

纺织高等教育“十五”部委级规划教材

纤维材料近代测试技术

潘志娟 主编

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书分为上、下两篇,上篇介绍了纤维结构的主要测试技术与方法,包括纤维组分与相对分子质量的测定原理与方法,纤维分子结构和聚集态结构的主要测试技术及其具体应用,纤维微观形态结构和纤维集合体细观结构的测试和分析方法。下篇介绍了纤维及其集合体材料的性能测试技术与方法,包括:机械性能、热性能、传导性能、生态环保性以及风格特性等。

本书为教育部“十五”规划教材,可作为纺织工程、轻化工程以及高分子材料专业本科生和研究生的专业课教材,也可供相关专业的研究人员和企业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

纤维材料近代测试技术/潘志娟主编.—北京:中国纺织出版社,2005.9

纺织高等教育“十五”部委级规划教材

ISBN 7-5064-3463-6/TS·2010

纤维材料近代测试技术/潘志娟主编.—北京:中国纺织出版社,2005.9
TS102

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第078088号

策划编辑:魏大韬 责任编辑:刘波涛 责任校对:俞坚沁
责任设计:李 然 责任印制:黄 放

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

http://www.c-textilep.com

E-mail:faxing@c-textilep.com

三河艺苑印刷厂印刷 三河永成装订厂装订

各地新华书店经销

2005年9月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:25

字数:417千字 印数:1—3000 定价:48.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

前言

纤维材料的研究是新型纺织品开发和设计的基础。新纤维的研制一直以来都是纺织科技工作者的主要工作,也是推动我国纺织技术进步和发展的的重要因素。而任何纤维材料的开发和利用都必须建立在了解其结构和性能、掌握结构和性能关系的基础上。对纤维材料结构和性能的系统测定与分析,是新型纤维材料的开发及其后道产品研制的基础。同样,在纤维材料及其集合体的实际应用中,也涉及大量关于其微观结构和使用性能的测定与分析。

本书根据在纤维材料及其集合体的研究、开发与使用中涉及的结构和性能,分两篇分别介绍了纤维及其集合体的结构与性能测试技术。上篇系统介绍了纤维材料的组分和相对分子质量、分子结构、聚集态结构、微观形态结构以及纤维集合体细观结构测试技术。在编写中特别介绍了一些通用的材料结构测试技术在纤维测试中的具体应用,每种测试方法独立成节,每一节均介绍了其测试原理及其在纤维结构测试上的应用等几方面内容,具有很强的实用性。同时,该篇将这几年来在纤维科学领域得到应用的一些新型的测试技术与方法基本都列入了其中,如原子力显微镜、扫描隧道显微镜、核磁共振、激光拉曼光谱等。下篇主要介绍了纤维的机械性能、热性能、色泽和传导性能,并系统阐述了纤维的生态环保性的测试技术和纤维集合体的风格测试技术,基本涵盖了纤维及其集合体的主要使用性能。

全书由苏州大学潘志娟负责统筹设计,并负责全书的统稿和修改。概述部分由苏州大学潘志娟编写。上篇共有五章,第一章第一节至第五节由安徽农业大学黄晨和王建编写;第一章第六节、第二章第一节至第三

节、第三章第一节至第三节由苏州大学朱新生编写;第二章第四节至第五节、第四章第三节至第四节由苏州大学潘志娟编写;第三章第四节、第四章第一节、第二节由苏州大学蒋耀兴编写;第五章由苏州大学杨旭红编写。下篇共有六章,第六章第三节、第十章第一节、第二节和第十一章由苏州大学潘志娟编写;第六章第一节、第二节和第八章由山东丝绸纺织职业学院张玉惕编写;第七章由安徽农业大学胡凤霞编写;第九章由西南农业大学梁列峰编写;第十章第三节由苏州大学蒋耀兴编写。

在本书编写过程中,得到了苏州大学纺织工程品牌专业建设基金的资助,李栋高教授对本书的编写提出了很多宝贵的意见和建议,在此向他们表示衷心的感谢!由于编者水平有限,本书难免存在不足之处,敬请读者提出宝贵意见!

