

Lyocell 纤维混纺纱强度与混纺比关系的研究

费培兴

(东华大学)

张建春

(总后军需装备研究所)

【摘要】 本文在混纺纱拉伸强度简化模型的基础上,预测 Lyocell/PET、Lyocell/棉、Lyocell/毛、Lyocell/绢丝混纺纱强度与混纺比的关系曲线,并对 Lyocell/PET、Lyocell/棉混纺纱进行了实测检验,证明预测结果与实测结果有良好的一致性。

关键词: Lyocell 纤维 混纺纱 纱线强度 混纺比 研究

中图分类号: TS 104

本文作者通过对混纺纱的混纺比与拉伸强度间的关系研究,结合 Lyocell 纤维、涤纶纤维(PET)、羊毛纤维、棉纤维、绢丝纤维的应力应变曲线,分析 Lyocell/PET, Lyocell/羊毛, Lyocell/棉, Lyocell/绢丝混纺纱随混纺比的变化其纱线强度的变化趋势。

一、混纺纱线拉伸性能的简化模型

混纺纱线的力学性能,已被许多学者研究,其中大多数学者关注对生产具有实际指导意义的断裂强力的预测^[1-4],还有学者研究混纺比对纱线性能的影响^[4,5]。

当一混纺纱被施加一拉伸载荷时,延伸性较小的纤维首先变形至断裂点,为了简化问题,暂且认为纤维在这一点同时断裂,当然在实际中同一纤维其断裂伸长是一个分布,所以断裂也是非同时的。这里我们忽略了这种统计因素。另外三个假设是:(1)混纺纱线中的纤维是混和均匀的。(2)当纱线的捻度达到相当大时,纱线被拉伸时,纤维之间没有滑移,即纱线断裂是由纤维断裂引起的。(3)纤维断裂后不再承受外力。

混纺纱线是由 a、b 两种纤维组成, a、b 两种纤维的拉伸性能如图 1 所示,根据 Ham-burger 研究得出的结论^[1],假设混纺纱的特数为 T_y , B_a 是纤维 a 所占的重量百分比, B_b 是纤维 B 所占的重量百分比。

故 $T_a = B_a \times T_y$ $T_b = B_b \times T_y$

其中: T_a, T_b 分别为 a、b 两种纤维成分的特数。

当纱线拉伸时,纱线中的纤维的应变达到 X_a 时,所有 a 纤维处于断裂临界点,此时混纺纱所承受总载荷(P_1)是两组分承受的载荷 P_{1a} (a 纤维所承受的载荷)和 P_{1b} (b 纤维所承受的载荷)之和。即 $P_1 = P_{1a} + P_{1b}$; 而 $P_{1a} = B_a \times T_y \times S_a$, $P_{1b} = B_b \times T_y \times S'_b$; 纤维拉伸至 X_a 时纱线的强度:

$$S_{ya} = P_1/T_y = B_a \times S_a + B_b \times S'_b \quad (1)$$

$$\text{而} \quad B_a + B_b = 1 \quad (2)$$

(1)、(2)两式联立得:

$$\begin{aligned} S_{ya} &= B_a \times S_a + (1 - B_a)S'_b \\ &= B_a(S_a - S'_b) + S'_b \end{aligned} \quad (3)$$

从(3)式可以看到纱线强度 S_{ya} 与 a 纤维所占混纺纱的混纺比 B_a 成线性关系,其斜率为 $(S_a - S'_b)$,截距为 S'_b 。

根据假设,当纱线载荷略超过 $S_{ya} T_y$ 时, a 纤维全部断裂,随着纱线所承受的载荷增加,纱线中的纤维被拉伸至 X_b 时,纱线承受的载荷为:

$$P_2 = P_{2b} = B_b \times T_y \times S_b$$

$$\text{故此时纱线的强度为: } S_{yb} = P_2/T_y = B_b \times S_b \quad (4)$$

根据(3)、(4)式可得到图 2。实际上混纺纱的强度随 a、b 两种成分混纺比变化,不是依照 S_a, S_b 折线变化,而随虚线所示较光滑地变化。这是由于 a、b 两种纤维各自有自己的断裂伸长分布,并非集中一点同时断裂。而且 Kemp 和

