

赛洛纺新工艺的纺纱质量 及纱线结构研究

陈 怡 星

(大连轻工业学院)

【提要】 作者采用 2^4 多因子试验方法,对棉赛洛纺纱的工艺参数与其纱线质量的关系进行了试验研究,并将赛洛纱、双纺纱及股线的质量作了对比,对赛洛纺纱的工艺参数选择提出一些参考意见;还对赛洛纱的加捻机理和纱线结构作了研究分析。

赛洛纺纱工艺是一种新的短流程的股线生产工艺。在市场上的商品名称为Sirospun或Csirospun。在传统的环锭细纱机上略经改造,可直接纺制股线,可省略三道工序,而且细纱机的产量可提高一倍,纺纱厂的生产效率可提高33%。此种新工艺起源于毛纺精纺系统,后发展应用于棉纺系统,混纺纱以及长丝和短纤维纱的合股线工序。这些赛洛纱可适用于多种织物,例如涤/毛混纺纱可做外衣料,腈纶纱可用于装饰料和家俱布、长毛绒等起绒织物,并能应用于针织物。

一、纺纱工艺参数对赛洛纱质量的影响

本试验所研究的为棉纺赛洛纱。试验在瑞士苏黎世国立高等工业大学纺织研究所的实验室中进行。试验设备采用立达 G5/1 型细纱机,对其牵伸机构略加改造,没有采用任何其他附件(如阻捻罗拉、捻合点处的导纱器等)。

纱的品种及牵伸倍数:100%纯棉;普梳工艺;粗纱为450特;赛洛纱为 2×20 特,牵伸倍数为22.5倍。

试验的工艺参数:钢丝圈重量;二根粗纱之间的间距;纱的捻系数(英制) α_s ;锭速。

测定的纱的质量指标:纱线细度;强力和伸长;不匀率;捻合点以上的加捻三角的

高度;毛羽。

我们采用 2^4 (4因子、二水平)的多因子试验方法,进行试验方案设计,利用计算机计算结果并作图解分析。

4个工艺参数(自变量)的代号及标定值见表1。试验方案列于表2中。试验结果列于表3中。将试验结果输入计算机,计算出各参数对某一质量指标的相关系数及它们之间的交互影响 B_i 值,将 B_i 值按大小顺序排列,在常态分布概率纸上作图^[1]并讨论分析。

表1 工艺参数代号及标定值

自变量及其代号	标 定 量	
	(-)	(+)
X_1 = 钢丝圈重量(G)	2号	4号
X_2 = 二根粗纱间的间距(D)	3毫米	6毫米
X_3 = 纱的捻系数 $\alpha_s(K)$	3.5	4.0
X_4 = 锭速(N)	1.1万转/分	1.3万转/分

1. 强力及伸长

试验结果见表3,计算机计算的各因子与强力的相关系数及交互影响值 B_i 如下:

$$B(0) = 68.894 \text{ 牛/特} \quad \text{平均值}$$

$$B(1) = 0.2646 \text{ 牛/特} \quad G$$

$$B(2) = 1.3524 \text{ 牛/特} \quad D$$

$$B(12) = -0.294 \text{ 牛/特} \quad G-D$$

收稿日期:1985年11月2日。

- B(3) = 3.8906牛/特 K
- B(13) = -0.098牛/特 G-K
- B(23) = 0.5978牛/特 D-K
- B(123) = -0.2156牛/特 G-D-K
- B(4) = 1.9796牛/特 N
- B(14) = 0.3136牛/特 G-N
- B(24) = 1.0878牛/特 D-N
- B(124) = 0.6272牛/特 G-D-N
- B(34) = 0.3724牛/特 K-N
- B(134) = 0.3136牛/特 G-K-N
- B(234) = -0.3822牛/特 D-K-N
- B(1234) = 0.6762牛/特 G-D-K-N

