



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(本科)

纺织材料学(第3版)

姚穆 主编

FangZhi CaiLiaoXue

 中国纺织出版社

T2148
A2007.12



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(本科)

纺织材料学

(第3版)

姚 穆 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书是教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材之一。

本书介绍了纺织纤维、纱线、织物的分类、形态、结构以及它们的力学、热学、电磁学、光学等性能和织物服用性能,并分析了各种性能的主要特征指标、测试方法及影响因素。

本书主要作为高等纺织院校纺织工程、非织造材料与工程、纺织材料与纺织品设计等专业的专业基础课程教材,也可供其他相关专业师生、纺织企业和科研院所的工程技术人员及营销人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

纺织材料学/姚穆主编. —3版. —北京:中国纺织出版社,2009.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 本科

ISBN 978-7-5064-5323-3

I. 纺… II. 姚… III. 纺织纤维—材料科学—高等学校—教材 IV. TS102

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第154807号

策划编辑:张冬霞 责任编辑:曹长虹 特约编辑:王雷鸣

责任校对:楼旭红 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

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

1980年2月第1版 1990年6月第2版

2009年1月第3版 2009年1月第21次印刷

开本:787×1092 印张:25

字数:508千字 定价:42.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

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,教育部组织制订了普通高等教育“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,并于章首介绍本章知识点、重点、难点及专业技能,增加相关学科的最新研究理论、研究热点或历史背景,章后附形式多样的习题等,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

《纺织材料学》(第2版)1990年出版以来已经历了18年,纺织纤维原料、纺织产品、纺织生产技术都经历了重大创新与变革,学科专业设置也经历了重大变化。为适应当前专业设置现状及适当照顾专业设置即将面临的变革,为培养有创新精神和实践能力的高素质工程技术人才服务,按照教育部关于普通高等教育“十一五”国家级规划教材的要求,对《纺织材料学》(第2版)进行了修订。

本次修订中考虑到纺织工程专业、非织造材料与工程专业、纺织材料与纺织品设计专业和各专业方向及新增试办专业的要求;各校实施教学计划中纺织材料学课程学时差别较大的实际情况;各校毕业生适应社会需求中行业侧重的不同等,教材中增扩部分选学内容,根据各班级情况而定。

本教材修订中得到教育部纺织工程专业教学指导委员会的支持和帮助,得到多所高等院校纺织院、系教师的指导和参与,并对编写大纲、内容和初稿提出意见和修改建议,在此表示衷心的感谢。

本教材各章节参加编写人员是:

绪论	西安工程大学	姚穆
第一章	西安工程大学	陈美玉
第二章	内蒙古工业大学	武志云
第三章	大连轻工业大学	吴坚
第四章	浙江理工大学	胡国樑
第五章第一、第二节	天津工业大学	李亚滨
第五章第三节	天津工业大学	杨斌
第六章	西安工程大学	姚穆
第七章第一节	新疆大学	李惠军
第七章第二节	南通大学	石宏亮
第八章	东华大学	王府梅
第九章第一节	武汉科技学院	徐卫林
第九章第二节	苏州大学	李栋高
第九章第三节	中原工学院	杨红英
第九章第四节	西安工程大学	徐军

第九章第五节	东华大学	王 妮
第九章第六节	青岛大学	马建伟
第十章第一、第二、第三、第四节	西安工程大学	杨建忠
第十章第五、第六、第七、第八节	东华大学	顾伯洪
第十一章	西安工程大学	张一心
第十二章	西安工程大学	孙润军
第十三章	江南大学	张海泉
第十四章	西安工程大学	姚 穆
第十五章第一节	浙江理工大学	吴子婴
第十五章第二节	绍兴文理学院	段亚峰

全书由姚穆统稿,由安瑞凤、黄淑珍教授主审。安教授和黄教授根据教育部对规划教材的要求、纺织科技发展、专业课程结构体系、产业人才要求形势,对教材结构、体系、内容、文字、图表、符号提出了审改意见。胡文侠教授也提出了近二百处修改意见,使本书更贴近当前实际。作者们对审稿的三位教授表示衷心的感谢。

