

基于靛蓝纱的色织面料设计及水洗性能对比

王建萍¹, 郝 赞¹, 朱晶晶¹, 黄 芳²

(1. 东华大学 服装与艺术设计学院, 上海 200051; 2. 济达(上海)纺织品有限公司, 上海 200122)

摘 要:结合目前色织牛仔面料个性化、多样化的发展趋势,以水洗后整理为研究方向,将改进后的酵素漂洗工艺应用于面料的水洗后整理,开发出5款新型靛蓝色织面料,分析靛蓝色织面料水洗前后的性能变化规律及原理。结果表明,该新型靛蓝色织面料具有色彩丰富、组织结构多样、可水洗等优良特性,对企业新产品开发具有理论和实践性的指导意义。
关键词:靛蓝纱;工艺参数;水洗后整理;性能分析
中图分类号:TS 184.3 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2017)03-0189-06

Design of the Yarn Dyed Fabric Based on the Indigo Yarn and
Performance Pnalysis of Its Washing Properties

WANG Jianping¹, HAO Yun¹, ZHU Jingjing¹, HUANG Fang²

(1. Fashion and Design Institute, Donghua University, Shanghai 200051, China; 2. Giantextile (Shanghai) Co., Ltd, Shanghai 200122, China)

Abstract: According to the recent trend of individuation and diversification of yarn dyed denim fabric, the improved enzyme rinsing technology was used to fabric washing and finishing process, taking washing and finishing was the research direction. Five of new Indigo dyed-yarn fabrics were developed and the property changing rules and mechanisms were analyzed of the designed fabrics before and after the washing processed. The results showed that the designed fabrics were of rich color, complex structure and washable property. This study could provide theoretical and practical foundation for the new product design.
Key words: indigo dyed yarn, process parameters, washing finishing, performance analysis

色织牛仔面料是我国纺织行业中的传统面料,以小批量多品种而著称,且近几年国内外市场对色织牛仔布需求旺盛^[1]。后整理的染色工艺作为色织牛仔面料设计的关键技术^[2],其水洗的方式很大程度影响到色织牛仔面料的仿旧效果^[3]。
色织牛仔类面料的开发是基于牛仔纱的创新^[4],目前市面上出现的牛仔面料呈现多样化趋势,如新型的涂层色织牛仔布^[5],其水洗之后层次感强,花纹清晰,还能掩盖牛仔布表面的一些瑕疵;植绒色织牛仔布^[6],降低了现有牛仔布的厚度,提高其柔软度;一种亚麻棉弹力色织牛仔面料^[7],面料洗后纬向不褪色,且具有抗菌保健的作用。色织牛仔面料已经由品种的单一化向多元化、个性化、

时尚化方向转变,且更加注重面料的舒适性和功能性。将改进后的酵素漂洗工艺应用于靛蓝色织面料的水洗后整理,在一定程度上可以丰富牛仔及色织产品的种类,符合目前色织牛仔面料个性化、多样化的发展趋势。

1 基于靛蓝纱的织物设计实验

靛蓝色织面料的原理是指将色纱与靛蓝(INDIGO)纱线相结合设计,因其含有靛蓝纱的原因,后期通过水洗后整理可以达到牛仔的褪色泛旧效果。
1.1 织物规格的设计
在面料设计开发过程中,放样试织是检验设计的合理性及可实践性的重要环节。因色织面料的

生产工序较长,在面料放样时,工厂生产的最少放样量为 20 m,进行放样及规格设计,文中面料的幅宽均为 145/147 cm,选取 5 种不同组织的面料进行实验,面料的具体规格见表 1。

表 1 面料规格设计
Tab. 1 Design of the fabric specifications

编 号	面料组织	纱线规格/tex	经纬密度/(根/cm)	质量/g
1	平纹	N15 + C15 × N15 + C15	55 × 34	147
2	提花	N15 + C15 × N15 + C15	51 × 34	140
3	斜纹	N15 + C15 × N15 + C15	55 × 43	154
4	浮松透孔	N15 + C15 × N15 + C15	51 × 39	141
5	变化斜纹	N15 × C15	51 × 34	133

