



“十三五”职业教育部委级规划教材

(第2版)

纺织新材料的开发及应用

F

ANGZHI XINCAILIAO DE KAIFA JI YINGYONG

梁冬 主编
邓沁兰 副主编

国家一级出版社
中国纺织出版社
全国百佳图书出版单位



“十三五”职业教育部委级规划教材

纺织新材料的开发及应用

(第2版)

梁冬 主编

邓沁兰 副主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书是“十三五”职业教育部委级规划教材。书中介绍了各类新型纺织材料,包括新型天然纤维、新型再生纤维、差别化纤维、高性能纤维、功能纤维等的加工方法、性能及应用。

本书可作为纺织高职高专院校高分子材料加工技术、纺织技术、染整技术、纺织品检验与贸易、服装工程等专业的教材,也可供相关专业从事研究、生产、管理和产品开发的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

纺织新材料的开发及应用/梁冬主编.—2版.—北京:
中国纺织出版社,2018.8

“十三五”职业教育部委级规划教材

ISBN 978—7—5180—5234—9

I. ①纺… II. ①梁… III. ①纺织纤维—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(2018)第 164388 号

责任编辑:沈 靖 责任校对:王花妮 责任印制:何 建

中国纺织出版社出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124

销售电话:010—67004422 传真:010—87155801

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博 <http://weibo.com/2119887771>

北京玺诚印务有限公司印刷 各地新华书店经销

2012 年 9 月第 1 版 2018 年 8 月第 2 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.75

字数:362 千字 定价:52.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

第 2 版前言

《纺织新材料的开发及应用》自 2012 年出版以来,受到高等职业院校相关专业师生和纺织企业的好评。对高分子材料加工技术、现代纺织技术、印染技术、纺织品检验与贸易、服装工程等专业的学生了解新型纺织材料的发展、性能和应用,拓展专业知识起到了积极的促进作用。

随着科学技术的发展,新型纺织材料也层出不穷,原《纺织新材料的开发及应用》的内容已略显陈旧。这次修订,是在原教材的基础上,对内容做了一定修改。删减了教材中一些过时的内容,并增加了近年在纺织领域开始应用的一些生物质新型纺织材料,如莲纤维等。

参加本次修订的人员及分工如下:

第一章由广东职业技术学院梁冬、吴舒红编写;第二章由广东职业技术学院李竹君编写;第三章由沙洲职业工学院范尧明编写;第四章由广东职业技术学院梁冬、邓沁兰、李伟勇编写;第五章由广东职业技术学院梁冬、江苏信息职业技术学院辛春晖编写;第六章由广东职业技术学院梁冬编写;第七章由广东职业技术学院梁冬、天津石油化工公司研究院史倩青编写;第八章由广东职业技术学院梁冬、刘旭峰编写。全书由广东职业技术学院梁冬统稿。

希望本教材修订后能够继续受到广大读者的欢迎。由于编写人员水平所限,不足与错误之处难免,欢迎读者批评指正。

编 者
2018 年 6 月

第 1 版前言

本书是在自编校内使用教材的基础上,根据纺织职业院校高分子材料加工技术、纺织技术、染整技术、纺织品检验与贸易、服装工程等专业的教学需要编写的。内容主要包括新型天然纤维、新型再生纤维、差别化纤维、高性能纤维、功能纤维的原料制备、纤维成型、纤维结构与性能及应用等内容。

本书针对目前常规纺织纤维资源受到严重制约、环保成本不断攀升,纺织行业的发展战略受到较大威胁的行业背景下,结合纺织院校教学的特点,突出重在应用的特色,同时,也充分考虑到专业教学改革的需要。在编写过程中得到全国多所纺织院校和研究机构的支持,并提出编写意见,使其具有广泛的代表性。本教材在传统教材的基础上增加了近几年纺织行业中应用较广的新纤维品种,并对纺织新材料的发展方向进行了专门的介绍。

