

防刺阻燃芳纶迷彩面料的性能研究

张晓会,李艳艳,李宏英,岳亚丹,马丕波

(江南大学 教育部针织技术工程研究中心,江苏 无锡 214122)

摘要:为研究防刺阻燃迷彩针织面料的性能,选用涤纶3色提花面料、芳纶1313和黏胶混纺面料、棉和芳纶交织空气层面料,对3种面料的阻燃性、防刺性,以及悬垂性、耐磨性、透气性、抗起毛起球性等物理性能进行系统测试和分析,并详细介绍试验设备及方法。结果表明,芳纶与黏胶混纺面料较其他两种面料具有较高的阻燃性、防刺性和物理性能,更适于开发具有防刺阻燃性能要求的针织迷彩服。

关键词:迷彩面料;芳纶1313;防刺性能;阻燃性能;物理性能

中图分类号:TS 186.2

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2016)12-0066-04

Properties Study of Stab-resistant and Flame-retardant Aramid Camouflage Fabric

Zhang Xiaohui, Li Yanyan, Li Hongying, Yue Yadan, Ma Pibo

(Engineering Research Center for Knitting Technology, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract:In order to study the stab-resistant and flame-retardant properties of the knitted camouflage fabric, the paper chooses three color jacquard polyester fabric, aramid 1313/viscose blended knitted fabric and cotton and aramid 1313 interknitted Piquette fabric. Then it tests and analyzes some physical properties of three kinds of fabric including flame-retardant, stab-resistant, draping, abrasion resistance, air permeability and anti-pilling, and introduces in detail the test equipments and methods. The results show that the aramid 1313/viscose blended knitted fabric has better flame-retardant, stab-resistant and physical properties, which are more suitable for developing stab-resistant and flame-retardant camouflage knitted fabric.

Key words:Camouflage Fabric; Aramid 1313; Stab-resistant Property; Flame-retardant Property; Physical Property

随着自我保护意识的增强,对于纺织品人们不仅要求舒适蔽体,而且对其功能性、舒适性和安全性提出了更高要求。许多国家和地区制定产品标准,规定交通工具、公共场所使用的某些纤维制品必须具备基本防护性能^[1]。因此,研究具备阻燃防刺性能的防护服是当务

之急,也是各国不断追求的目标。

芳纶1313是一种高强度、耐拉伸、抗撕裂、防穿刺、耐高温纤维,具有许多特殊功能。在阻燃方面,芳纶1313具有极好的阻燃性,极限氧指数大于28%,属难燃纤维,不会在空气中燃烧,也不助燃,有自熄性,并有防火纤维之称。在

防刺方面,芳纶1313强度高、韧性和编织性好,能将刺入的冲击能量吸收并分散转移到编织物的其他纤维中去,避免造成钝伤,因而防刺效果显著。作为最重要的国防军工材料,芳纶1313材料广泛用于航天航空、机电、建筑等行业^[2]。

因此,芳纶1313可从原料上

基金项目:江苏省产学研联合创新项目(BY2014023-34);江南大学大学生创新训练计划项目(2014152)。

作者简介:张晓会(1994—),女,硕士研究生。主要从事产业用针织结构与性能研究。

通讯作者:马丕波(1984—),男,副教授,博士。E-mail:mapibo@jiangnan.edu.cn。

对防护服进行改进,但织造后的面料性能还有待测试。本文对具有防刺阻燃效果的 3 种针织迷彩服面料(包括纯涤纶面料、芳纶黏胶混纺面料、棉和芳纶交织面料)的阻燃性、防刺性及物理性能进行对比分析,研究既能满足服装面料舒适性,又能保证功能性的最佳面料。

1 试验部分

1.1 设备及原料选择

采用 SM-DJ2TS 全成形纬编电脑提花圆机进行织造,机号为 18 针/25.4 mm,筒径为 406 mm(16")。试验的 3 种面料参数见表 1,其中原料由常熟市宝沣特种纤维有限公司提供,并且芳纶纤维在试验前应经过加捻和抗静电处理。

1.2 面料性能测试仪器

防刺性试验所用防刺仪由英斯特朗(Instron)公司的 3385H 型万能材料试验机改装而来,测试实物图见图 1。阻燃性和物理性能测试仪器说明见表 2。

1.3 试验方法

阻燃性测试先按 GB 6529—1986《纺织品的调湿和试验用标准大气》对试验环境进行调湿,再按 GB/T 5455—1997《纺织品 燃烧性能试验 垂直法》测定纺织品续燃、阴燃时间,以及损毁长度^[3]。

