

涤纶纤维性能对涤棉纱品质指标的影响

王希贤
(丹阳棉纺织厂)

【提要】 本文通过对涤纶纤维性能与成纱品质指标的相关分析,说明影响成纱品质指标的主要因素是纤维的强力不匀率和伸长不匀率,其次是断裂伸长、断裂强力和混配强力不匀率。文章指出,涤纶纤维的强、伸不匀率应从两个方面加以控制,并提出了纤维混配时的注意点。

纱线品质指标是表示纱线物理性能的重要指标之一。缕纱强力是品质指标的主要组成部分,讨论涤纶纤维性能对成纱品质指标的影响,主要是讨论对成纱强力的影响。由于缕纱在拉伸过程中纱的不同时断裂性和单纱在拉伸过程中纤维与纤维之间的滑移与不同时断裂性,在拉伸过程中纱或纤维的伸长基本上是和负荷成正相关的,单纱的强、伸不匀率和纤维的强、伸不匀率都会直接或间接地影响到缕纱强力。过去国内外一些学者曾对此进行过研究,认为纤维与纱的强、伸不匀率起着相当重要的作用。鉴于目前在一些纺纱工厂中对纤维与纱的强、伸不匀率还

缺少给予足够的重视,本文试图在一定范围内通过相关分析,找出涤纶纤维性能影响成纱品质指标的主要因素,用以指导涤纶原料的选择和混配,也可供涤纶厂提高产品质量作参考。

一、涤纶性能与成纱品质指标相关分析

根据丹阳棉纺织厂连续二十个月的实际生产数据,暂不考虑温湿度的影响,将由一种混配成分纺制的14.7号(40英支)和9.8号(60英支)65/35涤棉纱的品质指标与涤纶纤维性能的关系绘制得图1的曲线。图中,强、伸度与品质指标之间几乎看不出有相关关