本书由广东纺织职业技术学院、常州纺织服装职业技术学院、江苏信息职业技术学院、天津石油化工公司研究院组织具有丰富教学和生产经验的教师、高级工程师编写而成。梁冬为主编,邓沁兰为副主编。具体章节的编写者如下:第一章由广东纺织职业技术学院梁冬、吴舒红编写,第二章由广东纺织职业技术学院李竹君编写,第三章由常州纺织服装职业技术学院黄艳丽编写,第四章由广东纺织职业技术学院邓沁兰、李伟勇编写,第五章由江苏信息职业技术学院辛春晖编写,第六章由广东纺织职业技术学院梁冬编写,第七章由天津石油化工公司研究院史倩青编写,第八章由广东纺织职业技术学院刘旭峰编写。全书由广东纺织职业技术学院梁冬负责统稿。

由于编者水平有限,书中不妥之处,恳请同行及读者批评指正。

编 者
2012 年 6 月

课程设置指导

本课程设置意义

随着纺织科学和生产技术的快速发展,涌现出大量的纺织新材料。新型纺织材料及其制品的生产具有不同于传统纺织产品的加工流程和工艺特点,因此深入了解纺织新材料的生产方法、结构、性能和应用,对促进纺织产品的升级换代,提高纺织品的附加值有着重要的意义。

本课程教学建议

“纺织新材料的开发及应用”课程作为高分子材料加工技术专业、现代纺织技术专业、纺织品检验与贸易专业、服装工程专业的主干课程,建议 80 课时,每课时讲授字数建议控制在 4000 字以内,教学内容包括本书全部内容。

针织技术专业、染整技术专业、纺织品贸易专业作为必修课,建议学时 48 课时,每课时讲授字数建议控制在 4000 字以内,选择与专业有关的内容教学。

本课程教学目的

1. 掌握新型纺织材料的分类方法和应用,了解其制造原理及工艺过程。
2. 掌握新型纺织材料性能的各项指标,了解其常见的测试方法。
3. 了解新型纺织材料的性能和加工过程对终端纺织品结构与性能的影响。

第一章 新型天然植物纤维 1

第一节 概述 1

一、韧皮纤维 1

二、木材纤维 2

三、叶纤维及茎秆纤维 2

四、根纤维 2

五、果皮纤维 2

六、种子纤维 2

第二节 彩色棉花 2

一、国内彩棉现状 3

二、彩色棉花的结构与性能 3

三、天然彩棉的生产 5

四、彩色棉花的应用 6

第三节 竹原纤维 6

一、竹原纤维现状及发展前景 6

二、竹原纤维的提取工艺 7

三、竹原纤维的化学组成 8

四、竹原纤维的结构与性能 9

五、竹原纤维的应用 11

第四节 香蕉茎纤维 11

一、概述 11

二、香蕉茎纤维的制取方法 12

三、香蕉茎纤维的结构与性能 13

四、香蕉茎纤维的应用 15

第五节 麻类纤维 15

一、蕉麻 15

二、大麻 16

三、黄麻 19

四、剑麻 21

五、亚麻 22

六、苧麻 23

七、罗布麻 25

第六节 椰壳纤维 27

一、概述·····	27
二、椰壳纤维的制造方法·····	28
三、椰壳纤维的结构与性能·····	28
四、椰壳纤维的应用·····	29
第七节 其他植物纤维·····	29
一、桑皮纤维·····	29
二、菠萝叶纤维·····	30
三、木棉纤维·····	32
四、莲纤维·····	35
参考文献·····	37
 第二章 新型天然动物纤维·····	41
第一节 概述·····	41
第二节 蚕丝·····	41
一、彩色蚕丝·····	41
二、柞蚕丝·····	43
三、蓖麻蚕丝·····	45
四、天蚕丝·····	46
第三节 羊驼毛·····	48
一、羊驼的分类·····	48
二、羊驼毛的组成及形态结构·····	48
三、羊驼毛的主要性能特征·····	49
四、羊驼毛的用途·····	50
第四节 骆驼毛·····	50
一、概述·····	50
二、骆驼绒毛的理化性能·····	50
三、骆驼毛的用途·····	51
第五节 山羊绒·····	51
一、概述·····	51
二、山羊绒的采集·····	52
三、山羊绒的理化性能·····	52
四、山羊绒的用途·····	53
第六节 兔毛·····	53
一、概述·····	53
二、兔毛的分类·····	54
三、兔毛的采集及初加工·····	54
四、兔毛的理化性能·····	55

