

# 高支牦牛绒精梳混纺纱生产工艺研究

邢丽娟<sup>1</sup>, 刘新金<sup>1</sup>, 苏旭中<sup>1</sup>, 谢春萍<sup>1</sup>, 李建明<sup>2</sup>

(1. 江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 江苏中孚达纺织科技有限公司, 江苏 张家港 215600)

**摘要:** 由于牦牛绒纤维的长度短、长度离散率大, 很难实现牦牛绒纯纺高支纱的生产, 因此文章采用脱色牦牛绒纤维与丝光羊毛纤维、蚕丝纤维和水溶性维纶纤维进行混纺, 以提高牦牛绒纤维的可纺性。采用毛纺、棉纺设备相结合, 纺制 130 Nm 的牦牛绒混纺高支纱, 且水溶溶解后, 纱线支数达到 185 Nm。细纱机采用四罗拉网格圈型紧密纺装置, 使得纱线中纤维轴向集聚, 毛羽减少, 条干均匀度提高, 并且对纱线的强力、条干、毛羽进行测试分析。结果表明: 通过合理设置各工序工艺, 实现了牦牛绒混纺开发高支纱的可能, 且纱线各项性能经过测试, 符合机织围巾用纱的要求。

**关键词:** 牦牛绒; 高支纱; 紧密纺; 断裂强力; 条干; 毛羽

中图分类号: TS134.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-7003(2018)03-0039-06

引用页码: 031107

## Study on the production technology of worsted high-count yak cashmere blended yarn

XING Lijuan<sup>1</sup>, LIU Xinjin<sup>1</sup>, SU Xuzhong<sup>1</sup>, XIE Chunping<sup>1</sup>, LI Jianming<sup>2</sup>

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

2. Jiangsu Chafta Textile Technology Co., Ltd., Zhangjiagang 215600, China)

**Abstract:** As the length of yak cashmere is short and the discrete of yak cashmere is large, it is difficult to achieve the production of pure spun high count yarn by yak cashmere. In this paper, the bleached yak cashmere was blended with mercerized wool fiber, silk fiber and water soluble vinylon fiber to improve the spinnability of yak cashmere. The 130 Nm blended yarn of yak cashmere can be spun with wool and cotton spinning equipments, and when it is dissolved in water, the count of the yarn can be reached by 185 Nm. The method of four-rollers compact spinning with lattice apron is used and the fiber in the yarn with the method is concentrated in the fiber axis. At the same time, the hairiness of the yarn is reduced and the evenness of the yarn is improved. The strength of yarn, the evenness of yarn and the hairiness of yarn are also measured in the paper. The test results show that the possibility of developing high-count blended yak-cashmere yarn can be realized by reasonable setting of each process, and the performance of yarn is tested which is fit for the requirements of yarn for woven scarves.

**Key words:** yak cashmere; high count yarn; compact spinning; breaking intensity; evenness; hairiness

收稿日期: 2017-07-12; 修回日期: 2017-12-26

基金项目: 江苏省产学研项目(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(2016B02025-1, 2017B02011); 江苏省先进纺织工程技术中心基金项目(XJFZ/2016/4); “先进纺织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: 邢丽娟(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向为牦牛绒新品种开发。通信作者: 苏旭中, 助理研究员, mfgucv@163.com。

牦牛绒纤维具有柔软滑糯的手感, 弹性好, 蓬松保暖, 光泽柔和等特点, 是毛纺行业的高档原料, 用其制成的针织品不仅有这些优点, 且不易毡缩、起球等, 深受消费者喜爱<sup>[1]</sup>。但是牦牛绒纤维刚度较大, 在纺纱过程中蓬松、难以抱合紧密, 不易成纱成条, 纺高支纱存在很大的困难<sup>[2]</sup>。倪春锋等<sup>[3]</sup>采用毛型纯纺精梳制条与棉型混并纺纱相结合, 开发了牦牛绒/棉细特衬衫纱。陆如等<sup>[4]</sup>通过合理设置工艺参数加之在生产中调整关键工序的技术参数, 开发了 14.7 tex 牦牛绒/竹浆纤维/长绒棉混纺赛络纱, 制成