编 者

2005 年 3 月

序

为了加快中国教育的国际化进程、促进中国教育的全面发展,教育部在狠抓教育改革的同时,制订了“十五”国家级教材规划。受教育部的委托,全国纺织教育学会组织纺织工程、服装设计与工程两专业教学指导委员会编写了国家级高等教材 18 种,另组织编写了部委级高等教材。

两专业教学指导委员会根据教育部的专业教学改革方案,组织了具有丰富教学经验和有一定权威的教师编写了国家级和部委级规划教材。

本套教材自成体系,在编写上有所突破、有所创新,体现了教材的先进性、前瞻性、通用性和实用性,可以说,既有编写特色,更有运用特色,对于新一轮教材建设起到极大的推动作用。

全国纺织教育学会教材编辑出版部

目录

概述	1
第一节 纤维及其集合体材料的结构	1
第二节 纤维及其集合体材料的性能	10
第三节 纤维及其集合体材料结构与性能的关系	15
 上篇 纤维材料结构测试技术	23
 第一章 纤维材料的组分与相对分子质量测试技术	24
第一节 氨基酸分析	24
第二节 高效液相色谱法	27
第三节 凝胶色谱	34
第四节 液相色谱—质谱联用	41
第五节 凝胶电泳	48
第六节 X 射线光电子谱	55
 第二章 纤维材料分子结构测试技术	68
第一节 紫外光谱	68
第二节 红外光谱	78
第三节 核磁共振波谱	89
第四节 激光拉曼光谱	104
第五节 圆二色光谱	119
 第三章 纤维材料聚集态结构测试技术	129
第一节 广角 X 射线衍射	129

第二节	小角 X 射线散射	145
第三节	热分析法	153
第四节	聚集态结构的其他测试技术	163
第四章	纤维材料微观形态结构测试技术	172
第一节	扫描电子显微镜	172
第二节	透射电子显微镜	180
第三节	扫描隧道显微镜	184
第四节	原子力显微镜	190
第五章	纤维集合体细观结构的数字图像分析技术	203
第一节	概述	203
第二节	图像处理的基本理论	205
第三节	纱线细观结构的测试方法	211
第四节	织物细观结构的测试方法	216
下篇	纤维材料的性能测试技术	233
第六章	纤维材料机械性能测试技术	234
第一节	单一受力形式下的机械性能	234
第二节	复合受力形式下的机械性能	242
第三节	动态、热机械性能	254
第七章	纤维材料热性能测试技术	266
第一节	比热容	266
第二节	耐热性能	267
第三节	热膨胀与热收缩性	270
第四节	热传导性能	273
第五节	燃烧性能	279

第八章 纤维材料的色泽测试技术 284

 第一节 颜色 284

 第二节 色牢度 298

 第三节 光泽 303

第九章 纤维材料传导性能的测试技术 308

 第一节 导电性能 308

 第二节 导湿性能 313

 第三节 透气性能 320

 第四节 隔音性能 322

第十章 纤维材料的生态环保性测试技术 326

 第一节 生物可降解性 326

 第二节 生物相容性 335

 第三节 残留物检测 346

第十一章 纤维集合体的风格测试技术 350

 第一节 概述 350

 第二节 风格的感官评价技术 351

 第三节 风格的客观评价技术 357

 第四节 风格的生理评价技术 372

参考文献 378

概 述

纤维材料的性能从本质上来说是纤维结构在材料使用过程中的宏观表现,因此纤维材料结构和性能是不可分割的两部分。长期以来,研究人员在纤维材料结构和性能的关系方面做了大量的研究工作,其结构的研究成为开发新型纤维材料产品的重要理论依据。本概述简要介绍纤维及其集合体材料的结构、性能及其相互关系。

由纤维制成的纺织品,种类繁多,用途广泛,具有许多优良的性能,而且不同的纤维在性能上有许多差别,这是由于它们的结构不同造成的。纤维由分子组成,而组成纤维的分子又是许多基本结构单元链接而成的高分子,而且由一个大分子到纤维,中间还要经过多个结构层次,过程很复杂。

