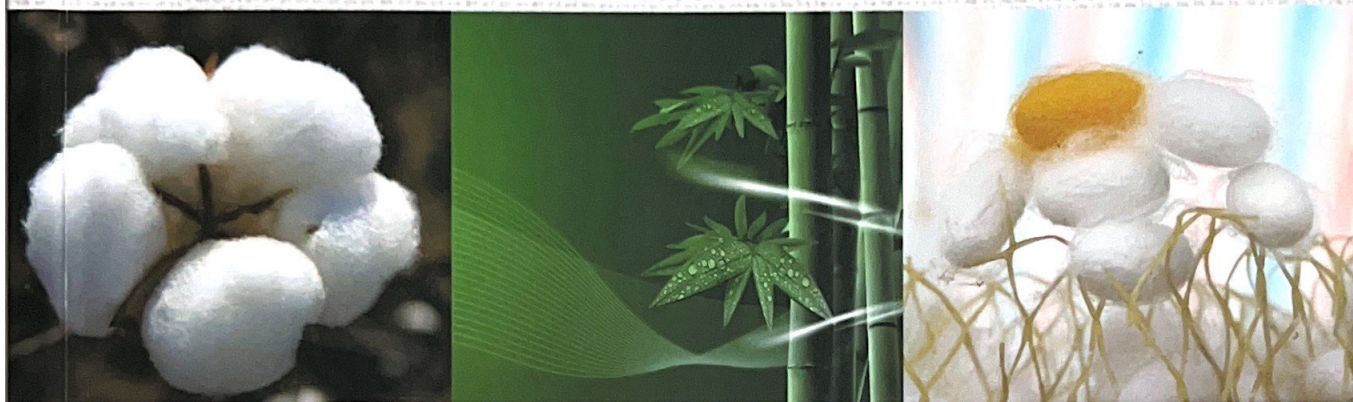




“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
教育部普通高等教育精品教材

纺织材料学

FANGZHI CAILIAO XUE (第4版)



姚 穆◎主编



中国纺织出版社

表 8-8 常用化纤长丝的规格

线密度 (dtex)	22.2、33.3、44.4、55.6、75、83.3、111.1、133.3、166.7、222.2、277.8、333.3、345、389 等
复丝根数	2、3、12、24、36、48、72、96、144、196、248 等

机织、针织面料用的绝大多数合成纤维、再生纤维长丝都按表 8-8 中规格生产,锦纶高弹丝有复丝根数为 3 的高档品种,主要用于透明女袜。另外,再生纤维一般只有牵伸丝,而热塑性的涤纶和锦纶等合纤长丝一般都有牵伸丝 (full draw yarn, FDY) 和弹力丝 (draw textured yarn, DTY) 两大系列,锦纶和丙纶还有用于地毯的 BCF 系列丝,国内只有极少部分化纤长丝有空气变形丝 (air textured yarn, ATY) 品种。

第三节 纱线的细度均匀度

纱线不仅要求具有一定的线密度,除花式纱线外还要求保持良好的细度均匀度。沿纱线长度方向的粗细不匀不仅直接影响织物的外观均匀性、耐用性等,而且纱线极细处捻度集中强度下降,给后道工序的加工生产带来很多困难,如络筒、织造中断头和停台增加。因此,纱线的细度均匀度是评定纱线质量的重要指标。

纱线的细度均匀度表现为线密度不匀和表观直径 (或截面粗细) 不匀两种形式,由于纱线体积质量的不均匀性,线密度不匀和表观直径不匀并不完全等价,实际工作中上述两类指标和检测方法同时应用。

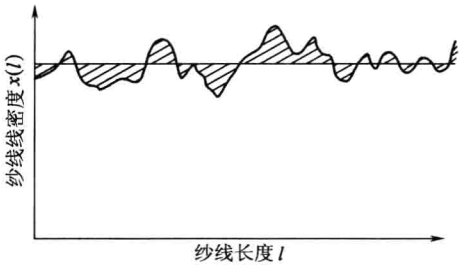


图 8-1 纱线的线密度曲线

一、不匀率指标

若纱线的线密度随长度 l 的变化函数为 $x(l)$, 参见图 8-1, 或者线密度的变化由一组离散数据 $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N$ 表征 (x_i 为长度为 L 的第 i 段纱的质量, N 为纱段数), 则纱线的平均线密度 $\bar{x}$ 可用式 (8-7) 计算, 纱段的平均质量 $\bar{x}$ 可用式 (8-8) 计算。平均线密度和平均质量成正比, 在很多均匀度运算中两者的作用等价, 所以用同一

符号表征。

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \tag{8-7}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{L} \int_0^L x(l) dl \tag{8-8}$$