Owen 指出由于捻度将纤维束缚在一起,纤维之间相互摩擦,单根纤维断裂后,还能承受一些负荷,并非将断裂前承受的力完全转移给其他未断裂的纤维,在某种条件下,一根纤维可以不止一次断裂^[2]。

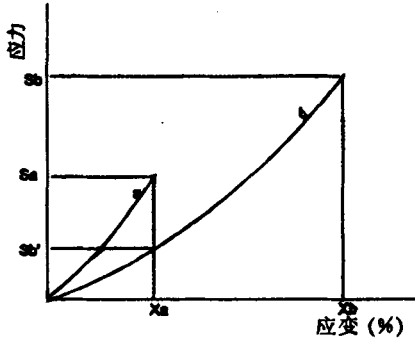


图 1 a、b 纤维的应力-应变性能

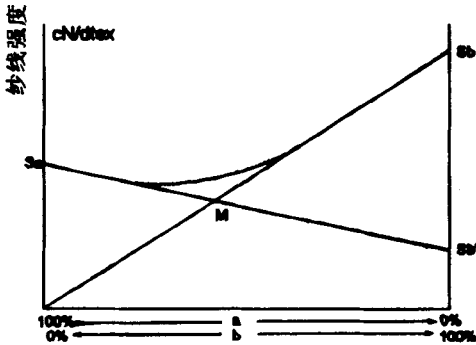


图 2 纱线强度与混纺比的关系

二、Lyocell/PET 混纺纱的拉伸性能

图 3 是 Lyocell、PET 纤维应力/应变曲线,根据上述分析,可以得到 Lyocell/PET 混纺纱的强度随混纺比变化的趋势(图 4),从图 4 可以看出,由于 PET、Lyocell 纤维拉伸性能比较接近, Lyocell/PET 混纺纱随混纺比变化,其纱线强度的变化较小。

图 5 为 PET/Lyocell 混纺比为 100/0, 87.5/12.5, 75/25, 62.5/37.5, 50/50, 37.5/62.5, 25/75, 12.5/87.5, 0/100 的纱线的强度。测试条件为:温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $65\% \pm 3\%$; 纱线测试前在标准条件下平衡 48 小时;夹距:

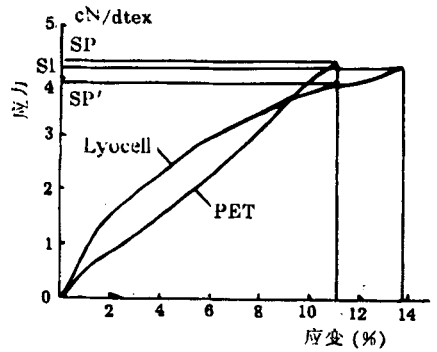


图 3 Lyocell、PET 纤维的拉伸性能

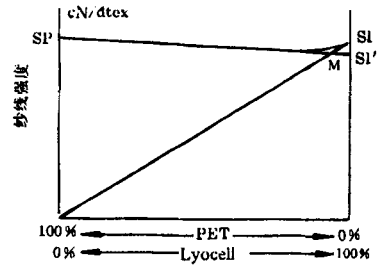


图 4 Lyocell/PET 混纺纱强度与混纺比的关系
500mm, 拉伸速度: 500mm/min, 预加张力: $13\text{cN} \pm 3\text{cN}$ 。测试仪器: Instron 1212 万能电子强力仪。纱支为 28tex。