第一节 纤维及其集合体材料的结构

一、纤维的结构

(一) 纤维的结构层次

结构是指在平衡态分子中原子的几何排列及分子与分子之间的几何排列。按研究对象的不同,纤维结构层次分为大分子的链结构(包括纤维大分子链的近程结构和远程结构)和纤维大分子的聚集态结构。

1 纤维大分子链的近程结构

近程结构主要研究构成大分子的基本结构单元及几个基本结构单元之间的关系,即纤维的基本化学组成、单体之间的连接方式、聚合度的大小和分子量的分布等纤维的一级结构特征。如蚕丝的基本结构单元为 α -氨基酸,这些结构单元间以酰胺键连接,各氨基酸的侧基有所不同,共有 18 种,每种氨基酸的含量各不相同,其中含量最多的是甘氨酸和丙氨酸。

2 纤维大分子链的远程结构

远程结构主要研究单个大分子在空间存在的各种形状,即分子的构象。纺织纤维大分子的构象一般有 4 种类型:无规线团、折叠链、伸展链和螺旋链。可以采

用拉曼光谱(Raman)、傅里叶变换红外光谱(FTIR)以及核磁共振波谱(NMR)等测试技术分析纤维材料的分子构象特征。

3 纤维大分子的聚集态结构

聚集态结构是指大分子与大分子之间的几何排列,又称三次结构或超分子结构。纤维聚集态结构对其性能有重要作用,是改进纤维性能的重要手段。纤维聚集态结构中有多个微观结构层次,大致可分为:

(1)基原纤:几个相互平行的大分子按一定距离、位相和相对形状比较稳定地结合在一起,并成为结晶态的一种很细的大分子束。分子数为3~7个。

(2)微原纤:若干根基原纤平行排列结合在一起而形成的较粗的大分子束。

(3)原纤:若干根微原纤平行排列结合在一起形成的更粗一些的大分子束。

(4)巨原纤:由原纤形成的更大的分子束。

纤维聚集态结构各微观结构层次的比较参见下表。

纤维聚集态结构各微观结构层次的比较

特点 层次	粗细/ nm	晶 相	分子间平行度	分子间穿插	孔 隙
基原纤	1 ~ 3	结晶态	平行	无	无
微原纤	4 ~ 8	基本结晶	平行	开始有	开始有
原纤	10 ~ 30	二相	基本平行	有	有
巨原纤	100 ~ 150	二相	非	更多	更多
纤维		二相	非	为主	多

(二) 纤维结构的描述与表征

1 纤维大分子链的构型与构象

(1)构型:构型指分子中为化学键所固定着的几何形态。构型具有以下特点:由同一单体构成的分子,构型不同,性能也不同;构型是稳定的,只有当化学键断裂时,构型才会变化。构型对纤维的结构和性能有很大影响,这有助于我们设计和制造新颖的合成纤维。如丙烯在合成过程中,由于甲基分布位置的不同,而有三种不同的构型,分别为:等规聚丙烯、间规聚丙烯和无规聚丙烯,其中只有等规聚丙烯才可以纺制为丙纶纤维。

(2)构象:构象指大分子链在空间的几何形态。对于某一纤维大分子链而言,其构象是随着所处环境的变化而变化的。在外界条件(如热、湿、机械外力等)的作用下,大分子链的各运动单元(侧基、支链、链节、自由链段以及整个分子链)运动,从而使其空间几何形态即构象发生变化。构象的变化将导致分子间的排列、分子

间的作用力等聚集态结构发生变化,进而引起纤维材料的性能改变,因此构象是决定纤维材料聚集态结构的重要因素。

2 聚集态结构模型

聚集态结构所反映的是分子间的排列状态,长期以来学者们都试图利用对纤维聚集态结构的研究,通过抽象归纳,将纤维的聚集态结构用若干个模型加以表征和描述。虽然纤维内部的分子排列特征十分复杂,但以下几个聚集态结构模型仍然能够比较好地解释纤维的一些微观结构特点。

