

高支高保形衬衫面料的开发及其性能

魏艳红^{1,2}, 刘新金^{*1}, 谢春萍¹, 苏旭中¹, 张钟唏²

(1. 江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏无锡214122; 2. 南通纺织控股集团纺织染有限公司, 江苏南通226007)

摘要:为了改善高支衬衫面料的抗皱性,通过改变纺纱方式与优选组织,开发了一种高支高保形衬衫面料。利用JC 7.3 tex 纯棉纱、JC/PET 7.3 tex (0.88 tex) 包芯纱、JC/PET 7.3 tex (1.11 tex) 包芯纱3种纱线采用不同的组织开发了4种面料,并对这4种织物的保形性(折皱回复性、尺寸稳定性、平整性、刚柔性、悬垂性)、抗变形性(拉伸弹性)、舒适性(透气性、透湿性)等进行了系统的测试与分析。结果表明:2/2斜纹组织的抗皱性、透气性比平纹组织好;JC/PET包芯纱条干、拉伸弹性回复性好,用其开发衬衫面料,可以明显改善面料的折皱回复性、尺寸稳定性、平整度。PET长丝的初始模量越高、拉伸弹性回复性越好,其织物的抗皱效果越好。

关键词:高保形性;高支;挺括;折皱回复性;斜纹组织

中图分类号:TS 116 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2019)06-0471-06

Development and Performance Research of High-Count and High-Shape Retention Shirt Fabric

WEI Yanhong^{1,2}, LIU Xinjin^{*1}, XIE Chunping¹, SU Xuzhong¹, ZHANG Zhongxi²

(1. Key Laboratory of Eco-Textile, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Nantong Textile Holding Group Textile Dyeing Co., Ltd., Nantong 226007, China)

Abstract: In order to improve the wrinkle resistance of high-count shirt fabrics, in this paper, the high-count and high-shape retention shirt fabric was developed by changing the spinning method and the preferring weave structure. Four fabrics with different weaves were developed use JC 7.3 tex pure cotton yarn, JC/PET 7.3 tex (0.88 tex) core-spun yarn, JC/PET 7.3 tex (1.11 tex) core-spun yarn. The shape preservation, deformation resistance and comfort of these four kinds of fabrics were tested and analyzed on the basis of a series of testing indices including wrinkle recovery, dimensional stability, smoothness, rigid flexibility, draping property, tensile elasticity, air permeability and moisture penetrability. The results show that the 2/2 twill weave has better wrinkle resistance and air permeability than the plain weave. JC/PET core-spun yarn has good evenness and elastic recovery which can significantly improve the wrinkle recovery, dimensional stability and flatness of the developed shirt fabrics. The higher initial modulus of PET filament can contribute to the better the elastic recovery and the better wrinkle resistance of the fabric.

Key words: high shape retention, high-count, stiff, wrinkle recovery, twill weave

纯棉衬衫面料因其具有良好的吸湿、透气性,穿着舒适、柔软,深受广大消费者青睐,成为男士商务必备的衣物,但它易起皱、不挺括,尺寸稳定性

差,严重影响服装的外观,特别是高支纯棉衬衫^[1-2]。为了赋予高支衬衫面料良好的洗可穿性能,常需对其进行免烫整理,但是免烫整理后会

收稿日期:2019-03-20; 修订日期:2019-06-12.

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFB0309200);江苏省研究生科研与实践创新计划项目(SJCX18 0623);江苏省“双创计划”科技副总项目(FZ20180497);江苏省产学研合作项目(BY2018185);江苏省先进纺织工程技术中心基金项目(XJFZ/2018/09)。

作者简介:魏艳红(1987—),女,硕士研究生。

***通信作者:**刘新金(1984—),男,副教授,硕士生导师。主要研究方向为纺纱新技术。Email:liuxinjin2006@163.com

织物的物理机械性能下降,如织物变得脆弱、弹性差等^[3],同时可能留下有害化学物质,不利于人们的身体健康^[4]。按照欧美的惯例,高档衬衫面料应不使用或少用免烫技术整理^[5]。因此,通过改变纺纱方式、优选组织结构,使织物的折皱回复性达到免烫效果,继而开发一种高支高保形衬衫面料很有必要。

