



# 生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的开发与性能

卓 辉, 刘新金

(江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏无锡 214122)

**摘 要:**以精梳棉与生物基锦纶 56(N56)混纺粗纱作为外包纤维原料, N56 长丝作为芯丝, 在加装全聚纺装置的 QFA1528 环锭纺细纱机上纺制粗纱与长丝间距、捻度不同的 9 种 18 tex70/30JC/N56/N56 长丝(5 tex)赛络菲尔纱, 其中外包粗纱混纺比为 70:30。探讨当改变粗纱与长丝间距和细纱机捻度时, 9 种赛络菲尔纱的断裂强力、断裂强度、初始模量以及条干 CV 和毛羽 H 值变化。结果表明: 当粗纱与长丝间距为 8 mm、细纱机设定捻度为 120.34 捻/10 cm 时, 所纺纱线的强力、强度、条干和毛羽最优。

**关键词:**生物基锦纶 56; 绿色再生; 赛络菲尔纺; 全聚纺

中图分类号: TS104.2

文献标志码: A

文章编号: 1009-265X(2022)06-0095-07

## Development of the bio-based polyamide 56 Sirofil yarn and its performance

ZHUO hui, LIU Xinjin

(Key Laboratory of Science & Technology of Eco-Textiles, Ministry of Education,  
Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** With the combed cotton and bio-based polyamide 56 blended roving as the raw material for the fiber package and N56 filament as the core wire, nine types of 18 tex 70/30 JC/N56/N56 filament(5 tex) Sirofil yarns with the different spaces between roving and filament and different twists were spun on QFA1528 ring spinning machine installed with a complete condensing spun device, with the roving blending ratio being 70:30. This paper discussed how the breaking strength, initial modulus, evenness CV and hairiness H of the nine types of Sirofil yarns changed when the distance between the roving and filament and the twists of spinning frame were changed. The results show that when the space between roving and filament is 8 mm and the twist is set at 120.34 twist/10 cm, the yarn strength, evenness and hairiness are optimal.

**Key words:** Bio-based polyamide 56; green regeneration; Sirofil spun; complete condensing spun

由于石油等不可再生资源的短缺, 人们开始重视对生物基化纤的开发研究。生物基化学纤维是来源于可再生生物质的一类纤维, 除天然的动植物纤维外特指生物基再生纤维和生物基合成纤维<sup>[1]</sup>, 该

生物基的加工工艺过程相较于石油基加工过程更加绿色环保, 具有可持续发展特性。中国是化纤使用和石油进口大国, 利用种类资源丰富的生物质资源生产生物基化纤, 对于中国化纤产业的发展具有重要意义。聚酰胺是化纤使用的第二大品种, 开发生物基聚酰胺是发展生物基材料的重要内容之一。聚酰胺 66 是应用最广泛的聚酰胺纤维之一, 但是由于其关键技术受到美国英威达公司等少数跨国公司垄断, 并且中国对于聚酰胺 66 的研究一直没有实质性的突破, 导致中国聚酰胺产业发展受阻。直到中国

收稿日期: 2022-05-18 网络出版日期: 2022-07-08

基金项目: 江苏省先进纺织工程技术中心协同创新基金项目  
(XJFZ/2021/17)

作者简介: 卓辉(1997—), 男, 江苏宿迁人, 硕士研究生, 主要从事新型纺纱技术方面的研究。

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

上海凯赛生物技术股份有限公司近年来先后突破生物基 1,5-戊二胺大容量低成本制备及纯化、生物基聚酰胺 56 高效聚合及纺丝等关键技术,并实现了万吨稳定批量生产,才得以打破这一局面<sup>[2]</sup>。生物基聚酰胺 56 全称生物基聚己二酸戊二胺,是由石油基己二酸和生物基戊二胺聚合而成<sup>[3]</sup>,其中生物基含量高达 41%<sup>[4]</sup>。而戊二胺又可用可再生物质如玉米、高粱、小麦等作为生物质原料,经微生物法发酵制备<sup>[5]</sup>。其加工生产过程中释放少量的温室气体,对环境造成的伤害相对较小,具有绿色可持续发展的意义。

