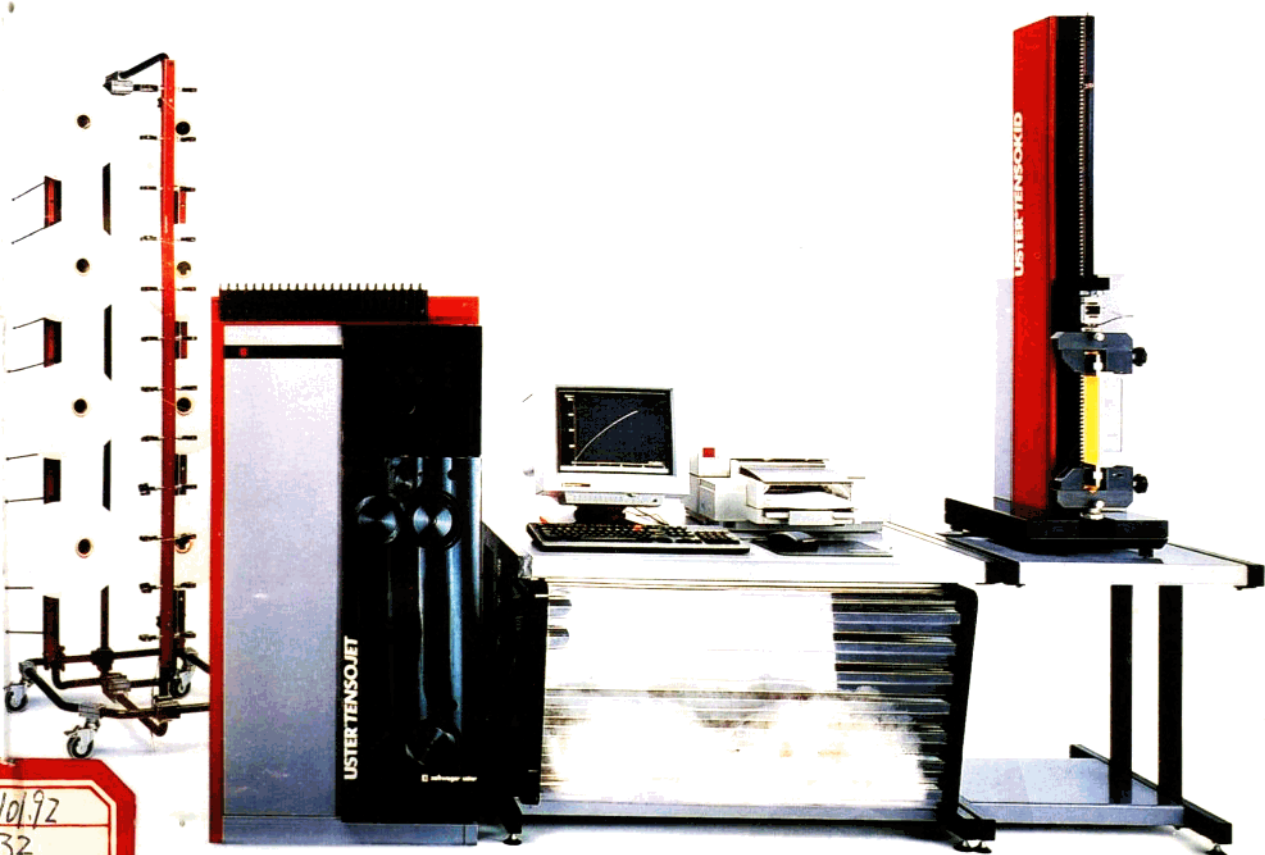


纱线强力与伸长率 测试及应用

宋湛华 等编



中国纺织出版社

纱线强力与伸长率测试及应用

宋湛华 陈群荣
编
刘效明 郑宇英

中国纺织出版社

图书在版编目(CIP)数据

纱线强力与伸长率测试及应用/宋湛华等编. -北京:
中国纺织出版社, 1995

ISBN 7-5064-1149-0/TS · 1015

I. 纱… I. 宋… II. 纱线性能-力学性能试验 N. TS
101.92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95) 第 02578 号

责任编辑: 鲍 靖

中国纺织出版社出版发行

北京东直门南大街 4 号

★

邮政编码: 100027 电话: 010-4662932

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

1995 年 6 月第一版 1995 年 6 月第一次印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10.5

字数: 250 千字 印数: 1—2000

定价: 18.00 元

编 者 的 话

纱线的强力及伸长特性是表征材料性能和质量的两项重要指标,它直接影响纺织成品的风格和实物质量。尤其在今天,纺织工业越来越多地采用了高新技术,特别是为了发挥高速织造设备的潜力,为了维系现代化生产工艺流程的顺利进行,改善纱线的强力及伸长特性就具有更重要的意义。为此,我们以多年来收集到的资料为基础编写成本书。希望它在普及和应用有关基础知识方面能对读者有所帮助。