注:N 为靛蓝(INDIGO)染色纱线;C 为普通的活性染料染色纱线,纱线成分均为全棉。

1.2 织物的色彩设计

文中面料设计主要来源于靛蓝染色纱线的配合,所以面料的色彩设计主要采用以靛蓝为主色调,结合以色相为基础的色彩对比设计,采用富怡图艺设计系统织物效果进行模拟,面料设计模拟效果如图 1 所示。条格色织面料的设计,要考虑到色彩的空间混合效应,满足色纱配置的节奏平衡、渐变及调和等原则^[8];其次色纱或花式纱线的选择使用都会对织物外观产生影响,在对比色的应用设计中,要尽量使用亮度及纯度较低的对比色进行配合,对比色的色块面积配置尽可能选择不对称设计。

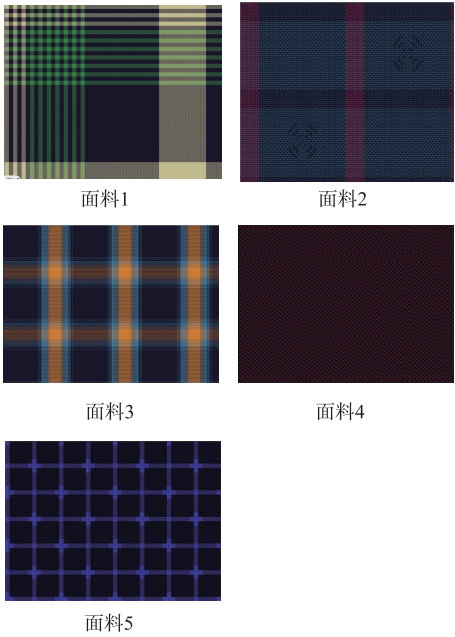


图 1 面料设计模拟

Fig. 1 Simulator diagram of the designed fabric

水洗对于牛仔产品而言已经成为必不可少的一项后整理工艺,而后整理的褪色效果主要来源于靛蓝纱。由于文中设计的面料色彩比普通牛仔面料丰富,所用纱线的线密度比普通牛仔面料的高,所以采取水洗比较缓和、对面料损伤较小、环保性

高的酵素水洗工艺对 5 款靛蓝色织面料进行水洗后整理。

2 酵素水洗实验

2.1 酵素水洗工艺

酵素洗又名酶洗,是一种生物水洗方式。纤维素酶可以在一定的 pH 值和温度下降解纤维,从而使靛蓝染料及部分纤维脱落,达到褪色及去除表面附着纤维的目的,从而使面料获得更加柔软的手感。与石磨洗相比,酵素洗后的面料外观更加细腻、手感更加柔软、悬垂性更好。少量的纤维素酶可以代替数千克的浮石,从而减少浮石对衣服的损伤、对机器的损耗以及洗涤过程中产生的沙尘。也可以将酵素洗与石磨洗进行组合应用^[8],如先用浮石再用酵素,可以得到比较细腻的花纹效果;若先用酵素后用浮石,得到的花纹比较粗狂。也可以二者同时应用,称为酵素石磨洗^[9]。

2.2 酵素水洗面料外观效果

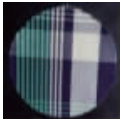
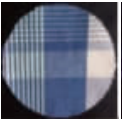
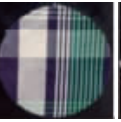
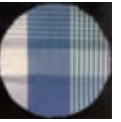




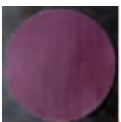

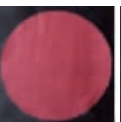

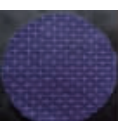
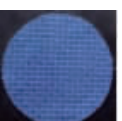
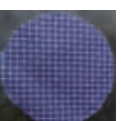





取表 1 中新开发的 5 款色织面料,在相同条件下进行酵素水洗,待完全烘干后,分别将水洗前后的样布放进温度为(21 ± 2) °C、相对湿度为 65% ± 5% 的实验室进行调温、调湿,48 h 后测试其物理性能。

酵素水洗工艺为:将洗涤液的温度控制在 55 °C 左右(纤维素酶具有高的活性),洗涤液中酵素粉及防染粉的质量浓度为 2 g/L,浴比 1:10;酵素漂洗处理 60 min,加入 Na₂CO₃ 调节溶液 pH 值,使水洗溶液维持在 pH = 6.5 ~ 7 的环境下;此后在温度为 80 °C 条件下灭活,15 min 后水洗、烘干^[10-11]。

