

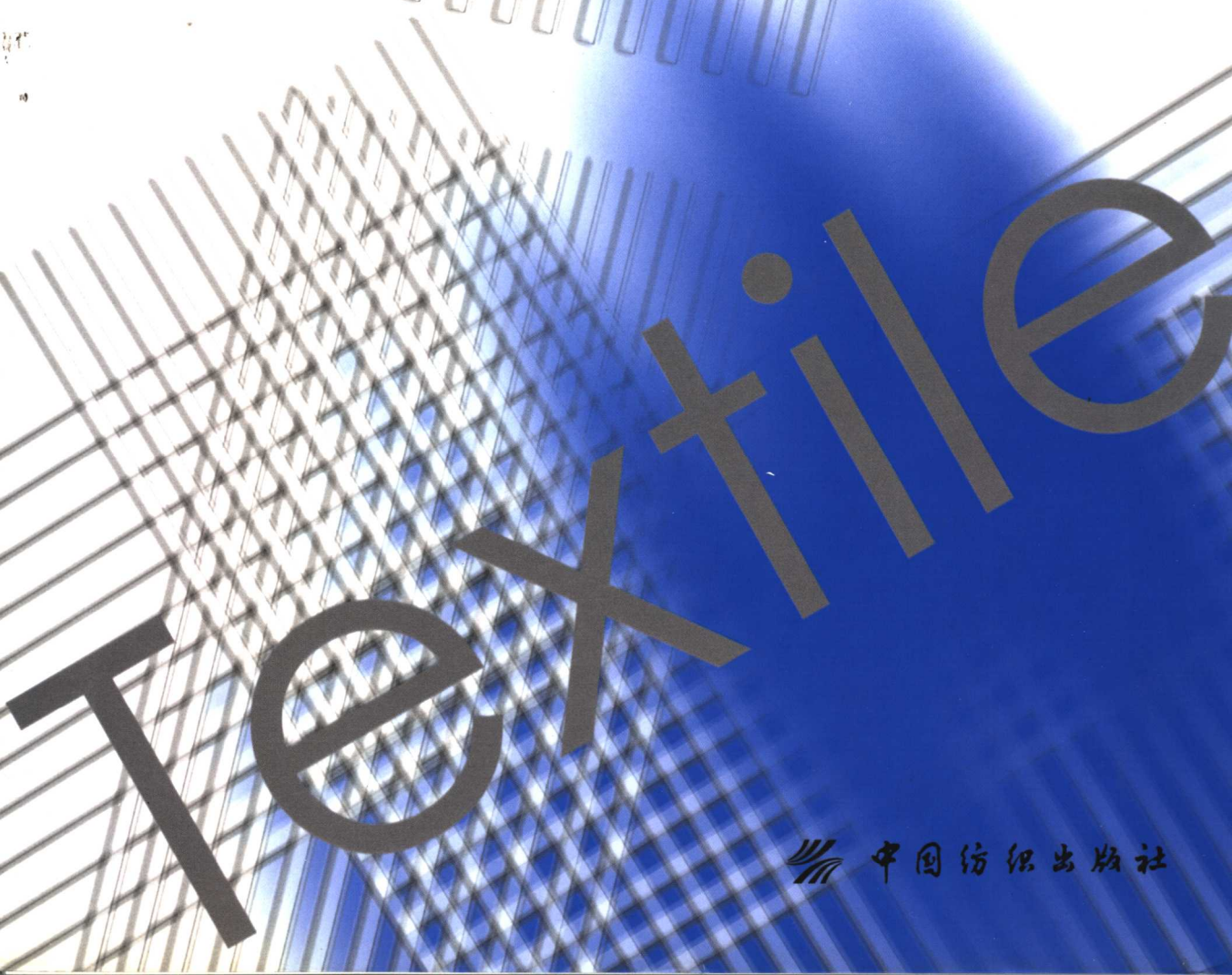


XIANWEI CAILIAO JINDAI CESHI JISHU

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

主 编◆潘志娟



中国纺织出版社

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

I. 纤... II. 潘... III. 纺织纤维-测试-高等学校-教材
IV. 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

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部

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

纺织高等教育“十五”部委级规划教材

- | | |
|-----------------|----------------|
| 《纺织概论》 | 主编 蒋耀兴 副主编 冯 岑 |
| 《纺织材料实验技术》 | 主编 余序芬 |
| 《纤维材料近代测试技术》 | 主编 潘志娟 |
| 《纤维材料学》 | 主编 李栋高 |
| 《纺纱系统与设备》 | 主编 郁崇文 |
| 《纺纱工艺设计与质量控制》 | 主编 郁崇文 |
| 《丝纺织工艺学》 | 主编 俞加林 |
| 《羊毛衫设计与生产工艺》 | 主编 孟家光 |
| 《针织服装设计与生产工艺》 | 主编 李 津 毛莉莉 |
| 《纺织品 CAD 原理与应用》 | 主编 顾 平 |
| 《纺织品色彩设计》 | 主编 荆妙蕾 |
| 《衣用纺织品学》 | 主编 蒋惠钧 |
| 《家用纺织品造型与结构设计》 | 主编 沈婷婷 副主编 陈蔚茹 |
| 《纺织品整理学》 | 主编 郭腊梅 |
| 《纺织机电一体化》 | 主编 汤友章 |
| 《纺织贸易学》 | 主编 石风俊 |

