

DOI: 10. 13475/j. fzx. 20180300907

生条中短纤维含量与成纱指标的相关性分析

曹继鹏^{1,2}, 张志丹¹, 张明光^{1,2}, 陆惠文³

(1. 辽东学院 服装与纺织学院, 辽宁 丹东 118003; 2. 辽宁省功能纺织材料重点实验室(辽东学院), 辽宁 丹东 118003; 3. 无锡万宝纺织机电有限公司, 江苏 无锡 214161)

摘要 为探索生条中短纤维含量对纱线指标的影响,更好地通过短纤维含量指标对纱线指标进行预测,通过在不同锡林刺辊速度条件下对棉纤维进行梳理,并采用相同的后序工艺进行纺纱,将生产的生条取样,借助 USTER AFIS 测试仪检测纤维的长度分布,分别统计出 10、12、14 和 16 mm 以下 4 种短纤维的含量,同时借助条干、毛羽和强力测试仪分别检测各种实验条件下生产纱线的条干、强力和毛羽等指标,最后使用 SPSS 统计软件计算出 4 种短纤维含量指标与成纱各指标之间的相关系数。结果表明:当梳理工艺变化时,生条中短纤维含量指标与条干部分指标有较高的正相关性,与成纱强力指标不存在显著的相关性,与毛羽指标甚至是负相关。

关键词 生条; 短纤维; 条干; 毛羽; 成纱强力
中图分类号: TS 104. 2 文献标志码: A

Correlation analysis on relationship between short fiber content of card sliver and yarn parameters

CAO Jipeng^{1,2}, ZHANG Zhidan¹, ZHANG Mingguang^{1,2}, LU Huiwen³

(1. School of Clothing and Textile, Eastern Liaoning University, Dandong, Liaoning 118003, China; 2. Liaoning Provincial Key Laboratory of Functional Textile Materials, Eastern Liaoning University, Dandong, Liaoning 118003, China; 3. Wuxi Wanbao Mach. Ele. Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu 214161, China)

Abstract To explore the influence of short fiber content (SFC) in card sliver on yarn parameters and make a prediction, the card sliver and yarn were produced under different speeds of cylinder and take-in. The card sliver was tested with USTER AFIS and less than 10, 12, 14 and 16 mm SFC were calculated, respectively, according to fiber length distribution of card sliver. The evenness, hairiness and strength of yarn were tested by unevenness tester, hairiness tester and strength tester, respectively. The correlation coefficients between 4 SFC parameters and yarn parameters with SPSS were calculated. The results show that a high correlation exists between SFC and evenness parameters, but a little correlation exists between SFC and strength parameters, even negative correlation in hairiness parameters, so it is predicted that the yarn quality is necessary according to SFC of card sliver based on actual carding technology.

Keywords card sliver; short fiber content; evenness; hairiness; yarn strength

原棉经开清棉工序后,纤维一般都有一定损伤、断裂,短纤维含量增加。清棉后的筵棉经梳棉机加工后,在梳理转移过程中,短纤维含量会进一步增加,但梳棉机排除短纤维的能力比开清棉工序大一些,故一般短纤维含量增加不大或者会稍有降低^[1]。很多研究证实原棉中短纤维的含量对成纱

质量有重要的影响^[2-3],也有文献探讨了生条质量与纱线质量指标之间的关系,通过线性拟合方式得出生条指标对纱线指标影响的关联顺序^[4-5]。文献[6]采用大容量棉花纤维测试仪(HVI)、单纤维测试系统(AFIS)和手工检测3种方法,测试原棉中的短纤维含量(小于12.7 mm)对29.5 tex环锭纱线

收稿日期: 2018-03-01 修回日期: 2018-09-14

基金项目: 辽宁省教育厅科研项目(ldxy2017006)