纤维素酶的褪色机理是将纤维素酶解成葡萄糖单体,使附着在纤维素上的色素随纤维素的分解而脱落,最终达到面料褪色效果,靛蓝色织面料酵素水洗前后外观效果对比见表 2。

表2 靛蓝色织面料酵素水洗前后外观效果对比

Tab.2 Contrast of the indigo yarn-dyed fabrics' appearance before and after the enzyme washing process

面料	样布组织	正面		反面	
		洗前	洗后	洗前	洗后
1	平纹组织				
2	提花组织				
3	变化斜纹				
4	浮松组织				
5	斜纹组织				

由表2可以看出,面料经酵素水洗后,织物整体外观呈泛旧效果,表面褪色温和均匀,类似牛仔外观,赋予织物更加休闲的特性,同时不同的组织织物的正反面效果对比程度也不一致,如样布1、样布5的面料织物正反面没有明显区别,而样布2、样布3、样布4的正反面具有较明显的外观区别。这主要是由于复杂组织正反面的经纬纱浮线长度不同,哪个方向的纱线在织物表面的浮线长就主要显示哪种纱线的颜色。

3 酵素水洗对面料性能的影响

针对面料性能的影响,选取断裂强度、撕破强力、水洗前后织物规格、织物透气性、耐磨性5个方面进行性能测试。

3.1 仪器

YG(B)141D型数字式织物厚度仪,温州大隆纺织仪器有限公司制造;YG461E型织物透气性测试仪,温州际高检测仪器有限公司制造;Y571B型摩擦色牢度仪,宁波纺织仪器厂制造;Instron 3365万能材料试验机,理宝商贸上海有限公司制造。

3.2 测试方法

3.2.1 断裂强力测定 参照标准 GB/T3923.1—1997,评定依据 ASTM D5035—2011;撕破强力参照标准 GB/T3917.3—2009,评定依据 ASTM D1424—2009。采用梯形式试样进行测定,每个试样经向及纬向各测定5次后求取平均值。

3.2.2 水洗前后尺寸变化的测定 参照标准 GB/T23319.2—2009,评定依据 AATCC135-2012 1-IVA(i),水洗前在原面料上标记100 mm×100 mm规格的正方形,测试水洗后经纬向的尺寸变化。

3.2.3 织物厚度的测定 根据 GB/T 3820—1997《织物厚度的测定》,采用数字式织物厚度仪进行测定织物厚度;织物面密度的测定按照 GB/T4669—2008进行测量。

3.2.4 织物透气性的测定 参照 GB/T5453—1997《织物透气性的测定》,采用织物透气性测试仪测试织物的透气性,压力差设定为100 Pa,测试酵素水洗前后面料的透气量,经过测试校准参数,选用3号喷嘴进行实验。

3.2.5 耐摩擦色牢度测定 参照标准 GB/T3920—2008,评定依据 AATCC8—2013测定耐摩擦色牢度,使用摩擦色牢度仪分别测量干摩和湿摩,每次测量摩擦循环为10次,去除标准摩擦布上的多余纤维,在YG982C标准光源设备中选取D65光源,将摩擦布与GB/T251—2008评定沾色用灰色标准样卡进行对比评级。

3.3 面料水洗前后断裂强度及撕破强力对比

面料水洗前后断裂强度和撕破强度分别如图2和图3所示。由图2和图3可以看出,经酵素水洗后的5款靛蓝色织面料,其断裂强力和撕破强力均有不同程度的下降。由图2可以看出,样布4的经纬向断裂强力的下降程度均高于其他面料。由图3可以看出,水洗前后经向撕破强度均高于纬向;样布1的撕破强度下降幅度均小于其他面料。虽然5款面料经纬向撕破强力下降程度不一,但可以看出,水洗对组织最简单的平纹面料(样布1)影响最小,对复杂的斜纹面料(样布5)影响最大。

造成上述织物强力变化的原因主要有以下两种:

1)在机织物中,一般经纱密度大于纬纱密度,经向紧度大于纬向紧度,经纱捻系数大于纬纱捻系数,在酵素水洗后整理过程中,纤维素酶与纬纱的接触更充分,致使纬纱的纤维断裂比经纱大,所以

在水洗后,纬向的断裂强力及撕破强力的下降程度一般都比经纱的下降程度大;此外由于在同一块面料中一般经向的纱线品质高于纬向,所以经纱承受酶作用的能力更高,强力损失较低。