表2 2⁴多因子试验方案

试验次序	自变量(工艺参数)			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	-	-	-	-
2	+	-	-	-
3	-	+	-	-
4	+	+	-	-
5	-	-	+	-
6	+	-	+	-
7	-	+	+	-
8	+	+	+	-
9	-	-	-	+
10	+	-	-	+
11	-	+	-	+
12	+	+	-	+
13	-	-	+	+
14	+	-	+	+
15	-	+	+	+
16	+	+	+	+

表3 2⁴多因子试验结果

试验次序	不匀率(CV%)	纺纱三角高度(毫米)	细度(特)	强力(牛/特)	伸长率(%)	毛羽(根/米)
1	13.89	11	42	63.7	7.5	25.1
2	13.87	14	41	64.5	7.35	8.9
3	13.74	17	42	62.3	7.35	7.9
4	14.06	20	41	63	7.1	3.2
5	13.69	10	41	67.8	7.35	21.2
6	13.60	13	42	70.5	8.1	9.0
7	13.63	15	42	73.9	8.1	9.0
8	14.28	17	43	69.4	8.1	7.3
9	13.69	12	40	63.9	7.6	17.5
10	13.49	15	41	64.9	6.85	7.9
11	13.98	19	40	68.6	6.85	7.3
12	14.44	20	41	69	6.1	5.3
13	14.05	11	42	72.4	8.1	19.1
14	13.86	15	41	72.4	7.55	4.5
15	13.59	16	41	76.2	7.6	6.8
16	14.31	18	41	79.4	8.1	4.5
平均值	13.87	15.19	41.31	68.9	7.54	11.09
标准偏差	0.30	3.21	0.79		0.58	7.38

计算机将B值插在常态分布概率纸上(见图1)。由计算结果和图1表明,因子K(捻度)对赛洛纱的强力起着决定性的影响作用,作用方向为正,表明捻度愈大,强力愈高。其次,随着锭速和粗纱间距的增加(在标定值范围内),赛洛纱的强力也相应增加。

用同样的计算和图解法得知,赛洛纱的捻度对赛洛纱的伸长也有一定影响。

2. 细度

试验结果反映出上述参数对赛洛纱细度的影响不大,唯有锭速有微小的影响,即当锭速增加时,赛洛纱的细度略有变细。

3. 不匀率

由作图分析得出结论,由于各因子之间的交互影响较大,所以各因子的影响不显著。这里粗纱间距对不匀率略有影响,即粗纱间距越大,不匀率越大。

4. 捻合点以上的加捻三角高度H

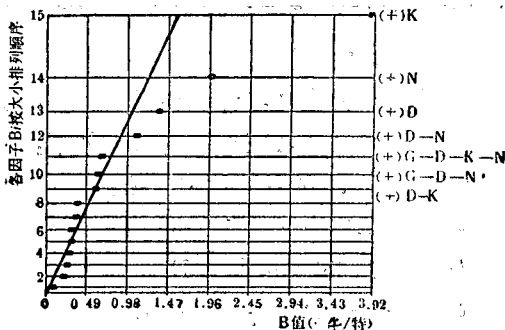


图1 各因子对赛洛纱强力影响分析图

粗纱间距 D 、钢丝圈重量 G 和锭速 N 对加捻三角高度 H 都有正相关的影响。纺纱张力的大小会影响 H 值, G 和 N 实际上是纺纱张力的函数, 它们直接影响纺纱张力。捻系数 K 对 H 是一个负相关的影响。此外, 还存在 D 在 K 之间的一个二阶交互影响, 在 K 较小时, D 对 H 的影响较大, 在 K 较大时, D