利用精梳棉、PET 长丝生产的 3 种纱线分别是 JC 7.3 tex 纯棉纱、JC/PET 7.3 tex (0.88 tex) 包芯纱、JC/PET 7.3 tex (1.11 tex) 包芯纱。其中 7.3 tex 为纱线的线密度,0.88,1.11 tex 为 PET 长丝的线密度。将这 3 种纱线按照不同的组织开发了 4 种衬衫面料,通过对比面料的保形性、抗变形性、舒适性,确定综合性能最优的一种织物,为高支高保形衬衫面料开发作实践基础。

1 材料与测试方法

1.1 原料与仪器

1.1.1 原料 PET 长丝,江苏恒科新材料有限公司

表 2 PET 长丝与纱线的拉伸弹性

Tab. 2 Tensile elasticity of PET filaments and yarns

名 称	规 格	急弹性变形/%		塑形变形/%		缓弹性变形/%		弹性恢复率/%	
		1 次	5 次	1 次	5 次	1 次	5 次	1 次	5 次
长丝 A	0.88 tex	13.92	14.16	63.68	66.72	22.40	19.12	36.32	33.28
长丝 B	1.11 tex	21.12	19.36	49.68	56.40	29.20	24.24	50.32	43.60
纱线 a	JC 7.3 tex	22.16	20.56	59.04	65.20	18.80	14.24	40.96	34.80
纱线 b	JC/PET 7.3 tex(0.88 tex)包芯	24.48	23.28	54.08	60.72	21.44	16.00	45.92	39.28
纱线 c	JC/PET 7.3 tex(1.11 tex)包芯	24.72	24.16	52.72	58.40	22.56	17.44	47.28	41.60

表 3 纱线性能

Tab. 3 Yarn performances

纱线 编号	捻度/ (捻/dm)	强度/ (cN/tex)	伸长 率/%	初始模量 (cN/tex)	条干 CV/%	H	- 50% 细节/ (个/km)	+ 50% 粗节/ (个/km)	+ 200% 棉结/ (个/km)	≥3mm 毛羽/ (根/m)
a	170.45	22.0	6.78	236.11	13.79	2.58	10	45	70	0.63
b	168.54	22.5	6.94	260.31	13.07	2.50	0	30	60	0.49
c	172.95	22.5	7.39	249.01	12.29	2.45	0	25	55	0.39

1.1.2 仪器 YS305 浆纱机,GA193-300 型全自动单纱整经机,SGA598 型全自动箭杆织样机,均由江阴通源纺机有限公司制造;YMPO-01A 立式气压电动小轧车,莱州元茂仪器有限公司制造;YG(B)541E 型智能式织物折皱弹性仪,YG(B)026ET 电子织物强力机,均由温州大荣纺织仪器有限公司制造;YG701E-Ⅲ型全自动织物缩水率试验机,宁波大禾仪器有限公司制造;PhabrOmeter 3 织物手感评价

生产,其主要规格与性能见表 1。纤维较粗时,刚性大,不易产生变形,因此长丝 B 的初始模量比长丝 A 大。表 2 为 PET 长丝与纱线的拉伸弹性。表 2 中长丝 B 的急弹性变形比例、拉伸弹性回复率比长丝 A 大;3 种纱线急弹性变形比例、拉伸弹性回复率的大小顺序为纱线 c > 纱线 b > 纱线 a。急弹性变形比例、拉伸弹性回复率大,则变形回复能力强,其织物的抗皱性好。

表 3 为纱线的性能。由表 3 可以看出,JC/PET 包芯纱的条干、粗细节、毛羽(尤其 3 mm 及以上毛羽)均比纯棉纱好。

表 1 PET 长丝的性能

Tab. 1 The properties of PET filament

长丝 编号	线密 度/tex	喷丝 孔/个	断裂伸长 率/%	断裂强度/ (cN/tex)	初始模量/ (cN/tex)
A	0.88	6	17.02	30.0	658.44
B	1.11	6	20.13	30.8	689.40

系统测试仪,美国欣赛宝科技公司制造;YG811 型织物动态悬垂性风格仪器,YG 461E-Ⅲ全自动透气量仪,YG601N-Ⅱ型电脑式织物透湿仪,均由宁波纺织仪器厂制造。

