

全聚纺与四罗拉网格圈紧密纺针织物 性能对比分析

赵超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, 乌鲁木齐 830054)

摘要: 为了研究全聚纺与四罗拉网格圈紧密纺针织物之间的性能差异, 采用 PhabrOmeter 评价系统, 分别对相同规格的 4 种天丝/长绒棉/精梳棉 20/50/30、精梳棉/长绒棉 20/80、涤纶/棉 65/35 和 G100 天丝全聚纺与四罗拉网格圈紧密纺针织物的基本风格指标进行了测试; 并利用高速摄影仪对织物拉伸过程进行了稳定性分析。结果表明: 全聚纺针织物相比于四罗拉网格圈紧密纺针织物拥有更好的硬挺度、柔软度和光滑度, 但是四罗拉网格圈紧密纺针织物的悬垂性能和折皱回复性能则更好。全聚纺针织物与紧密纺针织物相对手感值之间差异性不大, 紧密纺针织物的拉伸性能和稳定性要比全聚纺针织物好。

关键词: 全聚纺; 四罗拉网格圈紧密纺; PhabrOmeter 评价系统; 高速摄影仪; 织物性能

中图分类号: TS101.923.6 文献标志码: A 文章编号: 1001-7003(2018)02-0025-06 引用页码: 021105

Analysis and comparison of properties of complete condensing spinning knitted fabrics and four-roller compact spinning knitted fabrics

ZHAO Chao¹, LIU Xinjin^{1,2}, WANG Guangbin³

(1. Key Laboratory of Eco-Textiles, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Jiangsu Spcc-silk Company, Suqian 223700, China; 3. Xinjiang Tianshan Wool Textile Company, Urumchi 830054, China)

Abstract: In order to explore the property difference between the complete condensing spinning knitted fabrics and four-roller compact spinning knitted fabrics, the fundamental style indexes of the four kinds of knitted fabrics with the same specifications (tencel/ combed cotton/ long-staple cotton (20/50/30) yarn, long-staple cotton/combed cotton (20/80) yarn, polyester/ cotton (65/35) yarn and G100 tencel yarn) and four-roller compact spinning knitted fabrics were tested by PhabrOmeter evaluation system. And the stability of the tensile process was analyzed by using high-speed camera. It is shown that the complete condensing spinning knitted fabrics have better stiffness, softness and smoothness. However, the drapability and wrinkle recovery probability of four-rollers compact spinning knitted fabrics are more excellent than that of complete condensing spinning knitted fabrics. And there is no obvious difference between the two kinds of fabrics about relative hand feeling value. In addition, the tensile property and stability of four-roller compact spinning knitted fabrics are better than that of complete condensing spinning knitted fabrics.

Key words: complete condensing spinning; four-roller compact spinning; PhabrOmeter evaluation system; high-speed camera; fabric properties

收稿日期: 2017-05-30; 修回日期: 2017-12-22

基金项目: 中国博士后科学基金项目(2015M581722); 江苏省博士后科研资助计划项目(1501146B); 江苏省自然科学基金项目(BK20151359); 江苏省产学研项目(BY2015019-40, BY2016022-27); 江苏省科技成果转化项目(BA2014080); 纺织服装产业河南省协同创新项目(hnfx14002); 广东省产学研项目(2013B090600038); 江苏高校优势学科建设工程资助项目(苏政办发(2014)37号); 新疆自治区重点研发项目(2016B02025-4)

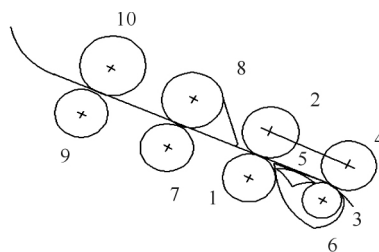
作者简介: 赵超(1993—), 男, 硕士研究生, 研究方向为织物风格研究。通信作者, 刘新金, 副教授, liuxinjin2006@163.com。

