亡的状态^[1]。抗菌纤维是指含有抗菌物质,具备抗菌功能的化学纤维^[5];纺织品抗菌整理是指运用抗菌物质对纺织品进行处理,赋予其抗菌功能的染整加工过程^[5];抗菌针织品则指经过抗菌整理或含有抗菌纤维,能有效抑制织物上细菌、真菌生长繁殖或使其失活的针织品^[5]。抗菌纤维在日常生活及医疗卫生领域扮演着极其重要的角色^[6]。

上述定义对抗菌、抑菌及抗菌产品进行了解释,但对抗菌功能纺织品的介绍仍显不足。微生物虽肉眼不可见,却与人类日常生活密切相关。细菌、真菌等不同种类的菌类微生物,是引发流行性感冒等传染病、手足癣等皮肤病的元凶,严重威胁人类健康与生活。为应对这些微生物的危害,人们不断探究隔离、抑制或消灭致病微生物的方法,抗菌整理剂和抗菌纺织品加工技术应运而生。然而,当前市场上的抗菌纺织品质量良莠不齐,部分产品宣传“具有抗菌功能”却名不副实。因此,依据相关检测标准,对抗菌纺织品的抗菌性能进行客观分析显得尤为重要。

2 纺织品抗菌机制

目前,市场上抗菌类产品种类多样,其中抗菌纺织品备受关注。后文将详细介绍抗菌纺织品的抗菌机制。

2.1 光能抗菌机制

在织物的原材料生产环节,注入光能抗菌助剂,能够使原材料具备抗菌属性,从而自生产源头上抑制细菌生长。目前,光能抗菌助剂的抗菌周期可达3~6个月,且其抗菌性能符合GB/T 23763—2009《光催化抗菌材料及制品 抗菌性能的评价》要求。国内已有研究显示,借助光能抗菌机制,织物的抗菌率能够超过90%。

2.2 无机抗菌整理剂抗菌机制

2.2.1 接触反应机制

金属离子接触微生物时,会破坏微生物内的蛋白质结构,导致微生物死亡^[7]。金属离子负载于载体上,在使用过程中,具有抗菌性能的金属离子会逐渐释放出来。而且,抗菌金属离子在低浓度状态下即可发挥抗菌作用。通过调控抗菌金属离子的释放,无机抗菌剂能实现良好的抗菌效果^[8]。

2.2.2 活性氧机制

在纺丝过程中添加特殊的纳米金属氧化物,可有效杀灭常见细菌,赋予服装面料持久的抑菌功能,使消费者穿着更舒适。添加抗菌剂后,材料表面分布有微量的金属元素,这些金属元素能够起到催化活性中心的作用^[7]。在此过程中,细菌的细胞生长能力遭破坏,其生长和繁殖受到抑制甚至被杀灭,从而使纤维具备抗菌性能^[8]。

2.3 有机抗菌整理剂抗菌机制

有机抗菌整理剂的作用方式多样,它既可以与微生物细胞膜表面的离子结合后进入细胞内部,也可以与细胞表面的巯基发生反应,进而破坏蛋白质和细胞膜自身系统,抑制微生物的繁殖与滋生^[9]。如有机硅季铵盐类抗菌剂可作用于细菌细胞的表层,破坏细菌的细胞壁和细胞膜,使细菌内部溶出物渗出,最终导致细菌死亡^[8]。

3 抗菌纺织品及其抗菌效果评价方法

抗菌整理技术能够有效遏制细菌在织物表面繁殖,使织物保持卫生、清新的状态,有效防止臭气产生,控制细菌污染物的滋生。此外,它还能改善大多数织物的手感,避免对皮肤产生刺激。在评价抗菌整理效果时,不能仅局限于抑菌数据,更重要的是要考量细菌对人体安全的威胁,尤其是潜在的长期危害。随着市面上抗菌纺织品的不断涌现,相应的抗菌效果评价分析也必不可少,只有通过科学的评价分析,才能确定这些“抗菌纺织品”是否真正具备抗菌效果。

3.1 抗菌纺织品

抗菌类纺织品是近年来兴起的新型纺织品,凭借显著且可靠的抗菌效能,其发展前景广阔。以抗菌防螨床垫、被子、褥子等床上用品为例,其能够构建起一道坚实的防护屏障,有效阻止皮肤及呼吸道疾病的传播,确保床品始终洁净如新,为人们营造安心、舒适的睡眠环境。在运动领域,抗菌类纺织品同样大放异彩。抗菌运动袜、运动鞋以及户外服等,因具备抗菌功能,可有效抑制异味产生。这使得人们能够更长久地沉浸于运动带来的畅快淋漓之中,尽情享受户外活动的乐趣,无需因异味困扰而频繁更换或清洗衣物。不仅如此,抗菌特性还减少了衣物的洗涤次数,让低温清洗成为可能,既节省了能源,又契合当下绿色环保的理念。此外,抗菌纺织品的防护功能能够延长纺织品的使用寿命,这在减少废弃纺织品产生方面具有积极作用,有利于推动纺织