2) 纱线的断裂强力与面料的撕破强力成正比关系,所以一般面料在水洗及后整理后,都会由于纱线强力的下降而影响到织物的物理机械性能。

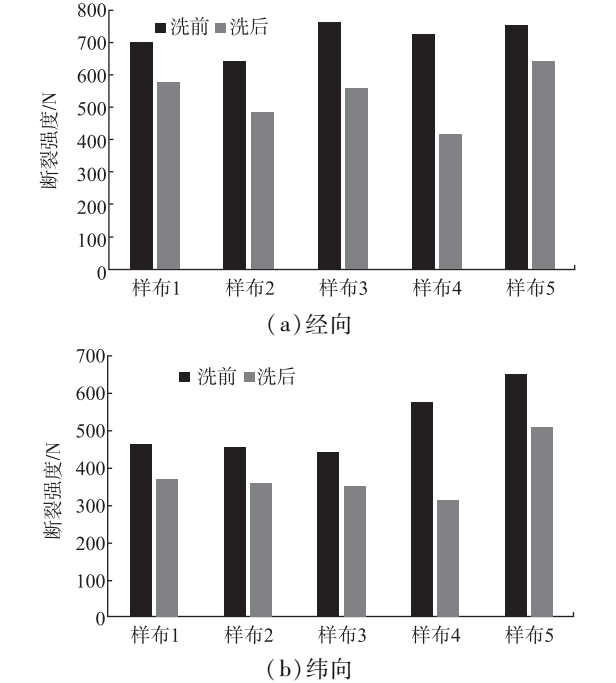
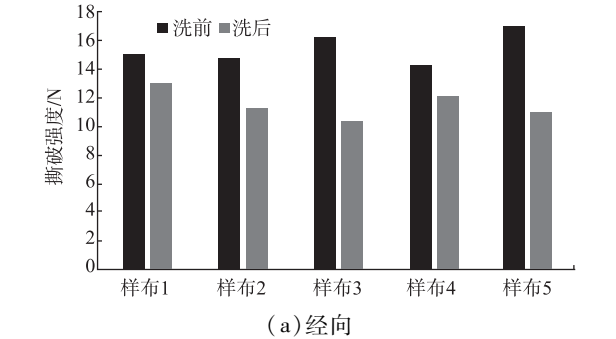


图 2 面料水洗前后断裂强度变化

Fig. 2 Fracture strength changes of fabric before and after washing



(b) 纬向

图 3 面料水洗前后撕破强度变化

Fig. 3 Tear strength changes of fabric before and after washing

3.4 面料水洗后后面密度、厚度、面料尺寸的变化

面料水洗后后面密度、厚度、尺寸变化数据见表 3。三者的变化折线如图 4 所示。由图 4 可以看出,织物厚度变化与面密度增加率变化规律基本一致。面料厚度的变化主要是在酵素水洗等后整理中受到外界机械力以及助剂的作用,如水洗后整理的机械设备对面料的摩擦和揉搓变形、纤维素酶的分解,纱线吸湿后截面的膨胀变粗等;此外,面料在织造过程中,经纬纱线在面料中呈现弯曲状,使织物残留有应力,残留应力在水洗过程中得到释放,导致纱线收缩,引起织物尺寸变化。

由于靛蓝色织面料的经纬纱线密度一般比较大,所以引起的尺寸变化相对更明显,纱线收缩紧密,单位面积上的纱线增多,质量增加。虽然在酵素水洗中,纤维素酶对纤维具有一定的分解作用,但是这种分解比较微观,远远小于单位面积纱线质量的影响程度,所以水洗后 5 款面料的面密度及面料厚度都有所增加。

此外,酵素水洗对靛蓝色织面料耐磨性能影响不大,样布 4 浮松类组织结构疏松,水洗后的局部经纬向收缩比例不等,致使表面产生较大的凹凸肌理,因此酵素水洗后的浮松组织面料总体尺寸变化明显大于其他面料。

表 3 面料水洗后后面密度、厚度、尺寸变化数据

Tab. 3 Weight, thickness, size data before and after washing

面料编号	样布 1	样布 2	样布 3	样布 4	样布 5
洗前面密度/(g/m ²)	147	140	133	141	154
洗后面密度/(g/m ²)	152	148	136	154	160
面密度增加率/%	3.40	4.28	2.20	9.21	3.80
洗前厚度/mm	0.264	0.280	0.305	0.349	0.309
洗后厚度/mm	0.331	0.366	0.343	0.574	0.371
增厚率/%	25.3	30.7	12.4	64.4	20
尺寸变化率/%	9.87	14.08	8.82	32.34	11.40