本书修订过程中参考了许多教材、专著、论文、标准、测试报告,引用了许多相关图、表、数据、资料及许多老师们的多年教学研究成果和科学研究成果,因而是集体智慧的结晶。在各章末集录了这些文献名称,因限于篇幅未列出每一图表数据的页码,谨向各位作者表示歉意和诚挚的感谢。

本书在编写过程中得到许多学校老师们的大力支持,并得到西安工程大学许多同学,特别是黄鑫鑫、党旭艳、贾高鹏、陈琳、孙垂卿、杜瑞、陈伟态等的支持,在此一并表达衷心的感谢。

由于二十多年来纺织纤维品种暴增,服装用、家用、产业用纺织品的性能、加工方法也出现了极大的变化,以致本书在选材、论述等方面存在许多缺点。加上时间紧促,还有许多考虑不周之处,热忱欢迎读者批评指正。

编者
2008年4月



课程设置指导

课程设置意义 纺织材料学是纺织科学与工程类专业的公共专业基础课程。它为学生提供纺织纤维原料、纱线、织物的结构、性能、评价的原理、状态、基本依据和分析方法。为纺织专业课程(纺织纤维原料、纺纱、织造、针织、编结、非织造、织物设计及后加工)提供材料基础知识和基本指标、基础数据。纺织材料测试技术与本课程亦紧密相关。

课程教学建议 纺织工程专业、非织造材料与工程专业、纺织材料与纺织品设计专业及其他试办专业的不同专业方向在应用本书时应有不同的侧重点。部分纺织及织造专业方向的班级可根据各校毕业生面向的企业群特征而侧重于不同纤维品种,织物设计专业方向的班级可将织纹组织移入专业课讲授等。

建议理论教学 80~90 学时,每课时讲授版面包括图、表在内 6000 字左右。

课程教学目的 通过本课程的学习,学生应了解纤维、纱线、织物等纺织材料的基本结构、主要性能、评价指标、基础数据,作为学习、理解、分析、掌握纺织科学与工程学科各专业有关课程内容和专业实习内容的基础。

绪论	1
一、纺织材料的概念与范畴	1
二、纺织材料的分类	1
三、纺织产业的发展	3
思考题	5
参考文献	6
第一章 纤维结构基础知识	7
第一节 纤维大分子结构	8
一、纤维大分子主链的化学组成及连接方式	8
二、侧基与端基	10
三、大分子链的柔性	10
四、相对分子质量及其分布	11
第二节 纤维的凝聚态结构	11
一、纤维大分子间的作用力	12
二、纤维的凝聚态结构	13
第三节 纤维结构测试分析方法	18
一、显微分析技术法	19
二、X 射线衍射法	21
三、红外光谱分析法	22
四、核磁共振法	23
思考题	23
参考文献	24
第二章 纺织纤维的形态及基本性质	25
第一节 纤维的细度	25
一、纤维的细度指标	25
二、纤维的细度不匀及其指标	28
三、纺织纤维细度测量方法	30
四、纤维细度对纤维、纱线及织物的影响	30

第二节 纤维的截面形状	31
一、纤维异形化	32
二、异形纤维的特征与指标	33
第三节 纤维的长度	34
一、纤维长度分布与指标	35
二、纺织纤维长度测量方法	38
三、纺织纤维长度与工艺的关系	39
第四节 纤维的卷曲与转曲	39
一、纤维的卷曲及表征	40
二、纤维的转曲及表征	42
第五节 纤维的吸湿性	43
一、纤维的吸湿平衡	43
二、纤维的吸湿指标	44
三、纤维的吸湿等温线	47
四、吸湿滞后现象	47
五、温度对吸湿的影响	49
六、纤维结构与吸湿的关系	49
第六节 纤维的拉伸强度	51
一、纤维拉伸断裂性能的基本指标	51
二、断裂伸长率	52
三、纤维拉伸的初始模量	52
思考题	53
参考文献	53
第三章 植物纤维	54
第一节 种子纤维	54
一、棉纤维	54
二、木棉	61
第二节 韧皮纤维	63
一、韧皮纤维种类	63
二、韧皮纤维的初加工	73
三、韧皮纤维的化学组成	73
第三节 叶纤维	75
一、剑麻	75
二、蕉麻	77
三、菠萝叶纤维	77