的面料具有柔软的手感和良好的悬垂性,还具有一定的抗菌性。

轻薄产品生产关键在于高支纱的生产,采用新技术和新工艺开发牦牛绒混纺高支纱,加工生产轻薄、柔软、滑爽、飘逸、时尚的牦牛绒产品,极大地解决了市场对牦牛绒高支纱线品种的需求<sup>[5]</sup>。本文根据原料的特点,将牦牛绒纤维与丝光羊毛纤维、蚕丝纤维、水溶性维纶纤维混纺,利用毛纺、棉纺设备相结合,细纱机采用四罗拉网格圈紧密纺<sup>[6]</sup>开发

牦牛绒混纺高支纱,使得混纺纱线兼具牦牛绒滑糯丰满的手感、蚕丝柔和的光泽、丝光羊毛的防缩水及抗起球性能,为机织围巾用纱提供了很好的原料。

## 1 试验

### 1.1 原料

所选的牦牛绒纤维、100 支羊毛纤维条、蚕丝纤维条、水溶性维纶纤维条的性能指标如表 1 所示。

表 1 纤维的性能指标

Tab. 1 The performance index of fiber

原料	线密度/dtex	细度离散率/%	平均长度/mm	长度离散率/%	15 mm 以下短绒率/%	混纺比/%
脱色青牦牛绒	3.49	24.09	25.90	39.30	19.70	24.50
100 支羊毛纤维条	2.74	20.70	65.20	38.00	2.80	24.50
蚕丝纤维条	1.29	21.40	53.50	32.90	3.90	21.00
水溶性维纶纤维条	2.26	15.20	40.00	31.20	2.50	30.00

### 1.2 测试仪器与环境

YG 020A 电子强力机、YG 155A 型纱线捻度仪(常州市第一纺织设备有限公司),YG 133B/M 条干均匀度测试仪(苏州长风纺织机电科技有限公司),USTER ZWEIGLE HL400 纱线毛羽测试仪(瑞士茨威格技术有限公司)。

测试环境温度:(20 ± 5) °C,相对湿度:60% ± 5%。

### 1.3 纺纱工艺流程

利用脱色青牦牛绒/丝光羊毛/蚕丝/水溶混纺开发高支纱,根据纤维性能可知,应采用纤维条混条达到所要求的混纺比,主要原因有三点:一是纤维之间长短差异较大,采用单纤维混合,在梳毛制条过程中隔距设置不当,对纤维损伤较大,产生毛粒较多,不利于纺纱的顺利进行;二是由于纤维之间基本性能指标差异较大,采用散纤维混和,会使得纤维混合不均匀、落绒增加,影响纱线混纺比;三是脱色青牦牛绒、丝光羊毛在和毛及混条时,需要加入和毛油、抗静电剂,减少在梳理过程中对纤维的损伤,但是水溶纤维遇水在一定温度下会产生溶解,从而影响纱线混纺比。综上所述,采用条子混纺,可大大提高成纱质量和品质,纺纱工艺流程如下:

牦牛绒制条工艺流程:

和毛加油(B262 改装) → 梳毛(B272A 改装) → 针梳(GN5,2 道) → 精梳(PB28) → 针梳(GN5,2 道)

混条、纺纱工艺流程:

脱色青牦牛绒 } 混条 → 针梳(GN5,2 道) →  
蚕丝 }  
脱色青牦牛绒/蚕丝 } 混条 → 针梳(GN5,2 道) →  
丝光羊毛 }  
复精梳(PB28) → 针梳(GN5,2 道) →  
脱色青牦牛绒/蚕丝/丝光羊毛 } 混条 →  
水溶条 }  
针梳(GN5,4 道) → 预粗(FM5P) →  
粗纱(JWF1425 改装) → 细纱(JWF2506 改装)

## 2 纺纱关键工序技术要点

### 2.1 和毛加油

牦牛绒纤维抱合力差,经过和毛加油,可以增加纤维间润滑,减少纤维在梳理过程中产生的纤维损伤<sup>[7]</sup>,本文使用江苏中孚达纺织科技有限公司自主研发“超级和毛油”,使得纤维之间抱合力增加 30%。加入抗静电剂减少纺纱过程中纤维产生静电及飞花,由于本文采用的牦牛绒纤维经过脱色处理,纤维本身就会产生一些损伤,故和毛油和抗静电剂应比未脱色牦牛绒纤维加入量多一些,可保证纺纱的顺利进行,提高纱线品质。工艺配置见表 2。