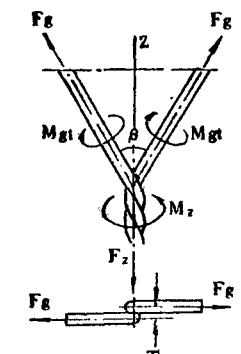


图2 在纺纱三角上所受的力矩

的影响较小。如图2所示, M_{gt} 为单股分枝上所受到的扭矩。 M_z 为在形成螺旋线时所受到的弯矩。另一力矩是由拉力 F_g 和卷成捻线时的卷绕直径 d 构成的。其相对捻线轴 Z 的力矩平衡式如下:

$$\text{加捻力矩: } M_z = 2M_{gt} \cdot \cos(\beta/2) + 2M_{gb} \cdot \sin(\beta/2) + F_g \cdot d \cdot \sin(\beta/2) \quad (1)$$

$$\text{力的平衡式为: } F_g = F_z / 2 \cdot \cos(\beta/2) \quad (2)$$

当张力 F_z 增加时, 为了保持以上平衡式的平衡条件, β 角必须减小。随着 β 值的减小, 当 D 保持常数时, H 值必然增加。

当其它条件不变时, 随着 D 值增加, 整个加捻三角形都放大了, 所以 H 值也增加。

捻度的变化能改变赛洛纱的扭矩 M_z , 并使加捻三角的夹角 β 和高度 H 发生变化, 同样单纱分枝上的捻度也能发生变化。

5. 毛羽

赛洛纱的毛羽值取决于纺纱张力 (实际上是钢丝圈重量和锭速的函数) 和粗纱间距。环锭细纱机所纺的纱线的毛羽随着纺纱张力的增加而减少^[2], 这样的规律也适用于赛洛纱。

在前罗拉下输出的两根单纱, 在捻合点的上部分经过加捻, 纤维之间经过一次成纱过程, 纤维之间抱合较好。赛洛纱的毛羽值的大小和单纱上的捻度多少有关, 当二根粗纱的间距较大时, 单纱上的捻度相应较多,

因此纱线毛羽较少。

试验结果还说明, 影响赛洛纱毛羽的因子中, 还有一个 $G-D$ 交互影响因素。当 D 值较小时, 则赛洛纱毛羽较多时, 钢丝圈重量增加, 毛羽值减少得愈多; 否则相反。这现象与普通纱的毛羽规律^[2] 也完全一致。

二、双纺纱、股线与赛洛纱的质量对比

这里所指的双纺纱是在细纱机上使用二根粗纱 (相互间无间距) 同时喂入纺纱, 所有的纺纱工艺和品种完全与赛洛纱一致, 只是股线再经过同样捻度的反向加捻。

我们也采用多因子试验方法对它们的纱线质量进行对比。将前面试验中的四个因子去除了粗纱间距这一因子, 因为股线和双纺纱都不存在粗纱间距这一参数。把这一因子换成纺纱工艺对比因子, 即赛洛纱为 (-) 级水平, 股线或双纺纱为 (+) 级水平。进行二次 2^4 因子分析, 一次为赛洛纱与股线对比, 一次为赛洛纱与双纺纱对比。

各参数 (自变量) 的符号为: x_1 = 钢丝圈重量 (G); x_2 = 捻系数 α_s (K); x_3 = 锭速 (N); x_4 = 纺纱工艺 (V), 标定值如前述。

测定和比较的质量指标: 不匀率; 强力; 伸长率; 毛羽。试验方案仍按表2, 只是其中的 x_i 按现有参数进行标定。试验结果列入表4、5中。由于这二个 2^4 因子试验中, 前八项的标定值全部相同, 即 x_i 都是负级标定 (赛洛纱), 而后面八项第一次为双纺纱, 第二次为股线。表5的前八项与表4相同。

下面对各次指标的试验结果进行讨论。

1. 强力

由计算机画出的 B 值分布图 (图3、4) 可知, 赛洛纱与双纺纱的强力差异以95%的信度存在, 因 V 因子 (二种不同工艺) 对强力有显著影响, 相关系数为负值, 说明赛洛纱的强力显著比双纺纱强。赛洛纱与真股线之间的强力差异以99%的可信度存在。试验结果说明赛洛纱的强力明显优于其它两种纱。