紧密纺技术是近年发展起来的一种新型纺纱技术^[1-2],也叫集聚纺。它是在普通环锭纺纱的基础上对机器进行改进创新,利用多种形式的集聚系统将纤维须条在前钳口与增设的阻捻钳口之间的区域进行集聚,完成集聚后再进入加捻区域加捻成纱,这使得纤维在这个过程中都能尽量依附在纱体上,从而达到减少纱线有害毛羽,保留有益毛羽,提高强力的目的。紧密纺纱系统可以分为气流集聚系统和非气流集聚系统两大类^[3]。非气流集聚型紧密纺纱系统通过集聚器实现纤维须条的集聚。气流集聚型紧密纺纱系统根据集聚元件的不同,可分为罗拉集聚型、胶辊集聚型、胶圈集聚型和网格圈集聚型纺纱系统四大类。本文所选为四罗拉网格圈紧密纺系统,另一种全聚纺纱系统则由负压式罗拉集聚型集聚纺装置改造而来。另外,相比于紧密纺,全聚纺前期改造费用较高,但易损件消耗少,清理维护简单,能为企业降低后期生产成本。

杨敏等^[4]在视频显微镜下通过观察纤维在成纱中的转移,来对比分析由全聚纺、环锭纺、网格圈集聚纺这三种不同纺纱方式所纺纱线的结构特点;张玉等^[1]运用哈氏切片器切取网格圈紧密纺和全聚纺两种混纺纱线样本,借助显微镜观察并采集样本中混纺纤维的分布状况图,结合汉密尔顿指数的方法分析,得到纤维在不同纺纱方式内的内外转移趋势及规律;杨士奎^[5]对四罗拉网格圈型紧密纺关键技术进行了研究。目前对全聚纺和四罗拉网格圈紧密纺纱线性能的研究比较透彻,但是对其织物的性能研究还比较少。普通织物拉伸性能测试只能反映织物断裂时的性能,而不能反映拉伸这整个过程。而利用高速摄影技术能对高速运动物体进行快速的捕捉,将织物拉伸断裂过程很清晰地展现出来,可以让人们对织物拉伸断裂过程的稳定性有更深入的分析 and 认识。织物风格测试中,主观评价主要依靠测定者手掌和织物接触,来评定织物风格好坏,但是此方法太过局限,主观性强。客观评价主要依靠仪器,模拟手掌对织物产生机械形变,从而获得力学数据。为了给企业提供更好的选择依据,选择合适的纺纱工艺织制织物,本文首先测试了这两种纱线的基本性能,接着对全聚纺与网格圈紧密纺针织物织物风格进行了对比测试和分析研究,并利用高速摄影仪拍摄织物的拉伸过程来分析织物稳定性。

1 四罗拉网格圈纺纱系统简介

四罗拉网格圈紧密纺纱系统在原有牵伸装置结构的基础上,将一组气流集聚装置加装在纺纱装置的前罗拉出口处^[5],由吸风组件 5、输出罗拉 3、输出胶辊 4 和网格圈 6 组成。吸风组件表面设置了细长的吸风槽,网格圈被安装在吸风组件上。在网格圈表面均匀分布着网状小孔,为了方便被集聚的纤维须条绕其自身旋转,吸风组件的吸风口设置成倾斜于须条运动方向,有利于纤维集聚克服胶圈集聚的局限性。



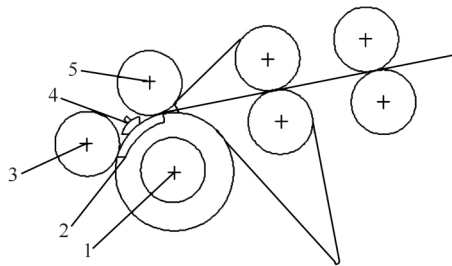
1-前罗拉,2-前胶辊,3-输出罗拉,4-输出胶辊,5-吸风组件,
6-网格圈,7-中罗拉,8-中胶辊,9-后罗拉,10-后胶辊

图 1 四罗拉网格圈紧密纺装置示意

Fig. 1 Structural diagram of four-roller compact spinning device with lattice apron