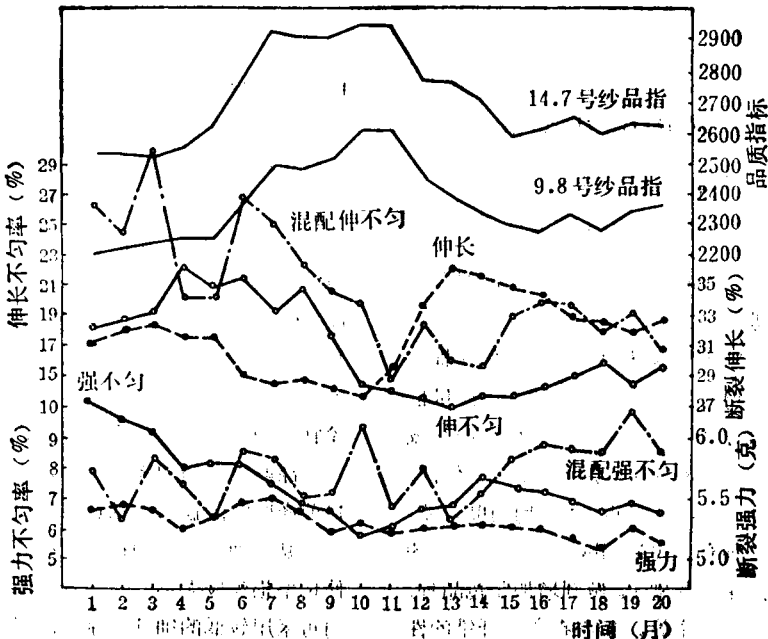


图1 涤棉纱品质指标随涤纶纤维性能变化的曲线图

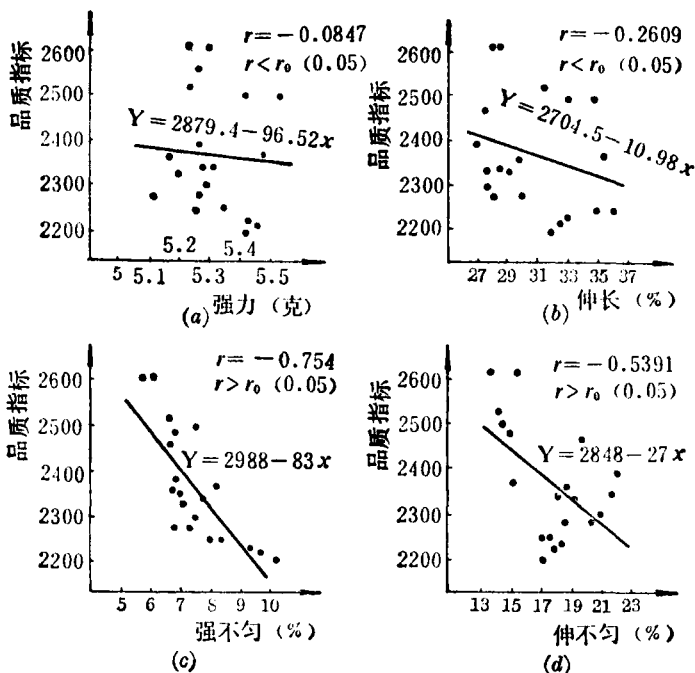


图2 涤纶纤维性能与涤棉纱品质指标相关图

系。进一步将强、伸度和强、伸不匀率与品质指标的各对应数据分别作成相关图(见图2),并用二元线性相关分析,计算其相关系数,得出回归方程。可以发现,在这些因素中,与成纱品质指标相关最显著的是涤纶纤维的强力不匀率,其次是伸长不匀率。强力和伸长与品质指标的相关却并不显著。由于影响成纱品质指标的因素较多,用二元线性相关分析方法不能正确地反映实际情况。故对上列数据,又用逐步回归法进行多元相关分析,计算结果是,强、伸度和强、伸不匀率这四个因素都与成纱品质指标显著相关。据建立的回归方程计算得的(在上列数据范围内)残差在 $-105 < \tilde{y} < 60$ 的范围内。残差平方和 $Q = 41670 (Q = 0.1375519)$, 数值较大。由这四个因素计算得的结果还不理想。

在排资料中看到,我们目前使用的涤纶原料很杂,一个纱号所混配的涤纶纤维的强、伸度及强、伸不匀率差异往往很大,其外不匀率(混配强力不匀率和混配伸长不匀率)亦应作为自变量,以六个因素进行相关分析。用逐步回归法^[1],在六个自变量中,根据各个

自变量的贡献大小,每步选一个重要变量进入回归方程,并对该步将选入的变量作显著性检验。仅当在通过检验(显著)时,才进行下一步计算。而且还考虑到较早选入回归方程的变量有可能随着其后另一些变量的选入而失去原有的重要性,这样的变量也及时地从回归方程中剔除出去,使最终的回归方程只保留重要的变量。用从美、日等国进口的涤纶原料为主,和部分国产涤纶原料混配后的平均断裂强力 x_1 、强力不匀率 x_2 、混配强力不匀率 x_3 、断裂伸长 x_4 、伸长不匀率 x_5 、混配伸长不匀率 x_6 ,与用此混配原料纺成的9.8号涤棉纱品质指标 y 连续二十个月的数据,和用逐步回归法得出的回归方程算出的 \hat{y} 、 $y - \hat{y}$ 和残差平方和 Q ,均列于表1。计算结果,六个自变量中除混配伸长不匀率偏相关系数较小应予以剔除外,五个均与成纱品质指标显著相关。其回归方程为:

$$y = 1789.418999 + 473.1662579x_1 - 83.99611318x_2 - 28.52582526x_3 - 18.73668631x_4 - 28.5141422x_5$$

