

舰艇抗菌袜的设计与性能评价

刘林, 刘丽英, 林洁

(海军特色医学中心, 上海 200433)

摘要: 基于舰艇远航执行任务的持续时间长、空间狭小密闭等特殊环境, 要求舰艇抗菌袜具有高效抗菌性和穿着舒适性。设计3种不同材质的舰艇抗菌袜, 分别进行客观试验和主观评价。客观试验主要测试抗菌袜的抑菌率、顶破强力、袜口袜筒横向延伸、色牢度等指标; 主观评价主要统计舰艇官兵对抗菌袜的抗菌性、舒适性和耐穿性的实际感受。通过综合分析评价主客观试验结果表明, 样品袜1的抗菌效果特别突出, 舒适性、耐穿性、色牢度等都能较好地满足部队的使用要求, 因此拟选择样品袜1为舰艇抗菌袜的定形产品。

关键词: 舰艇抗菌袜; 针织品设计; 抗菌性能; 穿着舒适性; 性能评价

中图分类号: TS 184.4

文献标志码: B

文章编号: 1000-4033(2022)11-0012-04

Design and Performance Evaluation of Antibacterial Socks for Navy

Liu Lin, Liu Liying, Lin Jie

(Navy Medical Center of PLA, Shanghai 200433, China)

Abstract: In special environments such as long voyages and tight space, the antibacterial socks of navy are required to have efficient antibacterial properties and comfortable wearing. Three kinds of antibacterial socks with different materials are designed, and objective and subjective tests are carried out respectively. The objective test mainly measures the bacteriostasis rate, burst strength, lateral extension of the sock top and hose part, and color fastness. The subjective test mainly counts the actual feelings of naval officers and soldiers on the antibacterial properties, comfort and durability of antibacterial socks. Through comprehensive analysis and evaluation of subjective and objective test results, a kind of antibacterial socks was selected to serve the navy.

Key words: Antibacterial Socks for Navy; Knitwear Design; Antibacterial Performance; Wearing Comfort; Performance Evaluation

舰艇远航执行任务持续时间长, 环境相对密闭, 不具备洗涤、晾晒袜子的条件。长时间在舰艇上不更换袜子, 并且官兵高强度作业出汗多, 不仅会导致官兵的脚部容易滋生各类致病菌, 严重威胁官兵的身体健康, 同时汗液、细菌繁殖所形成的异味, 滞留在环境狭小密闭的舰艇舱室内, 会影响舰艇的空气质量, 危害官兵的身心健康。为舰

艇官兵配发具有高效抗菌、舒适耐用的抗菌袜, 是保障官兵足部卫生和身体健康的重要防护措施^[1-3]。本文设计3种舰艇抗菌袜, 经过客观和主观试验评价分析, 选择其中一种进行配发, 主要用于舰艇官兵远航期间, 以及持续执行任务时穿着。

1 性能要求

因舰艇远航执行任务持续时

间长、空间狭小密闭等特殊因素影响, 要求舰艇抗菌袜具有综合高效的防护性能^[4]。基于长时间的部队跟踪记录以及聘请后勤指挥、军队卫生及军队被装等领域专家采用德尔菲法, 明确舰艇抗菌袜各项性能指标如下: 应具备高效抑菌率, 金黄色葡萄球菌初始 $\geq 95\%$ 、洗50次 $\geq 80\%$, 大肠杆菌初始 $\geq 85\%$ 、洗50次 $\geq 70\%$, 白色念珠菌初始 $\geq$

基金项目: 2019 军队后勤科研重点项目(BHJ19C005)。

作者简介: 刘林(1985—), 男, 助理研究员。主要从事军队特种防护被装的研究。

80%、洗 50 次 $\geq 65\%$ ；应具备良好的穿用性，顶破强力 ≥ 500 N，袜口袜筒横向延伸 ≥ 15 cm^[5]；应具备良好的色牢度，耐洗色牢度 ≥ 4 级，耐汗渍色牢度 ≥ 4 级，耐摩擦色牢度干摩 ≥ 4 级、湿摩 ≥ 3 级。