五、兔毛产品与用途·····	56
六、彩色兔毛·····	56
七、獭兔毛·····	56
第七节 牦牛绒·····	57
一、概述·····	57
二、牦牛绒的采集和初加工·····	57
三、牦牛绒的结构与性能·····	57
四、牦牛绒的用途·····	58
第八节 马海毛·····	58
一、概述·····	58
二、马海毛的结构与性能·····	59
三、马海毛的用途·····	60
第九节 其他羊毛纤维·····	60
一、山羊毛·····	60
二、变性羊毛·····	63
第十节 羽绒·····	65
一、概述·····	65
二、羽绒的分类·····	66
三、羽绒的结构与特性·····	66
四、羽绒的用途·····	68
五、羽绒被、羽绒服的清洗保养·····	68
第十一节 天然毛皮·····	68
一、狐皮·····	69
二、貂皮·····	69
三、水獭毛·····	69
参考文献·····	70
 第三章 新型再生纤维素纤维·····	 72
第一节 概述·····	72
第二节 Lyocell 纤维·····	72
一、Lyocell 纤维的发展历史与现状·····	73
二、Lyocell 纤维的生产·····	73
三、Lyocell 纤维的结构与性能·····	77
四、Lyocell 纤维的应用·····	80
第三节 莫代尔纤维·····	80
一、概述·····	80
二、莫代尔纤维的生产工艺特点·····	81

三、莫代尔纤维的结构与性能	81
四、莫代尔纤维面料的特点	83
五、莫代尔纤维的应用	83
第四节 竹浆纤维	84
一、概述	84
二、竹浆短纤维的生产	84
三、竹浆纤维长丝的生产	86
四、竹浆纤维的结构与性能	87
五、竹浆纤维的应用	88
参考文献	89
 第四章 新型再生蛋白质纤维	91
第一节 概述	91
第二节 大豆蛋白纤维	92
一、概述	92
二、大豆蛋白纤维的生产方法及工艺特点	92
三、大豆蛋白纤维的结构与性能	93
四、大豆蛋白纤维的应用	96
五、大豆蛋白纤维的不足	96
第三节 牛奶蛋白纤维	97
一、概述	97
二、牛奶蛋白纤维的制备方法	97
三、牛奶蛋白纤维的结构与性能	99
四、牛奶蛋白纤维的染整加工工艺	101
五、牛奶蛋白纤维的发展前景	102
第四节 花生蛋白纤维	102
一、概述	102
二、花生蛋白纤维的生产方法	102
三、花生蛋白纤维的性能及应用	103
第五节 蚕蛹蛋白纤维	103
一、概述	103
二、蚕蛹蛋白纤维的生产	103
三、蚕蛹蛋白纤维的结构与性能	104
四、蚕蛹蛋白纤维的应用	106
第六节 蜘蛛丝及仿蜘蛛丝	106
一、概述	106
二、蜘蛛丝的形成及分类	106

三、蜘蛛丝的结构与性能	107
四、仿蜘蛛丝的人工生产	109
五、蜘蛛丝的应用	110
第七节 再生动物毛蛋白纤维	111
一、再生动物毛蛋白纤维的生产	111
二、再生动物毛蛋白纤维的结构与性能	112
三、再生动物毛蛋白纤维的应用	114
参考文献	114
第五章 其他再生纤维	117
第一节 甲壳素纤维与壳聚糖纤维	117
一、概述	117
二、甲壳素与壳聚糖的来源、结构及性质	118
三、甲壳素与壳聚糖的制备	121
四、甲壳素与壳聚糖纤维的制备	122
五、甲壳素与壳聚糖纤维的结构与性能	123
六、甲壳素纤维与壳聚糖纤维的应用	125
第二节 聚乳酸纤维	125
一、概述	125
二、聚乳酸	126
三、聚乳酸纤维的制备	128
四、聚乳酸纤维的结构与性能	132
五、聚乳酸纤维的应用	135
第三节 海藻纤维	136
一、概述	136
二、海藻酸钠	137
三、海藻纤维的制备	139
四、海藻纤维的结构与性能	141
五、海藻纤维的应用	143
参考文献	144
第六章 差别化纤维	145
第一节 概述	145
一、差别化纤维的分类	145
二、纤维的改性方法	146
第二节 异形纤维	148