本文中 N56 赛络菲尔纱的纺制与优化采用一种新型窄槽式负压空心罗拉全聚纺纺纱系统,该系统采用大直径窄槽式负压空心罗拉,配合相应的专件和吸风系统及其配套组件的整体优化设计全面提高吸风系统集聚负压利用效率,在实现负压气流完全集聚的前提下,降低系统能耗从而降低改造成本,提高成纱质量<sup>[6]</sup>。通过更换 Zc 齿轮的型号设定 3 种不同的捻度,调节导丝轮位置调节粗纱与长丝的间距,分别为 2、5、8 mm、纺制 9 款细度为 18 tex(芯丝细度 5 tex)的赛络菲尔纱。后期通过纱线的性能测试,分析这 9 款纱线的不同并进行优化。

## 1 试 验

### 1.1 原料及测试方法

#### 1.1.1 JC/N56 混纺粗纱

JC 与 N56 按质量比 70:30 进行混纺得到混纺粗纱,其中 JC 为新疆长绒棉,平均长度为 34 mm,线密度为 1.67 dtex,回潮率为 8.5%,N56 纤维平均长度为 38 mm,线密度为 3.6 dtex。由于 N56 短纤维纯纺时纤维间抱合力小,难以成条,纺纱过程易断头,纱线力学性能、条干、毛羽都远不如混纺纱线,故本文采用 JC 与 N56 混纺粗纱作为外包材料。粗纱定量为 4.8 g/10 m,捻系数 124.2 捻/10 cm。

#### 1.1.2 N56 长丝

N56 长丝以高粱和玉米等淀粉等作物作为主要原料,通过生物技术制得,属于环保再生长丝,采用细度为 5 tex(上海凯赛生物科技有限公司)的 N56 长丝纺制赛络菲尔纱。

### 1.2 纺纱过程

JC/N56 混纺粗纱与 N56 长丝经原料混合、开松、梳理、预并、一道并条、二道并条、三道并条、粗纱、细纱、络筒工艺流程纺制成纱。开清棉工序负责

将原料开松、除杂、混合,原则是“合理配棉,多包取用,勤抓少抓,多松少打,以梳代打,充分混合,短流长,低速度,薄喂入”。并条工序为保证 JC 与 N56 较好地伸直平行,提高纤维混合均匀程度,采用三道并条,遵循“顺牵伸,重加压,大隔距”工艺原则。粗纱工序采取“大隔距,重加压,小张力,低捻度”的原则。

### 1.3 细纱工序

#### 1.3.1 纺纱原理

本文通过在加装全聚纺装置的 QFA1528 型细纱机上加装长丝喂入装置来实现生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的纺制,纺纱原理装置如图 1 所示。

全聚纺系统采用一种大直径窄槽式负压空心罗拉,利用直径为 50 mm 且表面开有条形窄槽空心罗拉代替前罗拉,以传统环锭纺三罗拉长、短胶圈牵伸装置为基础,保留中罗拉、上、下胶圈和后牵伸区机构。采用 50 mm 窄槽式负压空心罗拉提高了吸风负压集聚效率,同时使其转速减半,有效延长轴承和齿轮的使用寿命,减少运行中的维护成本<sup>[7]</sup>。图 1 空心罗拉 7 内部装有吸风插件,表面有输出阻捻胶辊 6 和前胶辊 5,共同构成了集聚纺装置的集聚区,集聚区结构如图 2 所示。集聚装置尽量满足“集聚不牵伸”的原则,减少芯丝外露,提高成纱质量,减少不必要的损失。

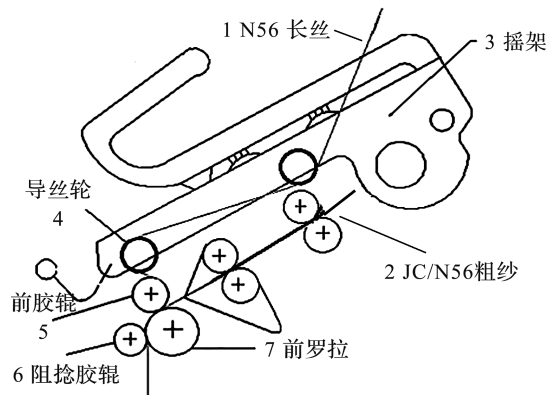
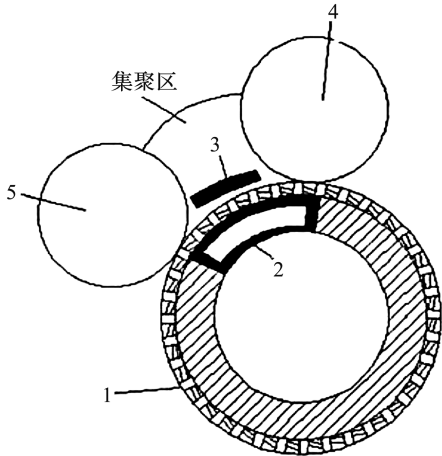


