



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
教育部普通高等教育精品教材

纺织材料学

(第5版)

姚 穆◎主编 孙润军◎副主编

F
ANGZHI CAILIAOXUE



中国纺织出版社有限公司

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

四、长片段不匀和短片段不匀

长片段不匀一般是指波长为短纤维长度的 100 ~ 3000 倍的不匀,主要由清棉和前纺工序造成。波长为纤维长度 3000 倍以上的不匀称为特长片段不匀。若长片段周期性不匀率高,在织物上会出现明显的横条、竖纹,对布面外观质量影响较大。

短片段不匀一般是指波长为纤维长度的 1 ~ 100 倍的不匀,主要由细纱工序的牵伸机构所造成。短片段周期性不匀率严重时,几个粗节或细节在布面上并列汇集的概率较高,容易形成阴影或云斑,对布面外观质量影响很大。

对于同一纱线试样,因所取片段长度或绞纱长度不同,测得的不匀率数值也不同,所以在比较纱线线密度不匀时,应注意试样长度的一致性。纱线的有关测试标准规定:测取长片段不匀的绞纱长度棉型纱线为 100m,精梳毛纱为 50m、粗梳毛纱为 20m、绒线为 5m、生丝为 450m、苧麻纱 49tex 及以上为 50m、苧麻纱 49tex 以下为 100m、亚麻纱和绢纺纱都是 100m。试验次数或者绞纱个数一般取 10 绞。

根据传统测试方法,缕纱重量不匀率是长片段不匀,黑板条干不匀是短片段不匀。电容式或光电式条干均匀度仪的波谱图,按周期性不匀的波长分为短片段不匀和长片段不匀。

第四节 纱线的加捻指标与纤维的径向转移

一、纱线的加捻指标

加捻作用是影响纱线结构与性能的重要因素,对于纱线的力学性能和外观、织物手感、光泽、服装的形态风格等均有很大的影响。尤其对于短纤维,所以能形成具有一定强度的连续纱线,加捻起着决定性作用。

纱线的加捻程度和捻向是纱线加捻的两方面重要特征。

1. 纱线的捻度、捻系数 纱线的加捻程度用捻度、捻系数来表征。

捻度是指单位长度纱线上的捻回数,即单位长度纱线上纤维的螺旋圈数,其单位长度随纱线种类或者纱线线密度指标而取值不同,特克斯制捻度的单位长度为 10cm,公制捻度的单位长度为 1m,英制捻度的单位长度为 1 英寸。

粗细不同的纱线,单位长度上施加一个捻回所需的扭矩是不同的,纱的表层纤维对于纱轴线的倾斜角也不相同。因此,相同捻度对于纱线性质影响程度也不同。对于不同线密度的纱线,即便具有相同的捻度,其加捻程度并不相同,没有可比性。当需要比较时,需采用捻回角或捻系数。

加捻后纱线表层纤维与纱线轴向所构成的倾斜角,为捻回角,简称捻角,如图 8-5 所示。捻回角虽能表征纱线加捻紧程度,可用于比较不同粗细纱线的捻紧程度,但由于其测量、计算等都很不方便,实际中较少应用。

为此,定义一个指标——捻系数(twist multiple),其计算及推导如下:

设: T_{tex} 为纱线的捻度(捻/10cm); β 为捻回角; λ 为捻距或螺距(mm), $\lambda = \frac{100}{T_{\text{tex}}} \text{ (mm)}$; D 为纱线的直径(mm)。

由图 8-5 和式(8-7)可知:

$$\begin{aligned}\tan\beta &= \frac{\pi D}{\lambda} = \frac{\pi D T_{\text{tex}}}{100} \\ &= \frac{\pi}{100} \times 0.03568 \times \sqrt{\frac{T_t}{\delta}} \times T_{\text{tex}} \\ &= \frac{T_{\text{tex}}}{892} \times \sqrt{\frac{T_t}{\delta}}\end{aligned}$$

则

$$\begin{aligned}T_{\text{tex}} &= 892 \times \tan\beta \times \sqrt{\frac{\delta}{T_t}} \\ 892 \times \sqrt{\delta} \times \tan\beta &= T_{\text{tex}} \sqrt{T_t}\end{aligned}$$

定义特克斯制捻系数为:

$$\alpha_t = 892 \times \sqrt{\delta} \times \tan\beta \quad (8-14)$$

则

$$\alpha_t = T_{\text{tex}} \sqrt{T_t} \quad (8-15)$$

可见,如上定义的捻系数 α_t 与捻回角的正切成正比,即与捻回角成单调增函数关系,可以用于表征不同线密度纱线的捻紧程度,并能够由纱线捻度 T_{tex} 与线密度 T_t 简单地推算,避开捻回角 β 的复杂测量,这就是捻系数指标的优越性。