表 2 和毛加油工艺参数

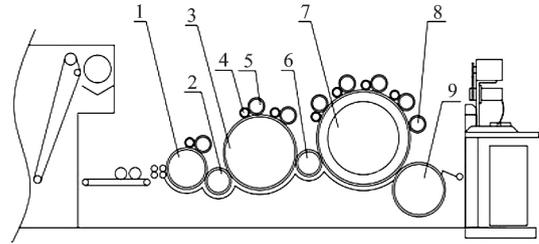
Tab. 2 The technological parameters of mixing the wool with oleine oil

产品	和毛加油量/%	抗静电剂加入量/%	回潮率控制/%	闷放时间/h
脱色青牦牛绒	0.5	0.2	22	24

## 2.2 梳毛

梳毛工序考虑到牦牛绒纤维长度较短,且长度离散率较大,故不适合在传统的精纺梳毛机上进行梳理成条。通过对 B272A 梳毛机进行改造,可以减少梳理过程中对纤维的损伤,降低短绒率,在改造过程中要防止较短的绒纤维沉积到针布底部,引起塞车或成网时毛网破洞甚至无法成条<sup>[8]</sup>。牦牛绒纤维经过预处理后,纤维含杂少、绒团少,故去除预梳锡林 1 与胸锡林 3、胸锡林 3 与大锡林 7 之间的除草辊及预梳锡林 1 与胸锡林 3 之间的打草刀,仅保留转移辊 2 和转移辊 6,将原预梳锡林上的 3 对工作辊-剥毛辊改为 1 对工作辊-剥毛辊分梳,将大锡林上的 5 对工作辊-剥毛辊改为 4 对工作辊-剥毛辊,改进后的梳毛机,减少了多个分梳点,很大程度降低了纤维在梳

理过程中产生的损伤。经过试验证明,该工序仅使牦牛绒纤维长度损失 0.3 mm,对牦牛高支纱的开发起到了关键性作用。改造后 B272A 梳毛机见图 1,梳毛工艺参数见表 3。



1-预梳锡林,2-转移辊,3-胸锡林,4-剥毛辊,5-工作辊,6-转移辊,7-大锡林,8-托毛辊,9-道夫

图 1 B272A 梳毛机改造后的梳理装置示意  
Fig. 1 Device schematic of B272A carding machine after transformation

表 3 梳毛工序工艺参数

Tab. 3 The technological parameters of carding process

产品	预梳锡林转速/ ( $r \cdot \min^{-1}$ )	胸锡林转速/ ( $r \cdot \min^{-1}$ )	转移辊转速/ ( $r \cdot \min^{-1}$ )	锡林转速/ ( $r \cdot \min^{-1}$ )	道夫转速/ ( $r \cdot \min^{-1}$ )	生条定量/ ( $g \cdot m^{-1}$ )	锡林与工作辊四点 隔距/mm
脱色青牦牛绒	45	60	150	110	9	5	0.2、0.18、0.16、0.14

## 2.3 针梳

为了防止绒条在进入梳箱前产生意外牵伸,改进针梳机喂入机构,在导条平台采取传送带主动喂入梳针。通过针梳工艺的合理配置,消除纤维在梳

理过程中产生的前弯钩和后弯钩,一道针梳可减少后弯钩纤维,二道针梳减少纤维的前弯钩纤维,针梳工序也使得纤维进一步混合均匀。采用小牵伸、小隔距、轻定量、低车速工艺。针梳工艺参数配置见表 4。

表 4 针梳工序工艺参数

Tab. 4 The technological parameters of gilling process

工序	喂入根数/根	牵伸倍数/倍	隔距/mm	车速/( $m \cdot \min^{-1}$ )	下机条重/( $g \cdot m^{-1}$ )
头针	8	2.5	25	35	16
二针	3	4.8	25	35	10
三针(精梳后)	7	3.5	28	40	20
四针(精梳后)	4	4.3	28	40	18.6

## 2.4 精梳

毛条在上精梳之前,通常需要先经过针梳上机,使纤维得到一定程度的伸直,这样可大大提高精梳机的制成率及效率。精梳工艺主要是去除短纤和毛粒及杂质,提高输出绒条纤维的伸直度与整齐度,由于牦牛绒纤维长度离散率大,经过精梳工序,可以去除一部分短绒,提升纤维长度整齐度,提高成纱条干均匀度。设置工艺参数时主要考虑两个方面:一是牦牛绒纤维长度短,为了提高成网的质量,故拨取隔距不能太大;二是精梳机喂入量不能太大,否则会产生较多的毛粒。精梳工艺参数见表 5。

