



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(本科)

纤维材料改性

■ 陈衍夏 主编
兰建武 副主编

 中国纺织出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(本科)

纤维材料改性

陈衍夏 主 编

兰建武 副主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书在纤维材料、纺织加工和高分子材料学等知识结构的基础上,结合目前国内外纤维材料改性的发展动向及最新研究成果,以改性的原理、方法和改性对材料特性及功能的影响为主线,对纤维材料改性进行了系统全面的介绍,并对改性材料在不同领域的应用做了说明。

本书内容主要包括纤维材料的发展和改性中的问题及关注点、纤维材料改性的方法、生物质及天然纤维材料的改性、纤维材料形态及风格的改性、舒适性改性、染色性能改性、物理性能改性、卫生健康功能加工及改性、纺织材料的智能化、纤维材料的降解/吸收及再资源化、无机纤维及材料改性、纤维增强改性复合材料等。

本书适用于纺织相关专业、材料学相关学科和领域的师生及科研人员阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

纤维材料改性/陈衍夏主编. —北京:中国纺织出版社,2009.9
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 本科
ISBN 978-7-5064-5819-1

I. 纤… II. 陈… III. 纺织纤维:合成纤维-高等学校-教材 IV. TS102.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 127210 号

策划编辑:朱萍萍 责任编辑:赵东瑾 责任校对:寇晨晨
责任设计:何 建 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
中国纺织出版社印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订
各地新华书店经销
2009年9月第1版第1次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:20
字数:429千字 定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

全面推进素质教育,着力培养基础扎实、知识面宽、能力强、素质高的人才,已成为当今本科教育的主题。教材建设作为教学的重要组成部分,如何适应新形势下我国教学改革要求,与时俱进,编写出高质量的教材,在人才培养中发挥作用,成为院校和出版人共同努力的目标。2005年1月,教育部颁发了教高[2005]1号文件“教育部关于印发《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》”(以下简称《意见》),明确指出我国本科教学工作要着眼于国家现代化建设和人的全面发展需要,着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力。《意见》提出要推进课程改革,不断优化学科专业结构,加强新设置专业建设和管理,把拓宽专业口径与灵活设置专业方向有机结合。要继续推进课程体系、教学内容、教学方法和手段的改革,构建新的课程结构,加大选修课程开设比例,积极推进弹性学习制度建设。要切实改变课堂讲授所占学时过多的状况,为学生提供更多的自主学习的时间和空间。大力加强实践教学,切实提高大学生的实践能力。区别不同学科对实践教学的要求,合理制定实践教学方案,完善实践教学体系。《意见》强调要加强教材建设,大力锤炼精品教材,并把精品教材作为教材选用的主要目标。对发展迅速和应用性强的课程,要不断更新教材内容,积极开发新教材,并使高质量的新版教材成为教材选用的主体。

随着《意见》出台,教育部组织制定了普通高等教育“十一五”国家级教材规划,并于2006年8月10日正式下发了教材规划,确定了9716种“十一五”国家级教材规划选题,我社共有103种教材被纳入国家级教材规划,其中本科教材56种,高职教材47种。56种本科教材包括了纺织工程教材13种、轻化工程教材16种、服装设计与工程教材24种、美术教材2种,其他1种。为在“十一五”期间切实做好教材出版工作,我社主动进行了教材创新型模式的深入策划,力求使教材出版与教学改革和课程建设发展相适应,充分体现教材的适用性、科学性、系统性和新颖性,使教材内容具有以下三个特点:

(1)围绕一个核心——育人目标。根据教育规律和课程设置特点,从提高学生分析问题、解决问题的能力入手,教材附有课程设置指导,并于章后附有复习指导及形式多样的习题等,提高教材的可读性,增加学生学习兴趣和自学能力,提升学生科技素养和人文素养。