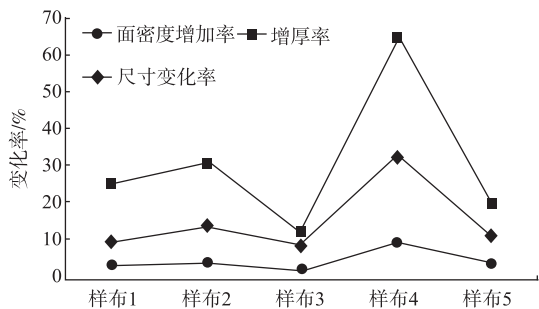


图 4 面料水洗后面密度、厚度、尺寸变化折线对比

Fig. 4 Weight, thickness, size data before and after washing

3.5 面料水洗前后透气率变化

面料的透气性是评价其舒适性的重要指标。面料水洗前后透气率变化如图 5 所示。由图 5 可以看出,经酵素水洗后的 5 块靛蓝色织面料透气率均有所降低,其中样布 4 的透气率下降幅度最低,这是因为样布 4 的组织结构疏松,使得其透气性能无论是在水洗前还是水洗后都优于其他 4 块组织面料。虽然样布 4 的尺寸变化率最大,但由图 5 可以看出其透气性能的下降率并不高,说明组织结构对透气率的影响程度很大。根据水洗前后尺寸变化率曲线可以看出,样布 2 和样布 5 组织结构的疏松程度相似,尺寸变化率高于样布 1 和样布 3,所以其透气性能的下降程度也是高于其他样布。

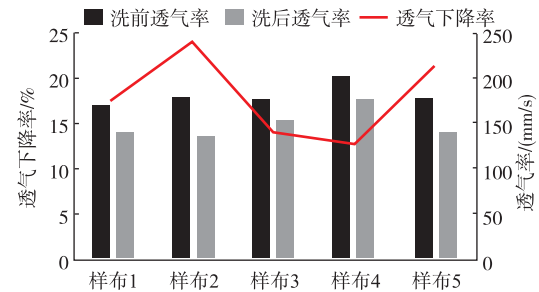


图 5 面料水洗前后透气率比较

Fig. 5 Permeability of the fabrics before and after washing

含靛蓝纱线的靛蓝色织面料在酵素水洗过程中,洗液中的纤维素酶会使纱线中的纤维素发生水解,面料表面的浮游纤维及绒毛也得以消除,织物手感变得柔软光滑;同时织物在织造时的残余应力在水洗过程中也得到释放,使得织物尺寸收缩,减小了纱线与纱线之间的间隙,织物变得更为紧密,导致透气率下降,但对比普通的牛仔面料,5 种靛蓝色织面料更轻薄,所以靛蓝色织面料的透气性能比厚重的牛仔面料要优良。

3.6 面料水洗前后耐摩擦色牢度的变化

纱线和面料的组织结构决定了织物表面光滑程度及耐摩擦性能,因此也会影响织物的耐摩擦色牢度评级,实验中 5 种靛蓝色织面料具有相同的纱线结构,不同的组织结构。5 种面料水洗前后耐摩擦色牢度比较见表 1,由表 4 可以看出,酵素水洗后的面料较水洗前摩擦色牢度均有不同程度的提高,因此酵素水洗工艺可以明显提高色织面料的耐摩擦性能,使之性能更为优良。

表 4 面料水洗前后耐摩擦色牢度比较

Tab. 4 Rubbing fastness data of the fabrics before and after washing

编 号	状 态	耐摩擦色牢度/级	
		干 磨	湿 磨
样布 1	水洗前	3 ~ 4	2 ~ 3
	水洗后	4 ~ 5	3 ~ 4
样布 2	水洗前	4	1 ~ 2
	水洗后	4 ~ 5	3 ~ 4
样布 3	水洗前	3 ~ 4	1 ~ 2
	水洗后	4 ~ 5	3
样布 4	水洗前	4	2
	水洗后	4 ~ 5	3
样布 5	水洗前	4	1 ~ 2
	水洗后	4 ~ 5	3