图 1 全聚赛络菲尔纺示意

Fig. 1 Schematic of complete condensing Sirofil spinning

赛络菲尔纺是将赛络纺其中一根粗纱换成长丝纺制成的纱。将 N56 短纤与精梳棉混纺粗纱作为外包纤维和 N56 长丝作为芯丝,通过改变长丝导丝轮位置改变长丝与粗纱间距加捻成纱,长丝与粗纱形成一个加捻三角区,加捻三角区如图 3 所示。



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

图 2 集聚区结构示意图

Fig. 2 Schematic of complete condensing area

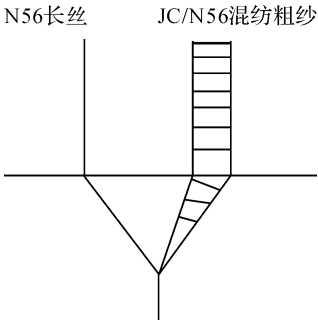


图 3 赛络菲尔纺加捻三角区

Fig. 3 Sirofil spinning twist triangle

1.3.2 实验方案

生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的试纺通过在 QFA1528 全聚纺细纱机上加装长丝喂入装置纺制完成,纺纱前对所用到的粗纱以及长丝进行预调湿,调试条件为:在温度(20±2)℃,相对湿度为(65±4)%的标准大气下放置 24 h。通过改变导轮丝的位置控制粗纱与长丝的间距,间距分别控制为 2、5、8 mm,同时通过更换 Zc 齿轮更改细纱的捻度,捻度分别设定为 103.15、111.09、120.34 捻/10 cm,纺织细度为 18 tex,芯丝细度为 5 tex 的 9 款生物基锦纶 56 赛络菲尔纱。细纱机设定参数如表 1 所示。

1.4 测试方法

1.4.1 强伸性

测试仪器采用 XL-2 型纱线强伸度仪,按 GB/T 3916—2013《纺织品卷装纱单根纱线断裂强力和断裂伸长率的测定(CRE 法)》规定,测试纱线断裂强力与断裂伸长率,夹持隔距 500 mm,拉伸速度 500 mm/min 测试 10 次,其结果取平均值。

1.4.2 回潮率

回潮率测试采用烘箱法,用到的设备为通风式快速八篮烘箱型号为 YG747,参照国家统一标准 GB/T6503—2017《化学纤维回潮率试验方法》规定的试验环境状态标准为 GB/T6529—2008《纺织品调湿和试验用标准大气》:湿度(65±3)%,温度 20℃。

表 1 细纱机参数

Tab. 1 Spinning machine parameters

细纱设定捻度/(捻·10cm <sup>-1</sup> )	后区牵伸倍数	隔距块/mm	钢丝圈型号	锭速/(r·min <sup>-1</sup> )	总牵伸倍数
103.15	1.28	2.5	4/0	15 500	37.5
111.09	1.28	2.5	4/0	15 500	37.5
120.34	1.28	2.5	4/0	15 500	37.5

1.4.3 捻度

按 GB/T2543.2—2011《纺织品 纱线捻度的测定 第二部分:退捻加捻法》规定,测试纱线捻度,预加张力(0.5±0.05)cN/tex,测试长度 500 mm。

1.4.4 条干

按 GB/T3292.1—2008《纺织品 纱线条干不均试验方法 第一部分:电容法》规定测试纱线条干,纱线退绕速度 400 m/min,测试长度 400 m。

1.4.5 毛羽

利用 ZWEIGLE HL400 型毛羽仪测试纱线毛羽。纱线退绕速度 400 m/min,测试时间 1 min。

2 结果与分析

2.1 N56 长丝测试

N56 长丝强伸性测试结果如表 2 所示。  
由表 2 测试结果可知,N56 长丝强力较高,符合纺制赛络菲尔纱芯丝强力标准,在加装全聚纺装置的 QFA1528 环锭细纱机纺出来的纱线不易断裂,强伸性较好,同时全聚纺出来的赛络菲尔纱强力和条干较紧密纺更好<sup>[8]</sup>,运行维护成本也较低。N56 长丝初始模量较低,织物刚性较差,保型性较差易起皱。回潮率测试结果为 5.2%,表明 N56 长丝吸湿

