



纺织高职高专“十二五”部委级规划教材

纺织材料基础

FANGZHI CAILIAO JICHU

瞿才新 张荣华 ◇主 编
刘 华 周 彬 ◇副主编



NLIC2970826969

中国纺织出版社



纺织高职高专“十二五”部委级规划教材 要 要 容 内

本教材在编写过程中，参考了国内外许多优秀的教材和文献，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为纺织类高职院校及相关专业的教材，也可供从事纺织工作的工程技术人员参考。

纺织材料基础

瞿才新 张荣华 主 编
刘 华 周 彬 副主编

图书在版编目(CIP)数据

纺织材料基础 / 瞿才新, 张荣华主编. — 北京: 中国纺织出版社, 2012.8

ISBN 978-7-206-08693-7

I. ①纺… II. ①瞿… ②张… III. ①纺织材料—教材 I. ①TS103

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第103734号



NLIC2970826959

责任编辑: 李 颖
封面设计: 李 颖
责任印制: 李 颖

中国纺织出版社发行
地址: 北京东直门南大街6号 邮编: 100027
电话: 010-6418110 传真: 010-6418731
<http://www.c-textilep.com>
E-mail: foxing@0-tzjilsp.com
三河市辛辛印刷厂印刷 各地新华书店经销
2012年8月第1版第1次印刷
开本: 787×1092 1/16 印张: 17
字数: 332千字 定价: 38.00元



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了棉、麻、丝、毛、化纤(常规化纤、差别化纤维、功能化纤维)等各种纺织纤维及其制成品(纱线、织物)的分类、基本形态结构、性能表征方法和相互联系,同时介绍了它们的理化、力学性能(热、湿、力、光、电、服用等)及这些性能的影响因素、测试与评价原理、方法。

本书可作为高等纺织院校现代纺织技术、针织与服装、纺织品检验与贸易、服装设计、染化等专业的基础教材,特别适合作为高职高专院校纺织职业技术教育教材,也可供科研单位和纺织企业的工程技术及经贸营销人员作参考。

图书在版编目(CIP)数据

纺织材料基础/瞿才新、张荣华主编. —北京:

中国纺织出版社, 2012. 8

纺织高职高专“十二五”部委级规划教材

ISBN978 - 7 - 5064 - 8663 - 7

I. ①纺… II. ①瞿… ②张… III. ①纺织材料—材料科学—高等职业教育—教材 IV. ①TS102

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 103734 号

策划编辑:冯 静 责任编辑:王军锋 责任校对:寇晨晨
责任设计:李 然 责任印制:何 艳

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

三河市华丰印刷厂印刷 各地新华书店经销

2012年8月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17

字数:335千字 定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

《纺织材料基础》是纺织类专业的第一门专业课，也是纺织专业主要的专业技术基础课程、平台课程。本教材是以教育部高教司《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件及高职高专人才培养的要求为指导方针，按专业服从市场，课程服务于专业的原则进行设计。本教材按照“教学做一体化”的模式来进行内容设置，明确了学习目标是高技能的获取，编写中突出职业素质教育的理念，将职业资格教育课程纳入专业教育之中，主要体现理论简化、内容精练、任务实施（技能训练）目标明确，兼顾了理论性、实践性、拓展性和创新性，适应项目化教学的要求。同时，根据纺织企业对应用型技术人才的实际要求，按照由浅入深循序渐进的教育规律，教材内容以纺织材料性能及应用为核心、纺织品性能检测为主线，注重学生的职业核心能力的培养。

按照上述要求，本教材在原《纺织材料基础》[中国纺织出版社2004]教材的基础上进行了修订，对原教材中的纺织材料概论部分、纺织纤维部分、纱线部分、织物部分、纺织材料性质部分进行分割、重组、增删，在提取教学内容时，体现知识、能力和素质相结合的原则，基础理论以“必需”“够用”为度，加大实践的份量和学生动手、动脑解决实际应用能力能力的培养。构建了适应不同专业需要的项目化教材框架，该框架以培养学生的职业能力为主线，把教材内容划分为7个主项目25个相互融会贯通的大任务（每个任务包含任务引入、知识准备、任务实施三大部分），教材内容紧密联系实际，与时俱进，形象直观，重点突出，特别是理论知识与实际检测知识的联系更加紧密，突出了灵活性、综合性、实用性和可操作性。