防刺性测试中试验所用刀具根据 GA68—2008《警用防刺服》定制,其具体操作步骤为:接通电源,连接测试仪和计算机,打开测试用软件;设置试验参数,并设定刀具下降速度为 20 mm/min;将试样铺放在操作台上,然后操作软件使刀具匀速下降;在织物被刺穿后停止试验,计算机记录刀具位移与受力的关系曲线及数据。

本次物理性能检测包括悬垂性、耐磨性、透气性、抗起毛起球性^[4-6]。

测悬垂性时,待支持柱上升至

表 1 3 种面料参数

编号	面料名称	原料	组织结构
1	纯涤纶面料	11.11 tex(100 D)涤纶	3 色提花
2	棉和芳纶交织空气层面料	14.76 tex×2 棉、18.45 tex 芳纶 1313	3 色提花
3	芳纶黏胶混纺面料	18.45 tex 芳纶 1313、黏胶(35:65)	双面空气层



(a)防刺试验仪器图



(b)防刺仪器夹持器局部放大图

图 1 防刺性能测试仪器

表 2 阻燃和舒适性测试仪器

测试性能	测试项目	仪器规格
阻燃性	阻燃性	YG815 垂直法织物阻燃性能测试仪
物理性能	悬垂性	YG811 织物悬垂性试验仪
	耐磨性	Y522 型织物耐磨仪
	透气性	YG(B)461D-Ⅱ型数字式织物透气量仪
	抗起毛起球性	YG(B)502 型织物起毛起球仪

一定位置,试样织物依自重沿压盖周围下垂呈均匀折叠状时,从压盖上方来的平行光照将在试样上得到水平投影图,利用光电原理在机器上读取试样悬垂系数。

测耐磨性时,织物的磨损牢度尚未有国家标准进行考核,对耐磨性能的评定可利用下列两种方法:观察外观性能的变化,测试试样表面出现一定大小破洞所需要的摩擦次数;测定物理性能的变化,将试样经过规定次数的磨损后,测定其质量、厚度和断裂强度等物理机械性能的变化。本试验采用第一种评定方法,即平磨。以试样开始出现破洞时的平磨次数为准,记录试验数据,对试样分别进行分析。从 3 种待测的针织面料中各剪取 5 块中央带有小孔的圆形试样,将试样固定在工作圆盘上,并选用两个 750 g 的加压锤给试样施加张力,

当摩擦到第一次看见织物上出现洞眼时即关机,记录摩擦次数。

测织物透气性时,选择 100.0 Pa/mm H₂O 的压差,当有效测试数达到要求后,按照 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》进行数据处理。

在抗起毛起球性试验中,选用 40 作为预置摩擦次数,试验仪器运转自停后,对试样进行起毛评定,然后重装起毛试样进行起球试验并评定起球等级。

2 结果分析与讨论

2.1 阻燃性能

GB 8965.1—2009《防护服装 阻燃防护 第 1 部分:阻燃服》的防护服装阻燃性能试验指标见表 3,织物阻燃性能测试结果见表 4。

由表 3 和表 4 可知,1# 和 3# 织物的续燃时间和阴燃时间均达到 A 级防护,但 1# 织物的损毁长

表 3 防护服装阻燃性能试验指标

测试项目	指标	防护等级
续燃时间/s	≤ 2	A 级
	≤ 2	B 级
	≤ 5	C 级
阴燃时间/s	≤ 2	A 级
	≤ 2	B 级
	≤ 5	C 级
损毁长度/mm	≤ 50	A 级
	≤ 100	B 级
	≤ 150	C 级

度仅为 C 级防护,3# 织物的损毁长度符合 B 级防护要求;2# 织物由棉和芳纶交织而成,棉层极易燃烧,织物的整体阻燃性能下降,其损毁长度为 C 级防护标准。所以,相对于其他两种材料,3# 芳纶黏胶混纺织物的阻燃性能更好。这是因为:芳纶 1313 的结晶结构中氢键作用强烈,使其化学结构稳定,赋予纤维优越的耐热性、阻燃性和耐化学腐蚀性;由于芳纶 1313 的极限氧指数为 29,在火焰中不会发生熔滴现象,离开火焰会自熄,在 400℃ 高温下,纤维发生碳化,成为一种隔热层,能阻挡外部热量传入内部,起到有效的保护作用^[7]。

含芳纶的织物燃烧后效果见图 2。2# 织物燃烧后几乎全部损毁,但纱线中存在骨架般的支撑体,这是由于燃烧后棉纤维变成一层薄灰,而芳纶 1313 变化微小为燃烧后的棉提供支架支持,使其黏附于织物表面。3# 织物燃烧后纱线纵向收缩,芳纶 1313 纤维由纱线内部逐渐向外部移动,虽然芳纶 1313 具有良好的热稳定性和较高的软化温度(373℃),形态基本无变化,但黏胶在 310℃ 时达到软化温度(260~300℃),出现黏结收缩,从而造成织物形态结构的变化。由织物燃烧效果可知,芳纶的阻燃特性在织物燃烧过程中起着重要作用。