2 全聚纺纱系统简介

全聚纺细纱机机构其结构装置示意如图 2 所示。它是一种主要由窄槽式空心罗拉 1、吸风组件 2 和气流导向装置 4 等部件组成的新型负压式罗拉集聚型集聚纺装置^[6]。该装置在原来环锭纺的基础上,将前罗拉替换成直径为 50 mm 的窄槽式空心罗拉 1,并与吸风组件 2 和气流导向装置 4 配合,使加捻三角区缩小。同时在集聚过程中纺纱装置产生的负压使须条和罗拉速度相同,从而减少须条向前运输中可能存在的不必要牵伸,从而达到提高纱线质量和强力的目的。全聚纺纱线与环锭纺纱线相比,它的有害毛羽降低了 70%,但同时相比于四罗拉网格圈紧密纺纱线又能保留丰富的 1~2 mm 有益毛羽,纱线条干均匀度好。因此,由全聚纺纱线织造的面料布面光洁,染色均匀横档少,深受市场欢迎。另外,全聚纺细纱机是由环锭纺细纱机改造而来,安装方便,装置成本更低,更加有利于国产老机改造。而且它在实现负压气流完全集聚效果的前提下,能有效降低能耗及改造过程中的物耗,给企业带来可观的经济效益。



1-窄槽式负压空心罗拉,2-吸风组件,
3-粗捻皮辊,4-气流导向装置,5-前皮辊

图 2 全聚纺装置示意

Fig. 2 Structure of complete condensing spinning system

3 试验

3.1 试样

选择 11.7 tex 的精梳棉/长绒棉 20/80 全聚纺和四罗拉网格圈紧密纺这 2 种纱线,进行纱线性能测试。选择 4 组结构规格相同的全聚纺针织物试样和

表 1 试样规格

Tab. 1 Specification of samples

分组编号	织物品种	纱线种类	纱线线密度 /tex
1	全聚纺针织物	天丝/长绒棉/精梳棉 20/50/30	9.8
2	紧密纺针织物	天丝/长绒棉/精梳棉 20/50/30	9.8
3	全聚纺针织物	精梳棉/长绒棉 20/80	11.7
4	紧密纺针织物	精梳棉/长绒棉 20/80	11.7
5	全聚纺针织物	涤纶/精梳棉 65/35	21.0
6	紧密纺针织物	涤纶/精梳棉 65/35	21.0
7	全聚纺针织物	G100 天丝	24.6
8	紧密纺针织物	G100 天丝	24.6

织物的风格根据美国标准 AATCC TM202—2012《纺织品服装 相对手感值的评定: 仪器法》,采用 PhabrOmeter 织物手感评价系统测试原理^[7],同一块样布取 3 块 100 cm² 大小的圆形试样,将待测织物在温度为 20 ℃,相对湿度为 65% 条件下平衡 24 h。接着使用 PhabrOmeter 织物手感评价系统测试其硬挺度、柔软度、光滑度、悬垂性、折痕回复性能和相对手感值。

根据针织物特性,选择将针织物裁剪为长 20 mm、宽 10 mm 的试样进行拉伸试验,夹持距离为 10 mm,对四罗拉网格圈紧密纺和全聚纺不同纺纱

四罗拉网格圈紧密纺针织物,进行织物性能对比测试,试样规格见表 1。纱线和织物均由江苏悦达纺织集团有限公司提供。

3.2 仪器

USTER 毛羽仪、USTER 纱线疵点分级仪(乌斯特技术公司),G 068C 型全自动单纱强力仪(苏州长风纺织机电科技有限公司),PhabrOmeter 织物手感评价系统(美国欣赛宝科技公司),电子单纱织物强力试验机 HD 026N⁺(南通宏大实验仪器有限公司),高速摄影机 Olympus i-Speed3(日本奥林巴斯公司)。

3.3 测试内容和方法

纱线性能主要从纱线的毛羽、强力和条干三个方面进行测试评价。在标准大气条件下,利用 USTER 毛羽仪测定纱线毛羽,利用 USTER 纱线疵点分级仪测定纱线条干不匀率,利用 YG 068C 全自动单纱强力仪测定纱线强力。

原料不同纱线密度针织物利用电子单纱织物强力试验机 HD 026N⁺ 进行拉伸试验,测试速度为 100 mm/min。利用高速摄影机 Olympus i-Speed3 拍摄织物拉伸断裂过程,测量断裂强力,径向长度 L (mm),计算长度变化率 L' (mm/s),来测定其织物稳定性。