第一作者简介: 曹继鹏(1975—),男,副教授,博士。主要研究方向为梳理理论及纺纱工艺。

通信作者: 张明光, E-mail: 1647695208@qq.com。

质量的影响, 得出 AFIS 短纤维含量与纱线强力、伸长、断头、棉结、粗节、细节和条干不匀率之间的相关系数分别为 -0.725 、 -0.164 、 0.472 、 0.485 、 0.810 、 0.777 、 0.830 , 可见原棉中 AFIS 短纤维含量与纱线强力指标呈强负相关, 与断头、棉结、粗节、细节和条干不匀率之间呈较高的正相关。但文中没有指出短纤维含量指标是质量短纤维含量(以下简称 S_w) 还是根数短纤维含量(以下简称 S_n)。对于粗细节和棉结指标也没有详细划分。文献[7]研究指出, 纤维长度和直径与环锭纱和转杯纱的条干 CV 值、棉结、毛羽及粗细节的平方根有很高的相关性, S_w 与毛羽和细节的平方根显著相关, 所纺的纱线线密度为 20 tex。Hequet^[8] 通过纺制线密度为 16.4 tex 和 11.8 tex 纱线, 研究了 AFIS 数据对纱线质量指标的影响, 指出原棉中 AFIS 检测的 S_w 与纱线的条干、细节、粗节、棉结和毛羽指标具有显著的相关性。文献[9]研究指出, 中支纱的原料中 12.7 mm 以下短纤维含量每增加 3%, 则相应细纱 CV 值增加 1%, 高支纱原料中 10 mm 以下短纤维含量每增加 2%, 则相应细纱 CV 值增加 1%。Srinivasan 等^[10] 提出了相对短纤维含量的概念, 指出相对短纤维含量与绝对短纤维含量相比是一个更好的参数, 其测量参考级别对棉纱质量的结果也有一定影响, 认为采用棉结和短纤维测试仪 aQura 测得纤维的 5% 长度(纤维中最长 5% 的平均长度指标)的 30% 作为相对短纤维含量指标较为合适。

从上述文献分析中可以看出, 以往主要针对原棉中短纤维含量对成纱质量指标的影响进行研究, 采用的是 AFIS 一贯设定的指标, 即小于 12.7 mm 短纤维含量, 关于生条中短纤维含量与成纱质量指标间的相关性研究报道不多。本文根据生条中 AFIS 测量的纤维长度分布情况, 统计出 4 种短纤维含量指标, 即分别为小于 10、12、14 和 16 mm 短纤维含量, 分别计算这些指标的 S_w 和 S_n 与成纱各质量指标之间的相关系数, 进而得出生条短纤维含量与成纱质量指标之间的相关性。

1 实验部分

1.1 实验原料

新疆棉, 采用微型清梳联系统喂入梳棉机, 实验过程中使用 2 种原棉, 其中筵棉 1 的 AFIS 检测指标如下: 根数平均长度为 20.2 mm, S_n (小于 12.7 mm) 为 25.1%, S_w (小于 12.7 mm) 为 7.8%, 5% 长度为 34.5 mm, 棉结含量为 308 粒/g(其中带籽屑棉结含量为 22 粒/g), 棉结的平均尺寸为 700 μm , 杂质总

含量为 246 粒/g(其中尘杂含量为 206 粒/g, 粒杂含量为 40 粒/g), 杂质平均尺寸为 324 μm , 可见异物含量为 0.82%; 筵棉 2 的 AFIS 检测指标如下: 根数平均长度为 20.3 mm, S_n (小于 12.7 mm) 为 22.9%, S_w (小于 12.7 mm) 为 7.3%, 5% 长度为 33.8 mm, 棉结含量为 219 粒/g(其中带籽屑棉结含量为 12 粒/g), 棉结的平均尺寸为 690 μm , 杂质总数含量为 127 粒/g(其中尘杂含量为 102 粒/g, 粒杂含量为 25 粒/g), 杂质平均尺寸为 379 μm , 可见异物含量为 0.65%。

1.2 实验条件

实验采用 FA203C 型梳棉机。梳棉机刺辊分别采用 500、550、600、650、700、750、800、850、900、950 和 1 000 r/min 共 11 种速度, 每档速度下调节锡林速度, 分别采用 3 种锡林刺辊速比, 分别为 1.5、2.0 和 2.5。梳棉出条速度设定为 140 m/min, 生条定量为 25 g/(5 m), 熟条定量为 22.33 g/(5 m), 粗纱定量为 7 g/(10 m), 粗纱捻系数为 130, 刺辊与给棉板隔距为 0.76 mm, 刺辊与除尘刀隔距为 0.46 mm, 除尘刀角度为 90°, 刺辊与预分梳板隔距为 1.0 mm, 后固定盖板(由下到上 4 根)隔距分别为 0.76、0.76、0.64、0.64 mm, 前固定盖板(由上到下 4 根)隔距分别为 0.2、0.2、0.18、0.18 mm。纺纱线密度为 18.5 tex。原棉 1 采用刺辊速度为 500 ~ 900 r/min, 原棉 2 采用刺辊速度为 950 和 1 000 r/min。