本书由盐城纺织职业技术学院组织编写，瞿才新、张荣华任主编，刘华、周彬任副主编。编写的具体分工如下：项目一由瞿才新、姜为青编写，项目二中任务一，项目三中任务一、任务二，项目五由杜梅编写，项目二中任务二、任务三由姜为青编写，项目二中任务四、项目三中任务三、任务四由黄素平编写，项目四，项目七中任务三由瞿才新编写，项目六中任务一、任务三，项目七中任务二、任务四由林元宏和南通实验仪器有限公司杨卫林编写，项目六中任务四由周彬编写，项目七中任务一由吴益峰编写，项目六中任务二由林元宏、吴益峰、杜梅编写。南通宏大实验仪器有限公司提供了有关资料，在此表示感谢。全书由瞿才新、周彬负责统稿。

由于纺织新材料、纺织新产品的层出不穷，一些纺织品加工工艺及检测标准也在不断更新，同时限于编者的教学经验及专业范围，本书中难免会存在一些疏漏及错误之处，敬请使用本书的教师、同学及其他读者批评指正，以便再版修订时改正。

编者

2012年1月

12	.....	1
12	.....	1
12	.....	1
82	.....	1
项目一 纺织材料导论	.....	1
任务一 了解《纺织材料基础》课程体系	.....	1
任务引入	.....	1
知识准备	.....	1
任务实施	.....	1
任务二 了解纺织纤维的分类方法及发展趋势	.....	2
任务引入	.....	2
知识准备	.....	3
任务实施	.....	4
任务三 了解纺织纤维的基本结构	.....	5
任务引入	.....	5
知识准备	.....	6
任务实施	.....	10
任务四 掌握表征纺织材料性能的基本指标	.....	10
任务引入	.....	10
知识准备	.....	10
任务实施	.....	13
项目二 天然纤维及性能检测	.....	14
任务一 掌握棉纤维的基本性能及检测指标	.....	14
任务引入	.....	14
知识准备	.....	14
任务实施	.....	36
任务二 了解麻纤维的基本性能及检测	.....	36
任务引入	.....	36
知识准备	.....	36
任务实施	.....	41
任务三 掌握羊毛纤维的基本性能及检测	.....	41
任务引入	.....	41
知识准备	.....	41
任务实施	.....	50

任务四 掌握丝纤维的基本性能及检测	51
任务引入	51
知识准备	51
任务实施	58
项目三 化学纤维及性能检测	59
任务一 了解化学纤维的制造方法	59
任务引入	59
知识准备	59
任务实施	61
任务二 掌握再生纤维及性能分析	62
任务引入	62
知识准备	62
任务实施	70
任务三 掌握合成纤维的基本性能	70
任务引入	70
知识准备	70
任务实施	88
任务四 了解化学纤维的品质检验	89
任务引入	89
知识准备	89
任务实施	96
项目四 纺织原料的鉴别	97
任务 掌握纺织纤维的鉴别	97
任务引入	97
知识准备	97
任务实施	109
项目五 纱线基本性能及检测指标	110
任务一 了解纱线分类	110
任务引入	110
知识准备	110
任务实施	119
任务二 认识纱线的结构	119
任务引入	119

791	知识准备	119
792	任务实施	129
793	任务三 掌握纱线线密度和线密度不匀指标检测	130
794	任务引入	130
795	知识准备	130
796	任务实施	142
801	任务四 了解纱线品级	142
802	任务引入	142
803	知识准备	142
804	任务实施	144
项目六 织物基本性能及检测指标		145
任务一 了解织物的分类		145
	任务引入	145
	知识准备	145
	任务实施	148
任务二 掌握织物结构与品质评定		148
	任务引入	148
	知识准备	148
	任务实施	171
任务三 分析织物的风格		172
	任务引入	172
	知识准备	172
	任务实施	175
任务四 纺织面料分析		175
	任务引入	175
	知识准备	175
	任务实施	183
项目七 纺织材料的性质及检测		184
任务一 纺织材料的吸湿性及指标检测		184
	任务引入	184
	知识准备	184
	任务实施	196
任务二 掌握纺织材料的力学性质及检测		197
	任务引入	197

011	知识准备	197
021	任务实施	225
030	任务三 了解纺织材料的热学性质、电学性质和光学性质	225
031	任务引入	225
130	知识准备	225
141	任务实施	237
143	任务四 了解纺织材料的其他性质及检测	238
144	任务引入	238
145	知识准备	238
146	任务实施	256

参考文献 257

151	.....	.....
152	.....	.....
153	.....	.....
154	.....	.....
155	.....	.....
156	.....	.....
157	.....	.....
158	.....	.....
159	.....	.....
160	.....	.....
161	.....	.....
162	.....	.....
163	.....	.....
164	.....	.....
165	.....	.....
166	.....	.....
167	.....	.....
168	.....	.....
169	.....	.....
170	.....	.....
171	.....	.....
172	.....	.....
173	.....	.....
174	.....	.....
175	.....	.....
176	.....	.....
177	.....	.....
178	.....	.....
179	.....	.....
180	.....	.....
181	.....	.....
182	.....	.....
183	.....	.....
184	.....	.....
185	.....	.....
186	.....	.....
187	.....	.....
188	.....	.....
189	.....	.....
190	.....	.....
191	.....	.....
192	.....	.....
193	.....	.....
194	.....	.....
195	.....	.....
196	.....	.....
197	.....	.....
198	.....	.....
199	.....	.....
200	.....	.....