1.2 织物的设计及织造

织物紧度影响织物的折皱回复性,当紧度太大纱线之间摩擦力与束缚力增加,且纱线间的切向滑动阻力增大,纱线不易做相对移动,织物的折皱不

易回复。实验中,织物的经纬密等组织结构参考中恒太耀纺织科技有限公司的衬衫面料设计,具体组

织结构见表 4。织造流程为:浆纱→整经→穿纵→穿扣→织造→退浆→熨烫平整。

表 4 织物的组织结构

Tab. 4 Fabric weave structure

织物编号	纱线品种		组 织	厚度/mm	面密度/ (g/m ²)	经纬密/(根/dm)	
	经纱	纬纱				经密	纬密
1 [#]	纱线 a	纱线 a	2/2 左斜	0.24	0.919	708	472
2 [#]	纱线 b	纱线 b	2/2 左斜	0.24	0.977	708	472
3 [#]	纱线 c	纱线 c	2/2 左斜	0.25	0.982	708	472
4 [#]	纱线 b	纱线 b	平纹	0.24	0.972	708	472

高支高密织物一般生产难度比较大,高支纱单纱强力低,对原纱质量要求高,整经与织造时断头率高,因此需要有合适的上浆率,应选择流动性好、粘附性强、热黏度稳定的高浓低黏浆料^[6]。浆纱速度 54 m/min,烘房温度 61 ℃,采用两进、两出重上浆。浆料配方:PR-Su 3.7 kg,CP-L 3.7 kg,变性淀粉 3.7 kg,KT 0.6 kg,YL 0.1 kg。采用质量浓度为 10 g/L 的碱退浆,并加入质量浓度为 2 g/L 的渗透剂,退浆温度 80 ~ 85 ℃,退浆时间 1.5 h,然后用 60 ℃ 热水清洗,最后用冷水充分水洗。

1.3 织物的保形性测试

1.3.1 折痕回复性 按 GB/T 3819—1997,采用智能式织物折皱弹性仪,测试织物的急弹性回复角与缓弹性回复角。每种试样经纬向各取 5 块,试样尺寸为 40 mm × 15 mm,压力负荷为 10 cN,加压时间 5 min。为了防止测试过程中试样有粘附现象,影响测量结果,在两翼之间离折痕线 2 mm 处放置一张厚度小于 0.02 mm 的纸片或塑料薄膜。

1.3.2 尺寸稳定性 参照 GB/T 8629—2017,利用全自动织物缩水率实验机,选择 4N 程序,对织物洗涤,干燥后测试织物的尺寸变化率。

1.3.3 平挺性 参照美国标准 AATCC 124—2014,对织物进行 5 次洗涤,采用摊平晾干法干燥,对照 AATCC 三维平整度模板,按最接近的外观平整度定级。

1.3.4 织物风格(刚性) 参照美国标准 AATCC 202—2014,利用织物手感评价系统测试仪,测试织物的折皱回复率、硬挺度、柔软度、光滑度。试样剪成直径为 100 cm 圆形。

1.3.5 悬垂性 按 GB/T 23329—2009,利用织物动态悬垂性风格仪分别测试织物的静态悬垂性与动态悬垂性,用悬垂系数表示。试样剪成直径为 240 mm 的圆形,且在中心开一个直径为 4 mm 的小

孔。测试动态悬垂时,工作台旋转速度为 60 r/min。

1.4 织物的抗变形性测试

参照 FZ/T 01034—2008,采用电子织物强力机,测试织物的 1 次 5 % 定伸长与 5 次反复拉伸弹性回复率。隔距长度 200 mm,拉伸速度 20 mm/min,预加张力 2 N,伸长时间 1 min,回复时间 3 min。

1.5 织物的舒适性测试

1.5.1 透气性 依据 GB/T 5453—1997,利用全自动透气量仪测试织物的透气率。实验面积为 20 cm²,采用 100 Pa 压力差,每块试样测试 10 次,结果取其平均值。

1.5.2 透湿性 依据 GB/T 12704.1—2009,采用电脑式织物透湿仪测试织物的透湿量。每种试样剪取直径为 70 mm 的圆形试样 3 块,实验条件为温度 (38 ± 2) ℃,相对湿度 (90 ± 2) %。