(1) 纒状胶束与纒状原纤结构模型:纒状胶束(微胞)结构理论认为:纤维中存在许多由胶束(微胞)形成的结晶区,也存在胶束区域间形成的非结晶区;胶束是由许多分子集束而成,但长度比分子链短得多;大分子在胶束间穿插,将结晶区和非结晶区连接起来;无约束时,胶束随机分布,有外力作用时,沿外力场方向分布。该模型适用于纤维素纤维和一些化学纤维的结构分析。

对于结晶区和非结晶区之间的边界的解释,有两种不同的观点:

结晶区是由分散的结晶体所组成,在结晶区之间,由无序排列的分子链连接起来,而结晶区与非结晶区的界面是明确的(两相结构)。

Howsmom 和 Sisson(1954 年)则认为,在结晶区与非结晶区之间,不存在着明确的界限,而是存在着高序区向低序区的逐步转化(有过渡的结构)。

其中,两相结构观点略占上风。图 1 所示为这两种观点的纒状胶束(微胞)结构示意图。

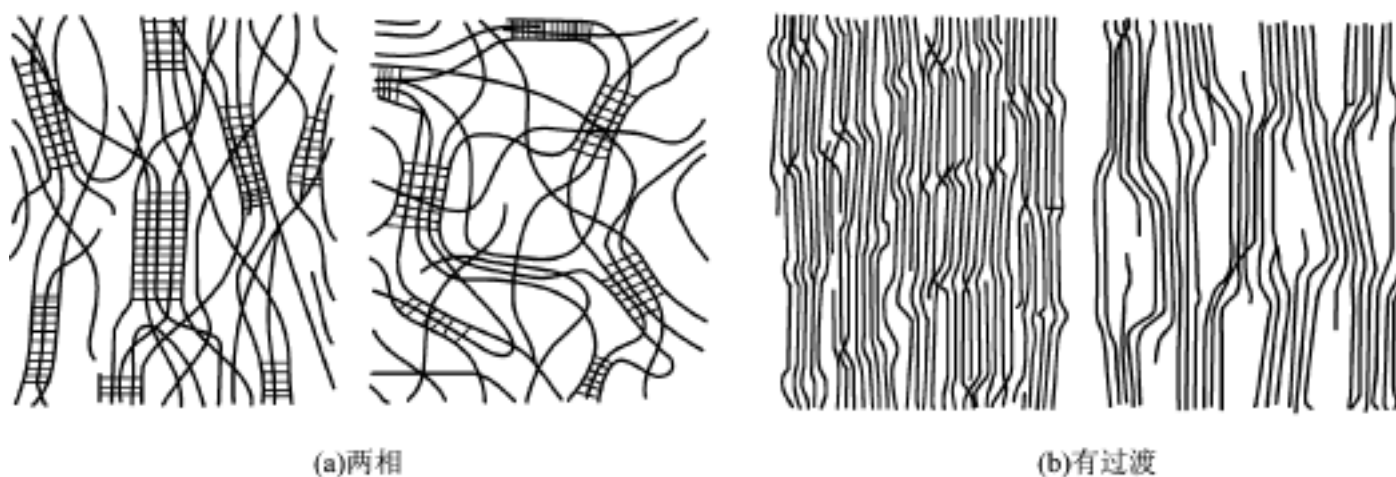


图 1 两种纒状胶束(微胞)结构示意图

但是该模型无法解释纤维中的片晶、球晶及纤维状单晶结构和纤维中的原纤化现象,也无表明晶体特性的严格参数。

纒状原纤结构理论认为:纤维内存在分子排列规整和不规整两部分,并且两部分间有分子的贯穿;规整部分并非完整的晶体结构,而是连续的纒状原纤,由来自

不同方向的漫散分子组成;晶格有一些畸变,晶体中原纤有曲率和支化;结晶部分和非结晶部分是逐渐过渡的,无明显界限。该模型适用于某些合成纤维以外的其他纤维结构分析。图2所示为缨状原纤结构的示意图。