本书共分七章。主要内容包括

第一章 强力和伸长的基本概念

第二章 强力和伸长的测量原理

第三章 强力—伸长测试结果的统计分析方法

第四章 纱线强力及伸长特性示例

第五章 强力—伸长测试的一些注意事项

第六章 国内外先进强力仪器及其生产厂介绍

第七章 国内外纺织品拉伸强力标准

附 录 中英文术语对照

第一、二、五、六章由宋湛华同志执笔;第三章由翁效明同志执笔;第四章由陈群荣同志执笔;第七章和附录由郑宇英同志执笔。

本书着重于应用技术内容,可作为从事纺织品质量管理和质量检验人员培训学习资料、科研设计人员的参考资料及大专院校教学的辅助资料。

本书在编写过程中得到了中国纺织科学研究院标准化所及国内有关仪器制造厂的大力支持和帮助,同时还得到了国外有关公司、工厂的支持和帮助,尤其是瑞士蔡尔维格—乌斯特公司及该公司的 P. Hättenschwiler 和 M. Fery 先生为本书提供了有益的资料。在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,误漏之处请批评指正。

1995 年 3 月

序

强力和伸长特性是衡量纱线性能和质量的重要指标,它直接影响纺织产品的质量和风格,也影响纺织后加工工艺和生产效率。因此,国内外纺织生产者确定产品和加工工艺时都必需考虑纱线的强力和伸长特性。

现代纺织生产正不断向高速、自动化方向迅速发展。纺纱速度如喷气纺、平行纺等已达到 200~300 米/分,甚至更高;织机入纬率已达到 2000 米/分以上。化纤工业的发展,为纺织生产提供了品种繁多、性能各异的纺织原料。各种纺织原料混纺、纯纺使纺织产品琳琅满目、丰富多彩。纺织加工技术也趋向多样化,要使各种纺纱、织造技术在加工不同纺纱原料时获得最好的产品质量、最高的生产效率,就必需充分考虑原料和纱线的力学特性。

本书作者积多年科研工作经验,广泛收集国内外资料,在基本概念、测量原理、测试结果的统计分析方法、纤维原料等对纱线特性的影响以及纱线强力与伸长对后加工工艺及产品的影响等方面作了全面阐述,并扼要地介绍了国内外常用的仪器和标准。

相信本书不仅将有助于加强纺织产品的质量管理和质量检验,也将受到广大纺织工程技术人员的欢迎,有助于提高纺织生产技术水平。

梅自强

1995 年于北京

目 录

第一章 强力和伸长的基本概念.....	(1)
第一节 力和伸长.....	(1)
一、力和质量.....	(1)
二、伸长和伸长率.....	(1)
三、强力和伸长率的关系——强力—伸长率 ($F-E$) 特性曲线	(2)
第二节 功.....	(6)
一、断裂功.....	(6)
二、部分功.....	(7)
第三节 模量.....	(9)
一、初始模量.....	(9)
二、杨氏模量.....	(9)
三、正割模量	(10)
四、模量—伸长率曲线	(11)
第四节 直线图和散点图	(12)
一、直线图	(12)
二、紧密直线图	(13)
三、散点图	(14)
第二章 强力和伸长的测量原理	(16)
第一节 纺织材料强力测量的基本类型	(16)
一、等速牵引型强力仪	(16)
二、等加负荷型强力仪	(17)
三、等速伸长型强力仪	(18)
第二节 影响强力和伸长率测量的因素	(21)
一、夹持长度的影响	(21)
二、拉伸速度的影响	(21)
三、环境温湿度的影响	(25)
四、预张力的影响	(27)
五、夹持器的影响	(29)
第三节 新型纺织强力仪介绍	(34)
一、USTER TENSOJET 型高速强力仪	(34)
二、CTT 型动态强力仪	(37)
第三章 强力—伸长测试结果的统计分析方法	(39)
第一节 有关的数理统计学基本概念	(39)

一、有关术语	(39)
二、数据的分布及其特征数	(40)
三、总体平均值置信区间的计算方法及应用	(47)
第二节 几种假设检验的方法及应用	(49)
一、 t 检验的方法及应用	(49)
二、 F 检验的方法及应用	(54)
三、异常值的检验方法及应用	(56)
第三节 纱线强力—伸长特性乌斯特统计值	(61)
一、乌斯特统计值	(61)
二、乌斯特统计值中有关纱线强力—伸长特性的指标	(61)
三、几点说明	(61)
四、应用举例	(62)
第四章 纱线强力及伸长特性示例	(65)
第一节 纱线强力及伸长与纤维特性的关系	(65)
一、纤维的断裂强力及伸长率的影响	(65)
二、纤维的平均长度及短纤维含量的影响	(67)
三、纤维细度及成熟度的影响	(68)
四、混纺纱线中化学纤维成分的影响	(69)
五、纤维主要特性的影响程度	(72)
第二节 纱线强力及伸长与纱线其他特性的关系	(73)
一、纱线质量变异的影响	(73)
二、纱线捻度的影响	(78)
三、纱线合股后的影响	(80)
第三节 纱线强力及伸长与其加工工艺及半制品质量的关系	(83)
一、半制品疵点的影响	(83)
二、纺纱速度的影响	(85)
三、加工条件不正常的影响	(90)
第四节 高速无梭织机对纱线强力和伸长特性的要求	(100)
一、纱线在高速无梭织机上的受力情况	(100)
二、纬纱峰值负荷的特点	(101)
三、适宜的纱线强力及伸长特性	(103)
第五章 强力—伸长测试的一些注意事项	(108)
第一节 环境条件与试样的预平衡	(108)
第二节 取样	(108)
一、随机取样	(108)
二、系统取样	(109)
第三节 测试时间的估算	(109)
一、测试时间与拉伸速度的关系	(109)