行业的可持续发展。

3.2 抗菌性能测试标准

近年来,“抗菌”已成为备受大众关注的热门话题。相关检测机构在开展抗菌检测工作时,常用于测试的抗菌菌种涵盖金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌以及白念珠菌等。判定抗菌纺织品是否具备实际抗菌效果,需通过严谨的抗菌试验来检验。依据抗菌活性大小的差异,抗菌试验可细分为抑菌试验与杀菌试验两大类。而在评估纺织品抗菌性能时,所采用的测试方法又分为定性测试和定量测试两种。

目前,国内常见的抗菌测试标准主要有: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》;GB/T 20944.2—2007《纺织品 抗菌性能的评价 第 2 部分:吸收法》;GB/T 20944.3—2008《纺织品 抗菌性能的评价 第 3 部分:振荡法》;FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》;QB/T 2881—2013《鞋类和鞋类部件 抗菌性能技术条件》等。

3.3 抗菌效果评价方法

常见的抗菌纺织品抗菌效果的测试方法、试验菌种、考核指标,以及抗菌效果评价依据列于表 1^[5,10-13]。其中,FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》的抗菌性能评价依据详见表 2^[5],QB/T 2881—2013《鞋类和鞋类部件 抗菌性能技术条件》的抗菌性能评价依据详见表 3^[13]。

表 1 国内常见的抗菌标准关键信息呈现
Tab. 1 Key information on common domestic antibacterial standards

标准	适用范围	试验菌种	考核指标	抗菌效果评价依据
GB/T 20944.1—2007	机织物、针织物、非织造布和其他平面织物,纤维、纱线等也可参照执行	1)金黄色葡萄球菌(革兰阳性菌); 2)肺炎克雷伯菌(革兰阴性菌); 3)大肠埃希菌(革兰阴性菌)	抑菌带宽度	所有试样上细菌均未繁殖,则判定样品具有抗菌效果
GB/T 20944.2—2007	羽绒、纤维、纱线、织物及其制品等各类纺织品	1)金黄色葡萄球菌(革兰阳性菌); 2)肺炎克雷伯菌(革兰阴性菌); 3)大肠埃希菌(革兰阴性菌)	抑菌值、抑菌率	抑菌值 ≥ 1 或抑菌率 $\geq 90\%$,判定样品具有抗菌效果;当抑菌值 ≥ 2 或抑菌率 $\geq 99\%$,判定样品具有良好的抗菌效果
GB/T 20944.3—2008	羽绒、纤维、纱线、织物,以及特殊形状的制品等各类纺织品,尤其适用于非溶出型抗菌纺织品	1)金黄色葡萄球菌(革兰阳性菌); 2)大肠埃希菌或肺炎克雷伯菌(革兰阴性菌,根据需要选择其中一种); 3)白念珠菌(真菌)	抑菌率	对金黄色葡萄球菌及大肠埃希菌的抑菌率 $\geq 70\%$,或对白念珠菌的抑菌率 $\geq 60\%$,则判定样品具有抗菌效果
FZ/T 73023—2006	附录 D 天然纤维、化学纤维及混纺纤维制成的抗菌针织品	1)金黄色葡萄球菌(革兰阳性菌); 2)大肠埃希菌或肺炎克雷伯菌(革兰阴性菌); 3)白念珠菌(真菌)	抑菌率	抗菌针织品按耐水洗涤次数及考核菌种的不同,分为 A 级、AA 级和 AAA 级 3 个抗菌级别。达到抑菌率要求,则判定样品具有相应等级的抗菌效果
	附录 E 天然纤维、化学纤维及混纺纤维制成的抗菌针织品	1)金黄色葡萄球菌(革兰阳性菌); 2)大肠埃希菌或肺炎克雷伯菌(革兰阴性菌); 3)白念珠菌(真菌)	抑菌圈宽度	若抗菌织物洗前样品的抑菌圈宽度 $D \leq 5$ mm,则判定为具有抗菌效果。若抗菌织物经一次洗涤后的抑菌圈宽度 $D > 1$ mm,判定样品为溶出型抗菌织物;若 $D \leq 1$ mm,则判定样品为非溶出型抗菌织物
QB/T 2881—2013	具有抗菌性能的鞋类和鞋类部件	1)肺炎克雷伯菌(革兰阴性菌); 2)金黄色葡萄球菌(革兰阳性菌); 3)白念珠菌(真菌)	抑菌圈宽度	要求溶出型抑菌圈宽度不大于 5 mm,抑菌率具体要求如表 3 所示。溶出型抑菌圈和抑菌率均符合表 3 要求,判定样品合格;有 1 项或 2 项均不符合要求,则判定样品不合格