第四节 维管束纤维	78
思考题	81
参考文献	81
第四章 动物纤维	83
第一节 毛纤维	83
一、毛纤维的分类	83
二、毛纤维的分子结构	84
三、毛纤维的形态结构	85
四、毛纤维的品质特征	91
五、毛纤维的初加工	95
六、用于毛纺工业的其他动物毛	95
七、改性羊毛	99
第二节 蚕丝	100
一、桑蚕丝	100
二、柞蚕丝	106
三、其他蚕丝	107
四、天然彩色蚕茧	108
五、绢纺原料	108
第三节 蜘蛛丝	110
一、蜘蛛丝的分类和形态	110
二、蜘蛛丝的组成和结构	110
三、蜘蛛丝的力学性能	111
四、蜘蛛丝的化学性能	111
五、蜘蛛丝的其他性能	112
六、蜘蛛丝的人工生产	112
思考题	113
参考文献	113
第五章 化学纤维	115
第一节 再生纤维	115
一、再生纤维素纤维	115
二、再生蛋白质纤维	118
三、其他再生纤维	122
第二节 半合成纤维	124

一、醋酯纤维	125
二、聚乳酸纤维	126
第三节 合成纤维	128
一、合成纤维的种类	128
二、聚酰胺纤维	133
三、聚酯纤维	135
四、聚烯烃类纤维	141
五、高性能纤维	149
六、聚杂环纤维	152
思考题	153
参考文献	153
第六章 无机纤维	155
第一节 石棉	155
一、石棉纤维的种类	155
二、石棉纤维的结构	156
三、石棉纤维的性能	156
四、石棉纤维的主要用途	157
第二节 玻璃纤维	157
一、玻璃纤维的种类	157
二、玻璃纤维的组成	158
三、玻璃纤维的主要性能	158
四、玻璃纤维的主要用途	159
第三节 碳纤维	160
一、碳纤维的种类	160
二、碳纤维的结构	161
三、碳纤维的性能	161
四、碳纤维的主要用途	162
第四节 金属纤维	162
一、金属纤维的种类	162
二、金属纤维的性能	163
三、金属纤维的主要用途	163
第五节 新型无机纤维	164
一、碳化硅纤维	164
二、玄武岩纤维	164

三、硼纤维	165
四、氧化铝纤维	165
思考题	166
参考文献	166
第七章 纱线的分类与结构	167
第一节 纱线的分类	167
一、按纤维原料组成分类	167
二、按纱线结构分类	167
三、按纺纱系统分类	169
四、按纺纱方法分类	169
五、按纱的用途分类	170
第二节 纱线的结构	170
一、纱线的基本结构特征	170
二、理想纱线的加捻	171
三、常用纱线与长丝纱的结构特征	172
思考题	174
参考文献	174
第八章 纱线的结构参数与性能指标	175
第一节 纱线的细度指标	175
一、纱线的公定回潮率与公定重量	175
二、纱线的细度指标	177
三、纱线的线密度偏差	178
四、纱线的体积质量与直径	178
第二节 常用纱线的规格与品质特征	179
一、纱线原料及混纺品种、比例的标志	179
二、棉型纱线的主要品种、规格和用途	179
三、毛型纱线的主要品种、规格和用途	181
四、化纤长丝主要品种、规格和用途	181
第三节 纱线的细度均匀度	182
一、不匀率指标	182
二、纱线不匀的检测方法	183
三、波谱图	184
四、长片段不匀和短片段不匀	186

第四节 纱线的加捻指标与纤维的径向转移	186
一、纱线的加捻指标	186
二、纱中纤维的径向转移	188
第五节 纱线的疵点和毛羽	190
一、纱线的疵点	190
二、纱线的毛羽	192
思考题	193
参考文献	193
第九章 织物的组成、分类与结构	195
第一节 织物的组成、形成方法及其分类	195
一、织物按组成分类	195
二、织物按形成方法分类	196
第二节 机织物的结构	197
一、基础织物组织	197
二、结构相的表述	200
三、多向及多维机织物	202
第三节 针织物的结构	203
一、纬编针织物的结构与织纹组织	204
二、经编针织物的结构与织纹组织	208
第四节 编结物	210
一、编结物的基本概念	210
二、四步法立体编结	212
三、两步法立体编结	213
四、编结物的结构参数	214
第五节 非织造织物	215
一、非织造织物的定义和分类	215
二、非织造织物的结构	218
第六节 织物的基本参数	221
一、织物匹长、幅宽、厚度	221
二、织物的密度	222
三、织物的覆盖系数、未充满系数、孔隙率和透孔度	224
四、织物表面的平整度	227
思考题	228
参考文献	228