(2)突出一个环节——实践环节。教材出版突出应用性学科的特点,注重理论与生产实践的结合,有针对性地设置教材内容,增加实践、实验内容。

(3)实现一个立体——多媒体教材资源包。充分利用现代教育技术手段,将授课知识点制作成教学课件,以直观的形式、丰富的表达充分展现教学内容。

教材出版是教育发展中的重要组成部分,为出版高质量的教材,出版社严格甄选作者,组织专家评审,并对出版全过程进行过程跟踪,及时了解教材编写进度、编写质量,力求做到作者权威,编辑专业,审读严格,精品出版。我们愿与院校一起,共同探讨、完善教材出版,不断推出精品教材,以适应我国高等教育的发展要求。

中国纺织出版社
教材出版中心

纤维材料的应用距今已有约五千年的历史,但在技术上取得真正的突破和全面发展却只有一百年左右。以再生纤维素纤维的成功开发、聚酰胺和聚酯纤维的研制、产业化及应用为契机,化学纤维及其相关的高分子材料工业得到了迅速的发展,对纤维材料结构与性能关系的研究不断深入,各种应用领域对纤维材料的使用性能提出了更多、更新的要求,极大地促进了技术密集和高附加值的改性合成纤维——差别化纤维的蓬勃发展。特别是 20 世纪 80 年代以来,应用于不同领域的新一代高新技术和高性能纤维材料、具有超越天然纤维风格的“新合纤”面料、绿色环保的新型再生纤维素纤维材料、生物合成纤维及纳米纤维材料等,一般都是通过不断改性、创新或方法的集成而取得突破的。

目前,纤维材料制品正在向众多的产业领域延伸,其改性工作主要围绕着服用纤维材料的舒适性、功能化,合成材料的生态化、高性能、智能化、多功能化等方面发展。实现这些目标,需要在成纤聚合物的合成、纤维加工或织物后整理过程中用物理、化学、生物等方法改性或几种方法结合进行改性,如纳米技术、生物技术、新型纺丝技术、先进加工技术、表面处理技术等。这为拓展纺织材料的产业应用提供了更为广阔的空间,同时也向从事这一工作的学者和技术人员提出了更高的专业要求。

本书结合目前国内外纤维材料改性的发展动向及最新研究成果,以改性的原理、方法和改性对材料特性及功能的影响为主线,对纤维材料改性及其应用进行了较为全面的介绍。本书内容主要包括纤维材料改性中的问题及关注点、纤维材料改性的方法、生物质及天然纤维材料的改性、纤维材料形态及风格的改性、舒适性改性、染色性能改性、物理性能改性、卫生健康功能加工及改性、纺织材料的智能化、纤维材料的降解/吸收及再资源化、无机纤维及材料改性和纤维增强改性复合材料。

本书由陈衍夏为主编,兰建武为副主编,负责全书的大纲制定、修改和统稿。国内相关大学的教师参加了各章节的编写,具体分工如下:

- 第一章 陈衍夏(四川大学)
- 第二章 王琛(西安工程大学)
- 第三章 第一节 陈衍夏、施亦东(四川大学)
- 第二节、第三节、第四节 施亦东(四川大学)
- 第五节 严玉蓉(华南理工大学)

第四章	兰建武(四川大学)
第五章 第一节、第二节、第四节、第五节	魏菊(大连工业大学)
第三节	吴坚(大连工业大学)
第六章	郑庆康(四川大学)
第七章 第一节	魏菊(大连工业大学)
第二节	蔡以兵、魏取福(江南大学)
第三节	魏取福、陶丹(江南大学)
第四节	吴坚(大连工业大学)
第八章 第一节	王琛(西安工程大学)
第二节	黄锋林、魏取福(江南大学)
第三节	魏取福、吴宁(江南大学)
第四节	李树峰(天津工业大学)
第九章	严玉蓉(华南理工大学)
第十章	张兴祥(天津工业大学)
第十一章	陈衍夏(四川大学)
第十二章	梁列峰(西南大学)

本书在编写过程中得到了许多同行的帮助与配合,日本纤维学会岡本三宜教授提供了部分参考资料,四川大学肖红艳老师对全书稿件的整理、调整和编排进行了富有成效的工作,研究生何丽思承担了部分章节的绘图及改图,罗灯洪承担了第六章的资料整理及文稿输入工作,在此一并表示由衷的感谢。