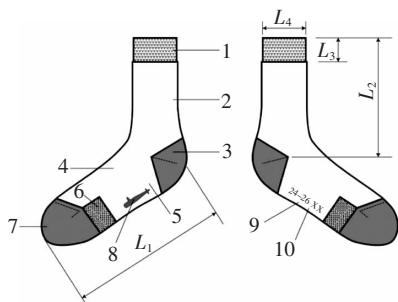
2 产品设计

2.1 材料设计

根据部队的实际穿着需求以及产品设计的要求，本文共设计了 3 款舰艇抗菌袜。样品 1 采用 18.0 tex 的原液着色抗菌维纶、苧麻、棉(60:25:15)混纺纱，78.0 dtex 锦纶弹力丝与 33.0 dtex 氨纶包覆纱复合纱；样品 2 采用 216.0 dtex 汉麻、棉混纺纱(40:60)，83.0 dtex 抗菌锦纶弹力丝复合纱^[6]；样品 3 采用 14.5 tex 棉与 83.0 dtex 抗菌丙纶合股纱^[7]。

2.2 样式设计

舰艇抗菌袜的尺寸设计选择 3 个号型：22.0~24.0 cm、24.0~26.0 cm 以及 26.0~28.0 cm。其样式、结构以及部位名称如图 1 所示，产品的分号尺寸和极限偏差数据见表 1。



注：1.袜口；2.袜筒；3.袜跟；4.袜面；5.袜底；6.加固圈；7.袜头；8.舰艇标识图案(左侧)；9.尺码标识(右侧)；10.厂家字母缩写。

图 1 舰艇抗菌袜结构样式图

2.3 工艺要求

3 种样品的颜色均为藏青色，均采用色纱进行编织，袜机为全电脑单针筒型，筒径为 95.25 cm，168 针。袜头、袜跟、前脚掌采用锦纶弹力丝补强，脚掌加固 50 圈，袜头提针数为 20~22 针，袜跟提针数为

表 1 舰艇抗菌袜尺寸及极限公差

cm

编号	名称	极限公差	尺寸		
			22.0~24.0	24.0~26.0	26.0~28.0
L_1	袜底长	± 0.5	20.0	22.0	24.0
L_2	袜总长	-0.5	14.5	15.5	16.5
L_3	袜口长	± 0.3	2.8	3.0	3.0
L_4	袜口宽	± 0.5	8.0	8.0	8.0

22~24 针。袜头采用手工对目缝合，缝合线迹平直美观，不允许出现漏针、单丝现象，拉伸后不断裂、不脱散。

3 试验

舰艇抗菌袜采用客观试验和主观试验两种方法相结合进行综合评定。

3.1 客观试验方法

舰艇抗菌袜主要测试抑菌率、顶破强力、袜口袜筒横向延伸、色牢度等指标。按照 FZ/T 73023—2006《抗菌针织品》^[8]，分别测试抗菌袜对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌的初始抑菌率和洗 50 次后的抑菌率；按照标准 GB/T 19976—2005《纺织品 顶破强力的测定 钢球法》^[9]($\phi 38$ mm)，分别测试袜头、袜跟的顶破强力；按照标准 FZ/T 73001—2016《袜子》^[10]中的 6.4 测试袜口、袜筒的横向延伸；按照标准 GB/T 3921—2008《纺织品 色牢度试验 耐皂洗色牢度》^[11]，测试抗菌袜的耐洗色牢度，按照标准 GB/T 3922—2013《纺织品 色牢度试验 耐汗渍色牢度》^[12]，测试抗菌袜耐汗渍色牢度，按照标准 GB/T 3920—2008《纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度》^[13]测试抗菌袜耐摩擦色牢度。