二、系列测试所需总时间的估算	(110)
第四节 测试次数的选择	(110)
一、总测试次数的确定	(110)
二、每卷装内测试次数的选择	(111)
第五节 典型的强力—伸长率特性曲线 ($F-E$ 特性曲线)	(113)
第六章 国内外先进强力仪器及其生产厂介绍	(121)
第一节 国产先进强力仪器	(121)
一、长岭牌 ZDY—50/100 全自动单纱强力仪	(121)
二、Y3001 型多功能电子强力仪和 CYG008 型复丝强力仪	(122)
三、YG022 型全自动单纱强力仪和 YG024 型电子单纱强力仪	(123)
四、YG023 型全自动单纱强力仪	(124)
第二节 国外主要强力仪生产厂及其产品介绍	(125)
一、英国英斯特朗公司	(125)
二、美国劳森—亨普希尔有限公司	(127)
三、德国 TEXTECHNO Herbert Stein GmbH & Co. KG	(128)
四、瑞士蔡尔维格—乌斯特公司	(130)
第七章 国内外纺织品拉伸强力标准	(132)
第一节 纺织品拉伸强力标准目录	(132)
一、国际标准 (ISO)	(132)
二、英国标准 (BS)	(133)
三、美国材料与试验协会标准 (ASTM)	(134)
四、法国标准 (NF)	(136)
五、德国标准 (DIN)	(137)
六、日本标准 (JIS)	(137)
七、中国国家标准和纺织行业标准 (GB、ZB 和 FZ)	(138)
第二节 部分 ISO、BS、ASTM 和 JIS 标准内容简介	(139)
一、国际标准 (ISO)	(139)
二、英国标准 (BS)	(143)
三、美国材料与试验协会标准 (ASTM)	(145)
四、日本标准 (JIS)	(151)
附录 中英文术语对照	(157)
参考文献	(158)

第一章 强力和伸长的基本概念

第一节 力和伸长

一、力和质量

质量是表征物体含有物质多少的物理量，其单位为千克(kg)。纱条的线密度就是以单位长度的质量来表征的，其定义是每千米长度的纱条具有的质量，以特克斯(tex)表示($1\text{tex} = 1\text{g}/1000\text{m}$)。图 1-1 表示线密度的测量方法。

在图 1-1 中天平已处于平衡状态，其右侧放置长度为 1000m 的纱线，左侧为 100g 的砝码，这就意味着纱线的质量等于砝码的质量。此时，纱线的线密度等于 100tex。

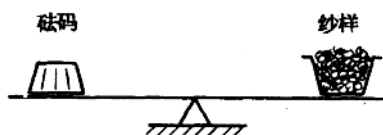


图 1-1 测量线密度的示意图

力是表征物体间相互作用的物理量。力值的大小和物体的质量有关。图 1-2 表示力的概念。

假定不考虑弹簧本身的质量，当其下端不受力时弹簧将保持其本身的长度 l_0 ，当其下端挂上质量为 m 的砝码时，弹簧被伸长 Δl ，此时弹簧受的作用力 F 等于：

$$F = ma$$

力的单位为牛顿 (N)。

图 1-2 中，加速度 a 等于重力加速度，

即： $a = 9.81 \text{ m/s}^2$

假定 $m = 1\text{kg}$ ，则：

$$F = 1 \times 9.81 = 9.81 (\text{N})$$

质量和力是两个不同的物理量，两者既有联系又有区别。为了更好地说明两者间的关系，设想图 1-1 和图 1-2 中的装置放在远离地球表面的地方，该处的重力加速度等于 5m/s^2 ，那么在图 1-1 中天平仍保持平衡态，此时纱线的质量仍为 100g，线密度依旧是 100tex。但是在图 1-2 中弹簧受的作用力则变为 5N，其伸长量也只为原来的一半左右，尽管砝码的质量并没有发生变化。

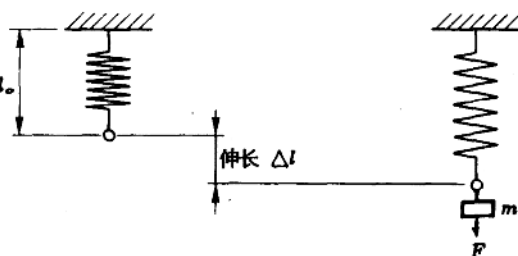


图 1-2 表示力的概念的示意图

二、伸长和伸长率

纱线在受到拉力时将发生变形，变形后与变形前在受力方向上的长度之差即为伸长量，伸长量与变形前的长度之比即为伸长率(见图 1-3)。

伸长率的定义式为

$$E(\%) = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100$$

式中: Δl ——纱线受力时的伸长量;

l_0 ——纱线的夹持长度。

在用以等速伸长(CRE)为测试原理的强力仪进行拉伸试验时, 纱线的伸长量 Δl 与拉伸时间成正比。

三、强力和伸长率的关系——强力—伸长率($F-E$)特性曲线

(一) 强力—伸长率($F-E$)特性曲线

纱线在被拉伸的过程中, 其受力和伸长率的关系可用强力—伸长率($F-E$)特性曲线来表示(见图 1-4)。

在 $F-E$ 特性曲线上有如下几个基本的特征点:

1. 预张力 为使所有的纱线在相同的初始条件下进行试验而在纱线被夹持时预先施加的一个微小的力称为预张力。由于纱线是在受到预张力的条件下被夹持的, 因此, $F-E$ 特征曲线的起始点并不位于坐标原点。曲线与纵坐标的交点至原点的距离表示预张力的大小等。

在预张力的作用下, 纱线克服自身的扭曲而被伸直, 但其内部结构并未发生变化。预张力是保证断裂伸长率再现性的重要因素。

在绝大多数有关纱线强力测试的方法标准中, 对预张力的施加都有明确的规定, 如: 0.25cN/tex, 0.5cN/tex 等。

2. 断裂强力和断裂伸长率 纱线在被拉伸至断开的过程中受到的最大的力称为断裂强力, 与此相应的伸长率称为断裂伸长率。在某些纱线(例如长丝) $F-E$ 特征曲线的断裂区域内, 曲线呈锯齿状, 此时, 断裂点应为曲线的最高点。在断裂点附近, 纱线开始发生局部断裂或滑移。

3. 断脱强力和断脱伸长率 纱线在被拉伸过程中发生完全断开前瞬间受到的力, 称之为断脱强力, 与此相应的伸长率称为断脱伸长率。断脱时, $F-E$ 曲线开始急剧下降, 纱线断成相互分离的两部分。

4. 断裂强度 纱线的断裂强力与纱线线密度之比称为断裂强度, 单位为 N/tex。参照图 1-4, 上述概念是不难理解的。

断裂强力和断裂伸长率都是反映纱线力学性能的重要指标, 但是在某些用途中又各有特点。例如制造缆绳的纱线必须具有较高的断裂强力和较小的断裂伸长率, 而针织用纱线则应有较高的断裂强力和良好的伸长特性。

在某些纱线的 $F-E$ 特性曲线上, 断裂点附近的曲线变得非常平缓(见图 1-5), 在这个区

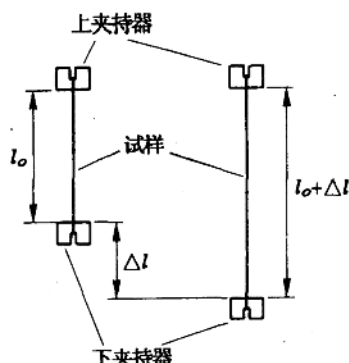


图 1-3 表示伸长率的示意图

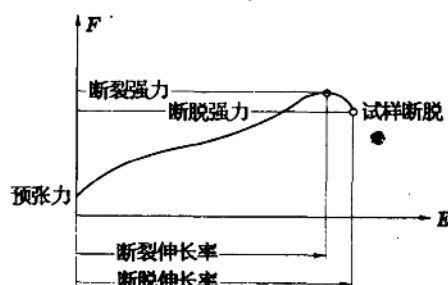


图 1-4 强力-伸长率特性曲线

域内断裂强力值 $F_{\max}$ 的微小变化 ΔF 将会引起伸长率的较大的变化, 因此即使断裂强力的变异很小, 断裂伸长率也会在一个相当大的范围内变化, 这意味着要使断裂伸长率具有较好的再现性是十分困难的。在这种情况下, 人们往往对特性曲线上过断裂点后曲线比较陡峭的部分感兴趣, 例如把 $0.9F_{\max}$ 作为特征点, 相应的伸长率用 $E_{0.9F_{\max}}$ 表示(见图 1-6)。

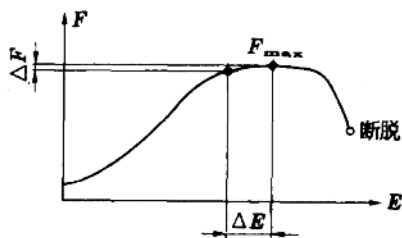


图 1-5 断裂点附近曲线比较平缓的
 $F-E$ 特性曲线

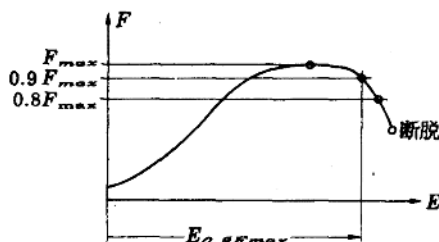


图 1-6 用 $0.9F_{\max}$ 作为断裂特征点

(二) 强力—伸长率($F-E$)特性曲线的基本类型

不同纱线的 $F-E$ 特性曲线具有各不相同的形状, 但大体上可分为以下五种基本类型(见图 1-7):

决定纱线 $F-E$ 特性曲线形状的主要因素是纺织纱线所用的原料, 也就是说, 原料不同, 纺成纱线的 $F-E$ 特性曲线的形状也就不同。对于混纺纱, 其 $F-E$ 特性曲线的特征主要取决于高强纤维的特性。图 1-8 表示了不同原料纯纺或混纺纱的 12 种典型的 $F-E$ 特性曲线。

