

不同单丝纤度丙纶及其针织物 服用舒适性研究

朱美芳 陈彦模

(中国纺织大学)

[摘要] 本文研究了不同单丝纤度丙纶针织物服用舒适性能,即导湿性、透气性、保暖性,讨论了织物结构对细旦丙纶服用性能的影响。结果表明,单丝细度越细,纤维及织物的服用性能越好,合理设计织物结构,可充分发挥细旦、超细旦纤维的优异性能。

叙词 聚丙烯纤维—针织物—服用性能—舒适性—研究

普通丙纶纤维具有比重轻、强度高、耐腐蚀、不霉蛀、弹性好等优点,但与其他化纤品种相比,其刚性大,手感似蜡状,穿着性能差。

80年代后期国外开始重视丙纶细旦丝的开发。美国FFT公司用1.5dtex左右的细旦丙纶弹力丝制造T恤衫,Amoco公司用1.8dtex的细旦丙纶制造游泳衣。意大利Delebio公司用细旦丙纶作内层开发出春秋季节针织双层运动服。捷克Brno针织研究所也研究了系列细旦丙纶产品。这些公司或研究所生产和使用的细旦丙纶大多在2dtex左右,少数达到1.3dtex左右。国内“七五”期间曾研制开发过细旦丙纶、单丝纤度稳定在1.5dtex左右,dpf<1dtex的超细旦丙纶则是由中国纺织大学率先研制开发成功的高新技术产品,在多家生产应用厂的大力协作下目前已开发出超细旦丙纶(商品名蒙泰丝)系列产品上百种。有关棉针织物及dpf>1.5dtex的细旦丙纶针织物服用舒适性的研究近期有所报道。但单丝细度对丙纶纤维服用性能的影响以及超细旦丙纶(dp<1)织物服用性能研究至今未见报导。本文将对此作初步探讨。

1 试验

1.1 试样制备

利用纺大PP改性专用树脂在本校国家级纤维改性重点实验室设备上纺制出复丝纤

度相同单丝细度不同的一组丙纶纤维,代号见表1,用该纤维试织针织物。

1.2 试验方法

1.2.1 透湿阻抗

采用ASTM透湿阻抗测定法。在一定的温度下,放置若干个杯子,杯内放干燥剂(如硅胶),杯口包覆待测试样,在0.1m/s的风速下,使环境中的汽态水透过织物被干燥剂吸收,测出0.5~1hr内杯子的重量增值。透湿阻抗R,以相当于静止空气层厚度表示,其计算公式如下:

$$R = D \Delta C A T / Q$$

$$D(\text{cm}^2/\text{s}) = 0.22 + 0.00147t$$

$$\Delta C(\text{g}/\text{cm}^3) = 2.89 \times 10^{-4} \text{PRH}\%(237+t)$$

式中 D—水蒸汽传递扩散系数;

ΔC —织物两面的水蒸汽浓度差;

A—织物面积(cm^2);

T—试验时间(s);

Q—试验时间内吸收的水汽量(g);

t—测试条件下的温度($^{\circ}\text{C}$);

P、RH%—分别为测试条件下的水蒸汽压和相对湿度。

1.2.2 导湿(液态水的传递)

织物的毛细吸收能力—芯吸效应,采用毛细升高法测定。可用吸湿高度(H)表示其导湿能力大小。

$$H=2\sigma\cos\theta/(r\rho g)$$

式中 σ —为表面张力;

θ —纤维对水的润湿角;

r —毛细管半径(随纤度变细而减小);

ρ —液体密度;

g —重力加速度。

纤维的芯吸效应采用自制仪器测定。所用仪器有:超级 501 型恒温槽,92 系列数字万用表等。采用电路接通所需的时间(t)长短来衡量其芯吸效应大小。接通时间越长,导湿性越差。

1.2.3 透气性

采用 YG461 型织物透气仪测定。

2 结果与讨论

2.1 单丝纤度与纤维及织物有关性能关系

表 1 不同单丝纤度 PP 纤维
(相同复丝纤度 108d)

Sample	1#	2#	3#	4#	5#	6#
dpf(dtex)	3	2.25	1.8	1.5	0.9	0.6

2.1.1 单丝纤度、油剂、捻度对纤维导湿性的影响

表 2 纤维导湿快慢数据比较

Sample(样品)	1#	2#	3#	4#	5#	6#
脱油拉伸丝传导时间(S)	25.3	23.1	22.3	21.45	17.1	15.9
含油拉伸丝传导时间(S)	83.4	41.7	28.3	31.2	45.8	63.5
含油加捻后传导时间(S)	156.5	—	116.6	82.5	—	166.4

表 2 列出了相同复丝纤度不同单丝细度的一组 PP 牵伸丝在脱油前后及含油加捻后纤维芯吸效应(用电路接通时间来表示)比较数据。用传导时间(t)对纤维细度作图(见图 1),由图 1 可见,影响 PP 牵伸丝导湿性的因素较复杂。去油拉伸丝导湿速率高于同样单丝细度的含油拉伸丝,更高于加捻含油拉伸丝,对于无油拉伸丝,纤维导湿速率随单丝细度的减小而变快,而对于含油纤维,导湿速率则随单丝细度的变细先增快后减慢。这可能是由于 PP 纤维是拒水的,其吸水作用是

靠纤维之间的空隙即毛细管传递水。对于具有同样复丝纤度的无油牵伸丝,随着单丝细度的变小,纤维的毛细管半径变小,孔隙增多使得纤维的导湿速率增加,但含油纤维随着 dpf 的下降比表面积增加,相应含油率增加,过多的油剂会阻塞某些毛细管使导水速率降低,对纤维加捻事实上也使纤维间的空隙减少,毛细作用变小从而使其导湿速率大大减慢。

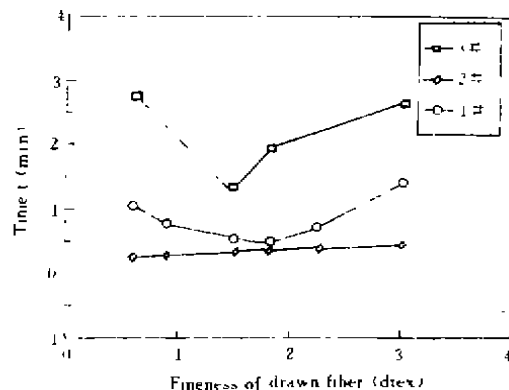


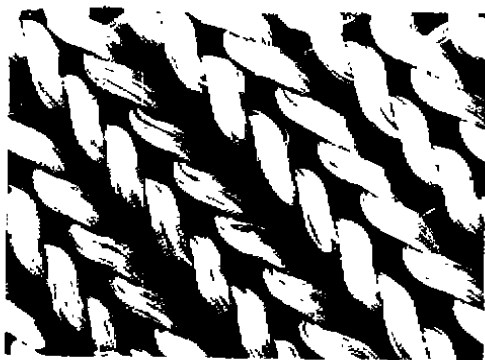
图 1 单丝纤度含油率捻度对纤维导湿性的影响
1# 含油 2# 不含油 3# 含油加捻

2.1.2 单丝纤度对丙纶针织物服用性能的影响

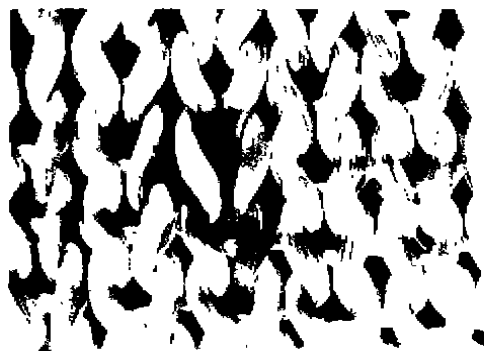
表 3 给出了不同单丝细度相同复丝纤度的一组 PP 纤维所织单面平针针织物服用性能数据。可以看到,随着单丝细度变细,织物的透气性总体上是略有增加,但 3# 和 4# 样品稍有例外可能与织造过程中没有控制好张力使 3# 样品结构较松,而 4# 样品结构较紧所致。这从电子显微镜照片(见图 2)上也可看到 3# 比 4# 结构紧密。从图 3、图 4 我们可以清楚看到,丙纶单面平针针织物透湿性和导湿性均随纤维单丝细度的减小而有明显提高。这是由于织物的透湿性实质上是水蒸汽透过织物从高湿区向低湿区的扩散。这种扩散由两部分组成:①水蒸汽分子通过纤维对它的吸收和传递,向织物的另一侧扩散;

表3 不同单丝纤度相同织物结构针织物服用性能

纤维代号及单丝纤度(dtex)	组织结构	纵密 横列/5cm	横密 纵行/5cm	透气性 $L(m^2s)^{-1}$	透湿特性 透水量/b	芯吸效应 H(cm)/hr
1# (3dtex)	单面平针	86	66	3228.6	0.0134	0.3
2# (2.25dtex)	单面平针	84	64	3310.5	0.01436	0.5
3# (1.8dtex)	单面平针	80	60	3576.8	0.01463	0.9
4# (1.5dtex)	单面平针	88	67	2868	0.01795	1.1
5# (0.9dtex)	单面平针	85	65	3375.7	0.02290	1.3
6# (0.6dtex)	单面平针	86	66	3465.7	0.0244	1.5



样品 3#



样品 4#

图2 针织物扫描电子显微镜照片

②不规则的分子碰撞促使水蒸汽分子通过纤维间的空隙向水蒸汽压力低的一边扩散。丙纶是拒水性的,通过织物的水蒸汽量主要取决于纤维材料的多孔性和织物中纤维间的空隙数量,由于这些空隙的存在,并从里到外连成一体,为水蒸汽分子逸出织物表面提供了通道,聚丙烯大分子链本身不含极性基团,对水分子无亲和力,故对水分子扩散阻力很小,因而水蒸汽分子易扩散到织物的另一侧面;同时随着纤维单丝细度的减小,纤维间的空隙增多使得水蒸汽分子向蒸汽压低的一侧扩散速度加快,从而使透湿性增大。而织物导湿性随纤维单丝细度的减小而增加的原因与前述纤维导湿性的增加一致。

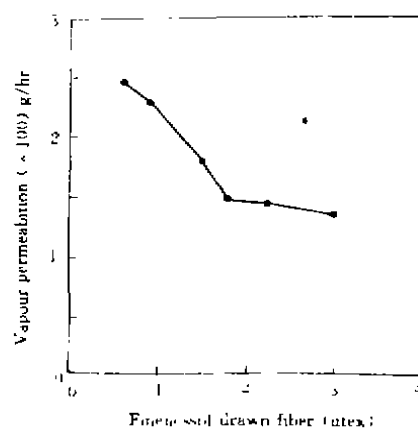


图3 单丝纤度对丙纶针织物透湿性的影响

2.1.3 单丝纤度对丙纶织物手感的影响

纤维及织物手感与纤维的弯曲刚度(即

转动惯量)有关。

$$J = \frac{\pi d^4}{64}$$

式中 J—转动惯量 d—纤维直径

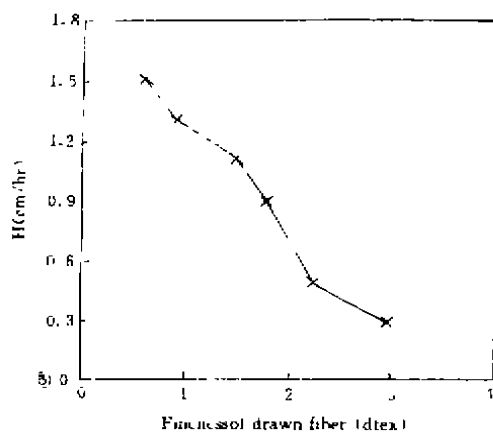


图 4 单丝纤度对丙纶针织物芯吸效应的影响

纤维的硬挺度与直径的 4 次方成正比例,也就是说纤维直径是原来的两倍,那么其抗弯曲和扭转能力将比原来高 16 倍,纤维直径大于一定数值(30~40 μ),就不易弯曲且易伤皮肤。相反纤维直径减小,手感则变得柔软,当然断裂强度也将相应减小。为承受生产过程中的机械应力作用,并使纺织品具有良好的服用性能,一般纺织纤维的直径不宜小于 10 μ ,这也是优质蚕丝及棉花的理想直径。

表 4 丙纶单丝纤度与纤维直径对比表
(取比重为 0.9g/cm³)

d _{pf} (dtex)	3.2	1.5	1.2	1	0.8	0.7
直径 d(μ)	17.5	14.5	13.0	11.8	10.6	9.9

从表 4 可以看到 d_{pf}=0.7dtex 的纤维直径为 9.9 μ ,为了保证超细旦丙纶产品的高

档性与舒适性又能尽快在纺织织造厂推广应用,目前工业生产超细旦丙纶细度指标应选 0.7~1.0dtex 为宜。

2.2 织物结构对细旦、超细旦丙纶织物服用性能影响

2.2.1 织物密度对织物有关性能影响

由表 5 看出,使用同样规格细旦 PP 纤维织造同样组织结构的织物,织物密度增加,其悬垂性能、透气性能及导湿性能均有所下降。因而,为了获得服用性良好的织物,织物密度也要进行控制。

2.2.2 后处理情况对织物有关性能影响

表 6 对某一棉盖丙织物处理前后透气性、透湿阻抗大小进行了对比。可以看到,处理前后,织物的透气性没有什么变化,但反映其舒适性最重要的指标——透湿阻抗值则有明显变化,处理前,由内→外(丙→棉)透湿阻抗为 0.17cm,由外→里(棉→丙)为 0.27,处理后,由内→外透湿阻抗减小为 0.07,由外→内也降为 0.14。可见织物后处理对织物导湿性能好坏显得特别重要。同样规格的织物坯料,后处理过关,其服用性能可能很好,反之则很糟。从表 7 我们也已看到,丙→棉的透湿阻抗大大低于棉→丙的透湿阻抗。这显然是由于丙纶是拒水纤维,具有优异的疏水导湿性,而棉纤维具有强吸湿性。湿气可通过细旦丙纶快速传递出来被外层棉纤维吸收,使丙纶一侧保持干爽。可见将细旦丙纶纤维织于织物内层贴身穿着十分有意义,这样可使人体汗液迅速导出至外层,并将外层新鲜空气透入内层,使人体保持干燥、舒适。

表 5 超细旦纯丙纶针织物服用性能

样号	原料	组织结构	纵密 横列/2.5cm	横密 纵行/2.5cm	悬垂性 (%)	透气性 L/m ² ·s	透湿阻抗 R(cm)
1	85dtex/96f	单面平针	47	45	17	2027	0.024
2	85dtex/96f	单面平针	69	48	20.2	928	0.053

表6 处理前后棉盖丙织物有关数据对比

项目	原料	组织结构	克重 (g/m)	纵密 横列/2.5cm	横密 纵行/2.5cm	透气性 L/m ² ·s	透湿阻抗 R(cm)
处理前	外层为 18tex 精梳棉,内层为 110dtex /120f (dpf = 0.9dtex) 丙纶	棉毛集圈 (双面)	141	31	34	599	丙→棉 0.17 棉→丙 0.27
处理后	同上	同上	141	31	34	601	丙→棉 0.07 棉→丙 0.14

2.2.3 丙纶织物的保暖性

服装的主要功能之一是保持人体和外界环境间的热平衡,故织物的传递性能是服用舒适性的重要指标之一。根据不同的需求来合理选择不同热传递性能的衣料,可使穿着更加舒适。一般说来,导热系数愈小,织物的保暖性愈好。从表7可见丙纶纤维的导热系数比羊毛还略低,因而其保暖性与羊毛相似。若用超细旦丙纶作内层,羊毛作外层制作高档羊毛内衣可真是既导汗、保暖又舒适宜人。

表7 各种纤维热传导率对比

空气	PP	羊毛	粘胶	棉
1	6.0	6.4	11.0	17.0

人体皮肤所获得的穿着舒适性是由皮肤感受性和热生理学两个因素决定的。这种舒适性不但包括手感柔软、舒适,也涉及穿着痒感及汗粘程度。

从热生理学角度看,穿着舒适性取决于纺织品中热量及湿量的传递,这两种传递过程使人体与环境之间保持热量平衡。

贴近皮肤的纺织品内层任务是使汗液能尽快蒸发。而细旦、超细旦丙纶优异的疏水导湿性使其能很好地完成这一任务。

细旦、超细旦丙纶织物带来了柔软、舒适、高附加值,但也使纤维单丝强力有所下降,不能染色、不耐高温的缺点依然存在,对

该新产品的开发和应用要充分用其所长,避其所短。

3 结论

3.1 细旦、超细旦丙纶性能优异,织物及服装是具有高附加价值的高新技术产品,具有广阔的开发应用前景。

3.2 单丝细度对丙纶纤维及织物的结构有明显影响,单丝细度下降,纤维及织物的服用舒适性增强。

3.3 织物密度、织物结构等对细旦、超细旦丙纶织物舒适性有影响,生产实际中应根据织物的用途合理设计织物结构,充分发挥细旦、超细旦丙纶的优异性能。

参考文献

- 1 蔡致中. 合成纤维工业,1990(1):1
- 2 朱美芳. 94' 全国新产品新技术研讨会论文集,上海:1994
- 3 邱冠雄. 针织工业,1990(5):45
- 4 邱冠雄,张源等. 纺织学报,1991(4):17
- 5 陈稀等. 合纤工业,1993(2):31
- 6 陈稀等. 合纤工业,1995(4):10
- 7 翟履修等. 纺织学报,1995(4):37
- 8 谢长怡. 针织工业,1990(5):40
- 9 《纺织材料学》编写组. 纺织材料学,北京:纺织工业出版社,1982
- 10 朱丽丽,许吕崧. 纺织学报,1987(6):41

收稿日期 1996年5月10日