项目一 纺织材料导论

任务一 了解《纺织材料基础》课程体系

✱ 任务引入

结合生活、生产实际,谈谈对纺织的认识。了解纺织材料涉及的内容及其之间的联系,尽快对本门课程构建一种宏观体系,能够为深入学习纺织材料及其他相关课程铺垫。

✱ 知识准备

一、纺织材料定义

纺织材料是指纤维及纤维制品,具体表现为纤维、条子、纱线、织物及其复合物。“纤维与纤维制品”表明了纺织材料既是一种原料,用于纺织加工的对象,又是一种产品,是通过纺织加工而成的纤维集合体。纺织材料存在多种变体,存在从对象到产品的多级转换。“纤维、条子、纱线、织物及其复合物”描述了纺织材料的形成过程,可以顺序进行,也可以跳跃完成。

二、纺织材料对象及相互关系

纺织材料的内容包括纤维及纤维集合体。纺织材料学则是纤维和纤维集合体的结构、性能及其间相互关系的学问。纤维及其制品各层相互关系如图 1-1 所示。

三、纺织材料基础研究的内容

《纺织材料基础》是研究纺织纤维、条子、纱线、织物的结构、性能及其与纺织加工工艺的关系等方面知识、规律和技能的一门课程,它的研究内容主要包括:

- (1) 纺织材料(纺织纤维、纱线和织物)的种类、组成、结构和性能。
- (2) 纺织材料的结构与性能的关系以及结构和性能测试方法。
- (3) 纺织材料的结构、性能对纺织加工过程的影响。
- (4) 纺织材料品质评定的方法。

✱ 任务实施

去纺织材料产地、纺织材料生产企业进行调研,也可借助图书馆、网络查阅纺织材料及纤维集合体的种类、应用领域,了解纺织材料在加工过程中的变化,讨论本课程的学习或研究中会涉

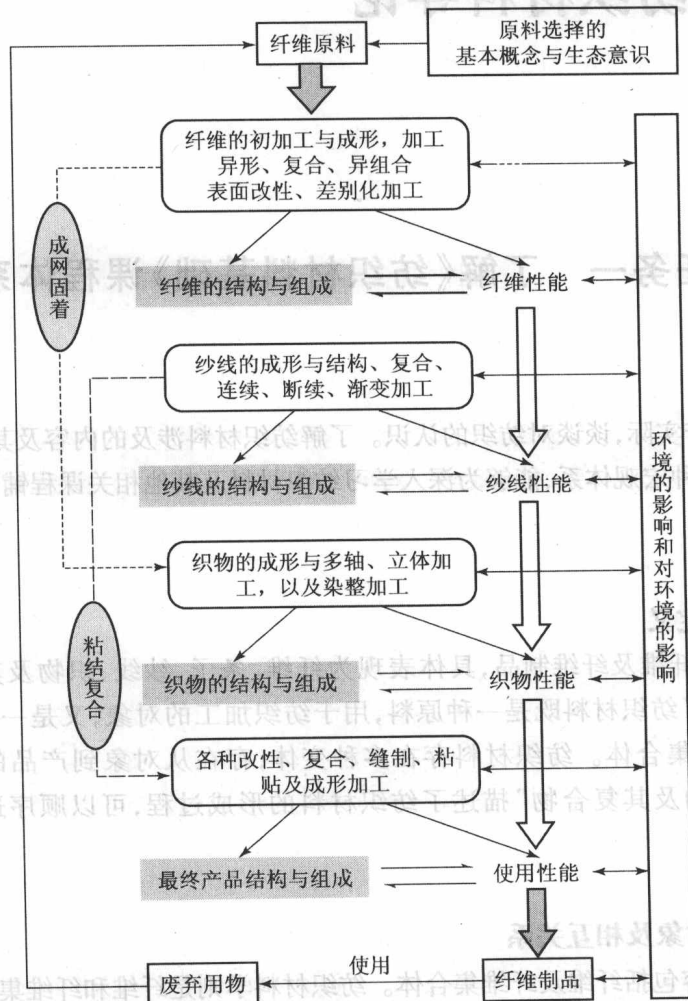


图 1-1 纤维、纤维制品的各层和相互关系图

及哪些方面的理论或知识,内容可涉及高分子化学、物理、机械、自动化、检测、纺织 CAD、色彩学、心理学等,并在以后加强学习。写一篇调查报告。

任务二 了解纺织纤维的分类方法及发展趋势

✱ 任务引入

纺织产品种类繁多、五花八门,那什么样的材料才能用于纺织加工形成纺织产品呢,纺织纤维须具有哪些基本性能?你能说出多少种常见的纺织纤维及其应用领域?种类繁多的纤维材料如何进行分类?未来的纺织纤维发展趋势是怎样的?