1.3 实验方案

实验采用上面提到的 11 种刺辊速度, 每种刺辊速度下 3 种锡林刺辊速比, 总计 33 个方案分别进行梳理, 然后采用同样的后续工艺纺制 18.5 tex 纯棉纱。对每个实验方案生产的生条随机取样 30 个进行 AFIS 检测, 以保证检测结果的可靠性^[11]。每个实验方案生产 10 管纱, 用于纱线条干、强力和毛羽指标的检测。

2 实验结果

对 33 个不同实验方案条件下生产的生条取样, 使用 AFIS 测试仪检测其纤维长度分布情况, 实验结果取 30 个试样的均值。通过纤维长度分布统计出小于 10、12、14 和 16 mm 4 种短纤维含量指标(包括 S_w 和 S_n)。在此基础上计算每种短纤维含量指标的变异系数, 结果如表 1 所示。使用 USTER ME100 型条干仪、USTER ZWEIGLE HL400 型毛羽仪和 YG063T 型强力仪分别对每个实验方案生产的纱线进行条干、毛羽和强力指标检测, 取 10 次检测结果的均值, 具体结果见表 2、3。

表 1 生条中不同标准的短纤维含量统计结果及变异系数
Tab.1 S_n and S_w of different length and their coefficient of variation

方案编号	$S_n / \%$				$S_w / \%$			
	<10 mm	<12 mm	<14 mm	<16 mm	<10 mm	<12 mm	<14 mm	<16 mm
1	5.5	7.9	10.7	14.2	19.7	24.1	28.6	33.5
2	5.4	7.7	10.6	14.0	19.4	23.6	28.2	33.0
3	5.3	7.7	10.6	14.2	19.3	23.7	28.4	33.2
4	5.3	7.6	10.4	13.9	19.4	23.7	28.2	33.1
5	5.3	7.7	10.5	14.1	18.9	23.4	27.9	32.8
6	5.4	7.7	10.6	14.1	19.2	23.5	28.1	32.9
7	5.4	7.8	10.8	14.3	19.2	23.7	28.4	33.1
8	5.4	7.8	10.7	14.3	19.4	23.8	28.3	33.2
9	5.4	7.8	10.8	14.4	19.2	23.6	28.5	33.5
10	5.4	7.8	10.7	14.3	19.2	23.7	28.4	33.4
11	5.3	7.7	10.6	14.2	19.0	23.4	28.0	33.1
12	5.4	7.8	10.7	14.3	19.2	23.7	28.4	33.5
13	5.3	7.5	10.4	13.9	19.1	23.3	28.0	33.0
14	5.2	7.5	10.2	13.5	18.6	23.0	27.4	32.0
15	5.3	7.6	10.4	14.0	18.9	23.2	27.8	32.8
16	5.2	7.5	10.2	13.6	18.9	23.1	27.5	32.2
17	4.9	7.1	9.8	13.2	18.3	22.6	27.1	32.0
18	5.2	7.5	10.4	13.9	18.9	23.3	27.9	32.9
19	5.2	7.4	10.1	13.6	18.8	23.0	27.4	32.3
20	5.2	7.4	10.2	13.7	18.9	23.1	27.6	32.5
21	5.6	7.9	10.8	14.3	20.3	24.6	29.1	34.0
22	6.1	8.4	11.3	14.9	21.7	25.9	30.3	35.1
23	6.2	8.7	11.7	15.4	21.9	26.4	30.9	35.8
24	6.7	9.3	12.5	16.3	23.1	27.7	32.5	37.4
25	6.2	8.6	11.5	15.0	22.4	26.7	31.2	35.9
26	6.7	9.3	12.3	16.0	23.3	27.9	32.5	37.3
27	7.0	9.8	13.1	17.1	24.1	29.1	34.1	39.3
28	5.6	7.9	10.6	14.2	19.5	23.6	27.8	32.7
29	5.6	7.9	10.7	14.3	19.6	23.9	28.3	33.0
30	6.1	8.7	11.9	16.0	20.7	25.3	30.1	35.6
31	5.2	7.4	10.2	13.7	18.8	22.7	27.0	31.6
32	5.7	8.1	11.1	14.9	19.8	24.2	28.8	34.0
33	6.7	9.5	12.9	17.2	22.4	27.3	32.2	37.8
CV 值 / %	9.4	8.0	6.8	6.1	14.6	8.4	7.5	6.8