复相关系数 $R = 0.973930622$

表1 涤纶纤维混配性能与成纱品质指标数据汇总表

序 号	自 变 量						因 变 量	计 算 值	残 差
	断 裂 力 强 不 匀 率 (克)	强 力 不 匀 率 (%)	混配强力 不 匀 率 (%)	断 裂 伸 长 (%)	伸 长 不 匀 率 (%)	混配伸长 不 匀 率 (%)	成 纱 品质指标		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y		
1	5.42	10.16	7.92	32.12	17.17	26.31	2200	2183.245	16.755
2	5.46	9.58	6.30	32.60	18.10	24.47	2220	2261.589	-41.589
3	5.43	9.25	8.29	33.07	18.46	30.04	2230	2199.275	30.724
4	5.26	8.02	7.47	36.09	17.60	20.29	2250	2213.480	36.517
5	5.36	8.23	6.40	34.75	17.55	20.36	2250	2295.482	-45.482
6	5.48	8.18	8.60	35.32	15.15	26.70	2370	2356.190	13.809
7	5.53	7.56	8.33	33.21	14.54	25.18	2500	2496.556	3.443
8	5.42	6.84	7.02	34.74	14.90	22.40	2490	2503.422	-13.422
9	5.24	6.62	7.17	31.49	14.33	20.66	2520	2509.599	10.400
10	5.30	5.80	9.44	28.34	13.76	19.75	2610	2617.386	-7.386
11	5.23	6.12	6.79	28.10	15.45	14.80	2610	2589.287	20.712
12	5.26	6.65	7.95	27.56	19.73	18.34	2460	2414.095	45.905
13	5.27	6.81	6.27	26.99	22.27	15.96	2390	2391.421	-1.421
14	5.31	7.72	7.13	27.76	21.77	15.37	2310	2309.209	30.790
15	5.29	7.46	8.28	27.69	20.90	18.72	2300	2314.899	-14.899
16	5.27	7.29	8.68	28.19	20.39	20.11	2280	2313.478	-33.478
17	5.20	7.05	8.66	28.91	18.96	19.64	2330	2328.371	1.628
18	5.11	6.72	8.00	29.95	18.65	18.14	2280	2321.685	-41.685
19	5.28	6.91	9.93	28.64	17.89	18.90	2340	2377.325	-37.325
20	5.17	6.69	8.57	29.74	18.87	16.65	2360	2333.997	26.002

$$Q = \sum (y - \hat{y})^2 = 15522.907$$

偏相关系数

$$R_1 = 0.877566918 \quad R_2 = -0.958454071$$

$$R_3 = -0.714212321 \quad R_4 = -0.890888601$$

$$R_5 = -0.928819039$$

从上可见，涤纶纤维的性能与成纱品质指标相关最密切最显著的是涤纶纤维的强力不匀率，然后依次为伸长不匀率、断裂伸长、断裂强力、混配强力不匀率。纤维的强、伸不匀率是影响成纱品质指标的主要因素，甚至比纤维的强、伸度更重要。至少是在多唛涤纶混纺时是如此。

表2所列国内某小合纤厂(其它大、小合纤厂的产品均有类似情况)生产的连续几批涤纶纤维各只试样的试验数据，其中相邻几批的强、伸不匀率极差系数比强、伸度极差系数大数倍至拾数倍，同一批纤维的强、

伸不匀率极差系数比强、伸度极差系数也要大一倍至数倍。就是说，纤维的强、伸不匀率的波动幅度比强、伸度的波动幅度要好几倍，这对纤维的纺纱性能是有很大影响的。这是化纤生产中的情况。再有，在纺纱厂选择和混配涤纶原料时，也没有对强、伸不匀率加以必要的控制。在选择原料时，仅仅选择三种强、伸度类型，对纤维的强、伸不匀率几乎根本不考虑。在混配时，往往将强力不匀率高的纤维用于纺制高支纱，或者是其和用百分率很高，因此而造成细纱断头增加，效率下降，使矛盾更趋突出。