表 4 织物阻燃性试验结果

试样编号	纵向			横向		
	续燃时间/s	阴燃时间/s	损毁长度/mm	续燃时间/s	阴燃时间/s	损毁长度/mm
1	1.4	1.2	101.0	1.9	0.9	110.4
2	17.3	13.0	300.0	25.9	9.0	300.0
3	1.0	0.9	99.8	1.1	0.6	96.8

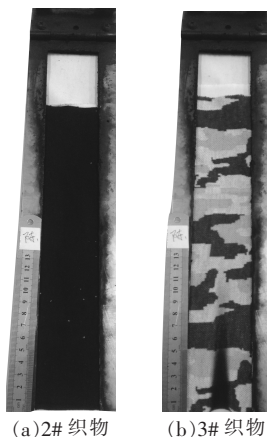


图 2 含芳纶的织物燃烧后效果图

2.2 防刺性能

织物防刺性测试效果见图 3。

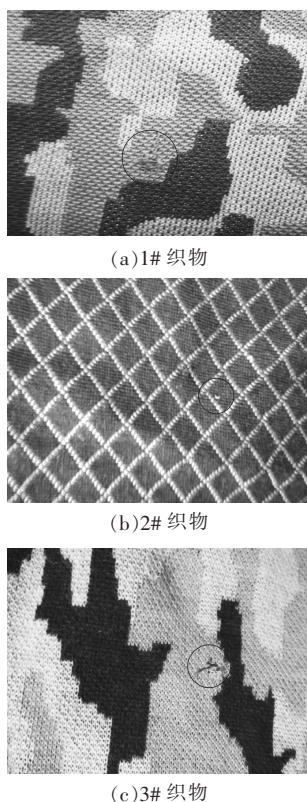


图 3 织物防刺性测试效果图

面料防刺性测试结果见图 4。由图 4 可知,在相同试验条件

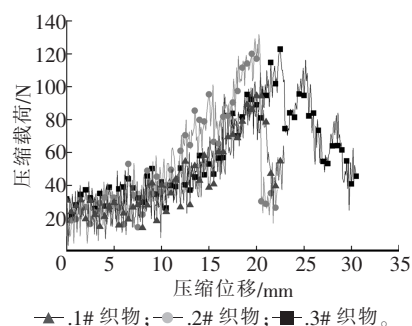


图 4 织物防刺性能测试结果

下,随着压缩位移的增加,压缩载荷不断增加;由于未被刺穿,所以刀尖在织物上会产生滑移,因此压缩载荷不会一直稳定上升,会上下波动,但总体呈上升趋势;压缩载荷的上升会有一个极限值,此时即为织物刚好被刺穿的状态,对应最大压缩载荷。

在准静态试验中,防刺性指标的试验结果见表 5。其中较重要的一项参数是弹性模量,其值越大,在一定应力作用下,面料发生弹性变形越小。

表 5 织物防刺性指标的试验结果

织物编号	弹性模量/MPa	最大压缩位移/mm	最大压缩载荷/N
1	98.2	22.9	100.6
2	112.3	22.1	131.7
3	254.0	30.7	122.8

由表 5 可知,2# 织物压缩载荷最大,其次为 3#、1# 织物;3# 织物压缩位移最大,然后是 1# 和 2# 织物;综合压缩载荷和压缩位移可知,3# 织物的防刺性能明显优于 2# 和 1# 织物。同时,3# 芳纶黏胶混纺织物的弹性模量和压缩位移最高,符合防刺标准,相对于其他两种面料来说,刚度更大、更不易

被刺穿,所以更适合做防刺材料。

2.3 物理性能

本文对针织迷彩面料的物理性能进行分析,包括:悬垂性、耐磨性、透气性和抗起毛起球性。

悬垂性反映织物的悬垂程度和悬垂形态,是决定织物视觉美感和舒适性的一个重要因素,悬垂性能良好的织物,能形成光滑流畅的曲面造型,具有良好的贴身性。

耐磨性能反映织物抵抗磨损的性能,直接影响织物的耐用性和使用效果。尤其是本文所涉及的具有防刺阻燃效果的织物,磨损后织物的防刺能力下降。因此,对试样耐磨性的探讨非常重要。