4 结果与分析

4.1 纱线性能测试

纱线性能测试结果如表 2 所示。

表 2 纱线性能测试结果

Tab. 2 The results of yarn performance

纺纱方式	条干 CV/%	-50%	+50%	+200%	毛羽指数	断裂强力/cN
网格圈紧密纺	11.98	3	25	60	2.67	201.8
全聚纺	11.25	2	20	52	2.72	197.3

从表 2 可知,全聚纺纱线的条干水平相比于网格圈紧密纺有所改善,粗结、细节和棉结也有所减小;毛羽指数虽然有所增加但是变化不大,纱线断裂强力稍差,但是纱线综合指标相比之下要好于四罗拉网格圈紧密纺。这是因为全聚纺系统相比于网格圈紧密纺系统采用的大直径窄槽式负压空心罗拉配合经过优化的吸风组件增加了集聚区的长度,改善了纱线集聚效果,使纱线成纱综合质量有所提高。而四罗拉网格圈紧密纺集聚过程中产生的附加捻度较大,使纱体中的纤维相互扭转纠缠现象较明显,大幅提高了纤维间的抱合力,使得纺纱过程中纱线断头减少,强力有所提高。

4.2 织物风格测试

织物风格是织物本身所固有的,作用于人的感官所产生的综合效应^[8]。为了测试织物的相对手感值,本文将一组纯棉织物作为参考样品,并将其手感值记为 0 来计算其他织物相对于它的相对手感值。所测试织物的相对手感值数值越大表示手感越好。另外,硬挺度表示织物的挺括程度,柔软度表示织物的柔软性能,光滑度则表示织物的表面光滑程度,测试所得数值越大代表其性能越好。而悬垂系数代表了织物的悬垂性能,测试所得的悬垂系数越大,则织物的悬垂性能越差^[9]。试样手感特征值如表 3 所示。

表 3 试样手感特征值

Tab.3 Characteristic values of fabric hand feeling

织物编号	硬挺度	柔软度	光滑度	悬垂性	折皱回复/%	相对手感值
1	15.39	92.42	86.99	1.10	76.8	11.67
2	15.26	91.93	86.8	1.02	78.91	12.01
3	19.74	92.46	87.85	2.21	78.87	10.80
4	18.04	92.04	87.51	2.19	81.06	11.63
5	30.84	90.69	88.13	13.32	81.08	13.30
6	30.41	90.19	88.07	13.13	82.68	12.62
7	32.21	90.74	87.33	14.17	75.78	14.17
8	31.62	89.90	87.25	13.71	77.01	12.77

从表 3 可知,全聚纺针织物的硬挺度要大于四罗拉网格圈紧密纺针织物。这是因为全聚纺纱线由于全聚纺装置的空心罗拉上方装有气流导向装置,促使须条中的纤维均匀排列于罗拉表面,使牵伸区输出的纤维排列整齐,并得到良好的集聚,纺成的细纱中纤维能均匀排列。另一方面由于全聚纺成纱条干均匀、疵点少,使纱线紧密,因此,由全聚纺纱线织成的针织物硬挺度高。

纱线毛羽是影响织物柔软度和光滑度的一个重要因素,毛羽越多织物越蓬松,织物的柔软度越好。结合表 2 可知,全聚纺纱线毛羽指数略高于紧密纺纱线,这是因为相比于紧密纺,全聚纺纱线不仅能将有害毛羽降低 70%,而且能够大量保留 3 mm 以下有益毛羽。因此,全聚纺针织物毛羽相比于紧密纺针织物更蓬松柔软度更好。

织物的光滑度和纱线条干均匀度与纱线表面毛羽有关。3 mm 以上有害毛羽不仅影响织物织造,而且织物在织造过程中纱线表面的有害毛羽会因为摩擦,毛羽之间相互纠缠容易起毛起球^[10],影响织物的表面光滑度。但另一方面,有益毛羽能掩盖布面疵

点及一些条干不匀,使织物表面更加匀整。因此,结合表 2 毛羽指数和条干 CV 值可知,在全聚纺纱线和紧密纺纱线都能降低表面有害毛羽的情况下,由于全聚纺针织物有益毛羽多,纱线条干更均匀,使织造成的织物表面更加匀整,光洁、滑爽,所以全聚纺针织物的光滑度大于四罗拉网格圈紧密纺针织物。