表4 赛洛纱和双纺纱质量比较

试验次序	不匀率 (CV%)	强力 (牛/特)	伸长率 (%)	毛羽 (根/米)
1	13.74	62.3	7.85	7.9
2	14.06	63	7.1	6.2
3	13.63	78.9	8.1	9.0
4	14.28	69.4	8.1	7.3
5	13.98	68.6	6.85	7.3
6	14.46	69	6.7	5.3
7	13.59	76.2	7.6	6.8
8	14.31	79.4	8.1	4.5
9	13.78	62	7.6	39.0
10	13.66	64	7.1	14.0
11	14.12	68.2	8.6	30.0
12	13.66	69.7	7.85	12.9
13	14.33	63.7	7.6	23.0
14	14.31	62.4	6.85	12.0
15	13.76	68.2	7.85	32.2
16	14.24	70	7.6	14.5

注：赛洛纱采用6毫米粗纱间距，表5同。

表5 赛洛纱和股线质量比较

试验次序	不匀率 (CV%)	强力 (牛/特)	伸长率 (%)	毛羽 (根/米)
9	13.58	60.8	7.35	7.9
10	14.44	61.5	6.85	7.0
11	13.32	66.4	7.85	6.9
12	13.78	66.4	7.85	5.6
13	13.57	59.1	6.85	3.7
14	14.03	58.3	5.6	4.6
15	13.56	63.6	7.35	4.6
16	14.60	63.3	6.6	3.6

2. 伸长和不匀率

试验结果表明赛洛纱、双纺纱和股线在这二项指标上不存在显著差异。

3. 毛羽

测定结果说明，赛洛纱的毛羽值比双纺纱少，但是多于股线。在股线中由于经过二次加捻，很多毛羽较好地抱合于股线中，赛洛纱的两根单纱也经过加捻，因此毛羽也少于双纺纱。赛洛纱毛羽平均值为6.79根/米，双纺纱为22.31根/米，股线为5.49根/米。

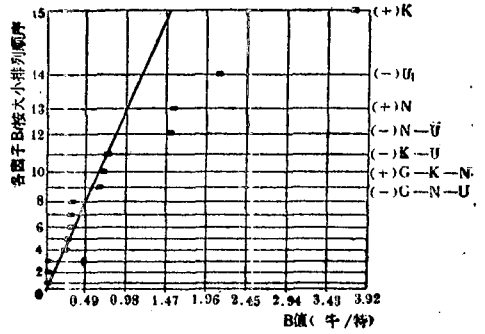


图3 赛洛纱与双纺纱强力对比因子分析图

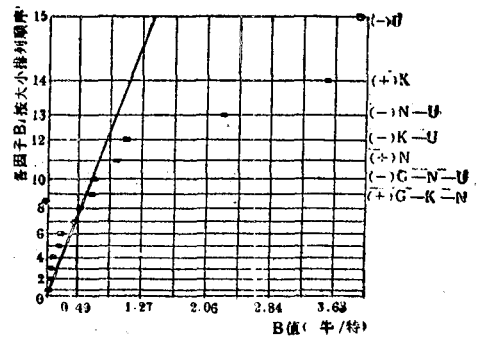


图4 赛洛纱与股线强力对比因子分析图

三、赛洛纱的纱线结构和捻度分布

对于赛洛纱中的单纱上的捻度分布问题，始终存在着不同意见。我们模仿plate^[8]的橡皮筋试验，采用两根566特的纱绳，如图5所示，使上面两端固定，并且在其表面各

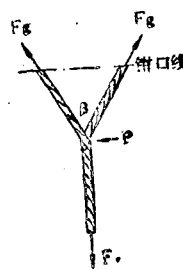


图5 在纺纱三角上的受力图

用红色或蓝色画上一条线，在加捻前使两根纱条完全平行。然后将其并合在一起加捻，随着所加的捻度增加，两根单纱结合在一起的捻合点也逐渐上升，加捻到一定程度（和赛洛纱纺纱时的情况相仿），可以明显地看到单纱上所存在的捻度，而且在股线上也可以看到这两根有色线条在其表面上的变化。这说明在股线中的单纱是含有捻