数年的生产数据反映出涤纶纱的强力不匀率也要比纯棉纱的高，波动的幅度也比较大，这与涤纶单纤维强力不匀率高、波动大有着直接的关系(经反复多次试验，排除了捻度

表2 某合纤厂数批涤纶纤维检验数据汇总表

编号	试样	断裂强力 (克)	强力不匀 率 (%)	断裂伸长 (%)	伸长不匀 率 (%)
8-40	1	5.20	11.10	28.06	26.34
	2	5.13	10.87	29.94	18.38
8-45	1	5.44	6.22	27.90	14.18
	2	5.34	8.29	26.80	14.04
	3	5.19	8.37	24.74	16.74
	4	5.21	6.88	30.24	16.82
8-46	1	5.25	5.45	28.44	13.25
	2	5.34	5.77	27.30	14.52
8-50	1	5.13	8.58	27.58	12.94
	2	5.28	6.78	28.00	14.29
	3	5.17	7.65	27.04	19.56
批与批最大极差系数 (%)		5.90	72.44	19.77	81.41
同批最大极差系数 (%)		4.72	28.90	20.06	42.44

不匀率对成纱强力不匀率的影响)。可见,涤纶纤维的强、伸不匀率也是影响涤纶纤维可纺性的一个重要因素,决不可忽视。

对于涤纶纤维的强、伸不匀率,应从两个方面加以控制。一是根本性的,在化纤厂从聚合、纺丝、牵伸各工序半成品到纤维成品都要把强、伸不匀率作为一项重要指标,加以研究,加以控制,使强、伸不匀率尽可能地降低。仅从强、伸度试验原始资料分析,目前国内外涤纶纤维强力不匀率的波动,很多是由于纤维的直径差异所造成。检验时,在显微镜下,常常可以看到直径较正常纤维粗二、三倍的粗纤维,和另一些直径明显细小的纤维,它们的单强就特别高或者特别低。表3只是随机摘录的几个原始试验数据,略

表3 部分涤纶纤维强、伸度试验原始资料分析表

编号	产地	断裂强力 (克)	强力不匀率 (%)	单强试验仪标尺读数						
				平均	以下平均	平均差	最高	最低	极差	极差系数 (%)
8-40	江苏某厂	5.20	11.10	50.98	45.32	5.66	78	38	40	78.46
		5.13	10.87	50.34	45.08	5.26	72	37	35	69.53
5.44		6.22	51.62	48.26	3.36	61	42	19	36.80	
5.19		8.37	50.56	45.52	5.04	70	31	39	77.14	
8-11	台湾	5.48	12.13	58.58	52.00	6.58	86	38	48	81.94
		5.84	7.00	61.72	57.40	4.32	75	45	30	48.60
		5.46	10.24	59.08	53.68	5.40	87	43	45	76.17

加分析就可以看出,其中极差系数大于70%的,大都是纤维的直径粗细相差很大所造成。化纤厂减小纤维的直径差异,能改善其强力不匀率。二是在从国外进口涤纶原料或纺纱厂选择涤纶原料时,要把强、伸不匀率作为一个选择的重要指标,加以重视,对强、伸不匀率高的纤维在混用数量上和纺制纱号品种上加以适当而有效的控制,以尽量减小由于强、伸不匀率高对纺纱生产的不良影响。

二、纤维混配时的注意点

前些年,化纤原料供应很紧张,纺纱厂一般只能有啥用啥,常常将强、伸度和强、伸不匀率差异很大的各种唛头的化纤混配在一个品种成分里进行纺纱。就是说,纤维的混配强、伸不匀率较高,这就会更加扩大纤维强力不匀率对纺纱性能的影响。而目前的化纤供应已大为缓和,有了选择的余地。在混配时注意控制下列三个方面,对成纱质量将是有益的。

1. 混配各唛头的强、伸度差异不要相差太大。若纤维资源比较庞杂,那宁可根据不同纱号要求,增加一、二个混配品种,把强、伸度较接近的几个唛头混配一个品种成分,纺制相适应的纱,将另外几个性质相近的纤维混配另一个品种,纺制另一只相适应的纱,以便有效地减小一个混配成分内的强、伸度差异,减小混配不匀率。一个成分的单强强力极差应控制在1以内为好,断裂伸长极差控制在15以下,有助于提高成纱品质指标和