透气性是指气体分子通过织物的性能,主要影响织物的穿着舒适性和使用性能。因此,用于服装的面料必须保证良好的透气性能,提高人体的穿着舒适性。

抗起毛起球性,如果服装表面出现毛球不仅影响织物美观,还会降低织物的机械性能。因此,作为防刺阻燃效果的面料,为保证良好的防刺性能,样品需要具有良好的抗起毛起球性。

2.3.1 悬垂性

本试验采用测试静态悬垂系数的方法,来分析3种织物的悬垂性,其中静态悬垂系数小的织物具有较好的悬垂性能。

织物悬垂性测试结果见表6。由表6可知,3#织物的悬垂系数低于1#和2#织物,因此3#织物悬垂性较好;同时,1#织物的悬垂系数明显高于其他织物,悬垂性最差。

2.3.2 耐磨性

织物耐磨性测试结果见图5。由图5可知,3#织物的耐磨次数最高,耐磨性最好,具有更佳的服用性能;1#和2#织物的耐磨次数均较低,耐磨性较差。

表6 织物静态悬垂系数测试结果

织物编号	静态悬垂系数/%					平均值
	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	
1	57.7	56.3	55.4	57.8	56.1	56.7
2	47.1	46.2	44.8	48.1	46.7	46.6
3	37.8	42.0	41.2	42.3	39.8	40.6

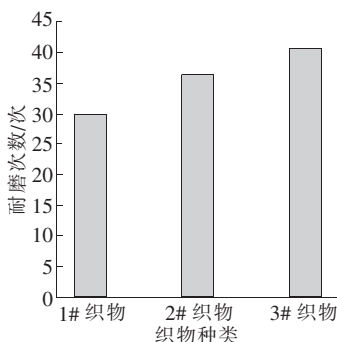


图5 织物耐磨性试验结果

2.3.3 透气性

织物透气性测试结果见表7。当织物两侧压力差保持恒定时,通过织物的空气流量仅由织物本身的透气性决定。织物透气性越好,单位时间内通过的空气量越多;反之,织物透气性越差。由表7可知,3#织物的透气性最好,2#织物的透气性次之,1#织物的透气性最差。

表7 织物透气性测试结果

织物编号	透气率/(mm·s ⁻¹)	孔径/mm
1	1 186.7	8
2	1 741.5	8
3	2 211.6	10

2.3.4 抗起毛起球性

织物抗起毛起球试验等级越高,则抗起毛起球性能越好^[8],测试结果见表8。由表8可知,3#织物的起毛起球等级最高,其抗起毛起球性能明显优于2#和1#织物(由于等级评定是人为操作,含有一定主观因素,因而评定结果将存在不可避免的试验误差)。

3 结论

3.1 综合3种针织迷彩面料,芳纶和黏胶混纺面料的续燃、阻燃时间和损毁长度均最短,相对其他两种

表8 织物抗起毛起球等级测试结果^级

织物编号	第1次	第2次	第3次	第4次	平均值
1	2	3	3	2	2.50
2	3	3	2	4	2.75
3	4	4	3	4	3.75

面料具有更高的阻燃性能;同时,该面料压缩载荷和压缩位移的综合值,以及弹性模量的测量结果,在防刺性能测试中也占绝对优势,相对其他两种面料具有较高的防刺性能;该面料的透气性、抗起毛起球性和耐磨性也均最佳,虽然悬垂性略差,不及芳纶与棉的交织面料,但综合分析可知,芳纶和黏胶混纺织物的舒适性最好。

3.2 本文研究的芳纶1313与黏胶混纺面料在防刺性、阻燃性及物理性能方面明显优于传统的纯涤纶面料和棉与芳纶交织空气层面料,可用于织造舒适和防护的针织迷彩服,成品不仅可用于日常防护,还可用于军事领域,是未来防护服面料发展的必然趋势。

参考文献

- [1]李丽娟.经编防刺面料的结构与性能[D].无锡:江南大学,2010.
- [2]商成杰.功能纺织品[M].北京:中国纺织出版社,2006:319-321.
- [3]付成彦.纺织品检验实用手册[M].北京:中国标准出版社,2008:171-174.
- [4]蒋高明.针织学[M].2版.北京:中国纺织出版社,2013:76-82.
- [5]于伟东.纺织材料学[M].2版.北京:中国纺织出版社,2007:334-338.
- [6]张海泉.纺织材料学[M].北京:中国纺织出版社,2013:256-259.
- [7]张增强,叶毓辉.芳纶1313阻燃织物的加工技术及其展望[J].现代纺织技术,2008(2):57-60.
- [8]马青云.织物起毛起球成因及防止措施[J].轻纺工业与技术,2011(2):49-49,52.

收稿日期 2016年6月4日