2 结果与分析

2.1 织物的保形性测试

2.1.1 折皱回复性 织物折皱回复性如图 1 所示。由图 1 可知,在相同的组织下,JC/PET 包芯纱织物的折皱回复性比 1[#]纯棉织物好,且 3[#]织物比 2[#]织物好。PET 长丝具有优良的弹性,与纯棉纱相比,JC/PET 包芯纱的急弹性变形比例、弹性回复率较大,其织物具有起皱后在极短的时间内快速回复的特性。同时 JC/PET 包芯纱的毛羽较少,表面光洁,织物纱线间的摩擦系数相对较小,其织物起皱后更易回复。斜纹与平纹组织相比,平纹组织的交织点多,当外力释放后,织物中纱线不易移动,从而较难回复到原来的状态;2/2 斜纹组织浮长线相对长,组织交织点少且不集中,织物中纱线可移动范围大,织物的抗皱性较好^[6],因此 2[#]与 4[#]织物相比,2[#]织物的折皱回复性好。

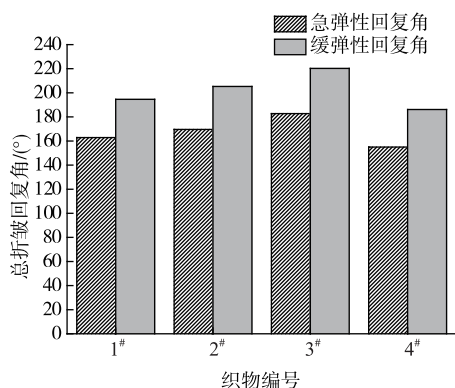


图1 织物的折皱回复性

Fig. 1 Fabric wrinkle recovery

2.1.2 尺寸稳定性 织物的尺寸稳定性见表5。4种织物共同的特点是:经向缩水率大于纬向,并且1#纯棉织物的缩水率最大。纤维的吸湿性是影响织物缩水性的主要因素之一,棉纤维的吸湿性好,纤维吸湿膨胀率大,而PET长丝的实际回潮率为0.48%,几乎不吸湿,因此PET长丝的加入可以明显提高织物的尺寸稳定性。文中4种织物经向紧度均大于纬向,纬纱间空隙大,织物落水后纬纱之间有一定的余地可供其吸湿膨胀,因此纬纱直径明显增加,迫使经纱更加屈曲,故经向缩水率较纬向大。

表5 织物的尺寸稳定性
Tab. 5 Fabric dimensional stability

编 号	缩水率/%	
	经向	纬向
1#	-2.50	-2.39
2#	-1.54	-1.19
3#	-1.07	-0.63
4#	-1.54	-0.61

2.1.3 平挺性 4种织物的平整度等级如图2所示。由图2可知1#纯棉织物1.5级、2#JC/PET 7.3 tex(0.88tex)包芯纱织物2.5级、3#JC/PET 7.3 tex(1.11tex)包芯纱织物3级、4#JC/PET 7.3 tex(0.88tex)包芯纱织物1.5级。织物的平挺性与纤维的吸湿性、织物在湿态下的折皱回复性以及织物的缩水率密切相关,PET长丝吸湿性小,湿态下的折皱回复性好。表1和表2测试数据显示涤纶的初始模量、弹性回复率高,且湿态时几乎与干态相同,因此PET长丝的加入使其织物平挺性、免烫性能好^[7]。织物的组织影响其折皱回复性,从而影响织物的平挺性,2/2斜纹组织交织点少,浮长线长,因此,2#与4#织物相比2#织物采用2/2斜纹组织,平整度等级更高。