性能一般高于其他的合成纤维但低于棉纤维等天然纤维,一方面是由于奇数碳二胺单元的奇碳反应,使得部分酰胺基处于游离状态;另一方面其酰胺基高于锦纶 66 和锦纶 6,使得其酰胺基更易于与水形成氢键<sup>[9]</sup>,赋予了 N56 长丝吸湿透气、亲肤、抗静电以及服用性能良好。

N56 纤维具有良好的染色性能,可用酸性染料、中性染料和活性染料染色,且得色深, $K/S$  值均可达到 16 以上,并且色牢度多在 4 级以上;同时还具有良好的抗菌性能,在 N56 纤维内通过陶瓷粉黏附银粉、铜粉和锌粉,使它们产生协同作用;N56 纤维通过阻燃改性使其具有阻燃抗融滴特性,可以适应高温、湿度、电压的场所使用,安全环保<sup>[10]</sup>。

## 2.2 不同间距强伸性测试

本次测试结果采用控制变量法进行分析,即当

控制 3 个设定捻度不变时,通过调整导丝轮位置改变 N56 长丝与粗纱的间距,分析粗纱与长丝的间距对生物基锦纶 56 赛络菲尔纱强伸性有何影响。测试结果如表 3 和图 4 所示。

表 2 N56 强伸性能

Tab. 2 N56 tensile properties

结果	强力 /cN	伸长率 /%	强度/ (cN·tex <sup>-1</sup> )	初始模量 /(cN·tex <sup>-1</sup> )
平均值	162.13	27.83	32.42	144.76
CV/%	1.71	6.14	1.71	2.61
半宽/%	1.22	4.39	1.22	1.87
最大值	165.34	30.88	33.13	149.92
最小值	157.02	25.85	31.42	138.46

表 3 不同间距生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的强伸性能

Tab. 3 The tensile properties of bio-based polyamide 56 Sirofil yarn with different spaces

设定捻度 /(捻·10cm <sup>-1</sup> )	实际捻度 /(捻·10cm <sup>-1</sup> )	粗纱与长丝 间距/mm	断裂强力/cN	断裂强度 /(cN·tex <sup>-1</sup> )	断裂伸长率/%
103.15	89.44	2	279.23	15.52	7.17
		5	301.62	17.02	7.69
		8	306.92	18.12	10.47
111.09	98.08	2	289.36	15.86	7.63
		5	307.58	17.63	7.82
		8	316.25	18.58	8.38
120.34	101.62	2	308.35	17.16	7.58
		5	342.16	18.91	8.38
		8	339.64	19.41	8.45

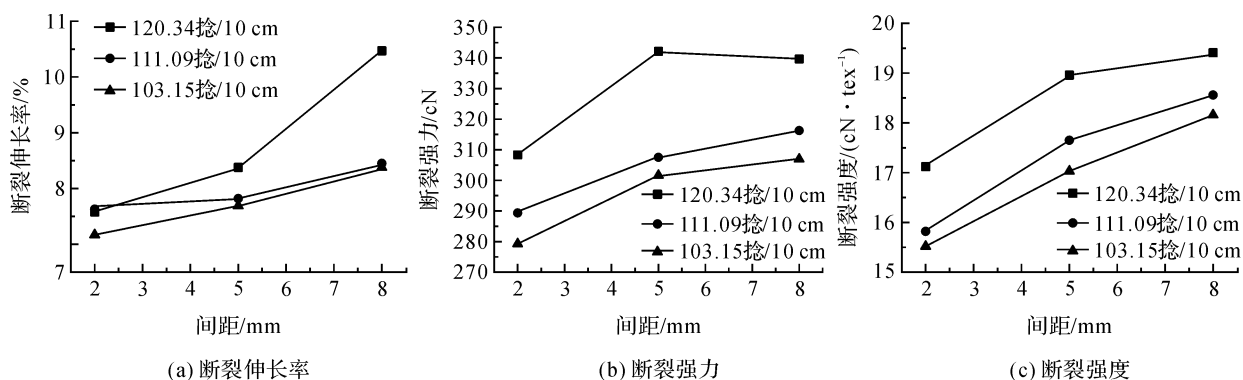


图 4 不同间距的生物基锦纶 56 赛络菲尔纱线强伸性能

Fig. 4 The tensile properties of bio-based polyamide 56 Sirofil yarns with different spaces