表 2 不同方案条件下生产的纱线条干指标
Tab.2 Yarn evenness parameters under different experiment plans

方案编号	CV 值 / %	-40% 细节 / (个·km ⁻¹)	-50% 细节 / (个·km ⁻¹)	+35% 粗节 / (个·km ⁻¹)	+50% 粗节 / (个·km ⁻¹)	+140% 棉结 / (个·km ⁻¹)	+200% 棉结 / (个·km ⁻¹)
1	17.40	763.3	70.0	1 890.0	528.8	1 744.0	579.0
2	17.43	921.3	127.8	1 794.0	488.0	1 543.0	476.5
3	16.57	619.3	47.8	1 496.0	327.5	1 179.0	335.0
4	16.96	641.3	44.3	1 681.0	424.0	1 488.0	497.5
5	16.87	663.5	55.8	1 571.0	372.5	1 281.0	382.5
6	16.58	602.0	41.8	1 462.0	309.5	1 091.0	331.3
7	16.78	597.5	41.3	1 587.0	385.3	1 376.0	448.0
8	16.24	529.0	39.3	1 390.0	304.3	1 118.8	346.3
9	16.34	545.5	39.5	1 334.0	301.8	986.8	295.5
10	16.92	643.3	50.8	1 598.0	395.5	1 335.0	439.3
11	17.00	748.0	67.5	1 600.0	410.5	1 252.0	376.8
12	17.25	802.0	78.5	1 646.0	396.5	1 201.0	322.8
13	17.31	778.0	74.0	1 686.0	439.3	1 371.0	429.0
14	16.66	627.0	54.0	1 506.0	355.0	1 151.0	340.5
15	17.42	942.0	110.0	1 717.0	433.8	1 198.0	298.3
16	17.19	821.8	96.8	1 624.0	409.5	1 274.0	398.0
17	16.97	787.3	82.8	1 526.0	352.8	1 121.0	309.8

续表 2

方案编号	CV 值/%	-40% 细节 / (个·km ⁻¹)	-50% 细节 / (个·km ⁻¹)	+35% 粗节 / (个·km ⁻¹)	+50% 粗节 / (个·km ⁻¹)	+140% 棉结 / (个·km ⁻¹)	+200% 棉结 / (个·km ⁻¹)
18	16.73	724.0	69.3	1 505.0	338.5	1 017.0	259.5
19	17.12	797.0	78.3	1 596.0	380.3	1 273.0	374.5
20	16.82	683.3	57.3	1 585.0	329.3	1 185.0	310.8
21	17.92	1070.0	125.5	1 859.0	484.0	1 497.0	334.8
22	17.61	831.0	74.3	1 868.0	509.5	1 651.0	533.3
23	17.13	678.8	58.8	1 742.0	424.5	1 483.0	433.0
24	17.76	960.0	101.5	1 884.0	474.8	1 580.0	338.5
25	17.18	688.5	63.0	1 779.0	450.8	1 739.0	541.0
26	16.98	730.5	63.8	1 690.0	404.3	1 584.0	405.5
27	17.45	838.8	80.0	1 777.0	414.5	1 516.0	325.0
28	17.04	703.5	63.0	1 594.0	365.0	1 327.0	331.8
29	17.17	846.0	88.3	1 622.0	363.0	1 211.0	245.8
30	17.79	987.0	119.0	1 849.0	461.5	1 489.0	266.3
31	17.20	818.5	85.5	1 663.0	373.5	1 421.0	336.8
32	17.40	864.0	81.8	1 728.0	395.8	1 390.0	266.5
33	18.42	1 226.0	157.5	2 154.0	573.8	1 958.0	376.3