表 5 精梳工序工艺参数

Tab. 5 The process parameters of combing process

喂入 根数	隔距/ mm	车速/ ( $m \cdot \min^{-1}$ )	下机条重/ ( $g \cdot m^{-1}$ )	毛粒/ ( $个 \cdot g^{-1}$ )
8	25	120	10	2.1

## 2.5 混条、针梳

针梳过程的主要作用是对纤维进行并合、牵伸,由于混纺纱采用四种组分混合,针梳工序可使多组分纤维充分混合均匀并将毛条内纤维理直使之平行排列,从而改善与提高毛条的均匀度<sup>[9]</sup>。GN5 针梳机喂入条量范围为 60 ~ 100 g/m,通过合理设置牵伸

倍数,使得下机条重达到所要求的条重。

根据脱色牦牛绒条重 20 g/m,蚕丝条重 6.2 g/m,丝光羊毛条重 23.4 g/m,水溶性维纶条重 20 g/m,配

置合理的混条、针梳工艺参数,使得混条后达到所要求的混纺比:脱色青牦牛绒/丝光羊毛/蚕丝/水溶性维纶 24.5/24.5/21/30。工艺参数配置见表 6。

表 6 混条、针梳工序工艺参数

Tab. 6 The technological parameters of blending sliver and gilling process

工序	喂入根数/根	牵伸倍数/倍	隔距/mm	车速/(m·min <sup>-1</sup> )	下机条重/(g·m <sup>-1</sup> )
混条(一) A 条	2 根脱色青牦牛绒 5 根蚕丝	2.7	38	45	25.56
头针	3	3.2	38	45	23.96
二针	3	3.3	38	45	21.78
混条(二) B 条	2 根 A 条 1 根丝光羊毛条	2.5	40	45	25.36
头针	3	3.5	40	45	21.70
二针	2	4.3	40	45	10.10
三针(复精梳后)	6	3.2	40	50	22.50
四针(复精梳后)	4	4.2	40	50	21.40
混条(三) C 条	2 根 B 条 1 根水溶条	2.9	40	50	23.00
头针	4	3.5	40	50	26.30
二针	3	3.9	40	50	20.20
三针	3	4.0	40	50	15.20
四针	3	4.7	40	50	9.70

## 2.6 复精梳工艺

为了使高支纱符合纱线质量要求,纺制高支纱的毛条,通常需要经过复精梳。采用复精梳工艺的目的主要有三个方面:一是去除短纤维,提高绒条中纤维平均长度,提高纱线强力;二是去除毛粒等疵,降低细纱断头率,提高纱线质量和生产率;三是进一步使多组分纤维混合均匀<sup>[10]</sup>。工艺参数要合理设置,避免对条干产生损伤。复精梳工艺参数见表 7。

表 7 复精梳工序工艺参数

Tab. 7 The technological parameters of recombining process

喂入根数	隔距/mm	车速/(m·min <sup>-1</sup> )	下机条重/(g·m <sup>-1</sup> )	毛粒/(个·g <sup>-1</sup> )
8	28	130	12	1.5

## 2.7 预粗

FM5P 型搓捻粗纱上机的主要目的是将末道针梳下机的条子进一步牵伸拉细,并且进一步改善成纱条干,利于粗纱上机。牵伸方式为皮板式牵伸,对纤维损伤较小,无捻松散状须条经过搓皮板被搓捻成轴向伸直平行且聚集的无捻纱条。工艺配置:

一道:喂入 2 根,牵伸倍数 7.78,下机条重 2.49 g/m;  
二道:喂入 8 根,牵伸倍数 7.78,下机条重 2.56 g/m。

## 2.8 粗纱

由于毛型后纺设备皮辊直径较大、皮圈较长、罗拉隔距大,对较短且长度离散大的牦牛绒纤维不能有效控制,容易造成条干不匀。为此选用棉型粗、细纱机,但必须对牵伸部分进行改造。粗纱采用 JWF1425 改装粗纱机,主要是将中皮辊开槽 1.5 mm,改造成中凹胶辊,形成滑溜牵伸,对纤维采用弹性握持,使摩擦力界均匀分布,纤维得到有效的控制。当纤维通过时,由于上下皮圈只有两端被加压受力,故纤维尾端能很好地抽拔出来,解决了长短差异较大的纤维纺纱过程中牵伸不开及纤维损伤的问题,实现了纺纱的顺利进行,提高纱线质量。粗纱捻度要适中,捻度太大,会造成在细纱机牵伸不开,捻度太小,会产生意外牵伸,影响成纱质量。粗纱机牵伸倍数要合理设置,一般在 6~9 倍。粗纱工艺设计见表 8。