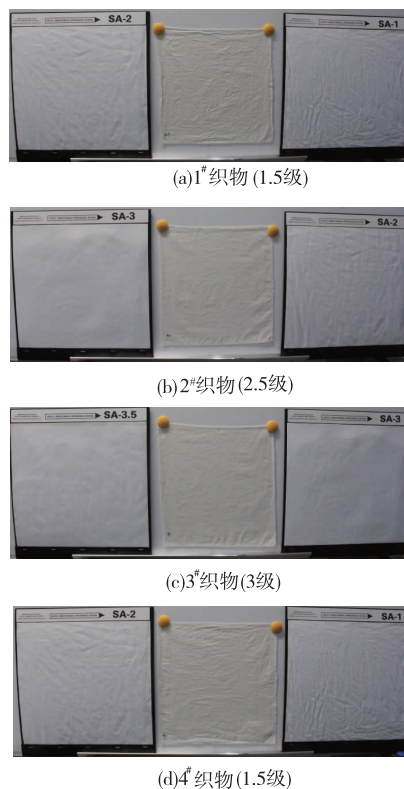


图2 织物的平整度等级

Fig. 2 Smoothness appearance levels of fabrics

2.1.4 织物风格(刚柔性) 织物的手感风格见表6。织物的刚柔性包括硬挺度和柔软度,纤维的初始模量是影响织物刚柔性的决定因素。初始模量大则纤维在小负荷作用下不易变形,其织物挺括。PET长丝具有较高的初始模量,因此JC/PET包芯织物的硬挺度比1#纯棉织物高。

表6 织物的手感风格
Tab. 6 Handle characteristics of fabrics

编 号	硬挺度	柔软度	光滑	折皱回复率/%
1#	17.76	78.70	76.70	60.27
2#	19.83	74.02	79.18	66.16
3#	19.70	74.05	78.46	66.42
4#	19.37	76.45	83.94	61.08

折皱回复率是表征抗皱性的主要指标之一。表6中4种织物折皱回复率的大小为

$$3^{\#} > 2^{\#} > 4^{\#} > 1^{\#}$$

2.1.5 悬垂性 悬垂性表征了织物在重力作用下悬垂、飘扬、变形的特征^[8],根据使用状态可以分为静态悬垂性与动态悬垂性。织物的悬垂性常用悬垂系数 F 表示^[9],即

$$F = \frac{A_F - A_d}{A_D - A_d} \quad (1)$$

式中: A_D 为试样的初始面积; A_F 为试样的悬垂投影面积; A_d 为小圆盘面积。

试样的原面积一定,悬垂投影面积越小,悬垂

系数 F 越小,则试样的悬垂性越好。

由表 7 织物的静、动态悬垂系数及图 3 织物的静态与动态悬垂效果显示,JC/PET 包芯纱织物的悬垂性明显没有 1[#]纯棉织物好。纤维的刚柔性是影响织物悬垂性的主要因素之一,PET 长丝的初始模量大,因此 PET 长丝的加入使织物的刚性增大,挺括性变好,但悬垂性变差。

表 7 织物的悬垂性

Tab. 7 Drapability of fabric

织物编号	静态悬垂系数/%	动态悬垂系数/%
1 [#]	41.07	47.56
2 [#]	47.32	52.20
3 [#]	47.51	53.40
4 [#]	49.84	55.68

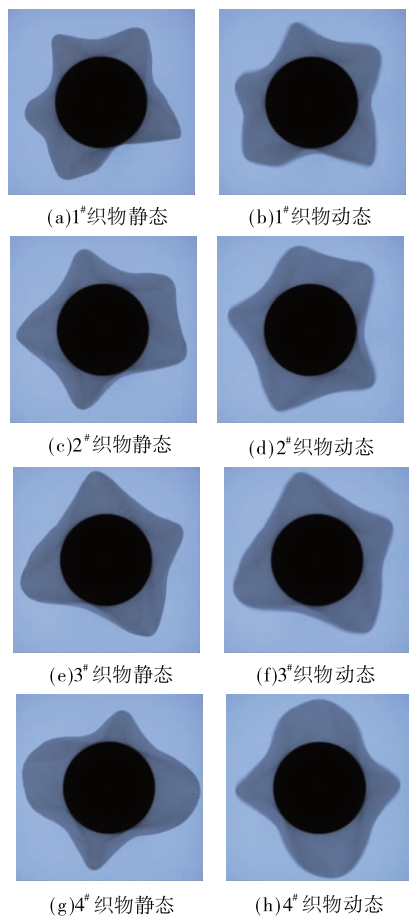


图 3 织物的静态与动态悬垂效果

Fig. 3 Static and dynamic drape effect of fabric

2.2 织物的抗变形性

织物的 1 次 5% 定伸长与 5 次反复拉伸弹性回复率见表 8。由表 8 可以看出,2[#],3[#],4[#]JC/PET 包芯纱织物的拉伸弹性回复率明显大于 1[#]纯棉织物,并且 3[#] > 2[#],4[#] > 2[#]。因为,PET 长丝具有较好的拉伸弹性回复性,并且由表 2 可知长丝 B 的拉伸弹性