改善成纱强力不匀率，且成纱质量可比较稳定。

2. 对于强力不匀率高的纤维的混用量应注意控制，混用百分率应控制在10%左右，做到10%以下则更好。这对于减小因纤维的强力不匀率过高(>9.5%)对成纱品质指标的不良影响是必要的。

3. 每个品种的混配成分要有一个明确的主体。主体唛头的混用百分率应在40%以上。特别是在唛头多，各个唛头间的强、伸度差异又较大的情况下，若各个唛头平均混配，会产生很不好的效果。在表1的数据中，我们可以看到有几个月品质指标低于2300，分析这几个月混配成分，除了强、伸不匀率等因素外，还可看出另一个规律，就是这些月份的混配成分中大都没有一个明显的主体唛头。各个唛头的混用百分率在6~30%之间，没有一个唛头的最高混用量超过30%。再看品质指标最高的月份，大都有混配主体，主体唛头的混用百分率在40~55%。表4收录了上述两种比较典型的混配成分。从表列数据可以看出，即使是以断裂强力较

低、断裂伸长较大的纤维作主体，也比没有主体的品质指标高。(当然这没有主体是指在混配强力差异较大的情况下。)这主体不一定绝对要一个唛头来做，也可以由纤维性质很相近的二个唛头共同组成。

若能做到既注意选择和控制在涤纶纤维的有关性能，又注意按各个唛头的纤维性能进行合理混配，则所纺涤棉纱的品质指标必能稳定提高。

三、结 语

1. 通过对二年来涤纶纤维多唛混纺的实际生产数据的多元相关分析证明，涤纶纤维性能影响涤棉纱强力和品质指标的不仅是一般所说的强、伸度二个因素，比这更重要的还有强、伸不匀率，而混配的强力不匀率也有相当大的影响。因此，有关单位应加以重视，涤纶纤维的强、伸不匀率亦应作为一项重要指标，列入质量考核标准。同时，在化纤厂生产涤纶纤维的过程中，应控制并降低强、伸不匀率，以进一步提高涤纶纤维的质量和可纺性。

2. 纺织厂对涤纶纤维的混配，亦应和对待混棉一样重视，要充分利用涤纶原料的所有各项性能数据，在混配中更好地发挥某些涤纶纤维的特长，弥补某些涤纶纤维的缺陷，这样取长补短，就能通过提高原料的混配质量来稳定和提高成纱质量。

3. 分析象成纱品质指标那样受多种因素影响的变量的相关问题，采用逐步回归法，进行多元线性相关分析，拣贡献大的变量一个个地引入方程，剔除失去重要性的变量，这样可以避免因一个自变量的影响可能掩盖另一个自变量的影响，而使计算结果更符合于所列数据各变量间的实际关系。

表4 两种较典型的混配成分对比表

月份编号	平均断裂强力(克)	平均品质指标	项 目	混 配 唛 头					
				1	2	3	4	5	6
1	5.42	2200	强力(克)	5.26	6.44	5.81	4.68	5.16	5.45
			伸长(%)	43.08	19.21	20.92	46.79	34.74	32
			混用率(%)	9	11	25	17	29	9
2	5.46	2220	强力(克)	5.26	6.44	5.81	5.53	4.68	5.45
			伸长(%)	43.08	19.21	20.92	37.97	46.79	32
			混用率(%)	8.5	10.5	21.5	11.5	20	28
10	5.30	2610	强力(克)	4.96	5.80	4.42	6.03	5.3	
			伸长(%)	29.2	23	47.7	20.15	28.67	
			混用率(%)	42	24.5	15.5	12	6	

参 考 资 料

[1] 中国科学院计算中心概率统计组编，《概率统计计算》，科学出版社出版。