3.2 主观试验方法

将 3 种舰艇抗菌袜样品配发至部队试穿，进行主观性试验评价。试验要求舰艇官兵远航时同时穿着 3 种抗菌袜样品，并如实填写

调查表。每种样品首次试穿时，应该连续穿着 7 天后再进行洗涤^[14-15]。调查表样式见表 2。

4 试验结果与分析

4.1 客观试验结果与分析

4.1.1 抗菌性能

经过测试，样品袜 1 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌的初始抑菌率分别为大于 99%、大于 99%、大于 99%，洗 50 次后的抑菌率分别为 93%、大于 99%、大于 99%；样品袜 2 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌的初始抑菌率分为 98%、96%、94%，洗 50 次后的抑菌率分别为 87%、85%、81%；样品袜 3 对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌的初始抑菌率分为 95%、91%、89%，洗 50 次后的抑菌率分别为 79%、85%、69%。

如图 2 所示，3 种样品袜均对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌有不同程度的抑制效果，洗 50 次后的抗菌效果依然存在。其中，样品袜 1 的抗菌性能明显优于样品袜 2 和样品袜 3，达到 99% 以上，洗 50 次后的抗菌效果依旧显著。

4.1.2 顶破与延伸性能

样品袜 1 的袜头顶破强力为 849 N、袜跟顶破强力为 649 N，样品袜 2 的袜头顶破强力为 679 N、袜跟顶破强力为 680 N，样品袜 3 的袜头顶破强力为 730 N、袜跟顶破强力为 720 N。样品袜 1 的袜口

表 2 主观调查表

问题	样品袜 1 (脚底织数字 1)	样品袜 2 (脚底织数字 2)	样品袜 3 (脚底织数字 3)
1. 首次、连续穿着时, 第几天开始出现异味	☐ 7 天未出现异味 ☐ 第几天开始出现异味(低于 7 天时)	☐ 7 天未出现异味 ☐ 第几天开始出现异味(低于 7 天时)	☐ 7 天未出现异味 ☐ 第几天开始出现异味(低于 7 天时)
2. 穿着一个月后, 是否起毛起球	☐ 严重起毛起球 ☐ 略微起毛起球 ☐ 基本无起毛起球	☐ 严重起毛起球 ☐ 略微起毛起球 ☐ 基本无起毛起球	☐ 严重起毛起球 ☐ 略微起毛起球 ☐ 基本无起毛起球
3. 穿着一段时间后, 是否感觉舒适	☐ 比较舒适 ☐ 一般 ☐ 不舒适	☐ 比较舒适 ☐ 一般 ☐ 不舒适	☐ 比较舒适 ☐ 一般 ☐ 不舒适
4. 穿着一段时间后, 是否出现顶破、磨破	☐ 明显有顶破或磨破 ☐ 略微有顶破或磨破 ☐ 无顶破或磨破	☐ 明显有顶破或磨破 ☐ 略微有顶破或磨破 ☐ 无顶破或磨破	☐ 明显有顶破或磨破 ☐ 略微有顶破或磨破 ☐ 无顶破或磨破
5. 通过对比, 您认为哪双样品的抗菌性(即无异味)更好			
6. 通过对比, 您认为哪双样品的舒适性更好			
7. 通过对比, 您认为哪双样品的耐穿性更好			
8. 若配发使用, 您会选择哪双样品			

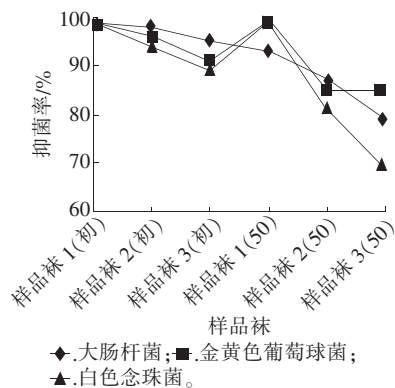


图 2 样品袜对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌的抑菌率对比

横向延伸为 23.6 cm、袜筒横向延伸为 22.3 cm, 样品袜 2 的袜口横向延伸为 17.9 cm、袜筒横向延伸为 18.1 cm, 样品袜 3 的袜口横向延伸为 27.9 cm、袜筒横向延伸为 26.8 cm。