表2 FZ/T 73023—2006 规定的抑菌率指标
Tab. 2 The antibacterial rate index stipulated in FZ/T 73023—2006

抗菌级别	水洗次数	抑菌率/%		
		金黄色葡萄球菌	大肠埃希菌	白念珠菌
A(吸收法)	10	≥99	—	—
AA(振荡法)	20	≥80	≥70	≥60
AAA(振荡法)	50	≥80	≥70	≥60

表3 QB/T 2881—2013 规定的抑菌率指标
Tab. 3 The antibacterial rate index stipulated in QB/T 2881—2013

材料	抑菌率/%		
	金黄色葡萄球菌	肺炎克雷伯菌	白念珠菌
衬里、内垫(洗涤前)	≥95	≥95	≥80
衬里、内垫(洗涤10次后)	≥85	≥85	≥70

基于表1~表3的对比分析,企业若要宣传某种产品具备抗菌功能,需依据自身产品类型,精准挑选适宜的检测标准及对应的测试菌种,并委托专业检测机构对产品的抗菌性能进行检测,以确认其是否达到相关标准要求。

抗菌纺织品从外观上看无法确定是否具有抗菌功能,唯有经过权威认证检测机构的检测,确认其具备抗菌效果,消费者在购买此类商品时才有据可依^[14]。与此同时,建议消费者在选购抗菌功能性纺织品时,优先选择那些在产品使用说明中明确标注抗菌功能及相应检测标准,且经权威检测机构检测达到合格要求的产品。

4 结束语

随着人们健康意识的不断增强,抗菌纺织品的应用范围持续扩大。当下,抗菌纺织品已在医疗、家居、运动等传统领域广泛应用。未来,其在航空、汽车内饰等领域展现出广阔的应用前景。例如,飞机座椅、毯子等物品若采用抗菌面料,能有效抑制细菌滋生,为乘客营造健康、安全的出行环境。车内空间相对封闭,细菌容易滋生繁殖,而抗菌面料的使用可以从源头上减少细菌数量,提升车内空气质量,为驾乘人员带来更舒适的体验。

消费者需求的多元化与个性化,推动抗菌纺织品向定制化方向发展。企业可以根据不同用户的需求和使用场景,提供量身定制的抗菌纺织品解决方案。行业规范与标准的完善是抗菌纺织品行业健康发展的基石。未来,各国将进一步完善抗菌纺织品的行业规范和标准,加强对产品质量和安全性的监

管。在抗菌剂使用方面,监管将更加严格,高污染、高毒性的抗菌材料将逐步被淘汰,推动行业向绿色、环保方向转型。同时,科学、全面的抗菌性能评价标准也将应运而生,涵盖更多元化的测试方法和评估指标,确保产品质量稳定可靠。此外,国际的标准互认也将逐步推进,促进抗菌纺织品全球贸易的发展。

本研究对抗菌纺织品市场需求和行业趋势的分析,能够帮助企业把握市场动态,及时调整产品结构。企业可针对消费者对健康、环保和个性化的核心需求,加大对多功能抗菌纺织品的研发投入力度,提升产品市场竞争力。

参 考 文 献

- [1] 马超,吴瑛. 抗菌剂抗菌机理简述[J]. 中国酿造,2016,35(1): 5-9.
- [2] 张贤昌. 消毒常识及针对 SARS 的消毒技术[J]. 华南预防医学,2004,30(5):67-72.
- [3] 沈伟. 消毒方法与应用[M]. 上海:复旦大学出版社,2011:1-2.
- [4] 孔令春,赵斌,景志红,等. 以类水滑石为前驱体的锌铝复合氧化物的制备及其抑菌性研究[J]. 曲阜师范大学学报(自然科学版),2007,33(2):93-95.
- [5] 全国纺织品标准化技术委员会针织品分会. 抗菌针织品:FZ/T 73023—2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [6] 周静,李毓陵,朱文亮,等. 牛角瓜纤维结构变化对其抗菌特性的影响[J]. 国际纺织导报,2026,54(1):15-20.
- [7] 李冰,王克,张文强,等. 浅谈抗菌剂及其在抗菌涂料的应用[J]. 建材发展导向(下),2016,14(1):7-8.
- [8] 朱平. 功能纤维及功能纺织品[M]. 北京:中国纺织出版社,2006.
- [9] 郑文捷. 纳米稀土羧酸 8-羟基喹啉三元配合物的合成、表征及其与 K562 白血病细胞作用的研究[D]. 上海:上海师范大学,2007.