表 8 粗纱工艺设计

Tab. 8 Roving process design

捻度/(T·m <sup>-1</sup> )	总牵伸倍数/倍	罗拉隔距/mm	出条质量/(g·m <sup>-1</sup> )
38	8.3	10×28×38	0.31

## 2.9 细纱

细纱采用四罗拉网格圈紧密纺,细纱机前面安装有异形管和出条罗拉,异形管的吸风集聚装置使

须条吸附在网格圈吸风口处,通过异形管的吸风集聚装置,使须条集聚,减少加捻三角区,很大程度上降低了毛羽,强力得到提高。细纱机牵伸方式为滑

溜牵伸,中皮辊开槽 1 mm,当纤维通过时,中罗拉与皮辊之间形成弹性握持,摩擦力界均匀分布,保证成纱条干。细纱工艺设计见表 9。

表 9 细纱工艺设计

Tab.9 Spinning process design

细纱机型号	罗拉直径/ mm	罗拉隔距/ mm	后区牵伸 倍数/倍	钢丝圈	隔距块	总牵伸 倍数/倍	锭子速度/ ( $r \cdot \text{min}^{-1}$ )	捻度/ ( $T \cdot \text{m}^{-1}$ )
JWF2506	25 × 25 × 25	20 × 34	1.03	9803 16/0	4.5	40.3	7 000	1 116

### 3 纱线测试结果与分析

由于目前技术仅可实现 60 Nm 牦牛绒纯纺高支纱生产,故对 130 Nm 脱色青牦牛绒/丝光羊毛/蚕丝/水溶性维纶纤维混纺纱线从单纱的强力、条干及毛羽等指标进行测试分析,并将测试结果与 60 Nm 牦牛绒纯纺纱进行对比。纱线条干和拉伸性能测试结果见表 10,毛羽测试结果见表 11。

从表 10 可以看出,对比 60 Nm 牦牛绒纯纺纱,130 Nm 脱色青牦牛绒/丝光羊毛/蚕丝/水溶性维纶纤维混纺纱强力明显提高,毛羽根数减少,

证明利用牦牛绒与羊毛、蚕丝和水溶纤维混纺,不仅实现了高支纱的开发,而且混纺纱线性能明显改善。牦牛绒纤维长度较短,加入羊毛纤维、蚕丝纤维和水溶纤维混纺,加入的纤维长度长,而且蚕丝纤维较细,使得混纺纱截面纤维根数增加,纤维之间接触面积增大,摩擦增加,纱线中纤维抱合力增加,一定程度提高了纱线的强力。纺纱方式采用紧密纺,通过吸风集聚装置,使纤维轴向集聚,减少加捻三角区,改善成纱条干均匀度,强力也会随之提高。

表 10 纱线条干和拉伸性能

Tab.10 Evenness and tensile performances of yarn

纱线品种	强力/ CN	断裂功/ ( $\text{cN} \cdot \text{cm}$ )	伸长率/%	CV/%	细节 -50% / ( $\text{个} \cdot \text{km}^{-1}$ )	粗节 +50% / ( $\text{个} \cdot \text{km}^{-1}$ )	毛粒 +200% / ( $\text{个} \cdot \text{km}^{-1}$ )
130 Nm 牦牛绒混纺纱	101	264.3	8.8	20	575	278	203
60 Nm 牦牛绒纯纺纱	73	163.3	9.3	18	90	100	50

表 11 毛羽测试

Tab.11 Hairiness test

纱线品种	毛羽数/[ $\text{根} \cdot (100 \text{ m})^{-1}$ ]						
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm
130 Nm 牦牛绒混纺纱	4 976	1 842	728	356	88	22	8
60 Nm 牦牛绒纯纺纱	8 350	2 552	1 220	730	243	69	20