如图 3 所示, 3 种样品袜的顶破强力均符合使用要求, 即不小于

500 N。样品袜 1 的袜头顶破强力显著优于样品袜 2 和样品袜 3, 但袜跟的顶破强力略低于样品袜 3 和样品袜 2。

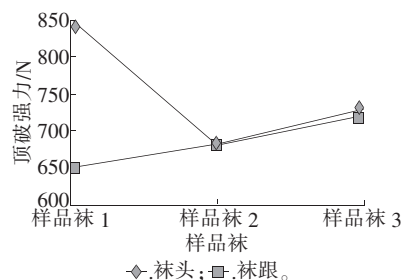


图 3 样品袜袜头、袜跟顶破强力对比

如图 4 所示, 3 种样品袜的横向延伸均符合使用要求, 即不小于 15.0 cm。其中, 样品袜 3 的延展性优于样品袜 1 和样品袜 3。

4.1.3 色牢度

由测试结果可知, 样品袜 1 的耐洗色牢度变色为 4~5 级、沾色为

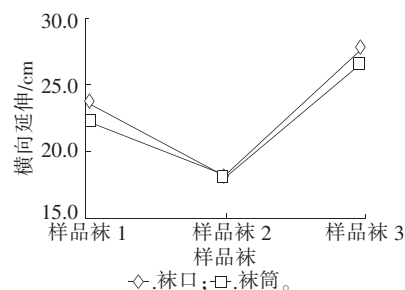


图 4 样品袜袜口、袜筒横向延伸对比

4~5 级, 耐汗渍色牢度酸、碱的变色、沾色均为 4~5 级, 耐摩擦色牢度干摩为 4~5 级、湿摩为 3 级; 样品袜 2 的耐洗色牢度变色为 4~5 级、沾色为 4 级, 耐碱汗渍色牢度变色为 4~5 级、沾色为 4 级, 耐酸汗渍色牢度变色、沾色为 4 级, 耐摩擦色牢度干摩为 4 级、湿摩为 2~3 级; 样品袜 3 的耐洗色牢度变色为 4~5 级、沾色为 4 级, 耐碱汗渍色牢度变色、沾色均为 4 级, 耐酸汗渍色牢度变色、沾色均为 4~5 级, 耐摩擦色牢度干摩为 4~5 级、湿摩为 3 级。

在 3 种样品袜中, 除了样品袜 2 的耐摩擦色牢度湿摩低于使用要求, 即不低于 3 级, 其他指标均满足舰艇使用要求。其中, 样品袜 1 在耐洗色牢度沾色、耐汗渍色牢度酸碱的变色及沾色等部分指标优于样品袜 2 或者样品袜 3 的相关指标。

4.2 主观试验结果与分析

舰艇官兵远航时同时穿着 3 种抗菌袜样品并进行主观试验, 共穿着 3 个月, 每种样品均连续穿着 7 天以上, 填写并提交调查表。本次参试官兵共计 120 人, 最终收回调查问卷表 115 份。

4.2.1 前 4 项问题

经统计, 前 4 项问题中的结果汇总如下。样品袜 1, 83 人选择 7 天未出现异味, 32 人选择 7 天以内出现异味(6 天 3 人、5 天 18 人、4 天 10 人、1 天 1 人); 穿着一个月后,

21人选择严重起毛起球,54人选择略微起毛起球,40人选择基本无起毛起球;穿着一段时间后,78人选择比较舒适,33人选择一般,4人选择不舒适;穿着一段时间后,8人选择明显有顶破、磨破,27人选择略微顶破、磨破,80人选择无顶破磨破。样品袜2,46人选择7天未出现异味,69人选择7天内出现异味(6天5人、5天11人、4天28人、3天15人、2天6人、1天4人);穿着一个月后,29人选择严重起毛起球,75人选择略微起毛起球,11人选择基本无起毛起球;穿着一段时间后,41人选择比较舒适,66人选择一般,8人选择不舒适;穿着一段时间后,17人选择明显有顶破、磨破,69人选择略微顶破、磨破,29人选择无顶破、磨破。样品袜3,23人选择7天未出现异味,92人选择7天内出现异味(6天12人、5天21人、4天43人、3天9人、2天4人、1天3人);穿着一个月后,27人选择严重起毛起球,79人选择略微起毛起球,9人选择基本无起毛起球;穿着一段时间后,49人选择比较舒适,59人选择一般,7人选择不舒适;穿着一段时间后,13人选择明显有顶破、磨破,68人选择略微顶破、磨破,34人选择无顶破、磨破。