类似地,可推导出公制捻系数 α_m 的计算公式:

$$\alpha_m = \frac{T_m}{\sqrt{N_m}} \quad (8-16)$$

在相同的公定回潮率条件下,其间的关系是: $\alpha_t = 3.162 \alpha_m$ 。

加捻会对纱线的物理力学性能、外观、手感等诸多方面都产生很大影响,纱线拉伸断裂强度随捻系数的变化呈现图 8-6 所示的曲线变化,这是因为加捻使纱线中纤维间摩擦力增大、纱线

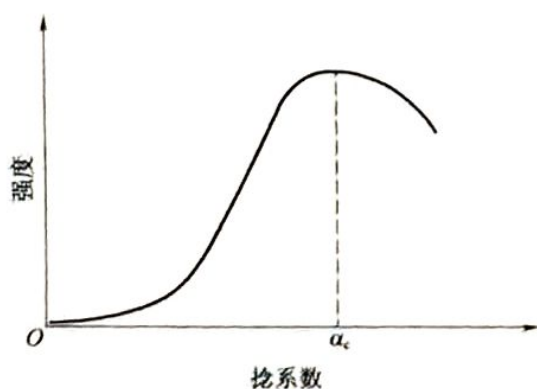


图 8-6 捻系数与纱线强度的关系

强度不均匀率减小,使纱线强度增加;另一方面,加捻作用使纱线中纤维产生预应力,且减少纤维强度的轴向分力,使纱线强度降低。这两种因素的共同作用导致了纱线的强度随着捻度的增加呈现出先增加后减小的趋势。使纱线强度达到最大值的捻度,称临界捻度,相应的捻系数称临界捻系数 α_c ,如图 8-6 所示。但织物强度达到最大的临界捻系数略小于纱线的临界捻系数,故生产中采用的纱线捻系数,一般略小于图 8-6 的临界捻系数。当纱线采用的原料种类和质

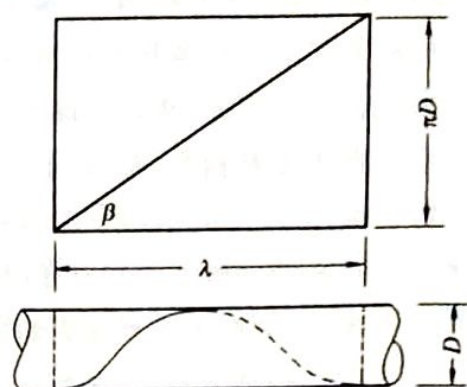


图 8-5 捻回角

量规格不同,其临界捻系数也不同。混纺纱线的临界捻系数,还与混纺比有关,如涤棉混纺纱的临界捻系数随着涤纶混纺比的增加而下降。

加捻对于纱线的断裂伸长率也有较大影响。一般而言,纱线拉伸断裂所产生的伸长是由三部分构成的,第一部分是纱线中纤维之间相互滑移;第二部分则是纤维自身在外力作用下产生的伸长;最后一部分是因捻回角和直径变化产生的。随着捻度的增加,第一部分产生的伸长会逐渐减小,但是在临界捻度范围内,后两部分则呈增大趋势,而且这两部分所产生的伸长是主要的。所以,在常用捻系数范围内,随着捻度的增加,纱线的断裂伸长率增大。

加捻对于纱线的直径、长度的影响也很大。纱线直径起初随着捻度的增加而减小,当捻度超过一定的范围以后,纱线的直径一般变化很小,有时甚至会出现纱线直径随着捻度的增加而增加的现象。由于在加捻后,纱线中的纤维从平行于纱线轴线而逐渐转绕成一定升角的螺旋线(参见图 7-2),使得纱线长度相应缩短。纱线因加捻引起长度缩短的现象叫捻缩。此外,随着捻度的提高,纱线的光泽变暗,手感渐硬。

2. 捻向 (twist direction) 纱线加捻时回转的方向称为捻向。单纱中的纤维或者股线中的单纱在加捻后,其捻回的方向由下而上、自右向左的称为 S 捻(顺手捻、正手捻)。自下而上、自左而右的称为 Z 捻(反手捻),如图 8-7 所示。生产中为了减少细纱的翻改和操作上的不便,单纱一般采用 Z 捻。对于股线而言,其捻向的表示方法,第一个字母表示单纱的捻向,第二个字母表示股线的初捻捻向,第三个字母表示复捻(股线进一步并捻)捻向,如单纱为 Z 捻,初捻为 Z 捻,复捻为 S 捻,则复捻股线的捻向以 ZZS 表示。

