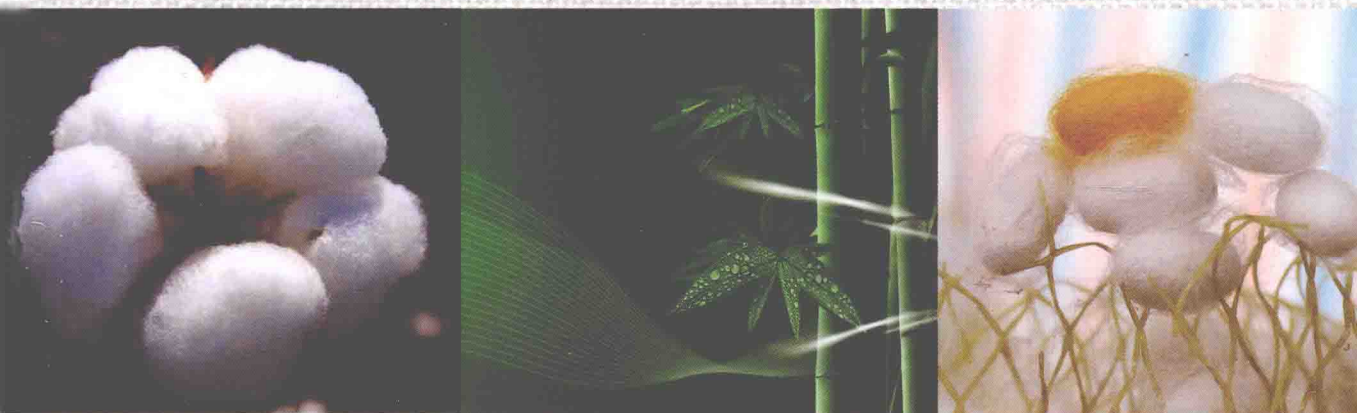




“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
教育部普通高等教育精品教材

纺织材料学

FANGZHI CAILIAO XUE (第4版)



姚 穆◎主编



中国纺织出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
教育部普通高等教育精品教材

纺织材料学

(第4版)

姚 穆 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

《纺织材料学(第4版)》是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材中的一种。书中介绍了纺织纤维、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.—4版.—北京:中国纺织出版社,2015.1

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材 教育部普通高等教育精品教材

ISBN 978-7-5180-1028-8

I. ①纺… II. ①姚… III. ①纺织纤维—材料科学—高等学校—教材 IV. ①TS102

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第227011号

责任编辑:孔会云 责任校对:梁颖

责任设计:何建 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>

北京通天印刷有限责任公司印刷 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 2015年1月第4版

2015年1月第27次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:25.25

字数:483千字 定价:43.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

出版者的话

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。2011年4月,教育部颁发了教高[2011]5号文件《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》(以下简称《意见》),明确指出“十二五”普通高等教育本科教材建设,要以服务人才培养为目标,以提高教材质量为核心,以创新教材建设的体制机制为突破口,以实施教材精品战略、加强教材分类指导、完善教材评价选用制度为着力点,坚持育人为本,充分发挥教材在提高人才培养质量中的基础性作用。《意见》同时指明了“十二五”普通高等教育本科教材建设的四项基本原则,即要以国家、省(区、市)、高等学校三级教材建设为基础,全面推进,提升教材整体质量,同时重点建设主干基础课程教材、专业核心课程教材,加强实验实践类教材建设,推进数字化教材建设;要实行教材编写主编负责制,出版发行单位出版社负责制,主编和其他编者所在单位及出版社上级主管部门承担监督检查责任,确保教材质量;要鼓励编写及时反映人才培养模式和教学改革最新趋势的教材,注重教材内容在传授知识的同时,传授获取知识和创造知识的方法;要根据各类普通高等学校需要,注重满足多样化人才培养需求,教材特色鲜明、品种丰富。避免相同品种且特色不突出的教材重复建设。

随着《意见》出台,教育部正式下发了通知,我社共有26种教材被纳入“十二五”普通高等教育本科国家级教材规划,其中包括纺织工程教材12种、轻化工程教材4种、服装设计与工程教材10种。为在“十二五”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几个特点:

(1) 坚持一个目标——服务人才培养。“十二五”普通高等教育本科教材建设,要坚持育人为本,充分发挥教材在提高人才培养质量中的基础性作用,充分体现我国改革开放30多年来经济、政治、文化、社会、科技等方面取得的成就,适应不同类型高等学校需要和不同教学对象需要,编写推介一大批符合教育规律和人才成长规律的具有科学性、先进性、适用性的优秀教材,进一步完善具有中国特色的普通高等教育本科教材体系。

(2) 围绕一个核心——提高教材质量。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。

(3) 突出一个环节——内容实践环节。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。

(4)实现一个立体——多元化教材建设。鼓励编写、出版适应不同类型高等学校教学需要的不同风格和特色教材;积极推进高等学校与行业合作编写实践教材;鼓励编写、出版不同载体和不同形式的教材,包括纸质教材和数字化教材,授课型教材和辅助型教材;鼓励开发中英文双语教材、汉语与少数民族语言双语教材;探索与国外或境外合作编写或改编优秀教材。

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

前 言

《纺织材料学》(第3版)2009年出版以来已经历了5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“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材的要求,对《纺织材料学》(第3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及修改建议,在此表示衷心感谢。

本教材各章节参加编写人员:

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	浙江理工大学	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	武汉纺织大学	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,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。

本书修订过程中各章节执笔人参考了许多教材、专著、论文、标准、测试报告,引用了许多相关图、表、数据、资料及许多老师们多年的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,并得到苏州大学潘志娟教授和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、陈伟杰、冯燕等的支持,在此一并表达衷心的感谢。

由于三十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,当前,我国正在由全球纺织制造大国向纺织强国转变,纺织行业正处于技术创新必须引领、产品质量必须优先的关键时期,教材必须为教育奠定基础,本书在选材、论述等方面存在许多缺点,加上时间紧张,还有许多考虑不周之处,热忱欢迎读者批评指正。

编者
2014年6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,每课时讲授版面字数 6000 字左右(包括图、表在内)。

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。

目录

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	6
参考文献	7
第一章 纤维结构基础知识	8
第一节 纤维大分子结构	9
一、纤维大分子主链的化学组成及连接方式	9
二、侧基与端基	11
三、大分子链的柔性	11
四、相对分子质量及其分布	12
第二节 纤维的凝聚态结构	12
一、纤维大分子间的作用力	13
二、纤维的凝聚态结构	14
第三节 纤维结构测试分析方法	19
一、显微分析技术法	20
二、X 射线衍射法	22
三、红外光谱分析法	23
四、核磁共振法	24
思考题	24
参考文献	25
第二章 纺织纤维的形态及基本性质	26
第一节 纤维的细度	26
一、纤维的细度指标	26
二、纤维的细度不匀及其指标	29
三、纺织纤维细度测量方法	31
四、纤维细度对纤维、纱线及织物的影响	31

第二节 纤维的截面形状	32
一、纤维异形化	33
二、异形纤维的特征与指标	34
第三节 纤维的长度	35
一、纤维长度分布与指标	36
二、纺织纤维长度测量方法	39
三、纺织纤维长度与工艺的关系	40
第四节 纤维的卷曲与转曲	40
一、纤维的卷曲及表征	41
二、纤维的转曲及表征	43
第五节 纤维的吸湿性	44
一、纤维的吸湿平衡	44
二、纤维的吸湿指标	45
三、纤维的吸湿等温线	48
四、吸湿滞后现象	48
五、温度对吸湿的影响	50
六、纤维结构与吸湿的关系	50
第六节 纤维的拉伸强度	52
一、纤维拉伸断裂性能的基本指标	52
二、断裂伸长率	53
三、纤维拉伸的初始模量	53
思考题	54
参考文献	54
第三章 植物纤维	55
第一节 种子纤维	55
一、棉纤维	55
二、木棉	62
第二节 韧皮纤维	64
一、韧皮纤维种类	64
二、韧皮纤维的初加工	74
三、韧皮纤维的化学组成	75
第三节 叶纤维	76
一、剑麻	76
二、蕉麻	78
三、菠萝叶纤维	78