根据数理统计原理,定义片段长度为 L 的片段内线密度变异系数 $CV(L)(\%)$ 和片段间质 (重) 量变异系数 $CB(L)(\%)$, 分别用下式计算:

$$\begin{aligned} \text{片段内线密度变异系数} \quad CV(L) &= \frac{\sigma_1}{\bar{x}} \times 100 \\ \sigma_1 &= \sqrt{\frac{\int [x(l) - \bar{x}]^2 dl}{L}} \end{aligned} \quad (8-9)$$

$$\begin{aligned} \text{片段间质量变异系数} \quad CB(L) &= \frac{\sigma_2}{\bar{x}} \times 100 \\ \sigma_2 &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \end{aligned} \quad (8-10)$$

式中： σ_1, σ_2 ——标准差，是数理统计上的离散性指标。

可以证明，片段间质量变异系数 $CB(L)$ 等价于片段间线密度变异系数，并且存在式 (8-11) 所示的著名的变异相加定理：

$$[CV(L)]^2 + [CB(L)]^2 = [CV(\infty)]^2 = [CB(0)]^2 \quad (8-11)$$

$CV(\infty)$ 或 $CB(0)$ 被称作总变异系数。式 (8-11) 表明，片段内线密度变异系数的平方加片段间质量变异系数的平方等于总变异系数的平方，这是变异相加定理的实质。

还可以证明，片段间质量变异系数可用下面简化公式计算：

$$CB(L) = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100 = \frac{100}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \left(\frac{\sum X_i}{N}\right)^2}{N-1}} \quad (8-12)$$

式中： X_i ——第 i 个纱样的重量；

$\bar{X}$ ——纱样的平均重量；

N ——纱样总个数；

σ ——纱样质量的均方差。

实际中常用的纱线质量变异系数就是该类指标，片段长度就是绞纱长度，棉型纱线的绞纱长度为 100m，所以棉型纱线的质量变异系数就是片段长度为 100m 的片段间质量变异系数。毛型纱线的绞纱长度一般为 50m(20m)、生丝一般为 450m、化纤长丝一般为 100m。

电子计算工具出现以前，标准差 σ 的计算繁复，曾经使用过所谓的平均差 d 与平均差不匀率 H ，现已停止使用。

二、纱线不匀的检测方法

1. 测长称重方法 测长称重方法也称切断称重方法，习惯用于测定纱线的片段间不匀率，即在纱线上随机地切取长度为 L 的 N 段纱，称取各段的质量 $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N$ ，用式 (8-10) 或式 (8-12) 计算其片段间不匀率指标。实际中纱线的质量变异系数或质量不匀率与纱线的线密度指标、线密度偏差用同一套实验数据计算。纱线各种片段长度、片断间及片段内的线密

度不匀一般统称纱线(及其半成品)条干不匀,或简称条干。

2. 条干均匀度仪测试法 目前,纱线品质检验中采用的另一种方法就是电容式条干均匀度仪或光电式条干均匀度仪,多用于检测细纱、粗纱、条子的条干均匀度,所以将其试样统称为纱条。

电容式条干均匀度仪的传感器为一组平板式电容器。光电式条干均匀度仪的传感器是光电池,对于细纱,电容器极板的长度为8mm,光电传感器的长度为3mm。因为纤维材料的介电常数大于空气的介电常数,当纱条试样以恒定速度通过电容传感器时,传感器中纱线粗细变化引起传感器的电容量变化,进而引起检测电路的电信号变化,这个变化的电信号就被视作为图8-1的纱条线密度。光电式条干均匀度仪的遮光量反映的主要是纱线的直径。仪器根据该信号分别计算纱条片段内的直径或直径变异系数、计数细节、粗节、疵点(包括棉结、毛粒、麻粒、纈结等)个数指标。条干均匀度仪的标准测试长度为1000m,以便近似反应片段长度为 ∞ 时的总变异系数 $CV(\infty)$,工厂质量控制中也用100m、200m、400m的纱样长度。

3. 目光检测法和黑板条干均匀度 传统习惯用黑板条干均匀度评价细纱的表观直径不匀。具体的做法是先将白色纱线按照规定的排列密度均匀地绕在黑板上(对于彩色纱线一般用白板),通常黑板的尺寸为22cm×25cm,绕纱约80圈,然后在规定的照度和距离下,与标准样照(分棉纱、精纺毛纱等许多套)或者实物对比,确定出该纱的均匀度级别,图8-2为棉纱的部分标准样照示例。这种方法实际上是检验细纱的表观直径或者投影均匀度,可直观反映出细纱短片段的表观粗细不匀,与布面情况直接对应,简便易行。但是评定结果与检验人员的技术水平和经验密切相关,容易受情绪等主观随机因素的影响。在条干均匀度仪普及以前,它是评价短片段不匀的唯一方法,现该方法与条干均匀度仪并用,目前大部分企业都使用条干均匀度仪。