织物悬垂性指的是织物在本身质量及织物刚柔程度影响下,所表现出的自然悬垂的特征。由表 3 可知,四罗拉网格圈紧密纺针织物的悬垂性能要好于全聚纺针织物,这是因为悬垂性能的好坏由织物的硬挺度决定,和硬挺度呈反比,织物越硬挺,悬垂性越差。因此,紧密纺针织物的悬垂性能要好于全聚纺针织物。

织物的折痕回复性能是指当织物受到外力发生形变,撤去外力时,织物恢复到原来样子的能力。由于紧密纺纱线毛羽较少,因此纱线之间空隙较大。结合表 3 可知,当织物发生变形时,紧密纺针织物相比于全聚纺针织物的折皱回复能力更好。

织物的手感由原料、纱线线密度等多种因素共同决定,由表 3 可知,全聚纺针织物和紧密纺针织物相对手感值之间相差不大。9.8 tex 和 11.7 tex 的两

组织中,全聚纺针织物的相对手感要略差于紧密纺针织物。而 21 tex 和 24.6 tex 的两组组织中,全聚纺针织物的相对手感要略好于紧密纺针织物。

4.3 织物稳定性测试

利用高速摄影仪拍摄织物拉伸断裂过程,利用

自带的 i-SPEED Viewer 图像处理软件导出图片,视频从 0 开始至 40 s 结束,每隔 5 s 取帧获取一张图片,将图片导入 CAD 软件中测量织物径向长度 L 。图 3 为针织物拉伸伸长过程,表 4 为织物断裂强力,表 5 为织物径向长度及变化率。

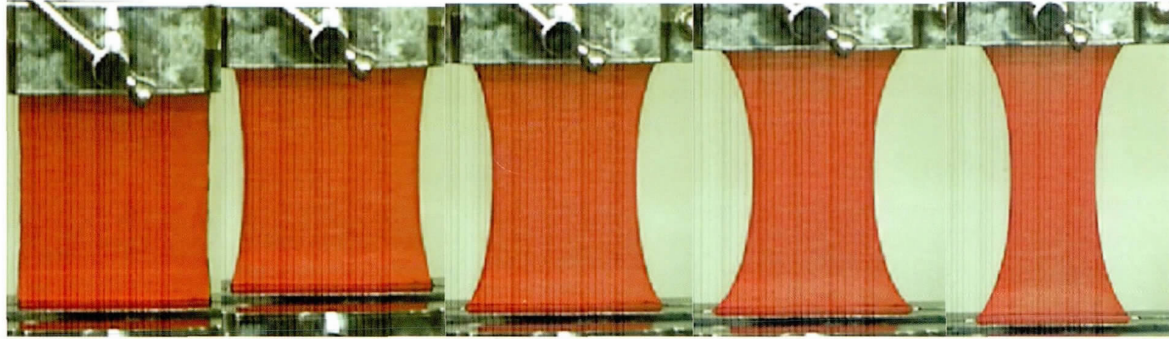


图 3 针织物拉伸过程

Fig. 3 The tensile process of knitted fabrics

表 4 织物断裂强力

Tab. 4 Breaking strength of fabrics

织物编号	断裂强力/N
1	123.38
2	126.83
3	229.41
4	249.57
5	437.25
6	446.45
7	278.32
8	292.38

由表 4 可知,全聚纺针织物的拉伸断裂强力略小于紧密纺针织物。结合表 2 可知,由于全聚纺纱线的拉伸断裂强力略小于紧密纺针织物,因此由全聚纺纱线织造成的针织物强力也低于紧密纺针织物。

由表 5 可知,9.8 tex 全聚纺纱线在 40 s 时最大伸长为 167.88 mm,径向伸长变化率 L' 波动范围为 0.88 ~ 2.06 mm/s。紧密纺纱线最大伸长为 168.4 mm,径向伸长变化率 L' 波动范围为 0.97 ~ 2.14 mm/s; 11.7 tex 全聚纺纱线在 40 s 时最大伸长为 166.83 mm,径向伸长变化率 L' 波动范围为 0.75 ~ 2.43 mm/s。