知识准备

一、纺织纤维的定义

直径为几微米到几十微米,长度比直径大千百倍的细长柔软的可以用来制造纺织品的材料,称之为纺织纤维。纤维不仅可以纺织加工,而且可以作为填充料、增强基体,或直接形成多孔材料,或组合构成刚性或柔性复合材料。

二、纺织纤维的基本性能

纺织纤维必须具备一定的物理和化学性质,才能满足纺织加工和使用过程中的要求。

- (1) 具有一定的长度和整齐度。
- (2) 具有一定的强度。
- (3) 具有一定的弹性。
- (4) 具有一定的抱合力和摩擦力。
- (5) 具有一定的吸湿性。
- (6) 化学稳定性好,具有对光、热、酸、碱及有机溶剂等一定的抵抗能力。

三、纤维的分类与命名

纺织纤维种类很多,一般按来源分为天然纤维和化学纤维两大类。

1. 天然纤维 由自然界中直接取得的纤维,称为天然纤维。主要天然纤维的分类及来源见表 1-1。

表 1-1 主要天然纤维的分类及来源

分类	定义	组成物质	纤维来源
植物纤维	取自于植物种子、茎、韧皮、叶或果实上获得的纤维	主要组成物质为纤维素	种子纤维:棉、木棉 韧皮纤维:苧麻、亚麻、大麻、黄麻、红麻、罗布麻、苘麻、桑皮纤维等 叶纤维:剑麻、蕉麻、菠萝麻纤维、香蕉纤维等 果实纤维:椰子纤维 竹纤维:竹原纤维
动物纤维	取自于动物的毛发或分泌液的纤维	主要组成物质为蛋白质	毛纤维:绵羊毛、山羊毛、骆驼毛、驼羊毛、兔毛、牦羊毛、马海毛、羽绒、野生骆马毛、变性羊毛、细化羊毛等 丝纤维:桑蚕丝、柞蚕丝、蓖麻蚕丝、木薯蚕丝、天蚕丝、柞蚕丝、柳蚕丝、蜘蛛丝等
矿物纤维	从纤维状结构的矿物岩石获得的纤维	二氧化硅、氧化铝、氧化铁、氧化镁等	各类石棉,如温石棉、青石棉、蛇纹石棉等

2. 化学纤维 凡用天然的或合成的高聚物以及无机物为原料,经过人工加工制成的纤维状物体统称为化学纤维。化学纤维分类及名称见表 1-2。

表 1-2 化学纤维的分类及名称

分类	定 义	纤 维
再生纤维	以天然高聚物为原料经提纯制成浆液其化学组成基本不变并高纯净化后制成的纤维	<p>再生纤维素纤维:指用木材、棉短绒、秸秆、蔗渣、麻、竹类、海藻等天然纤维素物质制成的纤维,如粘胶纤维、Modal 纤维、铜氨纤维、竹浆纤维、醋酯纤维、Lyocell 纤维、富强纤维等</p> <p>再生蛋白质纤维:指用酪素、大豆、花生、毛发类、羽毛类、丝素、丝胶等天然蛋白质制成的,绝大部分组成仍为蛋白质的纤维,如酪素纤维、大豆纤维、花生纤维、再生角朊纤维、再生丝素纤维等</p> <p>再生淀粉纤维:指用玉米、谷类淀粉物质制取的纤维,如聚乳酸纤维(PLA)</p> <p>再生合成纤维:指用废弃的合成纤维原料熔融或溶解再加工成的纤维</p> <p>特种有机化合物纤维(如甲壳素纤维、海藻胶纤维等)</p>
合成纤维	以煤、石油、天然气及一些农副产品为原料制成单体,经化学合成为高聚物,纺制的纤维	<p>涤纶:指大分子链中的各链节通过酯基相连的成纤聚合物纺制的合成纤维</p> <p>锦纶:指其分子主链由酰胺键连接起来的一类合成纤维</p> <p>腈纶:通常指含丙烯腈在 85% 以上的丙烯腈共聚物或均聚物纤维</p> <p>丙纶:分子组成为聚丙烯的合成纤维</p> <p>维纶:聚乙烯醇在后加工中经缩甲醛处理所得的纤维</p> <p>氯纶:分子组成为聚氯乙烯的合成纤维</p> <p>其他的还有乙纶、氨纶、氟纶(聚四氟乙烯)、芳纶、乙氯纶及混合高聚物纤维等</p> <p>通过对合成纤维进行物理、化学改性,逐步生产出各种不同于常规合成纤维,如异形、超细、复合、着色、高收缩、中空等差别化纤维;以及应用纳米技术等生产的特种纤维,如阻燃纤维、抗紫外线纤维、抗静电纤维等</p>
无机纤维	以天然无机物或含碳高聚物纤维为原料,经人工抽丝或直接炭化制成的无机纤维	<p>玻璃纤维:以玻璃为原料,拉丝成形的纤维</p> <p>金属纤维:以金属物质制成的纤维,包括外涂塑料的金属纤维、外涂金属的高聚物纤维以及包覆金属的芯线</p> <p>陶瓷纤维:以陶瓷类物质制得的纤维,如氧化铝纤维、碳化硅纤维、多晶氧化物</p> <p>碳纤维:是指以高聚物合成纤维为原料经碳化加工制取的,纤维化学组成中碳元素占总质量 90% 以上的纤维,是无机化的高聚物纤维</p>