回复率比长丝 A 高。此外,平纹组织交织点多,结构紧密,故织物不易发生变形。

表 8 5% 定伸长拉伸弹性回复率

Tab. 8 5% fixed elongation tensile resilience rate

织物编号	经向弹性回复率/%		纬向弹性回复率/%	
	1 次	5 次	1 次	5 次
1 [#]	77.96	70.04	63.39	52.78
2 [#]	80.96	70.87	69.74	57.19
3 [#]	81.04	72.66	74.76	61.60
4 [#]	84.39	75.35	74.08	61.37

2.3 织物的舒适性

2.3.1 透气性 4 种织物的透气率如图 4 所示。织物的透气性受纤维材料、覆盖紧度(即纱线间的空隙大小与多少)、组织结构、厚度的影响^[10]。由图 4 可以看出 1[#]纯棉织物的透气性最好,PET 芯丝的加入在一定程度上影响织物的透气性,并且芯丝含量越高,透气性越差,尤其采用平纹组织时透气性更差,如 4[#]织物。一般异形截面纤维织物比圆形截面织物的透气性好,且天然纤维比合成纤维的透气性好,因此棉纤维织物的透气性比涤纶织物好。平纹组织的交织点多,纤维束缚的比较紧密,纱线间的孔隙较小,故透气性差;2/2 斜纹组织浮长线长,交织点少,故透气性较好。为了提高面料的舒适性,当使用 JC/PET 包芯纱生产衬衫面料时,建议采用斜纹组织,既可以提高织物的保形性,又可以改善织物的舒适性。

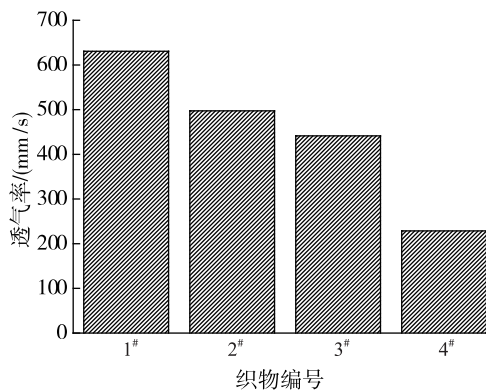


图 4 织物的透气性

Fig. 4 Air permeability of fabrics

2.3.2 透湿性 图 5 为织物的透湿性。由图 5 可以看出,4 种织物的透湿性差异不大。一般吸湿性好的纤维其织物的透湿性也好,天然棉纤维的吸湿性一般比合成纤维好。虽然 2[#],3[#],4[#]织物中含有 PET 长丝,但有吸湿性较好的棉纤维包覆在 PET 的外表面,有利于吸湿,因此与 1[#]纯棉织物相比其吸湿性差异不明显。

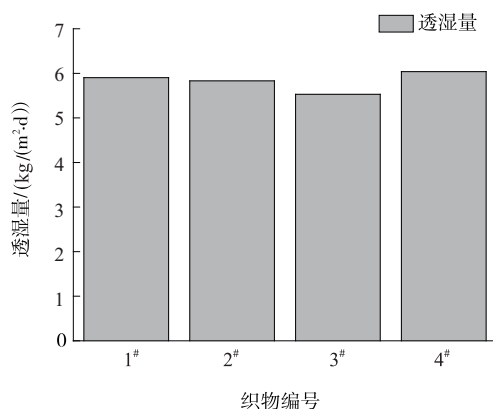


图5 织物的透湿性

Fig. 5 Moisture permeability of fabrics

3 结 语

1)在相同的组织下,JC/PET包芯纱织物比纯棉织物的折皱回复性、尺寸稳定性、平挺性、拉伸弹性回复性好,且PET长丝的初始模量越大、拉伸弹性回复性越好,其织物的保形性、抗变形性越好。

2)使用相同的纱线开发织物时,2/2斜纹组织比平纹组织的抗皱性、透气性好。为了提高织物的保形性而又不影响织物的舒适性,当用JC/PET包芯纱开发衬衫面料时,建议选用2/2斜纹组织。