由表 3 和图 4 可以看出当设定捻度为 103.15、111.09、120.34 捻/10 cm 时,生物基锦纶 56 赛络菲

尔纱的断裂强力、断裂强度以及断裂伸长率均随着粗纱与长丝间的距离的增加而增加。分析认为:当



间距增大时,加捻三角区变大,经过三角区复合加捻后,纤维强力利用系数变高,单纱强力增加,断裂强度为断裂强力与纱线线密度的比值,线密度保持不变时断裂强力增加,所以断裂强度增加。N56 长丝本身具有良好的强力、弹性回复性和耐疲劳性,因此以其作为芯丝纺出的纱线也具有好的强伸性;另外一个原因是,在前钳口处长丝与经过牵伸的短纤维须条保持一定的间距输出,经加捻三角区初次加捻后,在汇聚点处汇合后再次加捻并合,而随着三角区的增大,汇聚点以上两组分上分配的捻度增大,因此

强力随之变大。而当捻度为 98.08 捻/10 cm、间距为 8 mm 时,纱线的强力并未增大,原因是 N56 长丝在集聚区内发生滑移导致长丝与粗纱间距改变影响成纱强力。

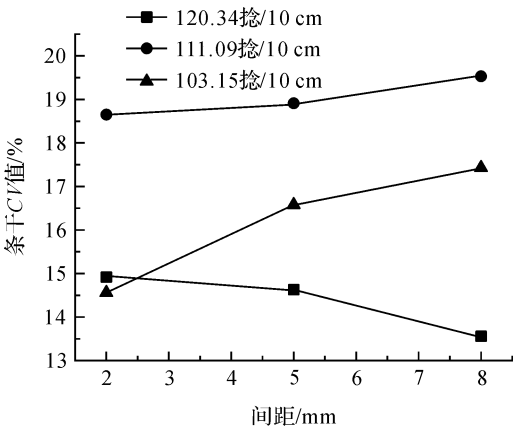
2.3 不同间距条干、毛羽测试

当控制 3 个设定捻度不变时,通过调整导丝轮位置改变 N56 长丝与粗纱的间距,分析粗纱与长丝的间距对生物基锦纶 56 赛络菲尔纱条干与毛羽有何影响。测试结果如表 4 和图 5 所示。

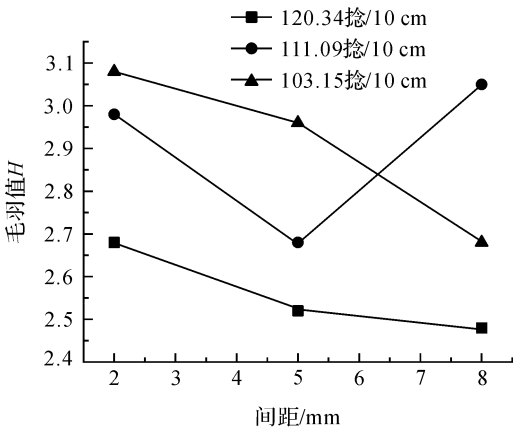
表 4 不同间距生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的条干毛羽

Tab. 4 The evenness and hairiness of bio-based polyamide 56 Sirofil yarn with different spaces

设定捻度 /(捻·10cm <sup>-1</sup> )	实际捻度 /(捻·10cm <sup>-1</sup> )	粗纱与长丝 间距/mm	条干 CV/%	细节(-50%) /km	粗节(50%) /km	棉结(200%) /km	毛羽值 H
103.15	89.44	2	14.51	0	290	60	3.08
		5	16.51	0	310	60	2.96
		8	17.42	0	330	65	2.68
111.09	98.08	2	18.62	20	360	70	2.98
		5	18.92	30	390	75	2.69
		8	19.51	45	410	80	3.05
120.34	101.62	2	14.95	0	295	40	2.68
		5	14.63	0	280	35	2.52
		8	13.51	0	260	40	2.48



(a) 条干 CV 值



(b) 毛羽值 H

图 5 不同间距生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的条干毛羽

Fig. 5 Evenness and hairiness of bio-based polyamide 56 Sirofil yarn with different spaces

由表 4 和图 5 可以看出当控制 3 个设定捻度不变时,纱线的毛羽 H 值随着粗纱与长丝间的间距增大而减小,条干随着间距的增加而变差,当捻度增加到 120.34 捻/10 cm 时,条干随着间距的增加变得更好。但当间距在 8 ~ 10 mm 之间时,这种影响在逐