四、纤维的开发利用趋势(图 1-2)

✿ 任务实施

(1)从自然界寻找一些材料或者其加工品具有纺织纤维的特性? 并对其归类,进一步了解其潜在应用特性及领域? 天然纤维、合成纤维、再生纤维之间有什么关联、区别,探讨一下未来纺织纤维的发展形势及趋势?

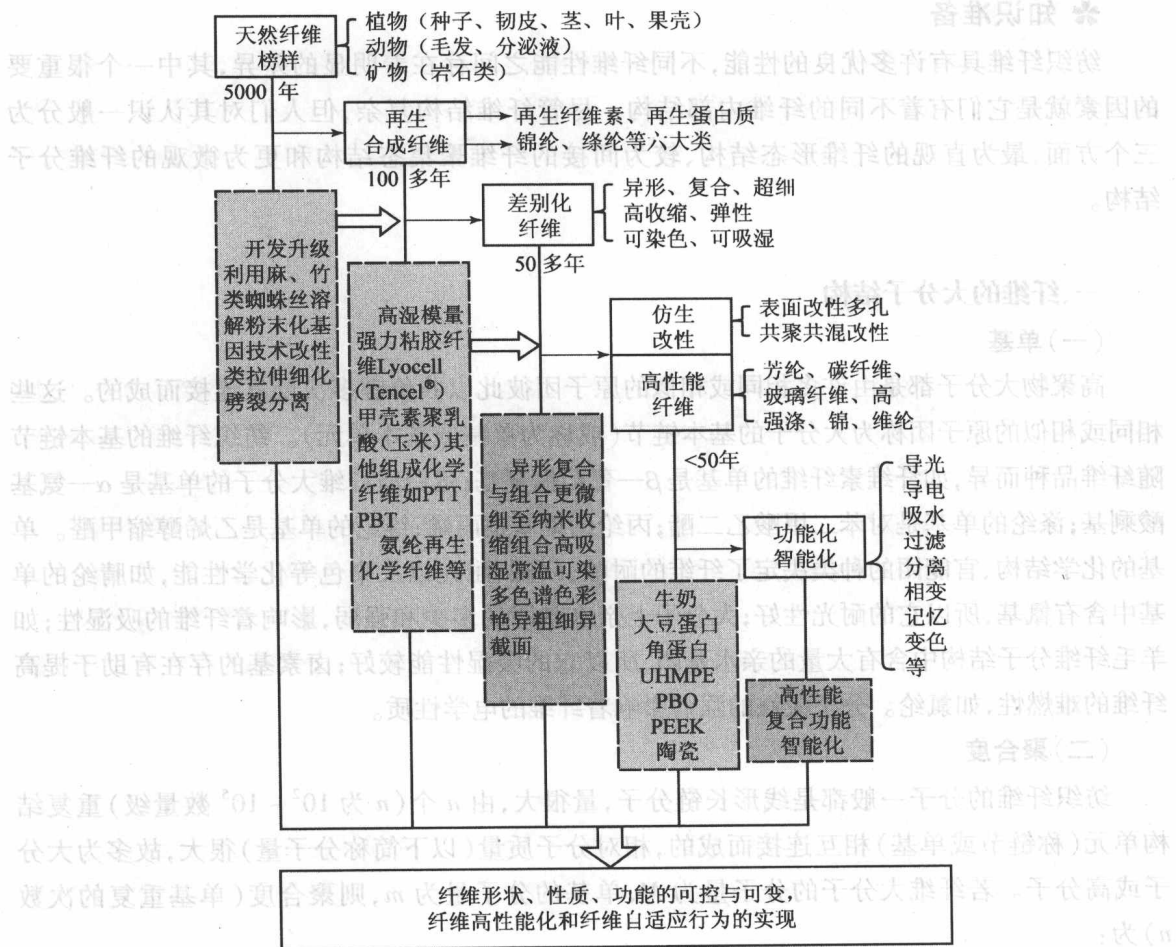


图 1-2 纤维的发展及天然纤维的作用

(2) 去服装、家纺超市调研, 对各类材料纺织品的市场占有率进行分析? 查阅资料, 列举日常生活或工业、农业生产中使用纺织品的情况, 并获得其所使用的原材料, 从而深入了解纺织产品的应用。