度的。这说明在股线中的单纱是含有捻度的。

度的。如果按文献^[3]所说的方法,即在捻合点P给以固定,然后对股线进行退捻,最后可以看到在股线中的单纱上存在有和捻合点P以上的单纱上数量相同方向相反的捻度。对这一现象是可以理解的,整个加捻过程中,两根单纱的下端和上端都是握持的,股线的加捻是绕股线轴的扭转,并没有绕两股单纱的轴线转动的扭矩作用。在两根单纱的捻合点处的股线在不断地由于加捻作用而扭转,由于两根单纱之间在这个点上有一定的摩擦力,形成了一个对单纱较松的握持点,并对单纱进行加捻,因此在整个单纱上形成了一个两端握持中间加捻的假捻现象。由于摩擦力握持不是十分紧,在单纱上的捻度不如股线多(指单位长度上的捻回数)。在握持较紧的情况下,单纱的捻度应和股线的捻度相同。对于一根连续长丝或纱来说,当纱线向前运动时,这样的加捻过程和任何假捻现象一样,在越过加捻点之后(越过捻合点P之后),在单纱中不再存在任何捻度。我们采用四根不同颜色(红、黑、黄、白)的80特的股线在一个模拟仪上进行赛洛纱的模拟纺纱,红、黄两根组成一个单纱分枝,黑、白组成一个单纱分枝,在纱线向前输送的情况下对其加捻,其整个过程完全如赛洛纱的生产过程。结果是四种颜色的股线在赛洛纱表面完全均匀的有规律地交替出现。这说明在赛洛纱中的单纱根本不存有捻度,在这方面的观点,我们与资料[3]是一致的,但是不同点在于:资料[3]认为通过改变捻度的数量或有意识周期性破坏捻合点上部加捻三角的平衡条件,可以达到使通过捻合点后的单纱获得周期性的不同捻向的捻度。但根据假捻原理,不管如何改变加捻速度或捻度,只要纱线越过加捻点不再存在有的的捻度。在我们的模拟试验中也证实了这一点。改变捻度只能改变捻合点以上部分单纱的捻度,而不能使股线中的单纱获得捻度。在模拟试验中所纺的赛洛纱表面始终保持四种不同颜色有

规律地均匀地排列,这种规律并不受纱线输送速度及加捻速度的影响。

建立在资料[3]理论上所采用的阻捻罗拉,他们认为可以增加赛洛纱单纱分枝上的捻度,以及改善捻度分布的均匀性。

根据假捻理论,阻捻罗拉是不可能达到这一目的的。资料[4]的试验结果也证实了这一点,阻捻罗拉并不能起任何改善质量和改善工艺的作用,反而影响了最高可能达到的纺纱速度。

在实际纺纱过程中,由于纤维束纺纱,纱线是由一些不连续的短纤维组成的,而且在单纱上会出现一些塑性变形。因此,其结果和我们的模拟试验的结果是不完全相同的。

我们采用了四根130特的粗纱,将其染成四种不同的颜色(即为红、绿、蓝、白),将红和绿合在一起作为赛洛纱的一个分枝,另一个分枝是由蓝白粗纱组成。

为了作对比,用同样的四种颜色粗纱混合在一起纺成双纺纱和股线。在纺双纺纱时,粗纱平行排列喂入的次序相同于赛洛纱纺纱时的情况。纺纱条件:牵伸倍数17.33倍;细纱细度30特;3* 钢丝圈;纱线捻系数 α 为4.5;纺纱锭子速度11000转/分;粗纱间距6毫米。

纺出的三种纱线经显微镜摄影,对它们观察和比较后,可以得出以下几点结论:

(1) 双纺纱的纱直径明显粗于其它二种纱,赛洛纱的直径接近于股线的直径。

(2) 双纺纱表面的颜色存在着一个较长片段的周期变化,即有规律地交替出现一段红绿双股捻合在表面,另一段为蓝白双股捻合在表面,其周期的长度约为20毫米左右。股线是由两股单纱捻合而成,这两股纱的交替仅在一个捻度的变化周期内重复出现,在股线的表面也可以看出。赛洛纱的表面显示出这两种周期的混合,表面颜色的变化界于双纺纱与股线之间。双纺纱表面的这种颜色