第十章 纺织材料的基本力学性质	229
第一节 拉伸性质	229
一、拉伸断裂性能的基本指标	229
二、纺织材料拉伸断裂机理及主要影响因素	232
三、纺织材料的蠕变和松弛	246
四、纺织材料动态力学性能简介	252
第二节 压缩性质	254
一、纺织材料压缩的基本规律	254
二、纺织材料在压缩中的破坏	257
第三节 弯曲性质	257
一、纤维和纱线的抗弯刚度	258
二、纤维和纱线在弯曲时的破坏	259
第四节 剪切性质	262
一、纤维和纱线的抗扭刚度	262
二、纤维和纱线扭转时的破坏	265
第五节 纺织材料的振动性质和声学性质	267
一、纺织材料的机械振动	267
二、纺织材料的吸音性能	267
三、声波在纺织纤维中的传递	267
第六节 表面摩擦性质	268
一、纤维摩擦的实验结果	269
二、静摩擦和动摩擦	271
三、表面状态对摩擦的影响	271
四、纤维摩擦因数 $\mu = \frac{F}{N}$ 的典型值	272
五、羊毛纤维间的摩擦与缩绒	273
第七节 力学疲劳性质	274
一、拉伸疲劳性质	274
二、弯曲疲劳性质	276
三、扭转疲劳性质	278
第八节 侵彻性质	278
思考题	282
参考文献	283
第十一章 纺织材料的热学性质	285
第一节 比热容与热焓	285

一、比热容	285
二、热焓	287
第二节 导热性质	287
一、纤维的导热系数	287
二、纤维集合体的导热系数	288
第三节 热转变温度	292
一、纤维材料的热力学三态	293
二、热转变温度	294
第四节 阻燃性	299
一、阻燃性的定性表述	300
二、阻燃性的定量表述	300
三、阻燃织物的阻燃性能要求	302
四、提高纺织材料阻燃性的途径	302
五、常见纤维的燃烧特征	303
第五节 热变形性	304
一、热收缩	304
二、熔孔性	305
思考题	306
参考文献	306
第十二章 电学及磁学性能	307
第一节 纺织材料的介电性能	307
一、电介质与极化现象	307
二、电介质的介电常数	308
三、电介质的介电损耗因素	310
四、电介质的介电强度	311
五、影响介电性能的主要因素	312
第二节 纺织材料的导电性能	315
第三节 纺织材料的静电	318
一、纺织材料的静电现象	318
二、静电产生的机理	319
三、表征织物抗静电性能的相关指标	322
四、纺织品抗静电的原理及方法	323
第四节 纺织材料的磁学性质	325
第五节 纺织材料防电磁辐射性能评价	326

一、电磁波的特性及电磁辐射的危害	326
二、纺织品防电磁辐射的评价指标及方法	328
三、纺织品防电磁辐射的方法	330
思考题	331
参考文献	331
第十三章 纺织材料的光学性质	333
第一节 折射率和双折射率	333
一、折射率	333
二、双折射率	335
第二节 反射率、透射率和吸收率	337
一、反射、透射和吸收的基本规律	337
二、纤维反射光及其应用	339
第三节 衍射性质	340
第四节 纺织材料的吸收光谱	341
思考题	343
参考文献	344
第十四章 纺织品的服用性能	345
第一节 纺织品的外观性能	345
一、光泽	345
二、白度、色度与色牢度	347
三、折皱回复性和褶裥保持性	348
四、抗起球性与抗钩丝性	350
五、悬垂性	351
六、织物抗起拱性	355
第二节 织物的手感	355
第三节 纺织品服用的耐用性	358
一、织物的顶破强度或胀破强度	358
二、抗纡裂强度	359
三、抗撕裂强度	359
四、织物耐磨性	360
五、织物的其他特种耐用性	361
第四节 织物的卫生安全性能	361
一、织物的服用舒适性	361