表 5 织物径向长度及变化率

Tab. 5 Radial length and stretch change rate of fabrics

织物编号	径向及变化率	T/s								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	L/mm	100	104.38	113.38	123.68	133.15	141.37	151.37	159.75	167.88
	$L'/(mm \cdot s^{-1})$	—	0.88	1.88	2.06	1.89	1.64	2.00	1.67	1.63
2	L/mm	100	105.75	116.01	125.52	134.30	142.21	152.87	163.55	168.40
	$L'/(mm \cdot s^{-1})$	—	1.15	2.05	1.90	1.76	1.59	2.13	2.14	0.97
3	L/mm	100	103.74	113.95	121.64	128.56	140.70	148.50	157.78	166.83
	$L'/(mm \cdot s^{-1})$	—	0.75	2.04	1.54	1.38	2.43	1.56	1.86	1.81
4	L/mm	100	103.85	111.55	120.88	127.43	138.26	147.56	155.38	167.42
	$L'/(mm \cdot s^{-1})$	—	0.77	1.54	1.87	1.31	2.17	1.86	1.56	2.41
5	L/mm	100	107.50	115.59	124.34	134.10	142.09	151.96	161.33	171.75
	$L'/(mm \cdot s^{-1})$	—	1.50	1.68	1.75	1.95	1.60	1.97	1.87	2.08
6	L/mm	100	107.65	116.05	124.65	133.80	143.10	152.25	162.40	172.35
	$L'/(mm \cdot s^{-1})$	—	1.53	1.68	1.72	1.83	1.86	1.83	2.03	1.99
7	L/mm	100	104.32	113.28	123.24	132.86	139.62	147.05	158.72	166.23
	$L'/(mm \cdot s^{-1})$	—	0.86	1.79	1.99	1.92	1.35	1.49	2.33	1.50
8	L/mm	100	106.96	115.81	124.97	133.16	141.92	149.50	160.62	168.48
	$L'/(mm \cdot s^{-1})$	—	1.39	1.77	1.83	1.64	1.75	1.52	2.22	1.57

紧密纺纱线最大伸长为 167.42 mm, 径向伸长变化率 L' 波动范围为 0.77 ~ 2.41 mm/s; 21.0 tex 全聚纺纱线在 40 s 时最大伸长为 171.75 mm, 径向伸长变化率 L' 波动范围为 1.50 ~ 2.08 mm/s。紧密纺纱线最大伸长为 172.35 mm, 径向伸长变化率 L' 波动范围为 1.53 ~ 2.03 mm/s; 24.6 tex 全聚纺纱线在 40 s 时最大伸长为 166.23 mm, 径向伸长变化率 L' 波动范围为 0.86 ~ 2.33 mm/s。紧密纺纱线最大伸长为 168.48 mm, 径向伸长变化率 L' 波动范围为 1.39 ~ 2.22 mm/s。由此可见, 相同原料和线密度的紧密纺针织物在拉伸过程中, 最大拉伸长度略大于全聚纺针织物, 但变化率波动范围小。对于四罗拉网格圈紧密纺而言, 牵伸区后的吸风装置在集聚纤维束时可以减小输出前罗拉时的须条宽度, 从而减小加捻三角区, 使纤维内外转移变小。但是全聚纺因为纤维从前钳口进入集聚区时, 由于负压作用纤维会平行向纱体中间集聚, 使牵伸区输出的纤维排列结构得以保持, 并在集聚区内得到良好的集聚效果。由于集聚过程会一直延续到阻捻钳口下, 所以纤维在加捻成纱前穿插纠缠较少, 内外转移相比于紧密纺要小。因此, 在拉伸过程中四罗拉网格圈紧密纺针织物由于纤维内外转移系数较全聚纺高, 拉伸过程中纤维易纠缠在一起, 使紧密纺针织物的拉伸长度较长, 变化率波动范围更稳定。结合织物断裂强度可知, 紧密纺针织物的拉伸性能要比全聚纺针织物好。