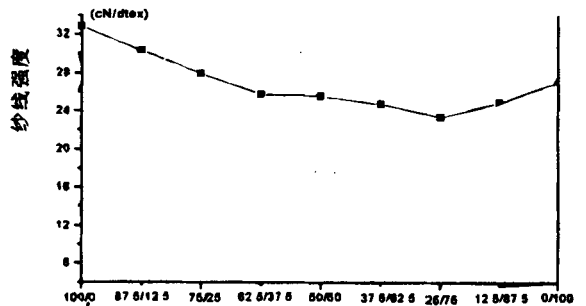


图 5 PET/Lyocell 混纺纱强度与混纺比关系的测试结果

从图 4、5 看出 PET/Lyocell 混纺纱强度与混纺比的关系的预测结果与实测结果有良好的一致性。因此 Lyocell、PET 纤维混纺时,我们可以不重视混纺比对纱线强度的影响。而从 Lyocell 的吸湿性好,触感滑爽、柔软等优点,而 PET 保形性好等特性去选择混纺比,从而达到“优势互补”效应。另外,据有关资料报道, Lyocell、PET 纤维混纺时, PET 纤维含量大于

30%时, Lyocell 纤维的原纤化倾向将大大降低, 因此织物要求光滑外观或“桃皮绒”效果, 混纺比是一个需要考虑的因素。

三、Lyocell/棉混纺纱的拉伸性能

图 6 是 Lyocell、棉纤维应力/应变曲线, 根据以上的分析, 可以得到 Lyocell/棉混纺纱强度与混纺比的关系, 即图 7。如图 6、7 所示, Lyocell 纤维含量的增加导致 Lyocell/棉混纺纱断裂强度的稳定地增加。这是由于随着棉纤维的减少, 棉纤维正被“较强”的 Lyocell 纤维取代。

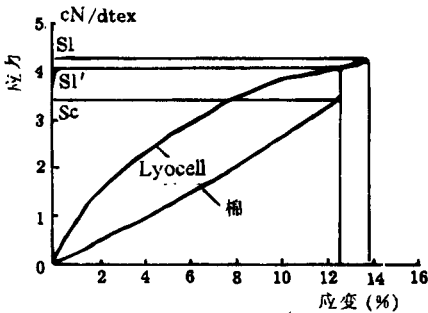


图 6 Lyocell、棉纤维的拉伸性能

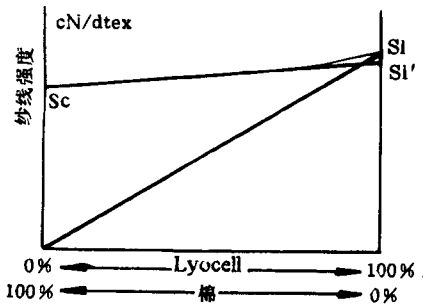


图 7 Lyocell/棉混纺纱强度与混纺比的关系

图 8 为棉/Lyocell 混纺比为 100/0, 87.5/12.5, 75/25, 62.5/37.5, 50/50, 37.5/62.5, 25/75, 12.5/87.5, 0/100 的纱线的强度。测试条件、测试仪器与 PET/Lyocell 混纺纱相同。纱支为 28tex。

预测结果与实测结果的良好的一致性, 可以从图 7、8 得出。Lyocell 纤维和棉混纺时, 可以将 Lyocell 纤维作为“增强纤维”提高纱线、

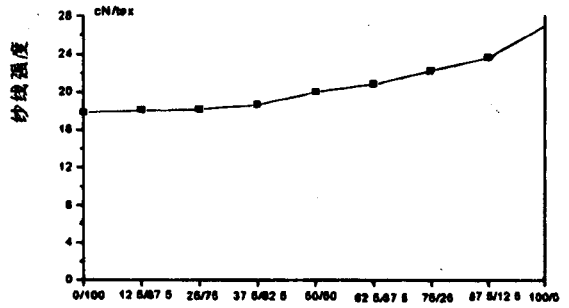


图 8 Lyocell/棉混纺纱线强度与混纺比关系的测试结果

织物的强力。而且与涤/棉混纺相比 Lyocell/棉混纺有更好的匹配性, 因为 Lyocell 纤维含量较低时混纺纱强度不出现最低点, 而涤/棉混纺在涤纶含量较低时, 其强度有一比纯棉纱强度更低的最低点。因此, 价格、织物强度、织物所要达到的手感及服装的穿着效果将是考虑混纺比的重要因素。