除此之外,在酵素水洗过程中,面料表面的纱线纤维在外界机械力的作用下不断断裂脱落,消除部分浮色,提高酵素水洗后面料的耐干摩擦色牢度。利用这种原理,在实际生产中,可以采用较低的捻度、疏松的纱线结构,提高其水洗效率,改善水洗后面料的耐干摩擦色牢度。由表 4 可以看出,水洗后的面料耐摩擦色牢度优于水洗前。另外,在湿摩擦性能上,纤维抱合力增强,加强了表面摩擦力,故其摩擦色牢度通常低于干态;同时,面料的组织也会对其色牢度产生影响,样布 2 和样布 4 分别为提花和浮松组织,水洗后织物表面凹凸感明显,从而减少了实验中标准布与所测面料的接触面,因此凹凸感强的织物与表面平滑的织物一样具有良好的耐摩擦色牢度。

另外,活性染料与纤维可以形成较稳定的共价键,使其染色纱线不论水洗前后,其耐摩擦色牢度都比较优良,这也是在测量靛蓝色织面料耐摩擦色牢度时,其标准样布上只有靛蓝色沾色的原因。

4 结 语

通过对 5 种不同面料的组织进行实验,得出结论如下:

1)通过色织成衣水洗的外观主观评价及对面料水洗前后性能变化的分析得出,靛蓝色织相比普通的牛仔具有多种优良的特性,如:色彩的丰富性、组织的多样性、后期水洗的可创造性更强,同时面料的品质感更高,轻薄程度更佳。

2)从组织、纱线、色彩及织物规格设计等角度全面探索了靛蓝色织面料的设计开发路径,并将改进后的酵素水洗工艺应用于靛蓝色织面料的水洗后整理,在一定程度上可以丰富牛仔及色织产品的种类,符合目前色织牛仔面料的发展趋势,对企业色织牛仔新品种的设计开发工作具有一定的指导意义,帮助企业节约开发成本,提高生产效率。

参考文献:

[1] 章友鹤,赵连英,陈璟. 牛仔面料发展的新动向[J]. 纺织导报,2016(2):52-54.
ZHANG Youhe,ZHAO Lianying,CHEN Jing. New developing trend of denim fabric[J]. China Textile Leader,2016 (2):52-54. (in Chinese)
[2] 姜青云,朱北娜. 色织与牛仔面料的技术提升及创新[J]. 纺织导报,2010(12):12-14.
JIANG Qingyun,ZHU Beina. Technology improvement and innovation for Yarn-dyed and denim fabrics [J]. China Textile Leater,2010(12):12-14. (in Chinese)
[3] 余刚,甘厚磊,田磊,等. 水洗处理对涂料色织牛仔布性能的影响[J]. 印染,2013,39(1):27-29.

YU Gang,GAN Houlei,TIAN Lei,et al. Effects of washing ways on the properties of pigment dyed denim[J]. Dyeing and Finishing,2013,39(1):27-29. (in Chinese)
[4] 王祥,唐可心. 从 2016intertextile 春夏面料展看面料变身[J]. 纺织报告,2016(3):1-10.
WANG Xiang,TANG Kexin. See the change of fabric from intertextile 2016 spring and summer fabric exhibition[J]. Textile Fabrics,2016(3):1-10. (in Chinese)
[5] 李军东. 涂层色织牛仔布: CN203834105U [P]. 2014-9-17.
[6] 李军东. 植绒色织牛仔布: CN203723492U [P]. 2014-7-23.
[7] 李世华. 一种亚麻棉色织弹力牛仔面料的生产方法: CN104544657A [P]. 2015-4-29.
[8] 蒋秀翔. 基于不同外观效应的条格织物的设计[J]. 江苏纺织,2010(10):59- 60.
JIANG Xiuxiang. Design of strip grid fabric based on different appearance effect [J]. Jiangsu Textile, 2010 (10):59- 60. (in Chinese)
[9] 王美琴. 纯棉牛仔布的生物酶洗工艺实践[J]. 江苏丝绸,2004(2):55-56.
WANG Meiqin. Biological enzyme washing process of pure cotton denim [J]. Jiangsu Silk, 2004 (2): 55-56. (in Chinese)
[10] 陈新琪. 牛仔服装生物退洗一体化整理的研究[D]. 武汉:武汉纺织大学,2013.
[11] KAN C W,YUEN C W M,WONG W Y. Optimizing color fading effect of cotton denim fabric by enzyme treatment [J]. Journal of Applied Polymer Science,2011,120(6): 3596-3603. (责任编辑:张 雪,邢宝妹)