纤维材料改性是与新材料的开发、先进制造加工技术、先进检测表征技术等密不可分、同步发展的,体现了学科的交叉融合,这一工作的关键就在于创新。参编本书的作者均较长期从事该领域的教学、科研工作,并试图在本书中更好地反映出当前的新成果、新方法和新思路,但限于作者水平和本书的篇幅,不足之处在所难免,诚挚欢迎读者批评指正。

陈衍夏 兰建武
2009年5月



课程设置指导

课程名称 纤维材料改性

适用专业 纺织工程、高分子材料与工程、高分子材料加工工程、材料科学与工程

总学时 48

课程性质 本课程可作为上述专业的必修课、选修课。

课程目的

1. 了解国内外纤维材料改性工作的发展及进展。
 2. 掌握纤维材料改性的原理、方法及在相关领域的应用。
 3. 掌握纤维材料改性与其结构、性能、功能的关系及分析表征方法。
-

课程教学的基本要求 教学环节以理论教学为主,包括课堂教学、思考题作业或课堂讨论,重点培养学生对理论知识的理解和掌握、分析问题与解决问题的能力,以及运用相关原理、方法进行改性及新材料开发的基本思路。

1. 课堂教学

32~48学时(不同专业可根据需要对有关章节进行取舍),可组织8~10学时的专题讨论。

2. 作业

以各章思考题为主线,根据课程需要及知识点布置一定的课外作业。在课程进行到1/3以上后,可由教师结合相关内容设置专题,学生课外查阅资料后进行课堂讨论或提交综述报告。

3. 考核

采用课外作业(包括课堂讨论)、期末考试结合的方式综合评分。期末考试可采用开卷、闭卷两种形式。开卷考试的内容一般包括原理、方法、功能的论述,新材料、新功能及应用的设计及综合拓展。闭卷考试一般包括基本概念、名词术语解释、基本原理方法的表述,功能/性能图表的分析、创新产品的设计或综合拓展等。



课程设置指导

教学学时分配

章 数	讲授内容	学时分配
第一章	绪 论	2
第二章	纤维材料的改性方法	3
第三章	生物质及天然纤维材料的改性	5
第四章	纤维材料形态及风格的改性	4
第五章	纤维材料的舒适性改性	4
第六章	纤维材料染色性能改性	4
第七章	纤维材料物理性能的改性	5
第八章	纤维材料卫生健康功能加工及改性	4
第九章	纤维材料的降解、吸收及再资源化	4
第十章	纺织材料的智能化	4
第十一章	无机纤维及材料改性	5
第十二章	纤维增强改性复合材料	4
合 计		48

第一章 绪论	1
第一节 纤维材料的发展及改性	1
一、纤维材料的发展及演变	1
二、纤维材料改性的目的及内容	2
三、纤维材料改性的目标及方法	3
第二节 纤维材料改性中的问题及关注点	4
一、纤维材料改性的原理与方法	4
二、先进技术的应用及学科融合	5
三、改性与功能化的关系	6
四、纤维材料的品质及用途的开拓	7
五、纤维材料及其功能的表征技术与方法	7
复习指导	8
思考题	8
参考文献	8
 第二章 纤维材料的改性方法	10
第一节 化学改性方法	10
一、接枝和嵌段共聚改性	10
二、共聚改性	13
三、化学反应改性	15
四、交联改性	15
五、表面化学处理改性	16
第二节 物理改性方法	18
一、等离子体改性	18
二、高能射线改性	19
三、电晕处理	20
四、共混改性	20
五、超声波改性	22
六、紫外线照射改性	23
七、纤维成型及后加工方法	23
八、超临界二氧化碳技术	23