5 结论

1) 通过对上述两种不同纺纱方式的纱线性能和由其织制成的针织物性能进行测试分析可以得到: 织物受到纱线条干和毛羽影响, 由于全聚纺纱线条干均匀度高, 并且能大量保留有益毛羽, 使全聚纺针织物的硬挺度、柔软度和光滑度要好于四罗拉网格圈紧密纺针织物; 但是因为四罗拉网格圈紧密纺纱线毛羽少, 纱线之间空隙大, 使由其制成的针织物折皱回复性能要优于全聚纺针织物。另外, 得益于硬挺度较小, 四罗拉网格圈紧密纺针织物的悬垂性能也较为优异; 由于一款织物的相对手感值由多种因素共同决定, 所以在这里全聚纺针织物和四罗拉网格圈紧密纺针织物相对手感值之间差异性不大。

2) 由于四罗拉网格圈紧密纺内外转移系数比全聚纺高, 拉伸过程中纤维容易纠缠在一起, 使四罗拉网格圈紧密纺针织物的拉伸长度较长, 织物稳定性更好。拉伸性能相较于全聚纺针织物也更好。

参考文献:

- [1] 张玉, 谢春萍, 陆如. 全聚纺涤棉混纺纱内纤维的径向分布 [J]. 纺织学报, 2014, 35(12): 52-56.
ZHANG Yu, XIE Chunping, LU Ru. Analyses on fiber radial distributions of polyester/cotton blended yarn in complete condensing spinning [J]. Journal of Textile Research, 2014, 35(12): 52-56.
- [2] 谢春萍, 高卫东, 刘新金, 等. 一种新型窄槽式负压空心罗拉全聚纺系统 [J]. 纺织学报, 2013, 34(6): 137-141.
XIE Chunping, GAO Weidong, LIU Xinjin, et al. Novel complete condensing spinning system with strip groove structure [J]. Journal of Textile Research, 2013, 34(6): 137-141.
- [3] 刘林兵, 高卫东, 谢春萍. 紧密纺纱系统的分类及性能特点 [J]. 棉纺织技术, 2005, 33(6): 325-328.
LIU Linbing, GAO Weidong, XIE Chunping. Assortment and performance speciality of compact spinning system [J]. Cotton Textile Technology, 2005, 33(6): 325-328.
- [4] 杨敏, 谢春萍, 刘新金. 集聚纺纱线结构对成纱质量的影响 [J]. 纺织学报, 2015, 36(8): 28-32.
YANG Min, XIE Chunping, LIU Xinjin. Influence of compact spun yarns structure on yarn quality [J]. Journal of Textile Research, 2015, 36(8): 28-32.
- [5] 杨士奎. 四罗拉网格圈型紧密纺关键技术的研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2010: 4-5.
YANG Shikui. Study on Four Roller Compact Spinning Grid Ring Key Technology [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2010: 4-5.
- [6] 赵超, 刘新金, 王广斌. 全聚纺针织物服用性能测试分析 [J]. 丝绸, 2017, 54(3): 39-43.
ZHAO Chao, LIU Xinjin, WANG Guangbin. Test and analysis of wearability of complete condensing spinning knitted fabrics [J]. Journal of Silk, 2017, 54(3): 39-43.
- [7] 潘宁. 一套用于织物感官性能评价的新型测量仪器系统 [J]. 纺织导报, 2012(3): 101-104.
PAN Ning. A new instrument for evaluating fabric performance related to human sensory perception-principles and applications [J]. China Textile Leader, 2012(3): 101-104.
- [8] 于伟东. 纺织材料学 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 2006: 343-359.
YU Weidong. Textile Material Science [M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2006: 343-359.
- [9] 屠吉利, 刘今强. 基于 PhabrOmeter 的毛巾织物手感风格评价 [J]. 纺织学报, 2013, 34(8): 48-51.
TU Jili, LIU Jinqiang. Evaluation of hand for terry towels based on PhabrOmeter [J]. Journal of Textile Research, 2013, 34(8): 48-51.
- [10] 马芹, 刘学锋. 紧密纺织物服用性能测试与分析 [J]. 纺织学报, 2011, 32(3): 67-69.
MA Qin, LIU Xuefeng. Test and analysis of serviceability of compact-spun-yarn fabrics [J]. Journal of Textile Research, 2011, 32(3): 67-69.