

含不锈钢长丝棉针织物的性能测试分析

苏旭中¹, 赵超¹, 段永洁¹, 刘新金^{1,2}, 王广斌³

(1.江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2.江苏苏丝丝绸股份有限公司, 江苏 宿迁 223700)

(3.新疆天山毛纺织股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要:研究了含不锈钢长丝棉针织物的抗静电性能和服用性能。用棉/不锈钢长丝赛络包芯纱和赛络菲尔纱分别织制了纬平针、1+1罗纹、满针罗纹、提花和集圈式双层5种组织的针织物,测试并分析织物抗静电性、刚性、透气性及顶破性能。结果表明:赛络菲尔纱结构更利于织物静电的衰减;织物的厚度越大,刚性越强,顶破强力越高;1+1罗纹织物的透气性最大,织物组织相同时,赛络包芯纱织物的透气性较低。因此,选用合适种类的纱线及组织结构可以提高织物的抗静电性能并改善其服用性能。

关键词: 针织物; 抗静电性; 透气性; 顶破强度; 不锈钢长丝; 赛络包芯纱; 赛络菲尔纱

中图分类号: TS

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)03-0014-03

Performance test and analysis of the cotton/stainless steel knitted fabrics

SU Xuzhong¹, ZHAO Chao¹, DUAN Yongjie¹, LIU Xinjin^{1,2}, WANG Guangbin³

(1.Key Laboratory of Eco-textile Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

(2.Jiangsu Spcc-silk Co., Ltd., Suqian 223700, China)

(3.Xinjiang Tianshan Wool Textile Company, Urumqi 830054, China)

Abstract: The antistatic property and wearability of the cotton/stainless steel knit fabrics are studied. Five different kinds of knit fabrics such as plain-knitted, 1×1 rib loop, jacquard stitch, full stitch rib and double layer tuck stitch fabrics are made by the cotton/stainless siro core-spun yarns and cotton/stainless sirofil yarns. The antistatic property, rigidity property, air permeability and bursting performance of the fabrics are tested and analyzed. Results show that the sirofil yarn could enhance the antistatic property of the fabrics. The higher the thickness of the fabrics is, the stronger the rigidity property is. 1+1 rib loop fabrics have the highest air permeability. Fabrics which made by the siro core-spun yarns always have a lower air permeability, when the fabrics have a same structure. Therefore, the wearability and the antistatic property could be improved when proper kind of yarns and structure of fabrics are selected and used.

Key words: knitgoods; antistatic property; air permeability; bursting strength; stainless filament; siro core-spun yarn; sirofil yarn

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.03.005

随着电子信息产业的飞速发展,电磁辐射的危害日益严重,人们对防辐射织物的需求逐渐增加,因此开发具有防辐射功能的纺织品就显得十分必要^[1]。使用含不锈钢纤维的纱线进行织造,可以赋予织物良好的电磁屏蔽性能,相比于金属涂层^[2]、化学镀^[3]等方法制备的织物,此类织物在服用性、耐久性、环保性及性价比方面更具优势。此外,加入不锈钢纤维后,织物的抗静电性能也可以得到大幅提高,从而减少了静电给人体带来的伤害,且可以避免在加油站、面粉厂等场所因织物摩擦起电引起的火灾、爆炸等危害。

许多学者通过研究不锈钢混纺纱机织物的热湿舒

适^[4]、抗静电与织物风格^[5]等性能揭示了不锈钢纤维与机织物服用性能之间的关系。相比于机织物,针织物的结构特性使其具有更好的服用舒适性能,更加适合人们贴身穿着,因此在服用屏蔽织物上的应用前景更为广阔。本文以不锈钢长丝和棉纤维纺制的赛络包芯纱和赛络菲尔复合纱为原料,各织制了5种不同组织结构的针织面料,并对这10种针织物试样的性能进行测试分析,研究不同种类纱线及不同针织物组织对不锈钢长丝针织物的抗静电性能及服用性能的影响,从而为此类织物的开发优化提供一定的参考。

1 试验方案

1.1 试验材料

试验选用不锈钢长丝和棉纤维为原料纺制赛络包芯纱(纱线a)和赛络菲尔纱(纱线b),且两种纱线均采用直径为35 μm的316L型不锈钢长丝,纯棉细纱的细度均为29.2 tex。经测试,纱线a的强度为16.02 cN/tex,毛羽值为6.45;纱线b的强度为14.50 cN/tex,毛羽值为6.10。