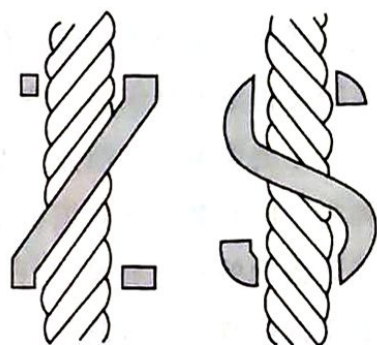


图 8-7 捻向示意图

二、纱中纤维的径向转移

1. 基本概念 纤维在纱中的径向转移主要发生在环锭纱和走锭纱上,参见图 7-2 及图 8-8,纱线可以被看成近似圆柱体,加捻前须条中纤维平行排列,加捻使纤维由直线变成螺旋形。

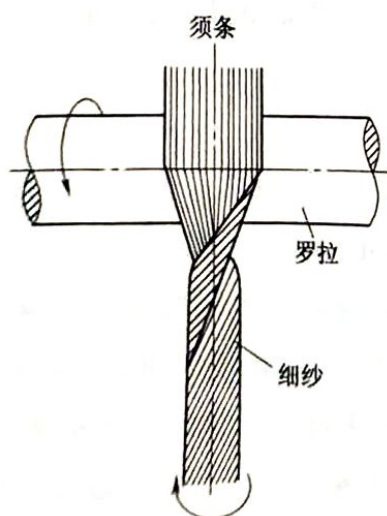


图 8-8 环锭纱的加捻三角区

须条中原本长度相等的纤维,加捻后若处于纱线外层,螺旋线路径长,纤维受到拉伸被伸长张紧,所以外层纤维有向内层挤压或转移的趋势。外层纤维挤入内层的同时,内层纤维转移至外层。这种纤维由外向内、由内向外的转移被称作纱中纤维的径向转移或内外转移。前罗拉连续吐出须条、加捻、卷绕的过程中,加捻三角区(图 8-8 由罗拉钳口平展须条至捻成细纱的区段)附近不停地发生着内外转移,一根 30mm 长的纤维往往要发生数十次内外转移,纤维一端或两端露出纱身成为毛羽。所以环锭纱中纤维的空间形态不是圆柱形螺旋线,而是螺旋直径变化的圆锥形螺旋线等形态,这使得环锭纱中每根纤维均有片段包缠在外层,裹压其他纤维;又有片段被

包缠在内层,因此纱线不会散脱,不会解体,并能承受外界的拉伸力。

纤维在纱中的内外转移,是一种复杂的统计现象。由于构成纱线的纤维在长短、粗细、截面形状、初始模量及表面性状等方面有差异,同时加捻三角区中须条的紧密度也不尽相同,致使纤维在环锭纱中的实际排列形态呈现多样性。经过实验观察证实,环锭纱和走锭纱中形态接近于圆锥形螺旋线的纤维占大多数,一小部分纤维没有转移,呈圆柱形螺旋线,其余为弯钩、打圈、折叠纤维,还发现有极少量小纤维束。纱中纤维转移程度的不一致及各种形态纤维的存在,使纱轴向的结构不均匀率增大,影响到纱的性质。

新型纺纱由于其加捻方式、纺纱张力和须条状态等因素与环锭纱不同,故纱中纤维的排列形态和分布也与环锭纱有所不同。

2. 纱中纤维径向分布与纤维性能的关系 在加捻过程中,纱条中的纤维因受力不均匀而发生内外转移现象,结果使纱中纤维呈圆锥形螺旋线配置。而纤维的这种内外转移现象的发生,必须克服纤维间的摩擦等阻力才能实现。纤维间阻力的大小,与纤维的力学性质、卷曲和捻度、纱的粗细、纺纱张力等工艺因素有关。工艺因素受很多条件制约,一般不能因纤维内外转移而变化。纤维性能是控制纤维在纱圆柱体的内外分布规律的有力手段,科学地应用该手段能够设计出物美价廉的纺织品。特别对于化纤混纺纱线,混纺纤维的性质差异较大,纤维性质对纤维转移规律的影响更加明显。不同性质的纤维在纱的横断面内分布不均匀,有分别集中到纱的外层和内层的趋势。从机织物和针织物的手感、光泽、外观风格和耐穿耐用性来看,研究纤维在纱的横断面内的径向分布,更具有实际意义。因为对于织物的上述性质,起决定作用的是位于纱线表层的纤维。若有较多的细而柔软的纤维分布在纱的表层,织物的手感必然柔软滑糯;若粗而刚硬的纤维分布在纱的表层,织物的手感必然粗糙刚硬。如果较多的强度高和耐磨性能好的纤维分布在纱的表层,织物必然耐穿耐用等。下面介绍一些实用的研究结果。