表 3 不同方案条件下生产的纱线强力和毛羽指数

Tab. 3 Yarn strength and hairiness under different experiment plans

方案编号	断裂时间/s	断裂强力/cN	断裂强力 CV 值/%	断裂伸长率/%	断裂伸长率 CV 值/%	断裂强度/ (cN·tex ⁻¹)	断裂强度 CV 值/%	毛羽指数 S ₃ / (根·(100 m) ⁻¹)
1	3.59	225.0	9.2	6.0	8.9	13.34	9.2	724
2	3.49	225.2	10.1	5.8	9.0	13.21	10.1	694
3	3.61	242.4	9.0	6.0	8.7	13.69	9.0	705
4	3.44	232.3	8.6	5.7	9.2	13.18	8.6	696
5	3.48	232.4	9.0	5.8	9.5	13.39	9.0	699
6	3.60	247.3	8.3	6.0	8.3	13.55	8.3	682
7	3.57	246.8	9.1	5.9	10.4	13.32	9.1	671
8	3.94	286.4	7.4	6.6	6.8	14.34	7.4	636
9	3.92	271.2	8.6	6.5	7.9	14.04	8.6	666
10	3.69	235.9	9.2	6.2	8.9	13.26	9.2	726
11	3.49	214.4	9.3	5.8	8.8	13.00	9.3	633
12	3.48	210.7	9.2	5.8	8.8	12.65	9.2	727
13	3.59	222.8	8.8	6.0	8.5	13.31	8.8	699
14	3.58	213.9	9.2	6.0	8.8	12.45	9.2	670
15	3.43	210.0	10.1	5.7	9.2	12.84	10.1	698
16	3.43	221.2	9.2	5.7	8.9	13.10	9.2	664
17	3.18	211.5	9.7	5.3	11.0	12.72	9.7	640
18	3.13	208.8	10.5	5.2	11.4	12.62	10.5	620
19	3.41	215.1	8.4	5.7	9.0	13.16	8.4	629
20	3.42	220.2	8.5	5.7	8.6	13.33	8.5	644
21	3.21	187.4	9.8	5.4	8.6	12.39	9.8	601
22	3.61	225.7	8.4	6.0	8.2	13.54	8.4	653
23	3.69	236.3	9.8	6.1	9.2	13.73	9.8	613
24	3.34	214.7	8.2	5.6	7.9	12.94	8.2	628
25	3.33	253.5	9.2	5.6	8.7	14.12	9.2	538
26	3.29	255.7	8.1	5.5	8.2	14.60	8.1	508
27	3.18	235.1	9.2	5.3	9.0	13.57	9.2	544
28	3.01	242.5	9.9	5.0	10.3	14.08	9.9	687
29	2.94	225.3	9.5	4.9	10.0	13.16	9.5	707
30	2.94	229.0	8.3	4.9	9.1	13.70	8.3	610
31	2.87	233.6	7.6	4.8	8.8	13.98	7.6	616
32	2.83	221.9	9.3	4.7	10.2	13.30	9.3	606
33	2.72	203.1	10.8	4.5	10.4	12.81	10.8	616

3 实验结果分析

3.1 短纤维含量与成纱条干指标的相关性

对照每个方案所纺纱线的条干指标,使用下式计算其相关性。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

表 4 生条中不同水平 S_w 、 S_n 指标与成纱条干指标的相关性分析结果

Tab. 4 Correlation analysis results between S_w and S_n of different length and yarn evenness parameters

指标	S_w				S_n			
	<10 mm	<12 mm	<14 mm	<16 mm	<10 mm	<12 mm	<14 mm	<16 mm
CV 值	0.538	0.521	0.528	0.551	0.494	0.487	0.482	0.516
显著性水平	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
-40% 细节	0.411	0.404	0.422	0.456	0.353	0.352	0.355	0.397
显著性水平	0.050	0.050	0.050	0.010	0.050	0.050	0.050	0.050
-50% 细节	0.319	0.317	0.337	0.369	0.261	0.260	0.264	0.304
显著性水平	不显著	不显著	不显著	0.05	不显著	不显著	不显著	不显著
+35% 粗节	0.637	0.620	0.619	0.626	0.612	0.603	0.593	0.614
显著性水平	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
+50% 粗节	0.510	0.496	0.494	0.490	0.501	0.492	0.484	0.502
显著性水平	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
+140% 棉结	0.686	0.665	0.648	0.631	0.692	0.673	0.652	0.649
显著性水平	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
+200% 棉结	0.114	0.087	0.052	-0.005	0.204	0.175	0.150	0.111
显著性水平	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著

关系数分别为 0.538、0.521、0.528 和 0.551,其中小于 16 mm 短纤维含量指标的相关系数最大;与 +35% 粗节的相关系数分别为 0.637、0.620、0.619 和 0.626,其中小于 10 mm 短纤维含量指标的相关系数最大;与 +50% 粗节的相关系数分别为 0.510、0.496、0.494 和 0.490,其中小于 10 mm 短纤维含量指标的相关系数最大;与 +140% 棉结指标的相关系数分别为 0.686、0.665、0.648 和 0.631,其中小于 10 mm 短纤维含量指标的相关系数最大,依次为小于 12、14 和 16 mm 短纤维含量指标。