一、异形纤维的分类	148
二、异形纤维的加工	149
三、异形纤维的性质	151
四、异形纤维的应用	154
第三节 复合纤维	156
一、概述	156
二、复合纤维的分类	156
三、复合纤维的生产方法	159
四、复合纤维的应用	161
第四节 超细纤维	161
一、概述	161
二、超细纤维的性能	162
三、超细纤维的制造方法	164
四、超细纤维的应用	166
第五节 易染纤维	167
一、概述	167
二、聚酯纤维的染色改性	167
三、可染聚丙烯纤维	170
第六节 阻燃纤维	171
一、概述	171
二、纤维的燃烧性	172
三、纤维的阻燃方法	173
四、阻燃纤维的主要品种及用途	175
第七节 水溶性聚乙烯醇纤维	177
一、概述	177
二、水溶性聚乙烯醇纤维的制备	178
三、水溶性聚乙烯醇纤维的性能特点	179
四、水溶性聚乙烯醇纤维的应用	179
第八节 其他差别化纤维	181
一、PBT 纤维	181
二、PTT 纤维	182
三、高收缩性纤维	184
参考文献	186
第七章 高性能纤维	188
第一节 概述	188
一、高性能纤维的分类	188

二、高性能纤维的制备方法	189
第二节 芳族聚酰胺纤维	189
一、概述	189
二、聚间苯二甲酰间苯二胺纤维	191
三、聚对苯二甲酰对苯二胺纤维	193
第三节 超高分子量聚乙烯纤维	196
一、概述	196
二、超高分子量聚乙烯纤维的制造	197
三、超高分子量聚乙烯纤维的性能	199
四、超高分子量聚乙烯纤维的用途	200
第四节 聚氨酯弹性纤维	201
一、概述	201
二、聚氨酯纤维弹性的产生机理	202
三、聚氨酯的合成	202
四、聚氨酯弹性纤维的制备	206
五、聚氨酯弹性纤维的结构与性能	210
六、聚氨酯弹性纤维的产品及用途	211
第五节 碳纤维	212
一、概述	212
二、碳纤维的制备	213
三、碳纤维的结构与性能	218
四、碳纤维的应用	220
五、活性炭纤维	221
第六节 含氟纤维	222
一、概述	222
二、聚四氟乙烯纤维	222
三、四氟乙烯—六氟丙烯共聚纤维	223
四、聚偏氟乙烯纤维	223
五、乙烯—三氟氯乙烯共聚纤维	224
第七节 玻璃纤维	224
一、概述	224
二、玻璃纤维的制造	224
三、玻璃纤维的性能	226
四、玻璃纤维的用途	227
第八节 其他高性能纤维	229
一、聚苯并咪唑纤维	229
二、聚对亚苯基苯并二𫫇唑纤维	230
三、玄武岩纤维	232

参考文献	236
第八章 功能纤维	239
第一节 概述	239
第二节 导电纤维	239
一、概述	239
二、导电纤维的分类	240
三、导电纤维的作用机理	241
四、导电纤维的制备方法	241
五、导电纤维的应用	242
第三节 防辐射纤维	242
一、概述	242
二、抗紫外线纤维	242
三、防 X 射线纤维	243
四、防微波辐射纤维	244
五、防中子辐射纤维	244
第四节 光导纤维	245
一、概述	245
二、光纤的主要特性	245
三、光纤的分类	246
四、光导纤维的应用	248
第五节 医用功能纤维	249
一、概述	249
二、医用功能纤维材料	249
三、医用功能纤维国内外发展状况	251
四、医用功能纤维发展前景	251
第六节 高分子分离膜	252
一、概述	252
二、分类	252
三、主要材料	253
四、应用	253
参考文献	253