(2) 折叠链结构模型:由于在纤维中发现了大分子构成的厚度远远小于分子链长度的片晶,这些片晶是由大分子链沿片晶厚度方向折叠而成,由此形成折叠链结构模型,又称为折叠链——缨状原纤模型。该模型理论认为:纤维内部存在规整部分和不规整部分,规整部分由折叠分子链构成;一个折叠部分可以由一根或多根分子链构成;一个大分子链可以在结晶区和非结晶区之间穿插,这些分子称为缚结分子;非结晶区中还存在松弛的末梢和圈环。这种结构模型适用于锦纶、涤纶、腈纶等合成纤维的结构。图3为折叠链——缨状原纤模型示意图。

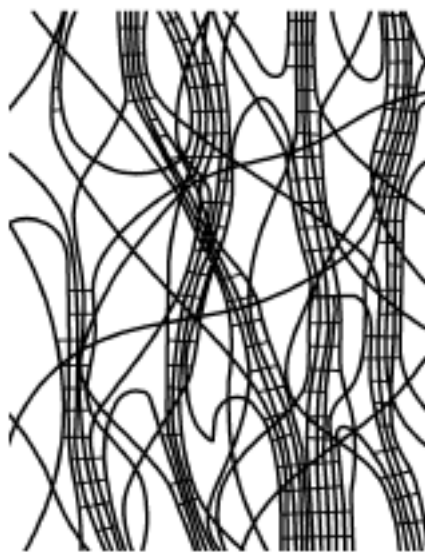


图2 缨状原纤结构示意图

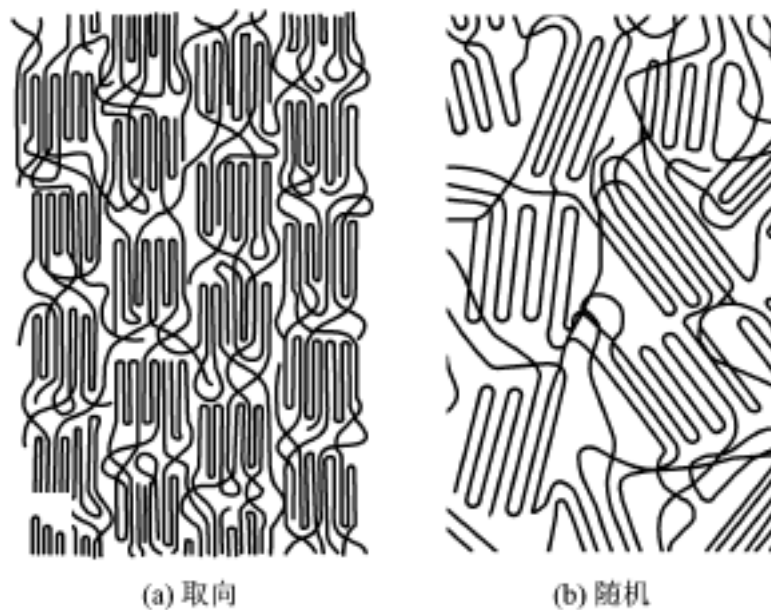


图3 折叠链——缨状原纤模型

(三) 描述纤维结构的状态参数

1. 晶系与晶胞特征

晶体是由在空间排列得很有规律的微粒组成的,纤维中的结晶部分,其分子上的原子、原子团和基团应分布在一定的位置上,若将分子上的原子、原子团和基团视为质点,可以用以下概念来描述结晶区的特征。

(1) 晶格:由质点整齐排列所形成的空间格子。

(2) 晶胞:构成晶格的基本单元。

(3) 晶胞参数:每个晶胞有六个基本参数,即三条边长与三个夹角。根据六个参数大小的不同,形成不同的晶胞类型——晶系(立方、四方、菱形、六方、正交、单斜、三斜)。

2 结晶度与取向度

结晶度和取向度是描述纤维聚集态结构特征的主要参数。

(1) 结晶度: 聚合物中结晶部分所占的百分比。若取重量百分比, 则称为重量结晶度 f_w ; 若取体积百分比, 则称为体积结晶度 f_v 。

(2) 取向度: 纤维大分子链或链段沿纤维轴线方向排列的程度。取向函数为:

$$f = \frac{1}{2} (3 \overline{\cos^2 \Phi} - 1) \quad (1)$$

式中: Φ 为分子链与纤维轴线间的夹角。

当 $f=0$ 时, 分子完全没有取向, 各向同性; 当 $f=1$ 时, 分子完全取向。

二、纱线的结构

(一) 纱线的分类

纱线可以按组成的原料品种、物理性质、使用特性、后加工方法和纺纱工艺等进行分类, 这里主要根据纱线的结构特征进行分类。

1 短纤维纱线

短纤维纱线是以各种天然或化学短纤维为原料, 如: 棉、毛、麻、绢丝、粘胶等, 经过一定的纺纱工艺而制成的纱线。由纺纱系统直接纺纱得到的一般是单纱, 多根单纱经过并合加捻后成为股线, 几根股线再并合加捻后成为复捻股线。单纱、股线及复捻股线不只是粗细上的差异, 一般单纱的表面都有较多的毛羽, 光洁度较差; 股线和复捻股线的粗细均匀性较好, 而且纱线表面也比较光洁, 力学性能、光学性能等均会发生相应地改变。当然, 不同纺纱系统、不同品质原料所制得的纱线会存在较大的差异。

2 长丝纱线

长丝纱线是指由长度可无限延长或数百米长的纤维构成的纱线, 主要有化学纤维长丝纱和蚕丝长丝纱。一般长丝纱都是由数根或者数十根单纤维构成的复丝纱, 只有少量的是单纤维纱线。

长丝纱中的纤维间可以通过加捻或网络加工而形成一定的约束, 使纤维的分布状态和纱线的性能得以调整。由若干根单纤维组成的长丝纱并合加捻后形成单捻长丝纱线, 两根或两根以上的单捻长丝纱线并合并加捻后形成复捻长丝纱线。网络长丝纱是在长丝纱上带有一定数量网络点的纱线, 其加工方法是: 在纺丝加工中或后加工时, 从化纤长丝纱的侧面向丝束喷射高压或高温的气流, 使单纤维丝的局部区段能互相穿插或者粘合。

3. 变形纱线

普通化学纤维长丝纱光滑、均匀,蓬松性差,织物表面具有较强的滑溜感和蜡状感,手感较硬挺。为了改善化学纤维长丝纱的蓬松性和柔软性等风格特征,通过物理机械加工的方法,使纤维由伸直平行的状态转化为具有一定卷曲的蓬松结构,使纱线在获得高度蓬松性的同时,还具有良好的弹性,这种纱线即为变形纱线。

变形纱线中以蓬松性为主要特征的称为膨体纱;既具有良好蓬松性,同时还有良好弹性的称为弹力丝。弹力丝还根据伸缩能力的大小分为高弹丝和低弹丝。

4. 包芯与包覆纱线

包芯纱是短纤维与长丝组合纱的典型产品,由两种或两种以上的纤维构成,可以是长丝包在短纤维纱上面,也可以是短纤维包在长丝纱上面。如弹力牛仔裤面料就是采用棉纱包覆在氨纶纤维外面的纱线织造而成的。这种组合纱线可以获得各组分纤维的性能优势,改善最终产品的性能。

5. 花式纱线

普通纱线通常都具有比较均匀的截面分布和结构。花式纱线是通过对普通纱线进行特殊的物理机械加工,而使其获得截面分布不规则、结构不同或色泽各异特殊效果。

(二) 纱线结构的表征

1. 有捻纱线结构的表征

短纤维纱线、长丝纱中的单捻和复捻长丝纱以及包芯纱在加工中的主要环节是加捻,这类纱线都可归结为有捻纱线。有捻纱线中的纤维都呈不规则的螺旋线分布,由于直接表示纤维的分布状态是十分困难的,因此一般采用加捻方向、加捻程度和纤维在纱线横截面中的分布来间接表示有捻纱线的结构。