第四节 维管束纤维·····	79
思考题·····	82
参考文献·····	82
第四章 动物纤维 ·····	84
第一节 毛纤维·····	84
一、毛纤维的分类·····	84
二、毛纤维的分子结构·····	85
三、毛纤维的形态结构·····	86
四、毛纤维的品质特征·····	92
五、毛纤维的初加工·····	96
六、用于毛纺工业的其他动物毛·····	96
七、改性羊毛·····	100
第二节 蚕丝·····	102
一、桑蚕丝·····	102
二、柞蚕丝·····	108
三、其他蚕丝·····	109
四、天然彩色蚕茧·····	110
五、绢纺原料·····	110
第三节 蜘蛛丝·····	112
一、蜘蛛丝的分类和形态·····	112
二、蜘蛛丝的组成和结构·····	112
三、蜘蛛丝的力学性能·····	113
四、蜘蛛丝的化学性能·····	113
五、蜘蛛丝的其他性能·····	114
六、蜘蛛丝的人工生产·····	114
思考题·····	115
参考文献·····	115
第五章 化学纤维 ·····	117
第一节 再生纤维·····	117
一、再生纤维素纤维·····	117
二、再生蛋白质纤维·····	120
三、其他再生纤维·····	124
第二节 半合成纤维·····	126
一、醋酯纤维·····	127

二、聚乳酸纤维	128
第三节 合成纤维	130
一、合成纤维的种类	130
二、聚酰胺纤维	135
三、聚酯纤维	137
四、聚烯烃类纤维	143
五、高性能纤维	151
六、聚杂环纤维	154
思考题	156
参考文献	156
第六章 无机纤维	157
第一节 石棉	157
一、石棉纤维的种类	157
二、石棉纤维的结构	158
三、石棉纤维的性能	158
四、石棉纤维的主要用途	159
第二节 玻璃纤维	159
一、玻璃纤维的种类	159
二、玻璃纤维的组成	160
三、玻璃纤维的主要性能	160
四、玻璃纤维的主要用途	161
第三节 碳纤维	162
一、碳纤维的种类	162
二、碳纤维的结构	163
三、碳纤维的性能	163
四、碳纤维的主要用途	164
第四节 金属纤维	164
一、金属纤维的种类	164
二、金属纤维的性能	165
三、金属纤维的主要用途	165
第五节 新型无机纤维	166
一、碳化硅纤维	166
二、玄武岩纤维	167
三、硼纤维	167
四、氧化铝纤维	168

思考题	168
参考文献	168
第七章 纱线的分类与结构	169
第一节 纱线的分类	169
一、按纤维原料组成分类	169
二、按纱线结构分类	169
三、按纺纱系统分类	171
四、按纺纱方法分类	171
五、按纱的用途分类	172
第二节 纱线的结构	172
一、纱线的基本结构特征	172
二、理想纱线的加捻	173
三、常用纱线与长丝纱的结构特征	174
思考题	176
参考文献	176
第八章 纱线的结构参数与性能指标	177
第一节 纱线的细度指标	177
一、纱线的公定回潮率与公定重量	177
二、纱线的细度指标	179
三、纱线的线密度偏差	180
四、纱线的体积质量与直径	180
第二节 常用纱线的规格与品质特征	181
一、纱线原料及混纺品种、比例的标志	181
二、棉型纱线的主要品种、规格和用途	181
三、毛型纱线的主要品种、规格和用途	183
四、化纤长丝主要品种、规格和用途	183
第三节 纱线的细度均匀度	184
一、不匀率指标	184
二、纱线不匀的检测方法	185
三、波谱图	186
四、长片段不匀和短片段不匀	188
第四节 纱线的加捻指标与纤维的径向转移	188
一、纱线的加捻指标	188
二、纱中纤维的径向转移	190

第五节 纱线的疵点和毛羽	192
一、纱线的疵点	192
二、纱线的毛羽	194
思考题	195
参考文献	195
第九章 织物的组成、分类与结构	197
第一节 织物的组成、形成方法及其分类	197
一、织物按组成分类	197
二、织物按形成方法分类	198
第二节 机织物的结构	199
一、基础织物组织	199
二、结构相的表述	202
三、多向、多维及多层机织物	204
第三节 针织物的结构	205
一、纬编针织物的结构与织纹组织	206
二、经编针织物的结构与织纹组织	210
第四节 编结物	212
一、编结物的基本概念	212
二、四步法立体编结	214
三、两步法立体编结	215
四、综合法立体编结	216
五、编结物的结构参数	217
第五节 非织造织物	218
一、非织造织物的定义和分类	218
二、非织造织物的结构	221
第六节 织物的基本参数	224
一、织物匹长、幅宽、厚度	224
二、织物的密度	225
三、织物的覆盖系数、未充满系数、孔隙率和透孔度	227
四、织物表面的平整度	230
思考题	231
参考文献	231
第十章 纺织材料的基本力学性质	233
第一节 拉伸性质	233