(三) 几种新型纱线的 $F-E$ 特性曲线

纱线 $F-E$ 特性曲线的形状不仅与原料有关, 而且也与纺纱工艺有关。下面介绍几种新型纱线的 $F-E$ 特性曲线。

图 1-9 是一种喷气纺纱线的 $F-E$ 特性曲线图。从图中可以看出, 由于纱线中未完全伸直的纤维在被拉伸时受外力作用而滑移, 因此, 在 $F-E$ 特性曲线上有些点(箭头所指)出现了强力瞬时下降的现象。

图 1-10 是一种包缠纺纱线的 $F-E$ 特性曲线图。该纱线由尼龙长丝包缠精梳毛纱纺制而成, 线密度为 50tex。曲线形状主要由包缠材料决定。由于羊毛纤维滑脱, 造成有些样品的强力急剧下降。

图 1-11 是一种自捻纺纱线的 $F-E$ 特性曲线图。纱线受力后, 纤维逐渐滑移、断脱, 因此, 断裂点不明显。

图 1-12 是一种包芯纱线的 $F-E$ 特性曲线图。在拉伸试验中, 芯纱与包覆纱互相产生滑移, 致使该纱线过早断裂, 各条特性曲线差异较大。

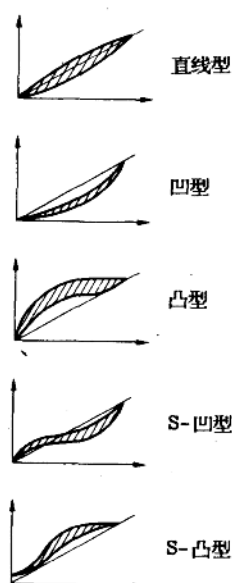


图 1-7 $F-E$ 特性曲线的
五种基本类型

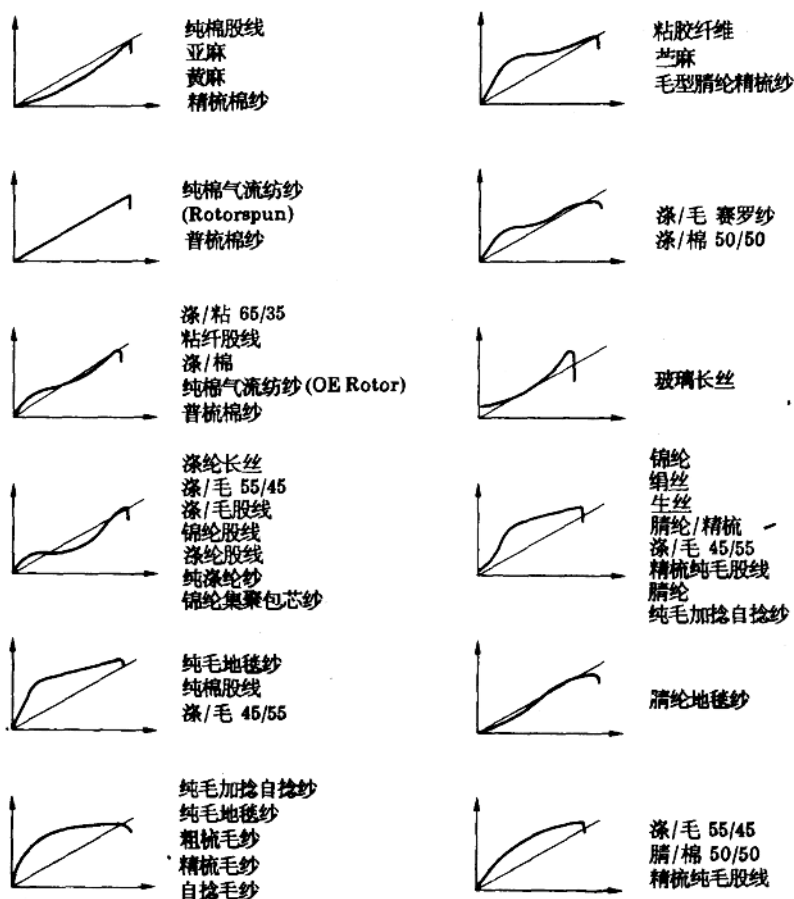


图 1-8 12 种不同原料纯纺或混纺纱的 $F-E$ 特性曲线

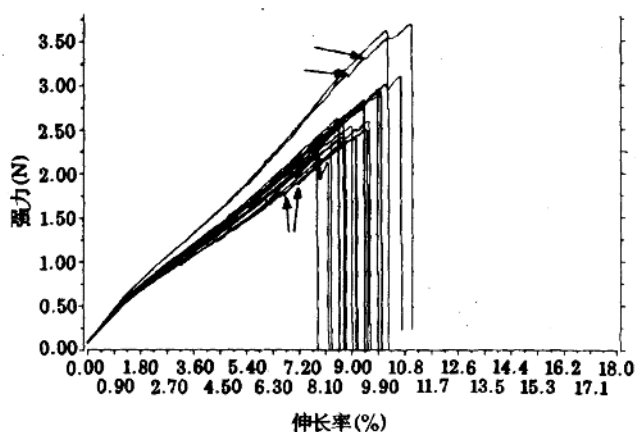


图 1-9 一种喷气纺纱线的 $F-E$ 特性曲线图

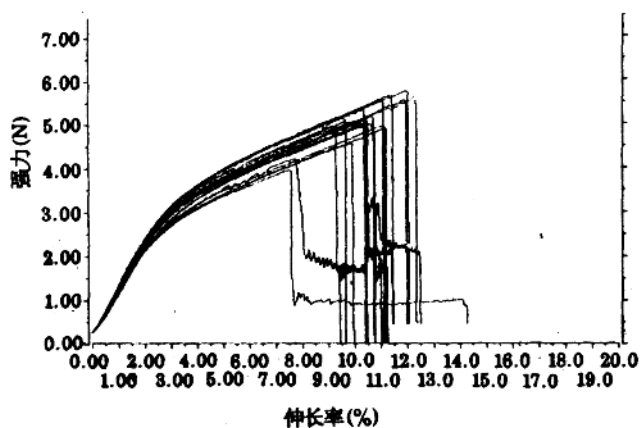


图 1-10 一种包缠纺纱线的 $F-E$ 特性曲线图

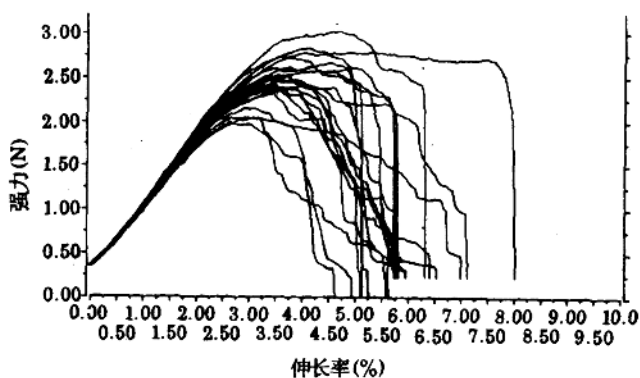


图 1-11 一种自捻纺纱线的 $F-E$ 特性曲线图

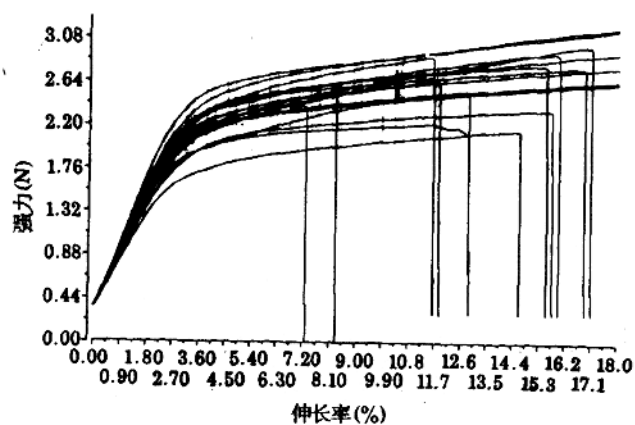


图 1-12 一种包芯纱线的 $F-E$ 特性曲线图

第二节 功

一、断裂功

断裂功的数学定义可用下式表示(图 1-13):

$$W_{Fmax} = \int_{L_0}^{L_{Fmax}} F(l) dl$$

式中: W_{Fmax} ——断裂功 (N·m);

L_{Fmax} ——相应于断裂强力的断裂伸长。

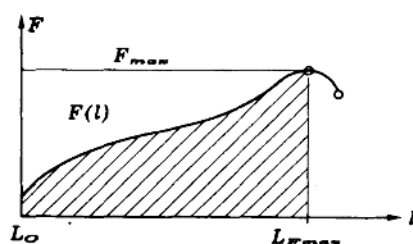


图 1-13 断裂功示意图

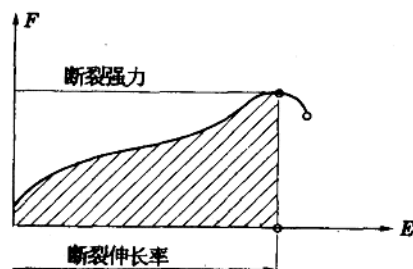


图 1-14 在 $F-E$ 特性曲线上表示断裂功

图 1-13 中的阴影部分的面积等于断裂功。

在 $F-E$ 特性曲线图(图 1-14)中,断裂功相应于图 1-14 中阴影部分的面积,但在数值上并不相同。此时断裂功应为:

$$W_{Fmax} = \text{阴影部分的面积} \times \text{纱线的夹持长度}$$

断裂功和 $F-E$ 特性曲线描述纱线不同的特性,两者既不相同,又互相联系,互相补充。在图 1-15 中断裂功相等的两条 $F-E$ 特性曲线,其形状却是十分不同的。

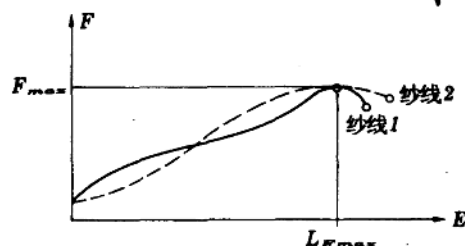


图 1-15 断裂功相等的两条形状不同的
 $F-E$ 特性曲线

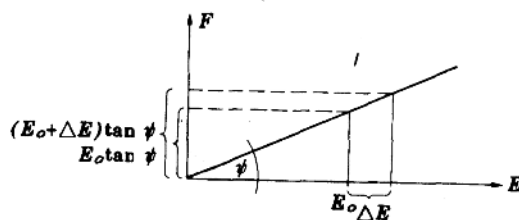


图 1-16 断裂强力和伸长率的变化对
断裂功的影响

断裂功对于断裂强力和断裂伸长率的变化反映更为强烈。以图 1-16 为例试加说明:

图 1-16 中的 $F-E$ 特性曲线是一条斜率为 $\tan \phi$ 的直线。当 E_0 变化 ΔE 时,可以计算出断裂功的变化:

相应于 E_0 的断裂功 W_{E_0} :

$$W_{E_0} = \frac{1}{2} \times E_0 \times E_0 \times \tan \phi$$

相应于 $E_0 + \Delta E$ 的断裂功 $W_{E_0 + \Delta E}$:

$$W_{E_0 + \Delta E} = \frac{1}{2} \times (E_0 + \Delta E) \times (E_0 + \Delta E) \times \tan \phi$$

即:

$$W_{E_0 + \Delta E} = \frac{1}{2} \times [E_0^2 + 2E_0\Delta E + (\Delta E)^2] \times \tan \phi$$

当 ΔE 很小时, 略去 ΔE 的二次项:

$$W_{E_0 + \Delta E} \approx \frac{1}{2} \times (E_0^2 + 2E_0\Delta E) \times \tan \phi$$

则:

$$\frac{W_{E_0 + \Delta E}}{W_{E_0}} \approx \frac{(1/2) \times (E_0^2 + 2E_0\Delta E) \times \tan \phi}{(1/2) \times E_0 \times E_0 \times \tan \phi} = 1 + 2 \times \frac{\Delta E}{E_0}$$

即:

$$W_{E_0 + \Delta E} \approx W_{E_0} \times (1 + 2 \times \frac{\Delta E}{E_0})$$

由此可见, 断裂功的变化率约为 E_0 变化率的两倍。当 ΔE 较大时, ΔE 的二次项不能忽略。表 1-1 列出不同的 $\Delta E/E_0$ 下的断裂功的变化率。

表 1-1 断裂功的变化率与 $\Delta E/E_0$ 的关系

$\pm \Delta E/E_0$	$\pm \Delta W_{F_{max}}$
$\pm 15\%$	$\pm 32\%$
$\pm 20\%$	$\pm 44\%$
$\pm 30\%$	$\pm 69\%$
$\pm 40\%$	$\pm 96\%$

对于断裂强力和断裂伸长率相等的两条 $F-E$ 特性曲线, 断裂功大的材料抗拉伸断裂的能力强, 因此断裂功与断裂强力和断裂伸长率的乘积之比反映了材料抵抗拉伸断裂的能力, 比值越大, 这种能力就越强。

二、部分功

部分功的数学定义可用下式表示(见图 1-17):

$$W_P = \int_{L_{E_1}}^{L_{E_2}} F(l) dl$$

式中: W_P ——部分功;

L_{E_1} 、 L_{E_2} ——分别相应于伸长率为 E_1 、 E_2 的伸长量。

图 1-17 中的阴影部分的面积等于部分功。可见, 部分功是纱线在被拉伸过程中一个特定阶段内外力作的功。

在 $F-E$ 特性曲线图(见图 1-18)中, 在两个特定的伸长率间的曲线下阴影部分的面积相应于这两个伸长率的部分功。同断裂功一样, 两者在数值上并不相等, 此时, 部分功应为:

$$W_P = \text{阴影部分的面积} \times \text{纱线的夹持长度}$$

部分功较之断裂功有许多优越性:

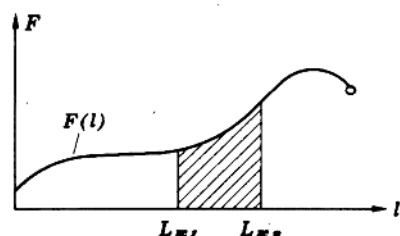


图 1-17 部分功示意图

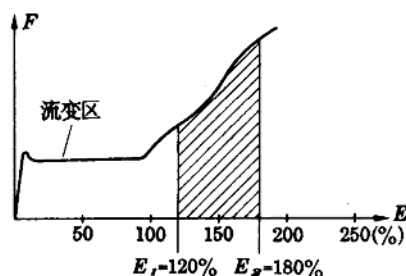


图 1-18 在 $F-E$ 特性曲线上表示部分功

首先,部分功可以描述 $F-E$ 曲线上特定的部分,可以更有针对性地用定量的方式研究分析不同的原料或不同的工艺过程间的差别。例如,图 1-18 是某化纤厂生产的 POY (dtex 132f24) 的 $F-E$ 特性曲线,该厂根据以往的经验选取 $E_1=120\%$ 和 $E_2=180\%$ 两点间的部分功作为该厂 POY 丝生产质量水平的一个重要参数。从图中可以看出 E_1 和 E_2 之间的曲线变化是比较大的。

当然,也可在 $F-E$ 特性曲线上选取几个特定的点,以其相应的力作为衡量质量水平的参数,但是对于很多种类的纱线来说,由于随机因素的影响,这种方法往往不够可靠,甚至会导致错误的结论。相比之下,由于部分功代表了某一阶段力和伸长全部信息的总和,所以其对生产过程质量水平的反映就可靠得多。

其次,部分功可以集中反映 $F-E$ 特性曲线之间差异比较大的部分,特别是可以用于对断裂强力和断裂伸长率相同的,断裂功虽有变化但差异不大的数条 $F-E$ 特性曲线进行比较,图 1-19 就是一例。该图上有 3 条 $F-E$ 特性曲线,其断裂强力和断裂伸长率均相同。断裂功虽不相同,但由于这些 $F-E$ 特性曲线上差别不大的部分占据主要地位,所以断裂功之间的百分误差并不大。然而适当选取伸长率(如图 1-19 中的 E_1 和 E_2)求出相应的部分功就能十分明显地反映出这些 $F-E$ 特性曲线的差别。

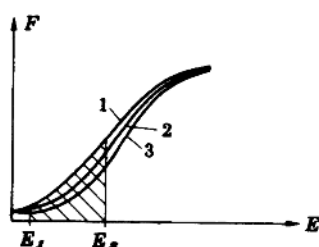


图 1-19 部分功能突出反映 $F-E$ 特性曲线的差别

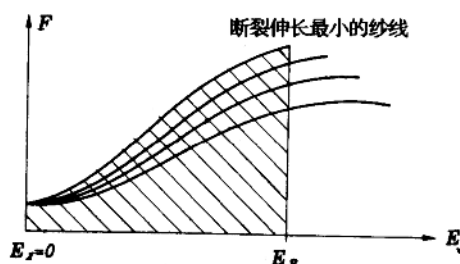


图 1-20 部分功在呈放射状的 $F-E$ 特征曲线族中的应用

第三,对于来自同一批的纱样,其 $F-E$ 特征曲线族往往是一组呈放射状的、相互类似且不交叉的曲线(图 1-20)。对于这种情况,部分功的计算可以从 $E_1=0\%$ 开始,而 E_2 的选取以

不超过曲线族中最小的断裂伸长率为宜(可根据以往的经验或通过预试验而定),这样确定的部分功既可不受断裂伸长率的影响,又可最大程度地反映曲线族间的差异。

第三节 模 量

一、初始模量

初始模量是指纱线在受到很小的外力,如外力等于预张力时的模量。在纺织上初始模量的数学定义可用下式表示(见图 1-21):

$$M_1 = \frac{dF/T_t}{dl/l_{1\%}} \times 100$$

式中: M_1 ——初始模量 (N/tex);

dF ——相应于预张力处力的变化量;

dl ——相应于预张力处伸长的变化量;

T_t ——线密度(tex);

$l_{1\%}$ ——相应于 $E=1\%$ 的伸长量。

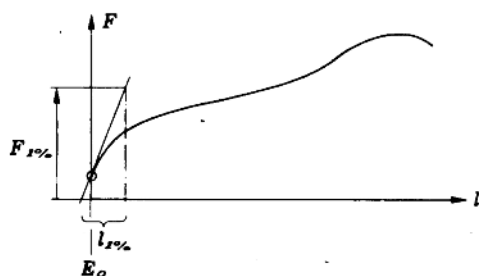


图 1-21 初始模量示意图

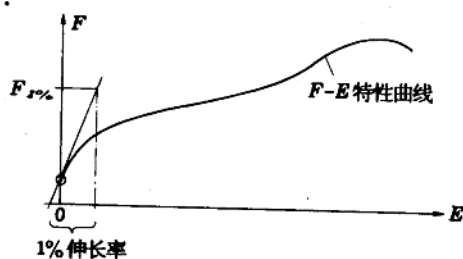


图 1-22 在 $F-E$ 特性曲线上求初始模量

从公式中可以看出 dF/T_t 相当于预张力处单位特克斯的 F 的变化率, $dl/l_{1\%}$ 相当于预张力处伸长的变化率。

在 $F-E$ 特性曲线上可以下述方法求得初始模量(见图 1-22):

(1) 在 $F-E$ 特性曲线上相应于预张力处作曲线的切线,并使之与横坐标轴相交。

(2) 从交点处开始在横坐标轴上截取相当于 $E=1\%$ 的长度。

(3) 从截点处作横坐标轴的垂线与切线相交,则此交点至横坐标轴的距离 $F_{1\%}$ 即相应于初始模量。此时可用下述公式来表示初始模量的数值:

$$M_1 = \frac{F_{1\%}}{T_t} \times 100 \quad (\text{N/tex})$$

初始模量反映纺织材料,如纤维或纱线在受很小拉伸力时抵抗变形的能力。初始模量大表示材料在小负荷下不易变形,刚性较强;初始模量小表示材料柔软,较易变形。在生产过程中纱线的初始模量描述纱线在刚受力时(机织,针织或缝纫时)的行为。而长丝的初始模量更能反映生产过程中的问题。

二、杨氏模量