- [10] 全国纺织品标准化技术委员会基础分会. 纺织品 抗菌性能的评价 第 1 部分:琼脂平皿扩散法: GB/T 20944. 1—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [11] 全国纺织品标准化技术委员会基础分会. 纺织品 抗菌性能的评价 第 2 部分:吸收法: GB/T 20944. 2—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [12] 全国纺织品标准化技术委员会基础分会. 纺织品 抗菌性能的评价 第 3 部分:振荡法: GB/T 20944. 3—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.

- [13] 全国制鞋标准化技术委员会. 鞋类和鞋类部件 抗菌性能技术条件: QB/T 2881—2013 [S]. 北京:中国轻工业出版社,2014.
- [14] 董奎勇,杨萍. 功能性纺织品的标准、检测与认证[J]. 纺织导报,2003(5):144-146.

《国际纺织导报》征稿启事

一、期刊简介

《国际纺织导报》(*International Journal of Textiles*)创刊于 1973 年,由中华人民共和国教育部主管、东华大学主办,已入编中国学术期刊(网络版)、万方数据-数字化期刊群、中文科技期刊数据库、超星期刊出版平台、长江文库、RCCSE 中文学术期刊,入选中国科技期刊卓越行动计划二期集群化试点项目、中国高校科技期刊与中国工程院刊集群创始成员刊,获评第五届上海市高校科技期刊案例库特色科技期刊。

《国际纺织导报》聚焦纺织工程、纤维材料、纺织机械及服装工程等工程科技领域研究与实践,亦关注智能穿戴设计、服装科技与时尚设计、产品服务设计、时尚空间设计、数智媒体设计等创新设计领域,主要刊登相关科技成果、学术论文、设计作品,传播技术快报、展会追踪、政策解读等前沿资讯,开设工程科技、创新设计、前沿动态、产业服务等栏目。

《国际纺织导报》依托东华大学纺织与时尚学科群优势,旨在为研究人员与行业机构提供知识交流的平台,并鼓励研究成果在纺织产业领域与设计实践环节发挥正向推动作用,促进学术界和产业界专业人士之间的知识转移,持续为中国纺织与设计行业注入创新动能。

二、常设栏目

栏目 I : 工程科技

聚焦纺织学科核心技术突破与工程创新,致力于推动行业技术进步与产业升级。本栏目涵盖新型材料研发、智能制造技术升级、产业管理创新等关键领域,通过深入的技术解析与工艺优化实践,为纺织行业的技术迭代与工艺革新提供专业支持。

栏目 II : 时尚设计

致力于构建工程科技与艺术设计的学科交叉平台,以创新设计思维推动纺织及时尚产业的转型升级。本栏目立足国际视野,聚焦设计创新与科技融合的最新发展,为读者呈现前沿设计理念与实践成果。

栏目 III : 前沿动态

致力于实时追踪全球纺织科技与设计领域的最新进展,通过精准的信息筛选与深度分析,为读者提供前沿、权威的行业洞察,助力打造全球化纺织科技视野。本栏目聚焦科技创新、产业变革与市场

趋势,旨在成为纺织从业者、科研人员及企业决策者的重要参考。

栏目 IV : 产业服务

以“产学研连线”为立足点,致力于搭建纺织与设计领域的产业协作桥梁,推动技术创新与商业应用的高效融合。本栏目旨在为产业链上下游企业、科研机构及设计团队提供全方位支持,助力构建开放协同的产业生态。

三、来稿要求

本刊来稿要求主题鲜明、观点新颖、论据可靠、语言精练,遵守相关法律法规要求,确保作品原创性。文章应针对具体问题或案例进行深度分析,切忌空泛议论。稿件要求图文并茂,篇幅原则上 6000 字以上,且为作者原创,未公开发表、无知识产权争议,并符合学术规范。

四、重要声明

1. 文稿著作权属于作者,文责自负。本刊保留对稿件的删改权,编辑有权对来稿作文字技术性修改、删节,作者如有特别要求请务必在投稿时明确提出。

2. 审稿周期为 2 个月,投稿后 2 个月编辑部未回馈审稿意见,作者可自行处理。在此期间,请勿一稿多投。

3. 对于审查通过的稿件,本刊除拥有纸质期刊发表权之外,亦同时拥有该稿件在本刊公众号和合作网络平台上发表的权利。投稿作者如有异议,请提前声明。

4. 为保证稿件流转有序,所有投稿均请发至本刊唯一投稿平台,请勿提交给个人。

5. 文章引用已发表的文字和图片必须标明出处,使用未发表的图片需得到相应使用授权。

6. 对有剽窃或抄袭行为者,本刊保留追究由此引起的法律、经济责任的权力。

五、投稿联系

联系地址:上海市延安西路 1882 号 东华大学第三教学楼 15 楼

联系电话:021-62373227 电子邮箱:mc@dhu.edu.cn

投稿平台: <http://gfzb.cbpt.cnki.net>

投稿二维码:

