

纱线直径系数与织物设计和性能关系的研讨

范德焯

(中国纺织大学)

【提要】 要使纺织产品设计合理,提高服用性能与降低成本,必须掌握纱线直径系数这一重要设计系数。不同纱线品种具有不同的直径系数,本文给出九种纱线的直径系数,供产品设计参考。提出估算纱线直径系数的方法和在纱线直径系数改变时,纱线特数、织物密度与重量变化的关系式。并讨论了棉纱捻系数和化纤卷曲率与成纱直径的关系。

纺织产品设计的合理,不仅可使织造加工顺利,且可获得优良的服用性能,还能节约原料,降低成本,提高经济效益。要使产品设计合理,正确掌握纱线直径系数是重要内容之一,尤其是随着大量新型化纤和新型纱线的出现更为重要。如异形化纤通过横向截面形态的改变,而变形长丝纱与膨体纱藉纱条纵向形态的变化,使产品服用性能明显改善,花色品种增加,但应用时必须注意纱线直径的变化。

假定成纱为一圆柱体,可得纱线直径的普遍式为:

$$d = 0.0357 \sqrt{N_t} / \sqrt{\delta} = kd\sqrt{N_t} \quad (1)$$

$$\text{或 } d = K'd / \sqrt{N}$$

式中: $N_t \cdot N$ 为纱线的特数和公制支数; $kd \cdot K'd$ 为相应的纱线细度的直径系数; δ 为纱线的体积重量。

由式(1)可知,纱线直径不仅决定于特(支)数,还与直径系数有关。直径系数是一个物理量,它取决于纱线的体积重量。由不同纤维组成的纱线或不同结构的纱线有不同的体积重量,相应就有不同的纱线直径系数。但至今我国棉纱、涤/棉纱、涤/粘中长纱、涤/腈中长纱与棉/维纱均取用一个直径系数^[1],而其他新型纱线尚无确切数据。本文在大量实验数据基础上,分析影响纱线直径的因素,为合理进行产品设计提供依据,并且讨论直径系数与产品设计和服用性能的关系。

系。

一、试验方法

1. 纱线直径系数:在附有纱线直径测试装置的投影仪上测定^[2]。由500个观察值计算纱线的平均直径,在5%信度下,相对保证误差在1.2%范围。

2. 织物手感:以槽孔法测定织物的硬糙度^[3];以圈状法测定织物的弯曲刚度与弯曲弹性^[3];以国家标准方法测定织物折皱回复角。

3. 织物透气性:以Y561型织物透气仪测定。

4. 织物透湿性:以蒸发法测定^[4,5]。

二、不同纱线品种的直径系数

除棉纱、涤/棉纱、毛纱、毛/涤纱外^[2]^[6],作者又对九种纱的直径系数进行了测试,结果如下:棉型腈纶纱的直径系数为0.045,棉型维纶纱0.044,50棉/50维混纺纱0.042,毛型腈纶膨体纱0.072,65涤/35粘中长纱(常规)0.040,40圆中空涤纶/25常规涤纶/35粘胶中长纱0.042,涤纶平滑长丝纱0.068,涤纶变形长丝纱(假捻法)0.1,气流纺棉纱0.043。以上九种纱除圆中空涤纶混纺纱为新品种外,其他均为大面积生产用纱。由试验结果可知不同品种纱线的直径系数差异甚大,

收稿日期:1986年9月4日。

这主要由于纱线结构、原料性状与纺纱工艺等所引起。如棉型腈纶纱与毛型腈纶膨体纱的直径系数差异显著，主要是由于后者的高收缩腈纶使纱线结构改变所致；涤纶变形长丝纱的直径系数大于涤纶平滑长丝纱，是由于长丝经不同的变形方法所造成；气流纺棉纱的直径系数大于环锭纺棉纱。