第一章 新型天然植物纤维

第一节 概 述

近百年以来,随着世界人口的急剧增长,人们生活水平的提高以及工农业技术水平的发展,人们对纺织纤维的需求量日益增多,对纺织原料的各项性能的要求也越来越高。传统的天然纺织原料(如棉花、羊毛等)的产量受到气候、种植技术、养殖环境等条件的制约,产量增加极其有限。合成纤维具有优良的纺织加工性能,但其以石油、煤炭等不可再生资源为基础原料,在生产、使用及遗弃这些纤维的过程中对生态环境会造成污染,影响人类的身体健康。

天然植物纤维在生产、加工、使用过程中,基本对人体及地球不会造成太大的危害,制品废弃后可自然降解,对自然界的生态平衡影响不大。人类在 32000 年前就会使用天然亚麻纤维制作麻线,用来缝制衣物、编织各种手工制品等。中国利用天然植物纤维,特别是苧麻和大麻的历史很早,在新石器时期的土陶器上已有麻布的印纹。《诗经》中已有沤纴(沤制苧麻)的记载:“东门之地,可以沤纴”(《陈风》)。天然植物纤维与人类生活的关系极为密切,除了日常生活必需的纺织用品以外,绳索、包装、编织、纸张、塑料及炸药等,也都需要天然植物纤维作原料。

根据有关资料统计,自然界每年以纤维素形式存在的资源总量达到千亿吨,远远超过了地球上现存石油总储量,大量的天然纤维素资源在生物循环中没有得到有效利用。随着环境保护意识的增强以及人们对纺织品穿着舒适性的提高,新型天然植物纤维的开发和利用成为必然趋势。

植物纤维是广泛分布在种子植物中的一种厚壁组织。它的细胞细长,两端尖锐,具有较厚的次生壁,壁上常有单纹孔,成熟时一般没有活的原生质体。植物纤维在植物体中主要起机械支持作用。

植物纤维存在于植物的茎、叶、根、果皮、种子等部位,可分为以下几种类型。

一、韧皮纤维

在一些双子叶植物的树木茎秆中,韧皮纤维发达,如桑树、构树、青檀等,可用作特种纸张的原料。在麻类(如苧麻、大麻、亚麻、黄麻等)的草本茎中,也具有特别发达的韧皮纤维束,通常用浸沤法将纤维从主茎上分离,或用手工或机械剥取。大多数韧皮纤维强度较高,广泛用于制造绳索、麻线、包装材料、工业用厚布和服用纺织品等。

二、木材纤维

木材纤维是存在于树干中的木质纤维,如松树、杉树、杨树、柳树中的纤维,用木材制成的浆粕是生产再生纤维素纤维的重要原料。

三、叶纤维及茎秆纤维

1. 叶纤维 叶纤维主要存在于单子叶植物的叶脉中,细胞壁木质化程度较高,质地坚硬,称为硬纤维,如剑麻、蕉麻。这类纤维强度高,耐腐蚀性强,主要用于制造船舶绳索、矿用绳索、帆布、传送带、防护网,也可编织麻袋、地毯等。

2. 茎秆纤维 有些单子叶植物茎中具有特别发达的韧皮纤维束,这些纤维没有或很少木质化,称为软纤维,如麦秸、芦苇、龙须草、乌拉草、香蕉茎、莲秆等。经简单的物理化学处理作为编织原料,编制草鞋、草褥、席子、篮子等,也可作为制造再生纤维素纤维及纸张的原料。

四、根纤维

植物根中纤维一般较少,但有的植物根内纤维也可利用,如马蔺。马蔺根茎粗短,须根长而坚硬,除药用外,还可用于制作刷子。

五、果皮纤维

有些植物果实的果皮中含有丰富纤维,如椰子。椰壳纤维强度高,但柔软性较差,主要用于土工布和家用纺织品,如织成网用于防沙、护坡,与胶乳及其他黏合剂黏合,制作薄垫、沙发垫、体育用垫和汽车垫等。