第三节 生物改性方法	24
一、植物纤维去杂及天然蚕丝的脱胶	25
二、生物酶退浆	25
三、生物抛光	25
四、改善聚合物表面的物理结构	25
五、改变聚合物的性质	26
六、微生物合成与改性纤维	26
复习指导	28
思考题	28
参考文献	28
 第三章 生物质及天然纤维材料的改性	 30
第一节 纤维素的改性	30
一、纤维素的化学改性方法	30
二、纤维素的物理改性方法	37
三、棉纤维的改性	39
四、苧麻纤维的改性	42
第二节 蛋白质纤维的改性	44
一、蚕丝纤维的改性	44
二、羊毛纤维的改性	46
第三节 甲壳素/壳聚糖纤维的改性	47
一、甲壳素/壳聚糖的结构与性能	47
二、甲壳素/壳聚糖纤维的制备	48
三、甲壳素/壳聚糖纤维改性的方法	49
第四节 再生蛋白质纤维的改性	51
一、大豆蛋白纤维的制备与改性	52
二、牛奶蛋白纤维的制备与改性	52
三、蚕蛹蛋白纤维的制备与改性	53
四、胶原蛋白纤维的制备与改性	54
五、动物毛再生蛋白纤维的制备与改性	56
第五节 聚乳酸纤维的改性	57
一、概述	57
二、从分子设计出发进行聚乳酸的化学改性	58
复习指导	64
思考题	65
参考文献	65

第四章 纤维材料形态及风格的改性	69
第一节 纤维的表面改性	69
一、纤维表面与纤维性能	69
二、纤维表面的改性方法	69
第二节 异形纤维	76
一、异形纤维的分类	76
二、异形度的表征	79
三、异形纤维的纺丝方法	80
四、影响纤维异形度的因素	80
五、异形纤维的性能	84
第三节 复合纤维	86
一、复合纤维的分类	86
二、并列型复合纤维	87
三、皮—芯型复合纤维	92
四、复合超细纤维	94
第四节 新合纤	97
一、新合纤的定义与分类	97
二、新合纤技术的形成	98
三、新合纤加工技术特征	98
四、新合纤的改性品种及风格	99
复习指导	102
思考题	102
参考文献	103
 第五章 纤维材料的舒适性改性	 104
第一节 改善吸湿透气性能	104
一、纺织品的吸湿透气性与服用性能	104
二、影响纤维材料吸湿性和透气性的因素	105
三、合成纤维的亲水化改性	106
四、改善纤维材料透气性的途径	110
第二节 纤维材料的抗静电改性	111
一、纤维材料的静电现象	111
二、纤维材料的抗静电改性方法	112
第三节 抗起毛起球性	114
一、影响纺织品起毛起球的因素	114
二、改善纤维材料起毛起球性的方法	116

第四节 纤维材料的柔软改性	118
一、纤维的柔软性与结构的关系	118
二、棉、麻纤维的柔软改性	121
三、羊毛纤维的柔软改性	121
四、聚酯纤维的柔软改性（碱减量）	121
五、柔软剂处理改性	122
第五节 纤维材料的悬垂改性	123
一、影响织物悬垂性的因素	123
二、无机粒子改性超悬垂纤维	124
三、蚕丝纤维的增重改性	124
复习指导	125
思考题	125
参考文献	126
 第六章 纤维材料染色性能改性	 128
第一节 纤维结构与染色性能	128
一、纤维的化学组成与染色性能的关系	128
二、纤维的结晶度和取向度与染色性能的关系	129
三、合成纤维的玻璃化温度与染色性能的关系	130
四、纤维的形态结构与染色性能的关系	131
第二节 合成纤维染色性能的改性	131
一、聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维染色性能的改性	131
二、聚丙烯纤维染色性能的改性	140
三、聚丙烯腈纤维染色性能的改性	146
四、聚酰胺纤维染色性能的改性	147
五、聚乙烯醇和聚氨酯纤维染色性能的改性	148
第三节 天然纤维染色性能的改性	148
一、天然纤维素纤维染色性能的改性	148
二、蛋白质纤维染色性能的改性	150
复习指导	152
思考题	153
参考文献	153
 第七章 纤维材料物理性能的改性	 155
第一节 力学性能改性	155
一、纤维强度改性	155