1.2 试验仪器

收稿日期: 2017-08-07

基金项目: 江苏省产学研项目(BY2015019-10, BY2016022-27); 新疆自治区重点研发项目(2016B02025-1); 江苏省先进纺织工程技术中心基金项目(XJFZ/2016/4); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(JUSRP51731B); “先进纺纱织造及清洁生产国家地方联合工程实验室”资助项目(GCSYS201701); 江苏省自然科学基金项目(BK20170169)

作者简介: 苏旭中(1982—),男,主要从事新型纺纱技术的研究。

通信作者: 刘新金。E-mail: liuxinjin2006@163.com。

GSJX-1-44型单系统电脑针织横机(江苏省国贸纺织科技有限公司), YG141D型织物厚度仪(宁波纺织仪器厂), FA2104S型电子天平(上海天平仪器厂), YG(B)342D型织物感应式静电测定仪(温州市大荣纺织仪器有限公司), YG207型自动织物硬挺度仪(宁波纺织仪器厂), YG(B)461E型数字式织物透气性能测定仪(温州市大荣纺织仪器有限公司), HD026N⁺型电子织物强力仪(南通宏大实验仪器有限公司)。

1.3 织物设计与基本参数测试

使用纱线a和纱线b分别在电脑横机上编织5种不同组织的针织物,共织制了10种针织物,分别为纬平针、1+1罗纹、满针罗纹、提花和集圈式双层组织,按序编号为1[#]~10[#]。其中简单提花组织是由棉/不锈钢纱线和29.2 tex纯棉细纱构成的双层织物;集圈式双层织物的一面由棉/不锈钢纱线构成,另一面由29.2 tex纯棉细纱组成,两层织物中间由30 D氨纶丝集圈编织

进行连接。为降低编织过程对织物性能的影响,在保证织物顺利成形的前提下,设置织物的度目数为220,并保持织物在同一编织条件下完成。

对10种针织物试样的结构参数进行测量,通过对织物的厚度、单位面积质量、横密进行测量,计算出各试样的面密度和未充满系数。织物基本结构参数测试方法如下:使用织物厚度仪对织物的厚度进行测试,每种织物在不同位置测试10次,取平均值作为织物厚度;在每种织物不同位置取5块10 cm×10 cm试样,使用电子天平称量每块试样的质量,计算试样的面密度;使用放大镜测试试样5 cm的横密,用拆纱法测量出5 cm试样的线圈长度,在不同位置测试5次取平均值,由此计算出各织物的单个线圈长度及未充满系数^[6]。提花和集圈式双层织物仅测量和计算含有不锈钢长丝面的单个线圈长度和未充满系数。经测试与计算得到织物的具体结构参数,见表1。

表1 织物试样结构参数

织物编号	组织结构	纱线	厚度/mm	面密度/(g·m ⁻²)	横密/[纵行·(5 cm) ⁻¹]	5 cm试样的线圈长度/mm	单个线圈长度/mm	未充满系数
1 [#]	纬平针	a	0.576	126.16	27	123	4.556	19.224
2 [#]	纬平针	b	0.586	128.84	29	129	4.448	18.768
3 [#]	1+1罗纹	a	0.645	119.44	29	157	5.414	22.844
4 [#]	1+1罗纹	b	0.614	116.74	31	165	5.323	22.460
5 [#]	满针罗纹	a	0.944	190.30	58	271	4.672	19.713
6 [#]	满针罗纹	b	0.949	186.36	56	240	4.286	18.084
7 [#]	提花	a	1.096	221.58	30	181	6.033	25.456
8 [#]	提花	b	1.095	223.65	30	179	5.967	25.177
9 [#]	集圈式双层	a	1.128	252.38	29	151	5.207	21.970
10 [#]	集圈式双层	b	1.124	251.26	28	143	5.107	21.549

1.4 织物性能测试方法

为确保测试结果的准确性及可比性,所有待测试样均在相对湿度65%、温度20℃的标准环境下平衡48 h后再进行测试。

(1)抗静电性能测试。采用YG(B)342D型织物感应式静电测定仪测定织物抗静电性能,测试依据为GB/T 12703.1—2008《纺织品 静电性能的评定 第1部分:静电压半衰期》。试样尺寸为4.5 cm×4.5 cm,每种织物随机裁取3个试样,测试结果取平均值。