任务三 了解纺织纤维的基本结构

✦ 任务引入

纺织纤维具有许多优良的性能, 不同纤维性能之间存在着明显的差异, 其中一个很重要的因素就是它们有着不同的纤维内部结构。结构决定性质, 纺织纤维所具有的微观、宏观结构到底决定纺织纤维的哪些性质呢? 不同种类纤维的结构有何共性、异性, 各采用何种方式表达?

✱ 知识准备

纺织纤维具有许多优良的性能,不同纤维性能之间存在着明显的差异,其中一个很重要的因素就是它们有着不同的纤维内部结构。尽管纤维结构复杂,但人们对其认识一般分为三个方面,最为直观的纤维形态结构、较为间接的纤维聚集态结构和更为微观的纤维分子结构。

一、纤维的大分子结构

(一) 单基

高聚物大分子都是由许多相同或相似的原子团彼此以共价键多次反复连接而成的。这些相同或相似的原子团称为大分子的基本链节(或称为单基或基本单元)。纺织纤维的基本链节随纤维品种而异,如纤维素纤维的单基是 β -葡萄糖剩基;蛋白质纤维大分子的单基是 α -氨基酸剩基;涤纶的单基是对苯二甲酸乙二酯;丙纶的单基是丙烯;维纶的单基是乙烯醇缩甲醛。单基的化学结构、官能团的种类决定了纤维的耐酸、耐碱、耐光以及染色等化学性能,如腈纶的单基中含有氰基,所以它的耐光性好;大分子上亲水基团的多少和强弱,影响着纤维的吸湿性;如羊毛纤维分子结构中含有大量的亲水基团,所以它的吸湿性能较好;卤素基的存在有助于提高纤维的难燃性,如氯纶。分子极性的强弱影响着纤维的电学性质。

(二) 聚合度

纺织纤维的分子一般都是线形长链分子,量很大,由 n 个(n 为 $10^2 \sim 10^5$ 数量级)重复结构单元(称链节或单基)相互连接而成的,相对分子质量(以下简称分子量)很大,故多为大分子或高分子。若纤维大分子的分子量为 M ,单基的分子量为 m ,则聚合度(单基重复的次数 n)为:

$$n = \frac{M}{m}$$

即大分子的分子量 M 取决于单基的分子量与聚合度的乘积。纺织纤维的聚合度是较大的,特别是天然纤维的聚合度更高。如棉纤维的聚合度为数千甚至上万。化学纤维为了适应纺丝条件,聚合度不宜过高,如再生纤维素纤维聚合度约为300~600,合成纤维则是数百或上千。而且一根纤维中各个大分子的聚合度也不尽相同,它们具有一定的分布,这就是高聚物大分子的多分散性。

大分子的聚合度与纤维的力学性质,特别是拉伸强度关系密切。聚合度达到临界聚合度时,纤维开始具有强力。随着聚合度的增加,纤维强力也相应增加。当聚合度增加到一定程度后,纤维强力即不再增大而趋于不变。

(三) 纺织纤维大分子链主链结构

纺织纤维大分子的主链结构分为碳链、杂链和梯形双螺旋结构。
碳链结构就是在纤维大分子主链上均由碳原子以共价键形式相联结的,常见的如丙纶和腈纶等。该类纤维对化学试剂的稳定性较好,可塑性比较好,容易成形加工,原料构成比较简单,成本较低;但一般不耐热,易燃甚至易熔。杂链结构是指主链中除了含有碳原子外,还含有氧、

氮、硫等原子,它们都以共价键的形式连接在主链中,如棉、麻、毛、丝、粘胶纤维、涤纶、锦纶等大多数常用纺织纤维均属此类。该类纤维对酸碱及氧化剂比较敏感,大分子上的酯键、酰胺键易于水解。梯形和双螺旋形大分子就是纤维大分子的主链不是一条直线,而且像“梯子”和“双股螺旋”的结构,如碳纤维和石棉纤维。该类纤维强度高、耐高温。

纺织纤维的大分子大多为线性结构。线性大分子的形态是细长的,宽度约为1nm;长度可达数微米。羊毛纤维的大分子之间常有二硫键连接,呈网状结构,有某些特殊要求的化学纤维经交联化处理后,也可形成网状结构。