在其他条件相同下，组成纱线的纤维比重对纱线直径与体积重量有显著影响，在纤维比重与纱线体积重量间可近似导出下式：

$$\delta/r = S_{\text{纤}}/S_{\text{纱}}$$

式中： r 为纤维比重； δ 为纱线体积重量； $S_{\text{纤}}$ 为成纱截面中纤维所占的面积； $S_{\text{纱}}$ 为纱线的截面积。

成纱截面中纤维所占的面积与成纱面积之比($S_{\text{纤}}/S_{\text{纱}}$)可称谓纱线截面中纤维配置的紧密系数，以 k_c 表示，因此可得：

$$\delta = k_c \cdot r \quad (2)$$

假如 $k_c \approx$ 常数，即成纱截面中纤维配置的紧密程度接近，那么纱线的体积重量就决定于纤维的比重。由上面的测试结果表明，棉型腈纶纱的直径系数大于棉型维纶纱，纯维纶纱直径系数大于棉/维混纺纱，混有圆中空涤纶的中长纱直径系数大于常规涤纶的中长纱，就是原因的所在。这在产品设计与实际生产中应引起极大的注意。

纱线直径系数的测定是十分费时的。因此如果在纺纱工艺与参数等条件比较接近的情况下，即假定 $k_c \approx$ 常数，可利用(1)、(2)式以计算方法来估算纱线的直径系数。棉型腈纶纱的估算直径系数为0.046，棉型维纶纱0.043，50棉/50维混纺纱0.042。结果表明估算数据与实测的十分接近。

三、棉纱捻度和化纤卷曲度对纱线直径系数的影响

作者对同一地区的四个工厂纺得的特数相同(19.5特)但具有一定捻度差异的六种棉纱进行直径测定，测试结果如表1所示。

表1 实测不同捻系数的19.5特棉纱的直径

生产厂	实际捻系数	成纱直径(毫米)
A	342	0.172
A	323	0.175
B	333	0.174
B	323	0.173
C	342	0.171
D	333	0.175

由表1可得，当捻系数为342时，纱的平均直径为0.171~0.172毫米，捻系数为323时纱的平均直径为0.173~0.175毫米，直径差异在 10^{-3} 毫米的数量级，而试验误差也在此范围内波动。因此可以认为，实际生产中同特纱在一定范围内的捻度不同所造成纱线直径差异是不显著的。这与国外的试验结果相一致^[7,8]。

我们利用了包含捻度因素的棉纱直径公式^[9]：

$$d = \frac{0.97}{\sqrt{N_m}} \cdot \sqrt{\frac{T^2 + 390400}{T^2 + 1525N_m}}$$

式中： N_m 为公制支数； T 为捻度(个/米)。对本色棉纱国家标准^[10]中所规定的19.5特棉纱捻系数进行计算的结果是：当两纱的捻系数相差10时，细纱直径的差异也在 10^{-3} 毫米的数量级内。例如，当纱的捻系数分别为330、340时，两纱的直径仅差 1×10^{-3} 毫米；当纱的捻系数分别为410、420时，两纱的直径差异也是 1×10^{-3} 毫米。

一般认为，化纤的卷曲率也与纱的表现直径有关。从文献资料^[11]得出，涤纶纤维的卷曲率从13.5%增加到27.7%，成纱直径增加5.5%；腈纶纤维的卷曲率从9.9%增加到23.6%，成纱直径增加5.4%。可见，纤维卷曲率大幅度变化对成纱直径确有一定影响。但正常生产中纤维实际卷曲率有一定的范围，如分析了某厂多年来使用的各种牌号的进口棉型常规涤纶，它们的卷曲率大都在10~15%范围内。根据上述资料推算，如果纤