4.2.2 后4项问题

经过统计,后4项问题和结果如下。101人认为样品袜1的抗菌性能更好,8人认为样品袜2的抗菌性能更好,6人认为样品袜3的抗菌性能更好;89人认为样品袜1的舒适性更好,7人认为样品袜2的舒适性更好,19人认为样品袜3的舒适性更好;94人认为样品袜1的耐穿性更好,6人认为样品袜2的耐穿性更好,15人认为样品袜3的耐穿性更好;99人建议选择

样品袜1列装,7人建议选择样品袜2列装,9人建议选择样品袜3列装。

4.2.3 小结

通过分析主观试验结果,选择样品袜1的7天未出现异味、比较舒适的人数明显优于样品袜2和样品袜3,选择样品袜1严重起毛起球、明显有顶破和磨破的人数也低于样品袜2和样品袜3。同时,88%的官兵认为样品袜1的抗菌性能更好,样品袜2和样品袜3分别为7%、5%;77%的官兵认为样品袜1的舒适性能更好,样品袜3为17%、样品袜2为6%;82%的官兵认为样品袜1的耐穿性更好,样品袜3为13%、样品袜2为5%;86%的官兵建议列装样品袜1,样品袜3和样品袜2分别为8%和6%。

5 结论

5.1 在客观试验部分,样品袜1的抗菌效果特别突出,色牢度优于其他样品,顶破强力、延伸性中有部分指标低于其他样品,但也远高于设计要求,能较好地满足部队使用需求。

5.2 在主观试验部分,样品袜1的实际穿着抗菌效果显著优于其他样品,舒适性、耐穿性也获得官兵肯定,大多数参试官兵选择配发样品袜1。

5.3 综合设计要求、客观试验和主观试验结果,拟选择样品袜1为舰艇抗菌袜定形产品,即采用18.0 tex原液着色抗菌涤纶、苧麻、棉(60:25:15)混纺纱,78.0 dtex锦纶弹力丝、33.0 dtex氨纶包覆纱复合纱进行织袜。

5.4 由于舰艇抗菌袜为藏青色,因此其耐摩擦色牢度的湿摩指标略低,拟在今后的开发和研究中进行改进。

参考文献

- [1]商成杰.功能纺织品[M].2版.北京:中国纺织出版社,2017.
- [2]刘林,刘丽英.彩色阻燃针织物的生产与评测[J].上海纺织科技,2020,48(11):33-35+43.
- [3]GAO Y, CRANSTON R. Recent advances in antimicrobial treatments of textiles[J].Textile Research Journal,2008,78(1):60-72.
- [4]左凯杰,吴金玲,薛香,等.抗菌功能性针织面料研究进展[J].针织工业,2020(8):10-12.
- [5]KONG M, CHEN X G, XING K, et al. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of the art review [J].International Journal of Food Microbiology,2010,144(1):51-63.
- [6]巫丹平.抗菌纤维素纤维的制备与研究进展[J].纺织科学研究,2019(2):76-77.
- [7]左凯杰,张国成,吴金玲,等.吸湿快干抗菌除臭复合功能面料的开发[J].针织工业,2019(8):30-32.
- [8]FZ/T 73023—2006 抗菌针织品[S].
- [9]GB/T 19976—2005 纺织品 顶破强力的测定 钢球法[S].
- [10]FZ/T 73001—2016 袜子[S].
- [11]GB/T 3921—2008 纺织品 色牢度试验 耐皂洗色牢度[S].
- [12]GB/T 3922—2013 纺织品 色牢度试验 耐汗渍色牢度[S].
- [13]GB/T 3920—2008 纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度[S].
- [14]董艺,臧英明,刘晋夫,等.原液着色功能性纤维及在袜品领域的应用[J].针织工业,2019(2):21-24.
- [15]邓沁兰,李伟勇,梁冬.绿纳米抗菌防臭袜的开发[J].天津纺织科技,2017(4):48-50.

收稿日期 2022年2月10日