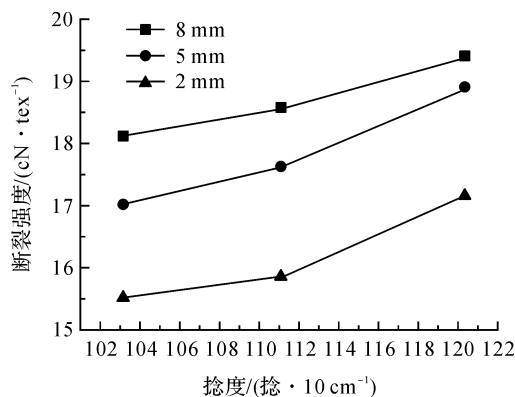
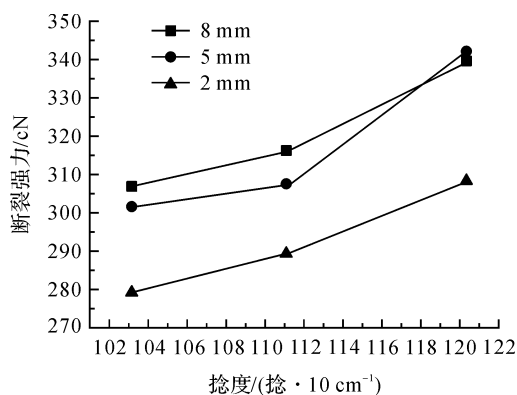
渐减弱<sup>[11]</sup>。而条干随着间距的增加而变差,分析认为:三角区处混纺须条只有弱捻,三角区长度越长,越易受到意外牵伸,条干越差,而当捻度增加到 120.34 捻/10 cm 时,由于强捻作用脱落的短纤维包缠效果更好整体条干变好。

## 2.4 不同捻度强伸性测试

当控制粗纱与长丝间距为 2、5、8 mm 时,通过更换齿轮更改细纱机设定捻度,分析细纱捻度对生物基锦纶 56 赛络菲尔纱强伸性有何影响。测试结果如图 6 所示。

由图 6 可以看出当控制粗纱与长丝间距为 2、5、8 mm 时,随着细纱捻度的增加,生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的断裂强力、断裂强度也随着增强。赛络菲尔纺纱的时候,须条先在三角区经过弱捻再强

捻,随着捻度的增加两部分的捻度都得到加强,N56 纤维间的摩擦阻力增加,使须条在断裂过程中承受强力增加,纱线被拉伸至断裂时,一部分是由于断裂截面内部分纤维发生断裂,另外一部分是由于短纤维的脱落引起的断裂,而通过加捻可以使短纤与长丝相互包缠,在临界捻度范围内随着捻度的增加,包缠效果会更好,有效减少了短纤维的滑落,因此纱线的强力变得更好强力不匀率也随着加捻得到显著改善。



(a) 断裂强力

(b) 断裂强度

图 6 不同捻度生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的断裂强力与强度

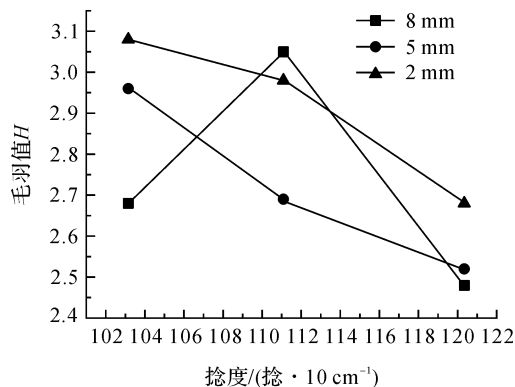
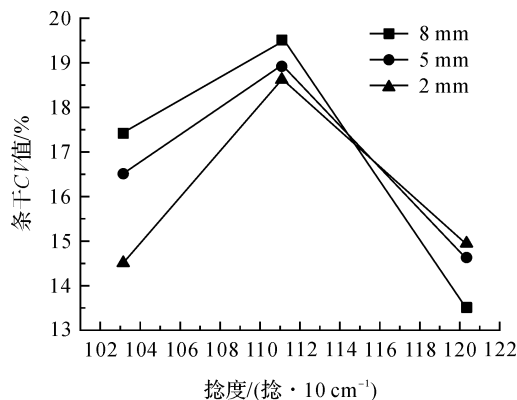
Fig. 6 The breaking strength and elongation of bio-based polyamide 56 Sirofil yarn with different twists