四、Lyocell/毛、Lyocell/绢丝混纺纱拉伸性能的预测

图 9 为 Lyocell 纤维和细羊毛纤维的应力/应变图, 根据类似的方法可得到 Lyocell/羊毛混纺纱强度随混纺比变化的趋势(图 10)。虽然未作实验验证, 但仍可相信 Lyocell 的混入不但赋予织物有丝毛感, 而且提高了纱线、织物的强力。Lyocell/羊毛混纺织物, 特别是针织物是一值得开发的品种。

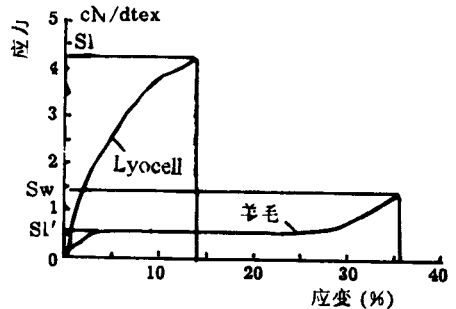


图 9 Lyocell、羊毛纤维的拉伸性能

图 11、12 所示 Lyocell/绢丝混纺纱强度与混纺比的关系与 Lyocell/PET 混纺纱极其相似, 这是绢丝和 PET 的拉伸性能相似的结果。

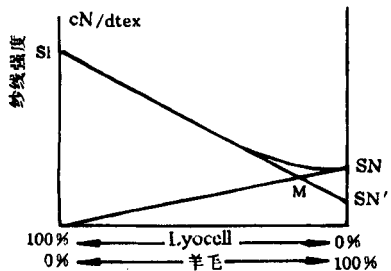


图 10 Lycell/羊毛混纺
纱强度与混纺比的关系

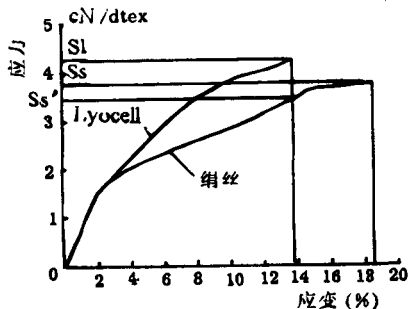


图 11 Lycell、绢丝的拉伸性能

Lycell 纤维的混入不仅使纱线强力提高,成本的降低将更可观。

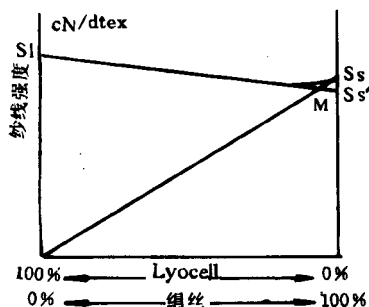


图 12 Lycell/绢丝混纺纱强度与混纺比的关系

五、结 语

Lycell 纤维和 PET、棉等其它纤维的混纺纱符合简化模型所描述的混纺比与纱线强度的关系,根据最终产品的要求和用途可以选择合适的混纺比。

参 考 资 料

- [1] 《J. Text. Inst. 》,1949,40,p700-p720.
- [2] 《J. Text. Inst. 》,1955,46,T684-T698.
- [3] 《Text. Res. J. 》,1968,38,762-766.
- [4] 《Text. Res. J. 》,1968,38,360-365.
- [5] 《J. Text. Inst. 》,1996,87,467-483.
- [6] 姚穆主编:《纺织材料学》,北京,纺织工业出版社,1980年。
- [7] 严灏景编著:《纤维材料学导论》,北京,纺织工业出版社,1990年。