(1)加捻的方向:纱线两端相对回转的方向有顺时针和逆时针之分,纤维相对于纱线轴的倾斜方向也因此而有两种不同的情形,即有两种加捻方向。当纤维倾斜方向由左下方向右上方时,为Z捻;反之,当纤维倾斜的方向由右下方向左上方时,为S捻。织物中纱线捻向的配合对织物的外观、手感影响很大。利用经纬纱捻向和织物组织相配合,可得到外观、手感、光泽等不同的织物。

(2)加捻的程度:一般用捻度和加捻系数表示加捻的程度。捻度是指单位长度内纱线的捻回数,根据所取单位长度的不同分别有:

公制捻度:1m长的纱线内具有的捻回数。长丝纱和毛纱一般用公制捻度表示其加捻程度。

号数制捻度:10cm 长的纱线内具有的捻回数。棉纱、棉型化纤纱以及粗纺毛纱用号数制捻度表示其加捻程度。

英制捻度:1 英寸长的纱线内所具有的捻回数。

加捻系数是在衡量加捻效果的同时,把纱线直径考虑在内的、反映纱线加捻程度的指标。

$$\text{加捻系数} = \text{捻度} \times \sqrt{\text{线密度}} \quad (2)$$

(3)纤维在纱线截面中的分布:纤维的长度、细度、卷曲度、柔软度以及加捻的程度、加捻工艺等都会影响纤维在纱线截面中的分布。虽然有一些关于纤维在纱线中分布规律的模型(紧密堆砌结构模型、有孔隙的结构模型)和不同特征的纤维在纱线中分布规律的研究结果,但这些结果和实际情况有一定的差距。一般可以采用沿纱线横截面连续切片的方法,在显微镜下观察、分析纤维在纱线中的分布情况。

2 变形纱的结构表征

变形纱结构的主要特点是纤维呈现卷曲蓬松的状态,因此纱线具有良好的蓬松性和伸缩能力。

(1)蓬松结构的表征:可以用纱线在变形前后的比容积或体积的变化反映变形纱的蓬松结构。

蓬松指数:变形前后纱线比体积的比值。

蓬松度:变形纱的蓬松体积和真实体积之差与真实体积的百分比。

(2)卷曲结构(伸缩性)的表征:

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (3)$$

$$R = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_0} \times 100\% \quad (4)$$

$$R' = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100\% \quad (5)$$

式中: ε 为紧缩伸长率; R 为紧缩弹性恢复率; R' 为卷曲刚度(初荷重和定荷重的时间均为 2min,实验在 20 的水中进行); L_0 为试样在初荷重下的长度,标准初荷重为 $1.76 \times 10^{-3} \text{ cN dtex}$,荷重时间 30s; L_1 为去除初荷重后,试样在定荷重下的长度,定荷重为 0.088 cN dtex ,荷重时间 30s; L_2 为去除初荷重,卷缩恢复一定时间(一般 2min)后,再加初荷重 30s 后的长度。

三、织物的结构

(一) 织物的分类

与纱线相似,织物的分类方法也很多,这里主要介绍因成形方法的差异而使纱线间的交织状态具有显著差异的机织物、针织物和非织造布。

机织物是由相互垂直排列的经纱和纬纱在织机上按一定的交织规律织造而成的织物。根据纱线交织规律即织物组织不同,又可分为平纹织物、斜纹织物、缎纹织物、小提花织物、大提花织物、起绒织物、复杂组织织物、变化组织织物、联合组织织物等。

针织物是以一根或一组纱线为原料,在纬编机或经编机上,用织针把纱线弯曲成线圈,再把线圈相互串套而制成的织物。针织物分纬编针织物和经编针织物两种类型,若再按其组织结构分类,又可分成多种具有不同组织结构特点的针织物。

非织造布是一种在织物成形原理上完全有别于传统成形方法的新型纺织材料,故它也被称作无纺布。将纤维按一定的方式形成纤维网片,再将多层叠合在一起的纤维网片采用粘合、水刺或其他方法连接在一起而得到具有稳定结构和性能的片状织物就是非织造布。

(二) 织物结构的表征

1 机织物的结构表征

(1) 机织物的几何尺寸:

长度:织物的长度即匹长,根据织物的用途和重量确定。

宽度:织物的宽度即门幅,也因织物的品种和用途而有多种。

厚度:织物的厚度是与织物性能有很大关系的一个织物结构参数,其取决于纱线的细度与织物的构造,对织物的机械性能、保暖性和刚柔性等有重要影响。

(2) 机织物的紧密度:

密度:沿织物经(纬)向单位长度内的纬(经)纱的根数为织物的纬(经)纱密度。密度与织物的厚度、透通性、刚柔性以及力学性能等都有关系。

盖覆紧度:反映由不同粗细纱线构成的织物的紧密程度。

$$E_j = \frac{d_j}{a} \times 100 = d_j \cdot p_j \quad (6)$$

$$E_w = \frac{d_w}{b} \times 100 = d_w \cdot p_w \quad (7)$$

$$E_z = E_j + E_w - \frac{E_j \cdot E_w}{100} \quad (8)$$

式中: E_j , E_w 为经、纬向的盖覆紧度, %; E_z 为织物的总盖覆紧度, %; d_j , d_w 为经、纬纱的直径, mm; p_j , p_w 为经、纬向的几何密度, 根/10cm; a , b 为相邻经、纬纱间的平均中心距离, mm。

(3) 屈曲波高与结构相: 经纬纱线在织物中呈弯曲交织的状态, 其屈曲程度用屈曲波高表示, 如图 4 所示。经纬纱线屈曲波峰与波谷之间的垂直距离, 即为该系统纱线的屈曲波高, 分别用 h_j 和 h_w 表示, $L = d_j + d_w$ (d_j 、 d_w 分别表示经、纬纱线直径)。

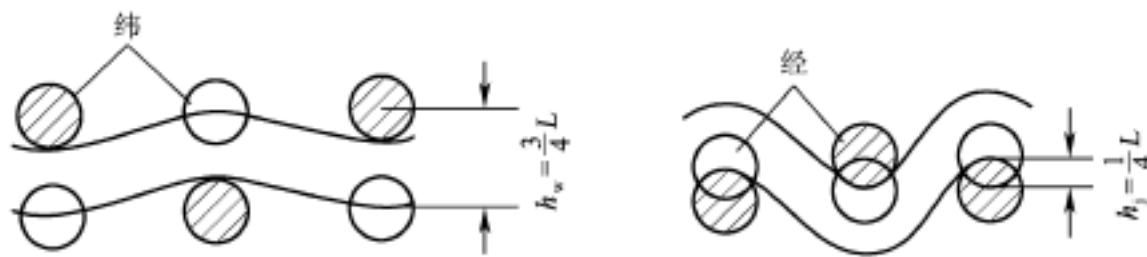


图 4 织物中纱线的屈曲及屈曲波高

2. 针织物的结构表征

(1) 线圈的长度: 针织物是由一系列的线圈按一定的规律串套而成的, 沿织物纵向串套的线圈形成纵行, 沿横向串套的线圈形成横列。两个线圈横向对应点之间的距离称为圈距, 两个线圈纵向对应点之间的距离称为圈高。

线圈长度是指一个完整的针织线圈的纱线长度。线圈长度越长, 针织物的密度越小, 织物越容易变形, 强度越低, 抗起毛起球性和耐磨性等也越差, 但织物的透气性提高。

(2) 针织物的密度与未充满系数: 密度指单位长度或单位面积针织物内的线圈数目。纵向密度指沿织物横向 5cm 内的纵行数; 横向密度指沿织物纵向 5cm 内的纵行数; 总密度是 25cm^2 内的线圈数, 为横密和纵密的乘积。

未充满系数指线圈长度与纱线直径的比值。当线圈长度一定时, 纱线越粗, 则未充满系数越小, 说明针织物越紧密; 反之, 织物越稀疏。

3. 非织造布的结构表征

非织造布是由纤维网片构成的纤维集合体, 因此纤维的排列状态和纤维间的孔隙是非织造布结构的主要特点。

(1) 纤维的取向度: 纤维的取向度可以用某一方向上纤维的数量或直径之和与各方向上纤维的总数量或总直径的比值表示。若非织造布只由直径相同的纤维构成, 则两种方法的计算结果相同。