(四) 分子构象

大分子链上的各原子能够围绕单键作一定程度的自由旋转,称为大分子的内旋转。由于大分子的内旋转,分子链可以在空间形成各种不同的立体形态,称大分子的构象。纺织纤维大分子的构象一般都呈一定程度的卷曲状。

在纤维中大分子并不存在完全自由的内旋转。长链分子在一定条件下发生内旋转的难易程度称为大分子的柔曲性。内旋转越容易,大分子柔曲性越好。如主链原子价键旋转性好,侧基小而分布较对称,侧基间结合力较小时,则大分子链比较柔软;反之,大分子链比较僵硬。大分子柔曲性好,其构成纤维的弹性较好,容易变形,结构不易堆砌得十分紧密。

二、纺织纤维的超分子结构

纺织纤维的超分子结构又称聚集态结构,它是指大于分子范围的结构,主要包括大分子间的作用、凝聚状态和大分子的取向。

(一) 分子间的作用力

纺织纤维大分子和其他分子一样,在分子之间距离不小于一定数值时相互之间表现出来的主要是吸引力。这种吸引力使相邻的大分子保持一定稳定性的相对位置或较牢固地结合。大多数纺织纤维大分子之间是依靠范德华力和氢键结合的,此外还有盐式键和化学键(图1-3)。

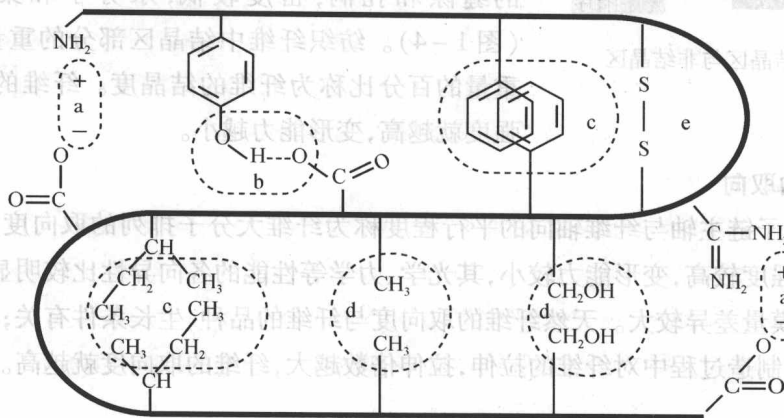


图1-3 大分子间作用力

a—盐式键 b—氢键 c—疏水相互作用 d—范德华力 e—二硫键

1. 范德华力 它只存在于分子间的一种力,其作用距离为 0.3 ~ 0.5nm,作用能量在 2.1 ~ 23J/mol 之间,并随距离的增加而迅速减少。

2. 氢键 与电负性大的原子 X(氟、氯、氧、氮等)共价结合的氢,如与电负性大的原子 Y(与 X 相同的也可以)接近,在 X 与 Y 之间以氢为媒介,生成 X—H...Y 形的键。这种键称为氢键。氢键的结合能是 8.4 ~ 33.5kJ。因多数氢键的共同作用,所以非常稳定。如在蛋白质的 α -螺旋的情况下是 N—H...O 形的氢键,它是大分子侧基上或部分主链上极性基团之间的静电引力,在一定条件下能使相邻分子较稳定地结合。其作用距离约为 0.23 ~ 0.32nm,作用能量在 5.4 ~ 42.7J/mol 之间。其结合力较强,它的键能略大于范德华力。

3. 盐式键 又称盐桥或离子键,是蛋白质分子中正、负电荷的侧链基团互相接近,通过静电吸引而形成的,如羧基和氨基、胍基、咪唑基等基团之间的作用力。部分纤维的侧基在成对的某些专门基团之间产生能级跃迁原子转移,形成络合物类型的配价键性质的化学键。如羊毛、蚕丝大分子侧基上的—COOH 和—NH₂ 成对接近时,可以形成盐式键(—COO⁻...⁺H₃N—)。盐式键的键能大于氢键。

4. 化学键 少数纤维大分子之间含有的桥侧基,如羊毛纤维中的二硫键将两个大分子主链用化学键联结起来。其作用距离为 0.09 ~ 0.19nm,作用能量在 209.3 ~ 837.36J/mol 之间。化学键的键能大于盐式键。大分子间作用力如图 1-3 所示。