从表 11 可以看出,混纺高支纱 3 mm 以下有益毛羽较多,3 mm 以上有害毛羽减少。分析认为是因为牦牛绒纤维长度离散率和短绒率均很高,最短绒毛只有 5 mm,造成纤维很难被全部包覆在纱体中,故毛羽较多。纺纱方式采用网格圈紧密纺,有效降低了加捻三角区,纺制的纱线结构紧密,纱体表面的纤维,通过气流集聚作用被包覆在纱体内,可以减少 3 mm 以上有害毛羽数。

可能,将水溶纤维溶解后,纱线支数可达到 185 Nm。

2) 由于采用四种纤维混纺,生产工艺流程较长,在每道工序的生产中都要考虑尽可能地减少纤维的损伤,梳毛工序加入和毛油,合理设置工艺参数,采用柔和梳理。

3) 脱色青牦牛绒/丝光羊毛/蚕丝/水溶混纺的纱线,弹性好,光泽柔和自然,具有蓬松、舒适、手感柔软滑糯的质感。

### 4 结 论

1) 牦牛绒纤维由于纤维长度短,且长度、细度离散率大,很难实现牦牛绒纯纺高支纱,通过加入羊毛、蚕丝和水溶条,为开发牦牛绒混纺高支纱提供了

### 参考文献:

- [1] 李蔚,刘新金,徐伯俊,等. 牦牛绒与骆驼绒及羊绒的物理性能对比[J]. 纺织学报,2015,36(8): 1-3.  
LI Wei, LIU Xinjin, XU Bojun, et al. Comparisons among physical properties of yakwool, camel hair and cashmere [J].

- Journal of Textile Research, 2015, 36(8): 1-3.
- [2] 吴娟, 谢春萍, 刘新金. 两种牦牛绒集聚纱性能的对比分析[J]. 棉纺织技术, 2015, 43(6): 53.  
WU Juan, XIE Chunping, LIU Xinjin. Comparison analysis of two kinds of yakwool condensed yarn property [J]. Cotton Textile Technology, 2015, 43(6): 53.
- [3] 倪春锋, 颜晓青, 于勤, 等. 牦牛绒/棉精梳细特衬衫纱工艺研究[J]. 毛纺科技, 2013, 41(10): 9-11.  
NI Chunfeng, YAN Xiaqing, YU Qin, et al. Study on the technology of yak cashmere/cotton blended fine shirt yarn [J]. Wool Textile Journal, 2013, 41(10): 9-11.
- [4] 陆如, 张洪. 牦牛绒/竹浆纤维/长绒棉赛络纱的纺制[J]. 上海纺织科技, 2014, 42(11): 57-58.  
LU Ru, ZHANG Hong. Spinning of yak-cashmere/bamboo pulp fiber/long-staple cotton blended Siro yarn [J]. Shanghai Textile Science & Technology, 2014, 42(11): 57-58.
- [5] 刘建中, 杨锁廷, 徐永红, 等. 牦牛绒细特纱纺纱技术研究[J]. 毛纺科技, 2012, 40(1): 11-13.  
LIU Jianzhong, YANG Suoting, XU Yonghong, et al. Study on the technology of spinning yak cashmere fine yarn [J]. Wool Textile Journal, 2012, 40(1): 11-13.
- [6] 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: 4-6.  
YANG Shikui. Research on Key Technologies of Four-Rollers Compact Spinning with Lattice Apron [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2010: 4-6.
- [7] 寇宗莲. 纺纱和毛油助剂的性能及应用[J]. 毛纺科技, 2008(6): 33.  
KOU Zonglian. Characteristics and application of carding oil auxiliaries in spinning [J]. Wool Textile Journal, 2008(6): 33.
- [8] 倪春锋. 精梳纯纺牦牛绒制条技术研究[J]. 毛纺科技, 2012, 40(8): 13-15.  
NI Chunfeng. Study on the processing technical of the worsted pure yak down top [J]. Wool Textile Journal, 2012, 40(8): 13-15.
- [9] 郁崇文. 纺纱学[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2009: 153.  
YU Chongwen. Spinning Studies [M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2009: 153.
- [10] 范尧明. 超细全毛纱生产工艺[J]. 毛纺科技, 1999(5): 40-43.  
FAN Yaoming. Study on the technology of ultrafine wool yarn [J]. Wool Textile Journal, 1999(5): 40-43.