## 2.5 不同捻度条干、毛羽测试

当控制 N56 长丝与粗纱间距为 2、5、8 mm 时,通过更换齿轮改变细纱机捻度,不同捻度时生物基锦纶 56 赛络菲尔纱条干、毛羽测试结果如图 7 所示。

由图 7 可以看出当控制 N56 长丝与粗纱间距为 2、5、8 mm 时,随着捻度的不断增加,所纺的生物基锦纶 56 赛络菲尔纱条干先变差后变好,在捻度增

加到 120.34 捻/10 cm 时条干最好,毛羽也随着捻度的增加变好。由于 N56 长丝光滑,与粗纱间抱合力较差,同时由于粗纱牵伸不均,导致纤维未能及时受到牵伸从而相互挤压形成棉结,也可能是捻度不均造成条干不均。而随着捻度增加,纱线头端被挤出的纤维被挤进纱线内部,漏出纱线表面的有害纤维减少,毛羽变得更好。



(a) 条干CV值

(b) 毛羽值H

图 7 不同捻度生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的条干毛羽

Fig. 7 The evenness and hairiness of bio-based polyamide 56 Sirofil yarn with different twists

2.6 捻度、间距同时继续增加时纱线性能测试

由表 4 可以看出当设定捻度为 120.34 捻/10 cm, 间距由 5 mm 加到 8 mm 时,纱线强力降低,但条干毛羽变好,所以考虑继续增加长丝与粗纱间距为 8~10 mm、捻度为 130.14 捻/10 cm 时,纱线性能如何变化,120.34 捻/10 cm 是否为临界捻度。纱线性能测试结果如表 5 所示。

由表 5 可以看出当长丝与粗纱间距和细纱机设定捻度继续增加时,所纺的生物基锦纶 56 赛络菲尔

纱的断裂强力、强度降低,毛羽值基本不变,而其条干变差。结果表明:由于间距和捻度增大,捻度在 120.34 捻/10 cm 时到达临界点,继续增加捻度,纱线强力降低,随着间距增加加捻三角区变长,而加捻三角区处 JC/N56 混纺粗纱只有弱捻,三角区越长越容易受到意外牵伸,条干越差。综合考虑,当 N56 长丝与 JC/N56 混纺粗纱间距为 8 mm、细纱机设定捻度为 120.34 捻/10 cm 时,所纺的生物基锦纶 56 赛络菲尔纱最优。

表 5 生物基锦纶 56 赛络菲尔纱增大捻度和间距后的性能  
Tab.5 The performance of bio-based polyamide 56 Sirofil yarn after increasing the twist and spacing

设定捻度 /(捻·10cm <sup>-1</sup> )	实际捻度 /(捻·10cm <sup>-1</sup> )	粗纱与长丝 间距/mm	断裂强力/cN	断裂强度 /(cN·tex <sup>-1</sup> )	条干 CV/%	毛羽值 H
120.34	101.62	8	339.64	19.41	13.51	2.48
127.42	109.83	8-10	331.28	18.52	14.82	2.51

3 结 论

本文应用生物基锦纶 56 作为纺制赛络菲尔纱的原料,减少了传统化纤制备过程中造成的污染,同时也从源头上石油开发利用对环境造成的影响,具有可持续发展战略。在生物基锦纶 56 赛络菲尔纱的开发中得到以下几个结论:

a) 纺纱过程中要严格保证胶辊与胶圈之间具有足够的握持力,避免 N56 长丝在牵伸时和在三角区位置中可能会发生相对滑移,导致长丝遭到意外滑移,三角区间距改变,成纱质量变差。

b) 随着长丝与粗纱间距增加到 8~10 mm 捻度增加到 127.42 捻/10 cm 时,所纺生物基锦纶 56 赛络菲尔纱强力、强度降低。由于三角区变长,而加捻三角区只有弱捻,容易受到意外牵伸,纱线条干变差。

c) 综合考虑,当 N56 长丝与 JC/N56 混纺粗纱间距为 8 mm 捻度为 120.34 捻/10 cm 时,所纺出的纱线强伸性、条干毛羽最优。

参考文献:

[1] 董建勋,屈建海,冯晓燕,等.世界生物基聚酰胺发展现状 & 展望[J].合成纤维工业,2015,38(5):51-56.

DONG Jianxun, QU Jianhai, FENG Xiaoyan, et al. Development status and prospects of world bio-based polyamides[J]. China Synthetic Fiber Industry, 2015, 38(5):51-56.

[2] 郝新敏,郭亚飞.生物基聚酰胺纤维引领产业绿色发展[J].纺织科学研究,2020,31(2):72-73.

HAO Xinmin, GUO Yafei. Bio-based ployamide fiber leads the green development of industry [J]. Textile Science Research, 2020, 31(2): 72-73.