从以上数据可以看出,4 种短纤维含量与条干 CV 值的相关系数以小于 16 mm 短纤维含量相关系数最大,但小于 10 mm 短纤维含量相关系数排第二,相关性十分显著;与 +50% 粗节虽然在相关显著性水平上看均达到 0.01 水平,但仅有小于 10 mm 短纤维含量指标的相关系数超过 0.5,其他几个短纤维含量指标的相关系数依次降低。

对于 -40% 细节指标,4 种短纤维含量指标中只有小于 16 mm 短纤维含量指标与其相关显著性水平达到 0.01,其他 3 个指标与其相关显著性水平

式中: r 为相关系数; x_i 和 y_i 分别代表 2 个变量的个体值 $i=1, 2, \dots, n$; \bar{x} 和 \bar{y} 分别代表 2 个变量总体的平均值; n 为方案个数,可以计算出 2 个变量之间的 Pearson 相关系数。在此使用 SPSS 统计分析软件进行计算,得到不同水平下 S_w 和 S_n 指标与成纱条干指标之间的相关系数如表 4 所示。

由表 4 可知,对于 S_w 而言,4 种短纤维含量指标对条干 CV 值、+35% 粗节、+50% 粗节和 +140% 棉结 4 个指标的相关性十分显著(均为 0.01 水平);4 种短纤维含量与条干 CV 值指标的相

为 0.050。对于 -50% 细节指标,4 种短纤维含量指标中只有小于 16 mm 短纤维含量指标与其相关显著性水平达到 0.05,其他 3 个指标与其相关性均为不显著。可见对于细节指标来说,小于 16 mm 短纤维含量指标表现出显著的相关性。但是从相关系数来看均小于 0.5,相关程度不高。所有短纤维含量指标与 +200% 棉结指标均不存在显著的相关性。

根据表 1 中不同短纤维含量指标的检测结果,计算出每个指标下 33 个方案短纤维含量的变异系数(CV 值)。可以看出,无论是 S_w 还是 S_n ,从小于 10 mm 到小于 16 mm 短纤维含量的 CV 值呈逐渐降低趋势,其中 S_w 依次为 14.6%、8.4%、7.5% 和 6.8%, S_n 依次为 9.4%、8.0%、6.8% 和 6.1%。可见随着短纤维含量指标变异系数的降低,其与细节的相关程度逐渐增加,因此,这种相关性反映了 2 个变化因素之间变异的一致性程度。

通过与成纱条干有关指标的相关性分析可以得出,总体上 4 种短纤维含量指标中以小于 10 mm 短纤维含量与条干 CV 值、+35% 粗节、+50% 粗节和 +140% 棉结 4 个指标的相关性较好。本文实验中

使用的 2 种原棉 5% 长度分别为 35.3 mm 和 34 mm, 依据文献 [10] 的结论, 采用原棉 5% 长度的 30% (分别为 10.6 和 10.2 mm) 作为相对短纤维含量指标, 其与纱线中 +35% 粗节和 +50% 粗节表现出较高的相关性。可见在粗节指标上, 本文实验与文献 [10] 的结论相吻合。

分析表 4 中的数据可知 4 种 S_n 指标对条干 CV 值、+35% 粗节、+50% 粗节和 +140% 棉结 4 个

指标的相关性也是十分显著(均为 0.01 水平)的, 与 +200% 棉结指标均不存在显著的相关性。这与 S_w 的分析结果完全相同。有点差异的是, S_n 对 -40% 细节的显著性水平均为 0.05, 与 -50% 细节指标均不存在显著相关性。

3.2 短纤维含量与成纱强力指标的相关性

表 5 示出了 4 种 S_w 和 S_n 指标与成纱强力指标的相关性分析结果。

表 5 生条中不同 S_w 、 S_n 指标与成纱强力指标的相关性分析结果

Tab. 5 Correlation analysis results between S_w and S_n of different length and yarn strength parameters