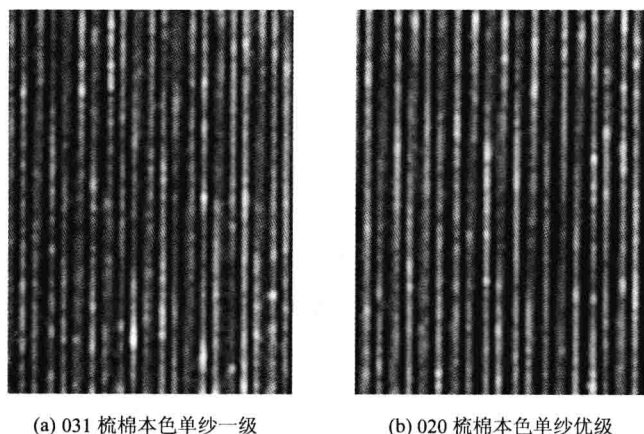


图8-2 黑板条干均匀度评级样照

三、波谱图

前面已介绍的不匀率指标及测试方法可用于测试评价纱线均匀度优劣,但对于分析寻找不匀的起因并不方便。纺纱工序的均匀度控制中更为方便有效的方法是所谓的“波谱图”,波谱图一般用电容式或光电式条干均匀度仪测试。

按数学中的傅里叶积分原理,图 8-1 所示纱线的线密度曲线可以表征为很多不同波长的正弦波叠加的和,每一正弦波可视为线密度变化曲线的一个正弦分量。上述各正弦分量的波长与幅值高度的关系图就是波谱图,波谱图的横坐标是线密度变化的各个正弦分量的波长,纵坐标为其波幅值。电容式条干均匀度仪可以方便地检测出细纱、粗纱、棉条等线形纺织材料的波谱图。实际的短纤维纱的正常波谱图如图 8-3 所示,习惯上波谱图横坐标用对数坐标,其形态与纤维长度有关,不等长纤维是单峰,等长纤维是双峰或多峰,峰尖主波长与纤维长度有关。波谱图形态还与纺纱机件的机械状态密切相关,如图 8-4 所示,波谱图上的“烟囱”表示罗拉、齿轮等旋转件故障造成的周期性不匀(即机械波),波谱图上的“小山”表明牵伸机构故障或工艺不当造成了非周期性不匀(即牵伸波)。“烟囱”或“小山”的波长与某个机器部件或机构对应,所以,采用波谱图可以方便地寻找出产生不匀的原因并予以清除,成为纺纱品质技术管理的重要手段,有时称波谱图具有指纹性。

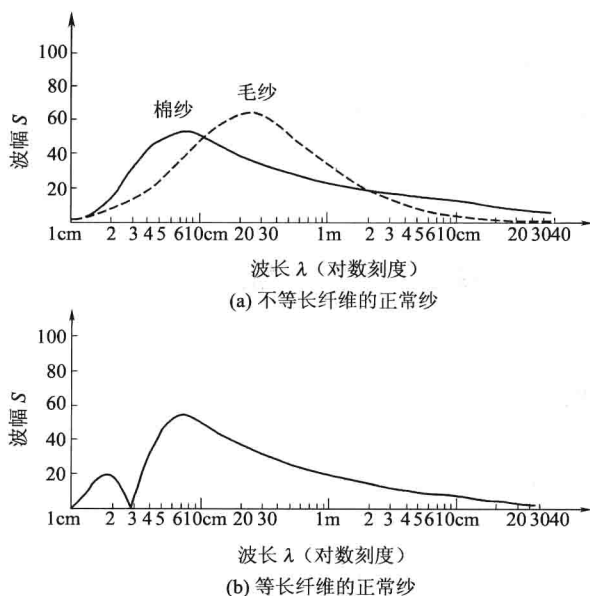


图 8-3 短纤维纺成的正常纱的波谱图

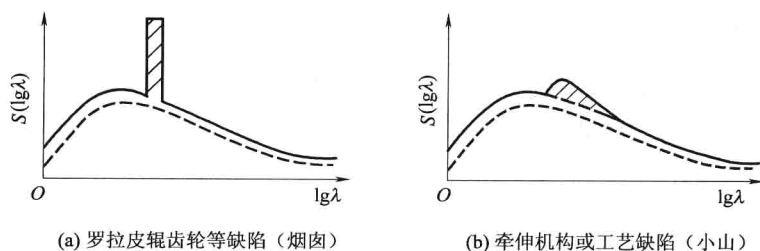


图 8-4 含有明显机械附加不匀的短纤维纱的波谱图

四、长片段不匀和短片段不匀

长片段不匀一般是指波长为纤维长度的 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 20 m、绒线为 5m、生丝为 450m、苧麻纱 49tex 及以上为 50 m、苧麻纱 49tex 以下为 100 m、亚麻纱和绢纺纱都是 100 m。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。