书目:纺织类

	书 名	作 者	定价(元)
工 具 书	【现代纺织工程】		
	纺织品标准应用	吴卫刚 等	150.00
	丝绸实用小百科	钱小萍	90.00
	毛纺织品手册	陈琦 等	100.00
	棉印染、色织纺织品手册	肖佩华	90.00
	麻纺织品手册	李桂珍 等	100.00
	纺织空调除尘技术手册	黄翔	150.00
	纺织品技术规则与国际贸易	本书编委会	128.00
	棉纺手册(第三版)	上海纺织控股(集团)公司《棉纺手册》 (第三版)编委会编	230.00
	【其他】		
	仙童英汉双解纺织词典(第七版)	[美]托托拉	98.00
	英汉纺织工业词汇(合订本)	本书编写组	50.00
	英汉纺织服装缩略语词汇	袁雨庭	80.00
	日汉纺织工业词汇	本书编写组	60.00
	汉英纺织词汇	曹瑞	80.00
	现代纺织词典	安瑞凤	35.00
	织物词典	本书编写组	65.00
	纺织品大全(第二版)	上海纺织工业局	80.00
	纺织原料手册(棉分册)	本书编写组	50.00
	生态纺织品标准	中国纺织工业协会产业部组织编写	60.00
	棉织手册(第二版)(上、下)	本书编写组	30.00/35.00
	毛纺织染整手册(第二版)(上、下)	上海毛麻公司	85.00/75.00
	毛纺织染整工艺简明手册	本书编写组	25.00
高 校 教 材	制丝手册(第二版)(合订本)	本书编写组	70.00
	丝织手册(第二版)(上、下)	王进岑	148.00
	丝绸染整手册(第二版)	陆锦昌 等	80.00
	针织工业词典	孙锋	68.00
	针织工程手册(经编分册)	本书编委会	45.00
	针织工程手册(纬编分册)	本书编委会	45.00
	针织工程手册(人造毛皮分册)	本书编委会	45.00
	针织工程手册(染整分册)	本书编委会	30.00
	羊毛衫生产简明手册	孟家光	35.00
	威灵顿产业用纺织品手册	[美]S.阿达纳	100.00
	【普通高等教育“十五”国家级规划教材】		
	机织学	朱苏康 等	38.00
	纺纱学	杨锁廷	32.00
	针织学	龙海如	32.00

书目: 纺织类

(元) 价 目		书 名	作 者	定 价 (元)
高 校 教 材	【纺织高等教育“十五”部委级规划教材】			
		纺织材料实验技术	余序芬	48.00
		纺织品色彩设计	荆妙蕾	35.00
		纺织概论	蒋耀兴	45.00
		家用纺织品造型与结构设计	沈婷婷	31.00
	【纺织高等教育教材】			
		非织造布技术概论	马建伟 等	30.00
		织物结构与设计(第三版)	蔡陆霞	34.00
		纺织产品开发学(第二版)	滑钧凯	38.00
	【纺织工程专业双语教材】			
		纺织品设计手册	[英]杰奎·威尔逊	35.00
		机织物组织与设计	聂建斌	34.00
	【天津市高校“十五”规划教材】			
		现代纺纱技术	杨锁廷	35.00
		现代织造技术	郭兴峰	26.00
	【纺织机械系列教材】			
		纺纱机械	周炳荣	30.00
		织造机械	夏金国 等	30.00
	【其他】			
		纺织材料学	姚穆 等	28.00
		纺织材料实验教程	赵书经	22.00
		简明纺织材料学	李亚滨 等	18.00
		纺织品检验学	蒋耀兴	25.00
		纺织企业现代管理	林子务	20.00
		纺织商品学	刘建华	25.00
		纺织英语	黄故	25.00
		纺织工艺学概论(上、下)	于新安 等	18.00/17.00
		棉纺工艺原理	陆再生	32.00
		棉纺设备	陆再生	28.00
		棉织原理	黄故	30.00
		棉织设备	黄故	28.00
		现代棉纺技术基础	刘国涛	28.00
		棉纺织工厂设计	钱鸿彬	35.00
		非织造布学	郭秉臣	58.00
		针织物组织与产品设计	杨尧栋 等	38.00
		针织工艺与设备	许吕崧 等	30.00
		针织工艺概论	赵展宜	15.00
		针织物染整	孔繁超	20.00
		针织英语	汪黎明	23.00
		羊毛衫加工原理与实践(上、下)	邓秀琴	30.00/20.00