指标	S_w				S_n			
	<10 mm	<12 mm	<14 mm	<16 mm	<10 mm	<12 mm	<14 mm	<16 mm
断裂时间	-0.291	-0.281	-0.283	-0.329	-0.219	-0.212	-0.196	-0.228
显著性水平	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著
断裂强力	0.087	0.097	0.088	0.067	0.103	0.096	0.096	0.063
显著性水平	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著
断裂强力 CV 值	0.003	0.025	0.034	0.049	-0.026	0.001	0.010	0.042
显著性水平	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著
断裂伸长率	-0.288	-0.280	-0.283	-0.331	-0.214	-0.208	-0.193	-0.226
显著性水平	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著
断裂伸长率 CV 值	-0.142	-0.123	-0.112	-0.074	-0.189	-0.165	-0.165	-0.133
显著性水平	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著
断裂强度	0.289	0.271	0.244	0.229	0.305	0.272	0.252	0.223
显著性水平	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著
断裂强度 CV 值	0.003	0.025	0.034	0.049	-0.026	0.001	0.010	0.042
显著性水平	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著	不显著

根据表 5 中数据可知, 无论是 S_w 还是 S_n 指标, 其与成纱强力所列的所有指标相关性均为不显著。一般情况下, 若纤维的平均长度相同, 短纤维含量较高者其成纱强力要相对较低^[12], 这种情况下纤维的长度整齐度指标也较差, 很多研究表明纤维的长度整齐度与成纱强力具有很高的相关性, 纤维整齐度好, 纱条每一截面内纤维排列比较均匀一致, 存在强力弱环的几率较小, 纤维强力利用系数较高, 因此, 整体上成纱强力较高^[13]。

从本文实验中的数据看出: 各方案下由于分梳

条件不同, 生条中纤维的平均长度也会随之出现差异, 同时刺辊和锡林高速条件下对纤维的损伤也会有所加剧, 会在提高梳理度的同时导致短纤维含量升高, 因此, 当梳理工艺条件发生变化而导致生条中的短纤维含量变化时, 需要权衡利弊, 通过对成纱质量指标进行对比分析, 不能单以短纤维含量指标对纱线的强力指标进行预测。

3.3 短纤维含量与成纱毛羽指数的相关性

表 6 示出生条中 S_w 和 S_n 与毛羽指数 S_3 的相关性分析结果。

表 6 生条中不同短纤维含量与毛羽指数 S_3 的相关性分析结果

Tab. 6 Correlation analysis results between S_w and S_n of different length and yarn hairiness parameters S_3

指标	S_w				S_n			
	<10 mm	<12 mm	<14 mm	<16 mm	<10 mm	<12 mm	<14 mm	<16 mm
相关系数	-0.622	-0.598	-0.581	-0.554	-0.669	-0.653	-0.635	-0.621
显著性水平	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

由表 6 可看出 4 种 S_w 和 S_n 指标与毛羽指数的相关性均为十分显著(0.01 水平), 均以小于 10 mm 短纤维含量指标与毛羽指数相关性最大。值得注意的是 4 种短纤维含量指标均与毛羽指数呈负相关, 这与一般情况下, 短纤维含量指标与毛羽呈正相关

不相符, 说明短纤维含量不是决定毛羽的唯一因素。实践表明, 毛羽与半制品的结构(包括须条中纤维的分离度、平行伸直度及短纤维含量等)有直接的关系^[14], 本文实验中 33 个方案选取 11 种刺辊速度, 每种刺辊速度下选取 3 种速比, 即对应 3 种锡林

速度 随着刺辊和锡林速度的增加,对纤维的分梳将逐步加强,尽管短纤维含量有一定增加,但同时须条中纤维的分离度和平行伸直度会得到较大幅度提高,这样干扰纤维运动的棉结杂质就会减少,利于细纱牵伸装置对纤维运动的控制,从而减少毛羽的产生^[14]。这可能是出现负相关分析结果的原因。这也说明不能仅依靠短纤维含量 1 个指标来预测纱线的毛羽指标,需要结合具体的分梳工艺,对半制品结构的多个指标进行综合考虑分析,以便能够选取恰当的梳理工艺。

4 结束语

1) 生条中质量短纤维含量(S_w)和根数短纤维含量(S_n)与纱线条干、强力、毛羽等的指标相关性趋势是基本一致的, S_w 与成纱条干指标的相关系数普遍要高于 S_n 。

2) 4 种不同纤维长度下的短纤维含量指标,与条干 CV 值、-40% 细节、-50% 细节以小于 16 mm 短纤维含量指标的相关程度最高;与 +35% 粗节、+50% 粗节和 +140% 棉结以小于 10 mm 短纤维含量指标的相关程度最高,依次为小于 12、14 和 16 mm 短纤维含量指标。在 -50% 细节指标的预测上,只能根据生条中小于 16 mm 的 S_n 进行预测。