(二) 大分子的聚集态

纺织纤维大分子的凝聚状态有着复杂的结构,通常将其简单地分为两类,即结晶态和非结晶态。纺织纤维中大分子排列整齐有规律的状态称为结晶态,呈现结晶态的区域叫结晶区;反

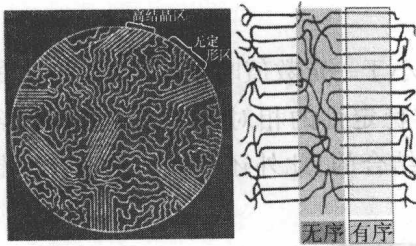


图 1-4 结晶区与非结晶区

之,纺织纤维中排列杂乱无章的区域称为非结晶态,呈现非结晶态的区域叫非结晶区。结晶区中的大分子排列比较整齐密实,缝隙孔洞较少,分子之间互相接近的各个基团的结合力互相饱和,水分子和染料分子难以进入;而非结晶区中的大分子排列比较紊乱,堆砌比较疏松,有较多的缝隙和孔洞,密度较低,水分子和染料易于进入(图 1-4)。纺织纤维中结晶区部分的重量占整个纤维重量的百分比称为纤维的结晶度。纤维的结晶度越高,强度就越高,变形能力越小。

(三) 分子的取向

纤维内大分子链主轴与纤维轴向的平行程度称为纤维大分子排列的取向度。取向度较高时,纤维的拉伸强度较高,变形能力较小,其光学、力学等性能的各向异性比较明显,如双折射率较高,各向弹性模量差异较大。天然纤维的取向度与纤维的品种、生长条件有关;化学纤维的取向度主要取决于制造过程中对纤维的拉伸,拉伸倍数越大,纤维的取向度就越高。

三、纺织纤维的形态结构

纤维的形态结构,是指纤维在光学显微镜或电子显微镜,乃至原子力显微镜(AFM)等各种

测试手段下能被直接观察到的结构。随着测试手段的不断进步,形态结构的尺寸也越来越小,形态结构主要包括以下几个方面。

(1) 纤维纵向形态。如纤维表面状态:卷曲、转曲、长度等。

(2) 截面形状。如圆形截面、异形截面及其他不规则形状截面等。

(3) 截面结构。如纤维的皮芯结构、复合结构、羊毛的双侧结构、棉纤维的日轮等。

(4) 纤维中的缝隙和孔洞等。

形态结构对纤维的力学性质、光泽、手感、保暖性、吸湿性等都有一定的影响。例如纤维中有缝隙和孔洞时,纤维的强力较低,吸湿性较好;异形纤维中的三角形、多角形等截面具有特殊的光泽,不易起毛起球;中空纤维的保暖性好;卷曲度高的纤维手感蓬松、弹性好;羊毛纤维由于表面有鳞片而光泽柔和。

四、纺织纤维的结构层次

由大分子到纤维,其间经历许多级的微观结构,可作如下区分。

(一) 大分子

由各种单基组成的不同聚合度的线型大分子,在纤维中一般具有相对稳定的三维空间几何形状,有的大分子呈锯齿形,有的呈波浪形,有的呈螺旋状。

(二) 基原纤

由几根线型大分子相互平行,按一定距离、一定位相、一定相对形状比较稳定地结合在一起。形成结晶结构的细长的大分子束,其直径为 $1 \sim 3\text{nm}$ 。

(三) 微原纤

微原纤是由若干根基原纤平行排列在一起成为较粗的,基本上属于结晶态的大分子束。微原纤内的基原纤之间存在一些缝隙和孔洞,也可能掺填一些其他分子的化合物。微原纤一方面靠相邻基原纤之间的分子间结合力联结,另一方面也靠穿越两个基原纤的大分子主链将两个基原纤联结起来(图1-5)。微原纤的横向尺寸为 $4 \sim 8\text{nm}$ 。

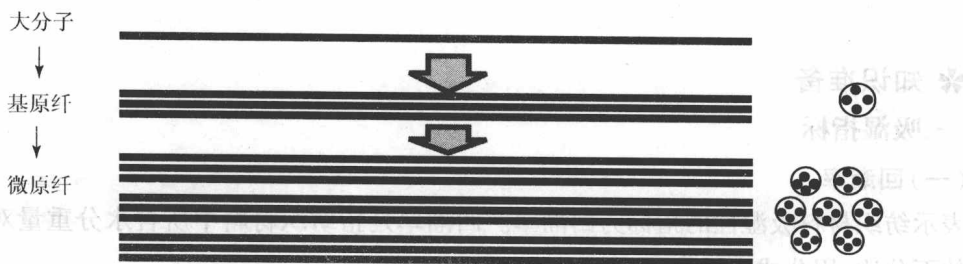


图1-5 微原纤的堆砌形式示意图

(四) 原纤

原纤是由若干根微原纤基本平行地排列结合在一起的更粗的大分子束。原纤中存在着比微原纤中更大的缝隙、孔洞和非晶区,也可能存在一些其他分子的化合物。微原纤之间依靠相