维卷曲率增减1%，细纱直径的差异仅在 10^{-3} 毫米的数量级，这种影响是不显著的。

四、纱线直径系数与织物服用性能

纱线直径系数是织物设计的重要依据，它不仅影响织物的服用性能，并且与原料的耗用有关。

为了改善目前中长纤维织物的服用性能，曾在18特/2×18特/2中长华达呢中混用40%圆中空涤纶纤维，并保持原来织物密度，即经、纬密度为 405×216 (根数/10厘米)，但结果反而恶化了织物性能，如织物的手感硬板，折皱弹性降低。如果考虑到含圆中空涤纶的混纺纱直径系数增大，将织物密度合理降低，不仅可减少用纱量，并且可改善织物的手感，见表2。

表2 不同密度的圆中空涤纶织物的手感

织物试样	槽孔法	圆状法	
	硬脆度 (克)	弯曲硬度 (克)	弯曲弹性 (%)
保持原密度的试样	44.1	5.12	69.4
降低密度的试样	40.3	4.65	72.3

注：降低密度试样的经、纬密度为 $385/205$ (根数/10厘米)。

经实测得，由特数相同的纯棉纱与65涤/35棉混纺纱织成同样密度的织物，前者透气量为 9.6 毫升/厘米²·秒，后者为 14.3 毫升/厘米²·秒。前者小于后者的主要原因是特数相同的纯棉纱直径系数为 0.04 ，而65涤/35棉混纺纱为 0.038 ，前者直径就大于后者，因此前者的织物紧度大于后者，致透气性变差。

五、纱线直径系数与织物设计

纱线特数、织物密度与重量是织物设计的重要内容。在织物设计时，必须注意由于纱线直径系数的改变，而引起纱线特数、织物密度与重量的变化。对棉(毛)纺织厂来说，若要保持新纱(某棉型化纤纱)的直径与棉(毛)纱一致，假如纱线截面中纤维的紧密系

数 k_f 接近，则

$$N_{12} \approx N_{11}/k_f$$

$$k_f = r_1/r_2$$

式中： N_{11} 、 N_{12} 为棉(毛)纱、某化纤纱的特数； k_f 为纤维变换系数； r_1 、 r_2 分别为棉(毛)纤维、某化纤的比重。

若要保持新织物(某棉型化纤织物)的紧度与棉(毛)织物一致，以及纱的特数不变，则某化纤织物密度 \approx 棉(毛)织物密度 $\cdot \sqrt{1/k_f}$

若要保持新织物(某棉型化纤织物)密度与棉(毛)织物一致，以及纱线直径不变，则某化纤织物重量 \approx 棉(毛)织物重量/ k_f

六、结 论

1. 经实测，本文提供了九个不同纱线品种的直径系数，供织物设计试用。不同纱线品种的直径系数差异十分显著，在织物设计时必须引起注意。

2. 在纱线结构和截面中纤维配置的紧密接近情况下，可估算纱线直径系数。

3. 本文给出纱线直径系数改变时，纱线特数、织物密度与重量变化的关系式。

4. 在一般实际生产中，棉纱捻系数和化纤卷曲率在一定范围内变化，对成纱直径无显著影响。

参考资料

- [1] 《棉手册》编写组：《棉手册》上册，p. 151，轻工业出版社，(1975)。
- [2] 《棉纺织技术》，1981，No. 9，p. 40。
- [3] 《纺织材料学》编写组：《纺织材料学》p. 517，纺织工业出版社，(1980)。
- [4] L. Four：《Clothing Comfort and Function》，p. 124，(1970)。
- [5] 小川安朗：《应用被服材料学》，p. 216，(1979)。
- [6] 《毛纺科技》，1983，No. 4，p. 30。
- [7] 《T. T. n.》，1966，No. 1，p. 32，(俄)。
- [8] 《T. R. J.》，1961，Vol. 31，p. 746。
- [9] B. E. 30TNKOB：《纺织材料纺纱原理》，p. 382，(1959)。
- [10] 中华人民共和国本色棉纱线国家标准GB 398—78，(1978)。
- [11] 《T. n.》，1971，No. 10，p. 87，(俄)。