一、拉伸断裂性能的基本指标	233
二、纺织材料拉伸断裂机理及主要影响因素	236
三、纺织材料的蠕变和松弛	250
四、纺织材料动态力学性能简介	256
第二节 压缩性质	258
一、纺织材料压缩的基本规律	258
二、纺织材料在压缩中的破坏	261
第三节 弯曲性质	261
一、纤维和纱线的抗弯刚度	262
二、纤维和纱线在弯曲时的破坏	263
第四节 剪切性质	266
一、纤维和纱线的抗扭刚度	266
二、纤维和纱线扭转时的破坏	269
第五节 纺织材料的振动性质和声学性质	271
一、纺织材料的机械振动	271
二、纺织材料的吸音性能	271
三、声波在纺织纤维中的传递	271
第六节 表面摩擦性质	272
一、纤维摩擦的实验结果	273
二、静摩擦和动摩擦	275
三、表面状态对摩擦的影响	275
四、纤维摩擦因数 $\mu = \frac{F}{N}$ 的典型值	276
五、羊毛纤维间的摩擦与缩绒	277
第七节 力学疲劳性质	278
一、拉伸疲劳性质	278
二、弯曲疲劳性质	280
三、扭转疲劳性质	282
第八节 侵彻性质	282
思考题	286
参考文献	287
第十一章 纺织材料的热学性质	289
第一节 比热容与热焓	289
一、比热容	289
二、热焓	291

第二节 导热性质	291
一、纤维的导热系数	291
二、纤维集合体的导热系数	292
第三节 热转变温度	296
一、纤维材料的热力学三态	297
二、热转变温度	298
第四节 阻燃性	303
一、阻燃性的定性表述	304
二、阻燃性的定量表述	304
三、阻燃织物的阻燃性能要求	306
四、提高纺织材料阻燃性的途径	306
五、常见纤维的燃烧特征	307
第五节 热变形性	308
一、热收缩	308
二、熔孔性及熔滴性	309
思考题	310
参考文献	310
第十二章 电学及磁学性能	311
第一节 纺织材料的介电性能	311
一、电介质与极化现象	311
二、电介质的介电常数	312
三、电介质的介电损耗因素	314
四、电介质的介电强度	315
五、影响介电性能的主要因素	316
第二节 纺织材料的导电性能	319
第三节 纺织材料的静电	322
一、纺织材料的静电现象	322
二、静电产生的机理	323
三、表征织物抗静电性能的相关指标	326
四、纺织品抗静电的原理及方法	327
第四节 纺织材料的磁学性质	329
第五节 纺织材料防电磁辐射性能评价	330
一、电磁波的特性及电磁辐射的危害	330
二、纺织品防电磁辐射的评价指标及方法	332
三、纺织品防电磁辐射的方法	334

思考题	335
参考文献	335
第十三章 纺织材料的光学性质	337
第一节 折射率和双折射率	337
一、折射率	337
二、双折射率	339
第二节 反射率、透射率和吸收率	341
一、反射、透射和吸收的基本规律	341
二、纤维反射光及其应用	343
第三节 衍射性质	344
第四节 纺织材料的吸收光谱	345
思考题	348
参考文献	348
第十四章 纺织品的服用性能	349
第一节 纺织品的外观性能	349
一、光泽	349
二、白度、色度与色牢度	351
三、折皱回复性和褶裥保持性	352
四、抗起球性与抗钩丝性	354
五、悬垂性	355
六、织物抗起拱性	359
第二节 织物的手感	359
第三节 纺织品服用的耐用性	362
一、织物的顶破强度或胀破强度	362
二、抗扯裂强度	363
三、抗撕裂强度	363
四、织物耐磨性	364
五、织物的其他特种耐用性	365
第四节 织物的卫生安全性能	365
一、织物的服用舒适性	365
二、抑菌性、抗菌性、防臭性	367
三、紫外线屏蔽率	367
四、红外辐射性	369
五、辐射屏蔽性	372