(2)刚柔性测试。使用YG207型织物硬挺度试验仪测定织物的刚柔性,测试依据为GB/T 18318—2001《纺织品 织物弯曲长度的测定》。试样尺寸为20 cm×2.5 cm,同一织物横向、纵向各取3个试样,每个试样记录4个弯曲长度,测试结果取平均值。

(3)透气性测试。依据GB/T 5453—1997《纺织

品 织物透气性的测定》,对针织物试样的透气性进行测试。织物试验面积为20 cm²,压差为100 Pa,对同一织物样品的不同位置重复测试10次,测试结果取平均值。

(4)顶破强力性能测试。依据GB/T 19976—2005《纺织品 顶破强力的测定 钢球法》,在HD026N⁺型电子织物强力仪上对织物的顶破强力进行测试。在每种织物的不同位置各取5块样品进行测试,测试结果取平均值。

2 试验结果与分析

2.1 织物抗静电性能分析

由于不锈钢长丝在织物中呈均匀分布、连续导通的状态,所以不锈钢长丝织物的抗静电性能要优于不锈钢短纤维织物^[7]。通过对各块不锈钢长丝针织物

试样的测试,得出1[#]~10[#]试样的静电半衰期依次为0.95、0.75、0.94、0.79、0.87、0.86、0.94、0.91、0.95、0.9 s。

可见,1[#]~10[#]试样的静电半衰期数值都很低,均在1 s以内,而普通棉织物的静电半衰期一般在1.1 s以上^[8],这说明加入不锈钢长丝后,织物的抗静电性能均有所提高。此外,赛络菲尔纱织物的静电半衰期数值均低于赛络包芯纱织物,主要原因是不锈钢长丝在纱体中的形态对织物抗静电性有较大的影响。赛络菲尔纱中的不锈钢长丝呈螺旋状,与细纱中棉纤维产生交缠,当静电产生后,静电电压更容易通过裸露于纱体表面的不锈钢长丝逸散,所以赛络菲尔纱织物的抗静电性能更好;而赛络包芯纱中的不锈钢长丝基本被棉纤维包覆于纱体中心,导电效果稍差于裸露的不锈钢长丝,故其织物的静电半衰期稍高一些。由于织物中纱线的粗细、织造工艺及所采用不锈钢长丝含量基本相同,所以试样静电半衰期的数值相差并不悬殊。

2.2 织物刚柔性分析

织物的弯曲长度及弯曲刚度可以反映出织物的刚柔性,弯曲长度越小,织物就越柔软。通过测试与计算得出的针织物试样的刚柔性数据见表2。

表2 不同针织物试样的刚柔性

项目	伸出长度/cm		抗弯长度/cm		抗弯刚度/(mN·cm ⁻¹)		总抗弯刚度/(mN·cm ⁻¹)
	纵	横	纵	横	纵	横	
1 [#]	5.46	3.83	2.73	1.92	25.67	8.93	15.14
2 [#]	5.18	4.30	2.59	2.15	22.38	12.80	16.93
3 [#]	2.93	2.88	1.47	1.44	3.79	3.57	3.68
4 [#]	2.90	2.79	1.45	1.40	3.56	3.20	3.38
5 [#]	3.05	2.47	1.53	1.24	7.94	4.22	5.79
6 [#]	2.96	2.30	1.48	1.15	7.25	3.40	4.97
7 [#]	3.36	2.54	1.68	1.27	9.02	3.90	5.93
8 [#]	3.32	2.51	1.66	1.25	8.52	3.64	5.57
9 [#]	4.23	3.50	2.12	1.75	24.05	13.53	18.03
10 [#]	3.87	3.38	1.94	1.69	25.67	8.93	14.92

在相同条件下,织物刚柔性与纤维、纱线及织物结构有关。不锈钢长丝是刚性长丝,由于不锈钢长丝的加入,织物试样总体上会比普通棉织物的刚性更强。从表2可以看出,织物的纵向弯曲长度及抗弯刚度要高于横向,这主要是与线圈结构有关,纵向为线圈纵行,线圈之间串套连接,相互制约,较难弯曲,所以纵向弯曲长度及抗弯刚度要比横向大。不同组织织物的弯曲长度及弯曲刚度也有所不同,由表1可以看出,不同结构织物的厚度有一定差别,织物厚度由小到大依次