二、纤维弹性改性	161
三、纤维其他力学性能及功能复合改性	164
第二节 阻燃性能改性	164
一、纤维的热解与燃烧	164
二、阻燃剂及阻燃原理	167
三、纤维材料的阻燃改性方法	171
第三节 电性能及磁性能改性	173
一、纤维材料的导电性与介电性	173
二、超导电纤维	176
三、纤维的磁性能	178
第四节 光学性能改性	180
一、纤维的光学性能	180
二、影响纤维材料光泽的因素	181
三、改善纤维材料光泽的方法	182
四、发光变色纤维的设计	182
复习指导	185
思考题	185
参考文献	185
 第八章 纤维材料卫生健康功能加工及改性	188
第一节 抗菌及卫生功能	188
一、抗菌剂的种类及作用机理	188
二、抗菌纤维的制造技术	191
三、抗菌纤维的后整理技术	193
第二节 防污及自清洁性能	194
一、纤维材料表面污物	195
二、防污与自清洁原理	195
三、防污与自清洁的加工方法	199
第三节 抗紫外线功能	201
一、紫外线对人体健康的影响	201
二、抗紫外纤维材料的紫外防护机理	202
三、抗紫外纤维材料的制造技术	203
四、抗紫外纤维材料的性能及影响因素	205
第四节 空气负离子及远红外功能	207
一、负离子织物	207
二、远红外织物	210

复习指导	213
思考题	213
参考文献	214
第九章 纤维材料的降解、吸收及再资源化	217
第一节 纤维材料的光降解	217
一、光源——太阳紫外辐射	217
二、光降解机理	218
三、利用光催化剂促进聚丙烯纤维的光降解	218
第二节 纤维材料的生物降解与吸收	223
一、生物降解纤维的测定方法	224
二、生物可降解聚酯	225
第三节 纤维材料的再资源化利用	229
一、纺织纤维制品回收的状况	230
二、合成高分子的回收利用	231
三、天然纤维的再资源化利用	235
复习指导	236
思考题	236
参考文献	236
第十章 纺织材料的智能化	238
第一节 纤维材料的智能化	238
一、概述	238
二、几种典型纤维材料的智能化	239
第二节 智能纺织品的加工与改性	253
一、形状记忆织物	253
二、温度和 pH 敏感织物	254
三、防水透湿织物	255
四、导电织物	256
五、变色织物	257
六、储热调温织物	257
复习指导	258
思考题	258
参考文献	258

第十一章 无机纤维及材料改性	261
第一节 玻璃纤维的结构性能及材料改性	261
一、玻璃纤维的制造方法	261
二、玻璃纤维的结构及性能	261
三、玻璃纤维的改性及应用	264
第二节 玄武岩纤维的结构性能及材料改性	267
一、玄武岩纤维的制造方法	267
二、玄武岩纤维的结构及性能	268
三、玄武岩纤维的改性及应用	269
第三节 碳纤维的结构性能及材料改性	271
一、碳纤维的制造方法及原理	271
二、碳纤维的性能	274
三、碳纤维的结构及改性	275
第四节 陶瓷纤维的结构性能及材料改性	276
一、陶瓷纤维的分类及制造方法	276
二、陶瓷纤维的性能	277
三、含铝陶瓷纤维的改性	278
四、含硅陶瓷纤维的改性	279
第五节 金属纤维及材料改性	281
一、金属纤维的制备方法及工艺特点	281
二、金属纤维的基本物性及结构	283
三、金属纤维的改性	284
复习指导	285
思考题	286
参考文献	286
 第十二章 纤维增强改性复合材料	288
第一节 纤维增强改性原理	288
一、概述	288
二、纤维增强改性复合材料的基本特性	289
三、纤维增强改性的原理	290
四、纤维混入基体后的增强效果	292
第二节 纤维材料的增强改性	293
一、复合材料的拉伸强度与增强用纤维的相互关系	293
二、用于增强的纤维材料	293
三、增强用纤维的改性	296

四、增强用纤维的选择	297
第三节 纤维增强改性复合材料的应用	298
一、纤维在水泥混凝土中的应用	299
二、三维纺织复合材料	299
三、FRC 在体育器材中的应用	300
四、生物材料的纤维增强改性	300
复习指导	302
思考题	302
参考文献	302