的周期性变化,是由于纤维在环锭细纱中的分布为圆锥螺旋线分布,一根纤维在它的长度方向上是不断地在纱线的内外层进行转移,因此可以看到纱线表面颜色交替的变化。

(3) 三种纱线经过适当退捻后,可以看出股线中明显的两股有捻的单纱;双纺纱中的纤维是平行的无捻的;赛洛纱中两根单纱分枝可以明显地分开,此外还存在极少的捻度。

根据以上的试验和观察结果,对赛洛纱的捻度分布和纱线结构特点可归纳如下:

赛洛纱中的两个单股的加捻过程实际上是一个假捻过程,在两股单纱捻合成股线的捻合点处,由于两股单纱之间的摩擦力形成了一个握持点,犹如一个假捻器,随着股线的加捻,捻合点两侧的单纱获得数量相同而方向相反的捻回数。当纱线向下输送时,在其通过捻合点后,单纱上再也不存在捻度。这种情况适用于有弹性的连续长丝。

在实际纺纱过程中,由于是由短纤维束纺纱,纱线是由一些不连续的短纤维组成的,而且在单纱上会出现一些塑性变形,因此有极少的部分捻度仍然可能被保留在股线部分单纱中。

赛洛纱的结构在外观上近似于单纱,退捻后可以看出在两股单纱上存在极少捻度。

由于赛洛纱的单纱在捻合点以上经过一次假捻,对纤维来说其加捻过程和普通环锭纺纱的加捻成纱过程相似,因此纤维在单纱中按圆锥螺旋线分布,虽然在捻合点之后单纱已经退捻,但是纤维在单纱中的分布已存在从内层到外层或外层到内层的转移过程,在捻合点处和另一股捻合在一起。在这一次的捻合过程中不再发生纤维转移,加上在单股纱上还保留部分剩余捻度,再经过一次加捻使纤维能较好地结合于纱线之中,存在较少的表面浮游纤维,因此赛洛纱相对于双纺

纱具有较少毛羽。和普通单纱相比,纤维在内外层上的转移直径只是普通单纱的一半,纤维相应于纱线轴的平行伸直度要比普通单纱好,在纱线受到拉伸时,纤维强力利用率相对较高,且经过第一次假捻,纤维之间抱合较紧密,因此纱线直径近似于股线而比单纱小,这些因素导致赛洛纱的强力较高。

把赛洛纱看作是由具有同向捻度的单纱组成的股线,我们认为这种看法不正确,因为在赛洛纱的单股纱中几乎不含有捻度。

四、结 论

1. 根据赛洛纺纱的四个工艺参数(钢丝圈重量、二根粗纱间距、捻系数、锭子速度)对赛洛纱质量(强力、伸长、不匀率、毛羽)的影响,我们对这些参数的选择提出以下建议:捻系数应比普通单纱(同样支数)偏大为宜;二根粗纱间距离应根据纤维长度进行选择,在我们的试验范围内(适用于棉纤维)以6毫米为最佳;钢丝圈重量应比同样支数的普通单纱(双纺纱)稍轻,因为在加捻三角区的单纱细度较细(为赛洛纱的一半)。

2. 赛洛纱的强力优于双纺纱及股线,而毛羽特性介于两者之间。

3. 赛洛纱的单股分枝的加捻过程实际上是一个假捻过程。由于单纱是由不连续的短纤维束组成,在实际的赛洛纱的单纱上会有非常少的残留捻度存在。

4. 赛洛纱的外观与普通单纱相似,但是纱线直径细于同样支数的双纺纱。

参 考 资 料

- [1] 陈怡星编,“利用计算机对多因子试验结果作图并进行计算分析”,大连轻工业学院讲义。
- [2] 《大连轻工业学院学报》,1984, No.1, p.3.
- [3] 《J. T. I.》, 1982, No.3, p.99(英)。
- [4] 《Melliand Textilberichte》, 1980, No.9, p.773 (德)。