[3] 张腾飞,石禄丹,胡红梅,等.生物基聚酰胺 56 低聚物改性聚酯的合成及其表征[J]纺织学报,2019,40(6):1-7.

ZHANG Tengfei, SHI Ludan, HU Hongmei, et al. Synthesis and characterization of bio-based polyamide 56 oligomer modified polyester [J]. Journal of Textile Research, 2019, 40(6):1-7.

[4] 赵辉.新型生物基尼龙 56 异收缩混纤丝的制备及其产品性能研究[D].上海:东华大学,2015.

ZHAO Hui. Producing of New Biological Base Nylon 56 Differential-shrinkage Combined Yarn and Its Product Properties[D]Shanghai:Donghua University, 2015.

[5] 马雪松,徐晓晨,陈英.生物基化学纤维 PA56 的性能与应用[J].纺织导报,2019(8):43-46.

MA Xuesong, XU Xiaochen, CHEN Ying. Performance and application of bio-based PA56 fiber [J]. Journal of Textile Research, 2019(8):43-46.

- amine, aldehydes and formaldehyde[J]. Chinese Journal of Organic Chemistry, 2020, 40(5): 1290-1296.
- [11] CHEN B R, LIU Q, WANG H, et al. Purification, characterization, and identification of 3-hydroxy-4-methoxy benzal acrolein-an intermediate of synthesizing advantame [J]. Food Science & Nutrition, 2020, 8(2): 744-753.
- [12] CABANES J, GANDIA-HERRERO F, ESCRIBANO J, et al. One-step synthesis of betalains using a novel betalamic acid derivatized support[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(17): 3776-3782.
- [13] 谢雪琴,李青. 现代分析测试技术在印染行业的应用(九):红外光谱分析技术及其在纺织工业上的应用(3)[J]. 印染,2007(11):42-45.
- XIE Xueqin, LI Qing. Application of modern analysis and inspection technology in printing and dyeing industry(9): Infrared spectrum analysis technology and its application in textile industry (III) [J]. Printing and Dyeing, 2007 (11): 42-45.
- [14] 朱英,和惠朋,武晓博,等. 紫外可见分光光度计及其应用[J]. 化工中间体,2012,9(11):34-37.
- ZHU Ying, HE Huipeng, WU Xiaobo, et al. UV-vis spectrophotometer and its application [J]. Chemical Intermediate, 2012, 9(11): 34-37.
- [15] RATHER L J, DAR Q F, ZHOU Q, et al. Binary mix metal mordant dyeing of merino wool fibers using Cinnamomum camphora waste/fallen leaves extract: A brief statistical analysis of color parameters[J]. Journal of the Textile Institute, 2020, 112(5): 1-10.
- 
- (上接第101页)
- [6] 张晓娟,谢春萍,刘新金. 全聚赛络包芯纱工艺优化[J]. 纺织学报,2015,36(7):28-35.
- ZHAN Xiaojuan, XIE Chunping, LIU Xinjin. Processing optimization of complete condensed spinning and Siro-spinning core-spun yarn[J]. Journal of Textile Research, 2015,36(7):28-35.
- [7] 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.
- [8] 郭明瑞,谢春萍,刘新金,等. 全聚纺与网格圈紧密纺包芯纱的质量对比[J]. 上海纺织科技,2014,42(5):37-39.
- GUO Mingrui, XIE Chunping, LIU Xinjin, et al. Comparison of core-spun yarn between full polymer spinning and compact grid spinning[J]. Shanghai Textile Technology, 2014, 42(5): 37-39.
- [9] 孙朝续,刘修才. 生物基聚酰胺56纤维在纺织领域的应用研究进展[J]. 纺织学报,2021,42(4):26-32.
- SUN Chaoxu, LIU Xiucan. Research progress on applications of bio-based polyamide 56 fibers in textile fields [J]. Journal of Textile Research, 2021,42(4):26-32.
- [10] 钟应红,胡成佐. 生物基锦纶56的研究现状[J]. 福建轻纺,2022(1):28-31.
- ZHONG Yinghong, HU Chengzuo. Research status of bio-based polyamide 56 [J]. Fujian Light Textile, 2022(1): 28-31.
- [11] 赵宏,张弦. 长丝-须条间距对棉/涤纶长丝 sirofil 成纱性能的影响[J]. 纺织科技进展,2007(3):50-51.
- ZHAO Hong, ZHANG Xuan. Influence of the space between filament and roving on cotton-PET Sirofil composite yarn properties[J]. Progress in Textile Science & Technology, 2007(3): 50-51.