六、种子纤维

种子纤维是植物种子表皮细胞生长成的单细胞纤维,如棉、木棉、吉贝、杨絮、柳絮等。棉是目前世界上重要的民用纺织原料,木棉、柳絮主要用作填充物。

第二节 彩色棉花

天然彩色棉花是一种在棉铃成熟吐絮时就具有红、黄、棕、绿等各种颜色纤维的棉花。彩色是棉花本身的一种生物学特性。它是在纤维细胞形成与生长过程中,在其单纤维的中腔细胞内沉积了某种色素体而使纤维具有颜色。这种自身具有天然色彩的棉花与普通棉花相比具有色泽自然柔和、古朴典雅、质地柔软等特点,而且洗涤后纤维色彩还能逐渐加深。用彩色棉花制成的纺织品不需化学染料染色,从而避免了化学染料染色带来的污染。由它制成的色纱和纺织品几乎不受任何污染,纱、布上不含染色用染料残留的化学毒素,避免了生产过程中的环境污染问题;彩色的棉纤维未被染料腐蚀过,所以强度高、韧性好、织物坚固耐用。因此,彩色棉花是实现可持续发展要求的新型纺织原料。

一、国内彩棉现状

随着国外种植彩棉技术和应用开发彩棉的发展,我国在努力开展白棉研究生产的同时,也加快了引进试验和推广彩色棉花的步伐。

1994年,海南赛特实业公司首次从美国引进一批彩棉种子,运用“远缘杂交”的方法,开展彩色杂交棉和彩色常规棉的品种育选研究。1995年,通过引进、试种、改良美国彩色棉,我国彩棉获得成功。1996年,UG-01绿色棉新品种系在甘肃省敦煌市通过专家鉴定,并成立国内首家专门从事彩色棉系统开发的“天飞”彩色棉公司,种植彩棉20公顷左右(1公顷=10⁴m²)。

2000年以来,我国相继通过审定的彩色棉品种有新彩棉1号、2号,棕絮;新彩棉3号、4号,绿絮;湘彩棉2号,棕絮;浙彩棉1号、2号,棕絮;中棉所1号,棕絮等。

目前,新疆彩色棉种植面积约6.7万公顷,占我国彩棉种植面积的95%,占世界总种植面积的60%,年产量9万吨。新疆已经成为我国乃至世界彩色棉原料生产基地。另外,在我国浙江、湖南、山东、安徽、甘肃等地,都还有约3000公顷的彩色棉种植面积。

中国彩棉研究起步较晚,但是发展很快,目前彩棉产量及纤维品质都达到国际领先水平,彩棉科研储备已达到国际彩棉研究先进水平。我国已拥有可供大量种植的棕、绿、驼色三个定型品种和大批优良选系材料。我国“新棕9801”“新棕9802”两个品种,绒长和强度等多项技术指标都超过白色一级棉花。从品种数量上看,占世界上通过审定或注册的彩棉品种的80%(迄今国外经过国家或政府正式注册准许生产的彩色棉品种有12个,即美国的“FOX”和“BC”及苏联的“CPK21”和“CPK22”)。试验示范表明我国几大棉区长江流域、黄河流域、新疆棉区、海南岛等地都属于彩棉适合种植区域。

新疆中国彩棉(集团)股份有限公司已经编制完成《新疆天然彩色棉产业标准体系》,使我国在世界上率先公布了彩色棉的36个标准,形成了天然彩色棉产业较完整的标准体系,从而使彩色棉产业从此有了操作规范。

我国对彩色棉花的中下游产品开发也已经成熟。在已有白色棉纤维加工的成熟工艺的基础上,以彩色棉为加工原料的梳棉工艺、生物酶法后整理工艺、固色工艺、抗紫外线处理等方面,形成了天然彩棉加工的系列配套工艺。开发了彩棉14tex(42英支)精梳棕色棉纱和18tex(32英支)及以下的棕色、绿色精梳棉纱产品,这些彩棉纤维产品质量优良、性能稳定。已经面市的终端产品有1000多个品种,接近或达到了白色棉终端产品所能覆盖的领域,几乎涵盖了人们日常生活用纺织品的所有方面。

二、彩色棉花的结构与性能

(一)外观形态与结构

棕色棉纤维的纵向与本白棉一样,为细长、有不规则转曲的扁平状体,中部较粗,根部稍细于中部,梢部更细。成熟度好的纤维纵向呈转曲的带状,且转曲数较多;成熟度较差的纤维呈薄带状,且有很少的转曲数。

棕色棉的横截面与本白棉相似,呈腰圆形,且有中腔,但棕色棉的色彩呈片状,主要分布在