为纬平针、1+1罗纹、满针罗纹、提花、集圈式双层。除试样1[#]、2[#],从表2可以看出,总抗弯刚度按照纱线a、b分类排序为3[#]<5[#]<7[#]<9[#],4[#]<6[#]<8[#]<10[#]。在这5种织物结构中纬平针结构是例外,主要是因为纬平针组织有显著的卷边性,所以1[#]、2[#]试样的总抗弯刚度也较大。

2.3 织物透气性分析

透气性是衡量织物服用舒适性的指标之一。试样1[#]~10[#]的透气率依次为3 829.81、4 270.91、4 934.65、5 216.85、3 610.05、3 948.35、2 082.21、2 254.69、1 621.19、1 714.89 mm/s。

可见,在单层织物中,1+1罗纹针织物的透气性最好,因为在单层织物中,1+1罗纹织物具有最大的未充满系数。未充满系数越大,织物结构越稀疏,所以透气性越好。由于满针罗纹的前后针床均参加编织,其下机后收缩性大,紧密程度提高,未充满系数要小于1+1罗纹织物,透气性降低。提花和集圈式双层织物由两组纱线编织而成,表1中,计算了其含不锈钢长丝面的未充满系数,但由于其有正反两面结构,实际未充满系数应约为表1中数值的一半,因此提花和集圈式双层织物的透气性较低,且手感会稍显厚重。纱线a的毛羽值比纱线b略大一些,导致赛络包芯纱织物的毛羽稍多,当织物组织相同时,其透气性较小。

2.4 织物顶破力学性能分析

针织物的纵横向变形较大,相比于拉伸力学测试,更适宜采用顶破试验对针织物的力学性能作出综合性评价,且针织物的顶破强力可以直接反映织物受到外力顶压作用变形直至破裂时的耐用性。1[#]~10[#]试样的顶破强力依次为505.1、476.2、568.1、561.0、625.2、615.9、873.4、787.8、913.5、851.1 N。

在测试条件相同的前提下,织物的顶破强力主要与织物本身的组织结构和原料组成有关^[9]。从试验结果可以看出,织物试样的顶破强力排序为纬平针<1+1罗纹<满针罗纹<提花<集圈式双层,织物的顶破强力随着织物厚度的增加而不断增强。当组织相同时,采用纱线a编织的织物试样1[#]、3[#]、5[#]、7[#]、9[#]的顶破强力较高于纱线b编织的同组织织物2[#]、4[#]、6[#]、8[#]、10[#],这主要是因为纱线a比纱线b的断裂强力要高,所以在其他条件都相同时,纱线a织物的顶破强力稍大于纱线b织物的顶破强力。

☞(下转第20页)

度 90℃,保温时间 60 min,对 1%(omf)的改性棉织物活性荧光黄 FL,3%(omf)的反应型紫外吸收剂 LIQ 进行一浴无盐染色和抗紫外整理。整理后的织物进行多次标准洗涤,抗紫外效果随洗涤次数的变化见表 5。

表 5 洗涤次数对棉织物抗紫外线性能的影响

洗涤次数/次	UPF	T[UVA]/%	T[UVB]/%
0	55.61	2.03	1.69
10	55.44	1.98	1.71
20	53.65	2.15	1.83
30	53.81	2.06	1.77

由表 5 可知,随洗涤次数的增加,织物的 UPF 指数逐渐减小;洗涤超过 20 次之后,基本不再变化,说明织物的抗紫外性能逐渐减弱,且减弱幅度越来越小;织物洗涤 30 次之后,UPF 指数仍保持在 50 以上,且 UVA 和 UVB 透过率增加都不到 0.5%,说明织物在抗紫外线方面具有较好的耐洗性能。

对未经过洗涤的织物进行色牢度测试,得到耐洗和耐摩擦色牢度为:棉沾皂洗色牢度 5 级,毛沾皂洗色牢度 4 级,褪皂洗色牢度 4~5 级,干摩擦色牢度 4~5 级,湿摩擦色牢度 4~5 级。可知,阳离子改性后的棉织物经活性荧光黄 FL 和 LIQ 抗紫外一浴无盐染色整理后,试样的耐摩擦和耐皂洗色牢度均在 4 级以上,具有较高的染色牢度,可满足服用性能的要求。