3) 当梳理工艺条件发生变化而导致生条中的短纤维含量变化时,不能单以短纤维含量指标对纱线的强力和毛羽指标进行预测。仅用短纤维含量 1 个指标来预测纱线的强力和毛羽指标是不完全的,应充分考虑梳理工艺条件变化带来的影响,需要结合纤维的分离度、平行伸直度等多个指标进行综合考虑,兼顾提高梳理度与纤维损伤之间的矛盾关系,根据最终产品的质量指标要求,恰当合理地选择梳理工艺。同时,在生条质量控制方面,也不能片面追求单个指标而忽视整体优化。 **FZXB**

参考文献:

[1] 曹继鹏,于学智,赵博. 纺纱质量控制[M]. 北京:中国纺织出版社,2017:65-71.
CAO Jipeng, YU Xuezhi, ZHAO Bo. Spinning Quality Control[M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2017:65-71.

[2] 林倩,严广松,郝崇文. 棉纤维长度分布密度函数的非参数核估计[J]. 纺织学报,2008,29(11):22-25.
LIN Qian, YAN Guangsong, YU Chongwen. Non-parameter kernel estimation of density function of cotton fiber length[J]. Journal of Textile Research, 2008, 29(11):22-25.

[3] 张朝辉,李梅. 原棉性能与纱线强力的关系[J]. 纺织学报,2005,26(1):52-53.
ZHANG Chaohui, LI Mei. Relationship between raw cotton property and yarn strength[J]. Journal of Textile Research, 2005, 26(1):52-53.

[4] 吕立斌,杜梅,陈春燕. 梳棉生条质量与纱线质量关系的研究[J]. 棉纺织技术,2007,35(4):30-33.
LV Libin, DU Mei, CHEN Chunyan. Research of relation between card sliver quality and yarn quality[J]. Cotton Textile Technology, 2007, 35(4):30-33.

[5] 杜梅. 梳棉生条质量与纱线质量的灰色关联分析[J]. 广西纺织科技,2008,37(3):27-28.
DU Mei. Grey correlation degree analysis between card sliver quality and yarn quality[J]. Guangxi Textile Technology, 2008, 37(3):27-28.

[6] THIBODEAUX D, SENTER H, KNOWLTON J L, et al. The impact of short fiber content on the quality of cotton ring spun yarn[J]. The Journal of Cotton Science, 2008, 12(4):368-377.

[7] CHANSELME J, HEQUET E, FRYDRYCH R. Relationship between AFIS fiber characteristics and yarn evenness and imperfections[C]// DUGGER P, RICHTER D. Proceedings of beltwide cotton conferences. Memphis: National Cotton Council of America, 1997:512-516.

[8] HEQUET E. Application of the AFIS multidata[C]// DUGGER P, RICHTER D. Proceedings of Beltwid Cotton Conference. Memphis: National Cotton Council of America, 2000:666-670.

[9] 瞿建增. 短纤维含量与成纱质量的关系[J]. 棉纺织技术,1986,4(3):23-26.
QU Jianzeng. The relation between staple fibre content and yarn quality[J]. Cotton Textile Technology, 1986, 4(3):23-26.

[10] SRINIVASAN V, DHANDAYUTHAPANI C. Relative SFC measurement and its effect on yarn quality[J]. The Indian Textile Journal, 2007, 5:32-33.

[11] CAO Jipeng, LU Qin, SUN Pengzi, et al. Test stability of Uster advanced fiber information system (AFIS)[J]. Journal of Donghua University, 2010, 27(3):412-418.

[12] 刘恒琦. 纱线质量检测与控制[M]. 北京:中国纺织出版社,2008:104-105.
LIU Hengqi. Test and Control of Yarn Quality[M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2008:104-105.

[13] 于加勇,丁晓娟. 棉纤维长度整齐度与成纱质量的关系[J]. 棉纺织技术,2004,33(7):27-29.
YU Jiayong, DING Xiaojuan. Relationship of cotton fiber length regularity with yarn forming quality[J]. Cotton Textile Technology, 2004, 33(7):27-29.

[14] 徐少范,张尚勇. 棉纺质量控制[M]. 北京:中国纺织出版社,2011:154-155.
XU Shaofan, ZHANG Shangyong. Cotton Spinning Quality Control[M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2011:154-155.