书 名		作 者	定价(元)
高校教材	针织厂设计	杨尧栋	24.00
	针织服装设计基础	桂继烈	25.00
	模糊控制技术	刘曙光 等	22.00
	电气传动控制系统	陈振翼	25.00
	交流调速系统及其应用	徐银泉	20.00
	实用机构学	沈世德	26.00
【牛仔布工业丛书】			
生 产 技 术 书	牛仔布生产与质量控制	香港理工大学 等	34.00
	牛仔服装的设计加工与后整理	香港理工大学 等	40.00
	中国大陆与香港牛仔布工业	香港理工大学 等	25.00
	WTO 与全球牛仔布产品贸易	香港理工大学 等	35.00
	服装起拱与力学工程设计	香港理工大学 等	30.00
	服装舒适性与产品开发	香港理工大学 等	30.00
	【纺织产品开发丛书】		
	新型面料开发	吴震世	20.00
	产业用纺织品	杨彩云	15.00
	【纺织新技术书库】		
技 术 书	纺粘法非织造布	郭合信	32.00
	拉舍尔毛毯的质量与检验	何志贵 等	26.00
	特种功能纺织品的开发	王树根 等	26.00
	化纤仿毛技术原理与生产实践	张建春 等	50.00
	防水透气织物舒适性	戴晋明 等	35.00
	纺织 CAD 应用手册	陈纯 等	38.00
	织物组织 CAD 应用手册	夏尚淳	35.00
	纺织空压技术	李宗耀	42.00
	喷气织机使用疑难问题	张俊康	16.00
	喷水织造实用技术	袁愉发 等	38.00
	剑杆织机实用技术	王鸿博 等	34.00
	棉纺质量控制	徐少范	25.00
	纺织新材料及其识别	邢声远 等	27.00
	纺织纤维鉴别手册(第二版)	李青山	25.00
	花式纱线开发与应用	周惠煜 等	36.00
	织物样品分析与设计	盛明善	26.00
	提花织物的设计与工艺	翁越飞	30.00
	汽车用纺织品	[英]冯庆祥 迈克·哈德卡斯特尔	38.00
	纺织科技前沿	葛明桥 等	48.00
	功能纤维与智能材料	高洁 等	28.00

书目: 纺织类

	书 名	作 者	定价(元)
	纺织浆料学	周永元	38.00
	生态纺织工程	张世源	35.00
	针织新产品设计	万振江	15.00
	现代经编工艺与设备	蒋高明	58.00
	现代经编产品设计与工艺	蒋高明	52.00
	纺织纤维鉴别方法	邢声远	32.00
生	【新型纺织设备原理与使用丛书】		
	剑杆织机原理与使用	陈元甫	30.00
	【家用纺织品设计丛书】		
	现代家用纺织品的设计与开发	龚建培	50.00
	家用纺织品检测手册	吴坚 李淳	40.00
	【其他】		
产	电容式条干仪波谱分析实用手册	肖国兰	65.00
	新型纺纱产品开发	狄剑锋	20.00
	新型织造设备与工艺	毛新华	18.00
	祖克浆纱机原理及使用	萧汉滨	28.00
	新型纺织产品设计与生产	沈兰萍	25.00
	电子提花技术与产品开发	李志祥	32.00
技	电子提花商标机和织带机	李志祥	35.00
	转杯纺纱机的使用与维修	马克永	15.00
	织物检验与整理	张振 等	15.00
	纱疵分析与防治	胡树衡 等	14.00
	织疵分析(第二版)	过念薪 等	20.00
	特种动物纤维产品与加工	薛纪莹	20.00
术	非织造布的性能与测试	郭秉臣	18.00
	毛纺织工业质量管理手册	国际羊毛局 等	26.00
	毛精纺厂各工序设备值车工作法	刘纪营 等	26.00
	现代纺织复合材料	黄放	18.00
	羽绒及其制品的质量与检验	王华雄 等	18.00
	家用纺织品	陈荣生	20.00
书	精梳毛纺织引进设备值车工作法	李景云	15.00
	羊毛贸易与检验检疫	周传铭 等	40.00
	针织缝纫工艺(第二版)	李世波 等	20.00
	新型横机构造与编织	胡红	20.00
	横机羊毛衫生产工艺设计	杨荣贤	28.00
	家用编织机的结构与维修	冯义川	19.00
	经编弹力织物设计生产与设备	许期颐 等	15.00
	新型针织	杨荣贤 等	15.00

书目:纺织类

生产技术书

书 名	作 者	定价(元)
纺织测试仪器机电一体化	孙文秋 等	12.00
机织设备机电一体化	孙同鑫	10.00
关键纺纱器材	荆越	24.00
最新纺织厂空调技术知识问答	陈民权 等	15.00

注 若本书目中的价格与成书价格不同,则以成书价格为准。中国纺织出版社市场营销部门市、函购
电话:(010)64168110 或登陆我们的网站查询最新书目。

中国纺织出版社网址:[www. c-textilep. com](http://www.c-textilep.com)

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