(1) 纤维长度不等时,较长纤维会优先向纱内转移,较短纤维倾向于转移至外层。

(2) 纤维粗细不等时,一般粗纤维会较多地分布在纱的外层,而细的纤维则较多地分布于纱的内层,这是因为粗纤维一般较硬挺,空间位阻大,在细纱加捻区中不容易挤入纱中心部分,细软的纤维则相对容易嵌入纱的内层。

(3) 初始模量较大的纤维会较多地趋向纱的内层,因为加捻时纤维的张力较大,故产生较大的向心压力。

(4) 抗弯刚度大的纤维容易分布在纱的内层。

(5) 圆形截面纤维因比表面积小,或体积小,则容易克服阻力挤入纱内层。

(6) 除此以外,纤维的卷曲性、摩擦因数,纱的线密度和捻系数也是影响纤维转移的因素。

3. 纤维径向分布的转移指数 M 为了能够定量地说明混纺纱横截面内纤维的分布规律,通常引用汉密尔顿(Hamilton)提出的纤维转移指数 M (以百分数表示)。汉密尔顿指数以计算纤维在纱截面中的分布矩为基础,求出两种纤维中的一种向外(内)转移分布参数。其步骤为:

(1) 细纱包埋切片,取得截面图像(当混纺纱中纤维截面形状和粗细相同时,应先用适当染料使一种纤维着色)。

(2) 测细纱截面重心及覆盖圆面积,确定细纱截面最大半径。

(3)将最大半径等分 5 份绘成半径均分的同心圆环(参见图 8-9)。

(4)点数各环中不同纤维的数量及纤维平均截面积,分别计算每环中两种纤维的总面积。

(5)计算参数及汉密尔顿指数^[19]。

下面仅以两种纤维混纺为例,说明转移指数 M 的意义:

当 $M = 0$ 时,表示两种混纺纤维在纱的横截面内是均匀分布的。

当 $M > 0$ 时,表示这种纤维向纱的外层转移; $M < 0$ 时,表示这种纤维向纱的内层转移。 M 的绝对值越大,表示纤维向外或向内转移的程度越大。

当 $M = 100\%$ 时,表示两种纤维在纱的横截面内完全分离; $M = +100\%$ 的纤维集中分布在纱的外层, $M = -100\%$ 的纤维集中分布在纱的内层。

对于两种纤维的混纺纱来说,不论混纺比如何,两种纤维的 M 值必定是数值相等而符号相反。

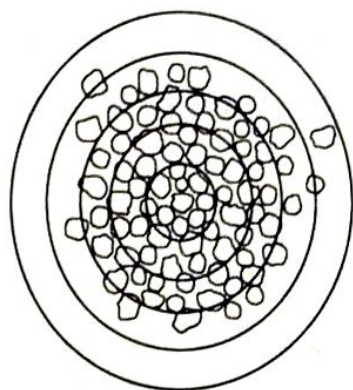


图 8-9 汉密尔顿指数计算
流程及等分同心圆

第五节 纱线的疵点和毛羽

一、纱线的疵点

纱线上附着的影响纱线质量的物体称为疵点或纱疵。纱疵的存在严重影响着纱线和织物的质量,尤其是其外观质量,所以纱疵是纱线质量评定的一项重要内容。

纱线上疵点的种类很多,根据其危害和起因可分为三类:影响纱线粗细均匀度的疵点、影响纱线光洁度的疵点、杂质污物等疵点;根据纱疵在纱条上的出现规律,又可分为常发性纱疵与偶发性纱疵两大类。

1. 常发性纱疵 常发性纱疵通常分为细节、粗节、糙节三种,一般以每千米纱上出现的个数表示,有时以一定重量的纱线上存在的纱疵个数表示。粗节和细节是指纱条的粗细发生异常变化,超过一定范围,是纱线上短片段的过粗或过细的疵点,主要影响纱线的粗细均匀度。纱线的糙节是由数根、甚至数十根纤维互相缠绕形成的节瘤,节瘤上的游离纤维端在纺纱过程中与其他纤维一起形成纱线,使得节瘤非常牢固地附着在纱线上,纱线上的节瘤不仅影响纺织品的外观,在织造时还很容易引起断头。糙节是影响纱线光洁度的主要疵点,棉纱上的糙节被称为棉结,毛纱上的糙节被称为毛粒,麻纱上的称为麻粒,生丝上的称为纈结。

常发性纱疵目前用电容式条干均匀度仪进行检测,细节、粗节、糙节的计数界限可供选择或设定,按相对于平均线密度变粗或变细的程度纱疵的计数界限设定为四档,见表 8-9,通常环锭纱的设定范围取细节 -50% ,粗节 $+50\%$,棉结 $+200\%$,转杯纺纱棉结取 $+280\%$ 。细节、粗节的长度上限统一为 320mm ,对于长度超过此范围的纱疵被视为条干不匀。