3)2/2斜纹组织的3#JC/PET 7.3 tex(1.11tex)包芯纱织物,面料挺括,折皱回复性、尺寸稳定性、免烫性最好,平整度等级可以达到3级。

4)据GB/T 18863—2002规定,具有基本免烫功能的纺织品,洗涤干燥后外观平整度 ≥ 3.5 级,水洗尺寸变化率 $-3\% \sim 3\%$ 。因此,文中在不使用化学整理剂的情况下,通过改变纺纱方式与优选组织,达到了提高织物折皱回复性的目的,且免烫等级接近免烫纺织品。

参考文献:

- [1] 韦玉辉,苏兆伟,卢华山,等.男衬衫烘后外观平整度的影响因素[J].毛纺科技,2019,47(1):51-55.
WEI Yuhui, SU Zhaowei, LU Huashan, et al. Study on the influence factors of smoothness appearance of men's shirts after drying[J]. Wool Textile Journal, 2019, 47(1): 51-55. (in Chinese)
- [2] 胡雪敏,张朔.纯棉织物超级免烫整理工艺研究[J].针织工业,2017(9):47-50.
HU Xuemin, ZHANG Shuo. Research on process of super

ironing free finishing[J]. Knitting Industries, 2017(9):47-50. (in Chinese)

- [3] 姚金龙,顾义师.纯棉织物的免烫整理工艺优化[J].印染,2016,42(8):38-40.
YAO Jinlong, GU Yishi. Optimization of non-iron finishing of cotton fabric[J]. Dyeing and Finishing, 2016, 42(8): 38-40. (in Chinese)
- [4] 颜东,邓继勇,汪南方,等.有机硅改性聚氨酯/丙烯酸酯共聚乳液对棉织物的抗皱整理[J].纺织学报,2018,39(1):89-93,110.
YAN Dong, DENG Jiyong, WANG Nanfang, et al. Anti-wrinkle finishing of organosilicone modified polyurethane/acrylate copolymer emulsion for cotton fabrics[J]. Journal of Textile Research, 2018, 39(1): 89-93, 110. (in Chinese)
- [5] 杨书会,王瑞.纯棉织物折皱回复角与其组织结构参数的关系[J].纺织学报,2017,38(4):46-49.
YANG Shuhui, WANG Rui. Relationship between pure cotton fabric's wrinkle recovery angle and its organizational structure parameters[J]. Journal of Textile Research, 2017, 38(4):46-49. (in Chinese)
- [6] 黄锦波,周志芳,朱锦华,等.纬纱和组织结构对交织面料折皱回复性能的影响[J].丝绸,2014,51(4):6-9.
HUANG Jinbo, ZHOU Zhifang, ZHU Jinhua, et al. Influence of weft yarn and weave structure on wrinkle recovery property of interwoven fabrics[J]. Journal of Silk, 2014, 51(4): 6-9. (in Chinese)
- [7] 李竹君,朱江波.高支高密纯棉色织免烫衬衫面料的开发与生产[J].纺织导报,2016(12):36-38.
LI Zhujun, ZHU Jiangbo. The development and production of high-count and high-density pure cotton yarn-dyed iron-free shirting[J]. China Textile Leader, 2016(12):36-38. (in Chinese)
- [8] JEDDA H, GHITH A, SAKLI F. Prediction of fabric drape using the FASF system[J]. Journal of the Textile Institute, 2007, 98(3):219-225.
- [9] 陈彩云.仿丝绸处理对涤纶织物悬垂性的影响[J].丝绸,2018,55(9):15-20.
CHEN Caiyun. Influence of silk-like finishing on polyester fabric drapability[J]. Journal of Silk, 2018, 55(9): 15-20. (in Chinese)
- [10] 潘志娟,朱思敏,欧佩玉,等.PTT/绢丝混纺织物的风格及服用性能[J].纺织学报,2014,35(8):163-168.
PAN Zhijuan, ZHU Simin, OU Peiyu, et al. Style and wearing properties of PTT/spun silk blended fabrics[J]. Journal of Textile Research, 2014, 35(8): 163-168. (in Chinese)

(责任编辑:卢杰)