(上接第 16 页)

3 结 语

(1)不锈钢长丝针织物的抗静电性能优良,静电半衰期均在 1 s 以内,且赛络菲尔纱织物的抗静电性更好一些。

(2)织物纵向的抗弯刚度较大,总抗弯刚度排序为 1+1 罗纹<满针罗纹<提花<集圈式双层,此外由于纬平针具有卷边性,所以其总抗弯刚度也较大,刚性较强。

(3)随着织物未充满系数的增加,织物透气性有所提高,相比于单层织物,提花和集圈式双层织物的透气性较低。

(4)随着织物厚度的增加,其顶破强力有所增加;由于赛络包芯纱的强力更高,使得相同组织的织物中,赛络包芯纱织物具有更高的顶破强力。

参考文献:

[1] 王建忠,奚正平,汤慧萍,等.不锈钢纤维织物电磁屏蔽效能的研

3 结 语

(1)改性工艺对棉织物一浴无盐荧光染色和抗紫外线性能的优化工艺为:改性剂 PECH-amine 10 g/L,氢氧化钠 10 g/L,改性温度 90℃,保温时间 60 min。

(2)改性整理后的棉织物具有很好的抗紫外线效果,UPF 指数可达到 55 左右;经 30 次标准洗涤后,其 UPF 指数仍保持在 50 以上。且整理后棉织物的耐皂洗和耐摩擦色牢度均在 4 级以上,满足服用性能的要求。

参考文献:

- [1] 张振,钱永芳,郑来久,等.静电纺丝法制备 PVP/芦丁抗紫外纳米纤维膜[J].上海纺织科技,2016,44(4):31-32,60.
- [2] 冯爱芬,张永久.棉织物抗紫外线整理剂 UV-R 的研制[J].纺织学报,2004,25(1):95-96.
- [3] 何叶丽.抗紫外线辐射的纺织品[J].印染,2002,28(12):45-48.
- [4] 张晓峰,曹机良,孟春丽.棉织物防紫外线整理及整理后黄连素染色工艺[J].针织工业,2014(10):37-41.
- [5] 楼陈钰.纳米 CeO₂ 溶胶的制备及其在棉织物抗紫外整理中的应用[J].上海纺织科技,2015,43(12):74-77.
- [6] 盛杰侦,张海霞,王振杰,等.改性棉织物的无盐抗紫外线整理[J].印染,2016,42(12):34-36.
- [7] 丁长明,刘慎,乔志勇.β 射线辐照涤纶纤维的表面形态和抗紫外性能[J].上海纺织科技,2014,42(5):43-44,53.
- [8] 金鹏,管永华,王海峰,等.棉织物的阳离子改性及活性染料无盐染色[J].印染助剂,2013,30(11):30-34.

究现状[J].材料导报,2012,26(10):33-35.

- [2] HAN E G, KIM E A, OH K W. Electromagnetic interference shielding effectiveness of electrons Cu-plated pet fabrics[J]. Synthetic Metals, 2001, 123(3):469-476.
- [3] KIM H K, KIM M S, SONG K, et al. EMI shielding intrinsically conducting polymer/pet textile composites[J]. Synthetic Metals, 2003, 135(1):105-106.
- [4] 荣幸,刘哲,孙瑞丽,等.电磁屏蔽织物的热湿舒适性研究[J].棉纺织技术,2015,43(8):35-38.
- [5] 朱正锋,董新蕾.不锈钢纤维混纺织物的抗静电功能与风格[J].上海纺织科技,2007,35(11):24-26.
- [6] 陈玉娜,刘哲,张永恒.未充满系数对电磁屏蔽毛针织物屏蔽效能的影响[J].毛纺科技,2015,43(7):22-27.
- [7] 刘正芹,陈国华,谢莉青,等.不锈钢织物的抗静电性能[J].丝绸,2006(8):40-41.
- [8] 韩建,陈维国,沈一峰,等.纳米溶胶在纺织品抗静电多功能整理中的作用[J].稀有金属材料与工程,2008,37(z2):648-651.
- [9] 朱静,杜赵群,于伟东.织物刺破与顶破测试方法对比研究[J].东华大学学报(自然科学版),2013,39(6):726-730.