



“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

纺纱学

FANGSHAXUE (第2版)



郁崇文◎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 纱 学

(第2版)

郁崇文 主编

ISBN 978-7-5020-3111-1



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材中的一种。

本书较系统地介绍了纺纱的流程及其加工原理、工艺和设备等,书中还介绍了纺纱加工技术、装备等的最新发展。全书共十二章,包含绪论、原料选配和初加工、梳理前准备、梳理、精梳、并条、粗纱、细纱、后加工等纺纱的基本原理,同时介绍了棉、毛、麻、绢各纺纱系统。随书配备了光盘,光盘中的内容包括有关纺纱原理、纺纱加工过程的动画和录像。

本书是纺织工程专业的教材,也可供相关专业的工程技术人员和科研工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

纺纱学/郁崇文主编. —2版. —北京:中国纺织出版社, 2014. 8

“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 978-7-5180-0707-3

I. ①纺… II. ①郁… III. ①纺纱—高等学校—教材 IV. ①TS104

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 117869 号

策划编辑: 孔会云 责任编辑: 符 芬 责任校对: 陈 红
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—87155894 传真: 010—87155801

http: //www. c-textilep. com

E-mail: faxing @ c-textilep. com

官方微博 http: //weibo. com/2119887771

三河市宏盛印务有限公司印刷 各地新华书店经销

2009 年 2 月第 1 版 2014 年 8 月第 2 版

2014 年 8 月第 7 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 20. 5

字数: 392 千字 定价: 43.00 元 (附光盘 1 张)

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,教育部于2012年11月21日正式下发了《教育部关于印发第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材书目的通知》,确定了1102种规划教材书目。我社共有16种教材被纳入首批“十二五”普通高等教育本科国家级教材规划,其中包括了纺织工程教材7种、轻化工程教材2种、服装设计与工程教材7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;鼓励开发中外文双语教材、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

第2版前言

前言

本教材根据高等纺织教育改革的需求以及纺织工业的最新发展编写而成。在2011年11月召开的全国高等学校《纺纱学》教学研讨会上,由来自全国20余所纺织高等院校的40余位纺纱学教师进行过认真的讨论,结合“十一五”期间《纺纱学》教材在教学中的使用情况,并结合当前的教学发展趋势,充分吸取各高校在教学安排上的有益经验,形成了本教材的修订编写大纲。在教材的修订、编写过程中,又多次对有关内容进行了修改、补充和整合,力求完善。

全书共分十二章,包括了纺纱过程中从原料初加工到各种纺纱系统的纱线形成的主要加工技术。本书在普通高等教育“十一五”国家级规划教材《纺纱学》的基础上,对章节和内容的编排重新进行了调整和修订:

1. 全书按照纺纱系统的加工流程进行编写,学生学习后对纺纱的加工流程和各工序作用有较深刻的认识和掌握。

2. 第一章是绪论,对整个纺纱的原理和各纺纱系统进行了概括,使读者对纺纱有一个大概的了解;第二到第十章分别阐述了纺纱的有关原理,并以量大面广且技术装备最成熟的棉纺系统为例,阐述各工序中相关原理的应用以及工艺、设备上对原理的实现,使原理的论述既能及时落实到具体的工序上,又能线条清晰地表明最典型的棉纺纺纱工序的脉络,更有利于学生对纺纱原理及其实际应用的理解和掌握。

3. 限于篇幅及教学时数的限制,本教材在以棉纺为重点进行介绍的基础上,再将毛、麻、绢等其他纺纱系统单独成章,每章按其纺纱的工序进行编写,力求对这些纺纱系统有一个简洁、明了的阐述,兼顾对知识深度和广度的要求,也便于学生对各纺纱系统的认识和掌握。

4. 对多媒体资料(文中提及的动画及录像内容均附在光盘中)进行了增补,并根据教材内容的改变而重新编排,进一步加深学生对有关内容的理解和掌握。

本书在第1版的基础上进行修订,修订章节及人员分工如下:

第一章:东华大学郁崇文;第二章:南通大学丁志荣;第三章:嘉兴学院敖利民;第四章:东华大学郁崇文;第五章:中原工学院任家智;第六章:大连工业大学于永玲;第七章:天津工业大学王建坤、张淑洁和黑龙江省纺织研究所王薇;第八章的细纱部分:江南大学谢春萍,新型纺纱部分:青岛大学邢明杰;第九章:江南大学吴敏;第十章:东华大学王新厚、武汉纺织大学张尚勇、沈小林;第十一章:东华大学郁崇文、大连工业大学郑来久;第十二章:东华大学劳继红。本书的多媒体光盘由东华大学郁崇文、裴泽光、研究生钟海等修订。钟海和上海工程技术大学的尚珊珊参与了本书的部分文字和绘图工作。全书由郁崇文统稿并最后定稿。

限于编者的水平,书中难免存在不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2013年10月

第1版前言

本教材是根据纺织高等教育改革的需求以及纺织工业的最新发展编写而成的。本教材的编写大纲,曾在2006年年底召开的纺纱学教学研讨会上,由来自全国20多所纺织高等院校的40余位纺纱学教师,进行认真地讨论,并充分吸取了各高校在教学安排上的有益经验。编写过程中,又多次对有关内容进行了修改、补充和整合,力求完善。

全书共分十章,包括纺纱中从原料初加工到各种纺纱系统的纱线形成的主要加工技术。在吸取以前有关教材编写、使用经验和要求的基础上,本书对章节和内容的编排如下:

1. 按照纺纱加工的流程进行编写,使学习后对纺纱的加工流程和各工序作用有较深刻地认识和掌握。

2. 每章在简介本工序后即展开有关原理的阐述,在此基础上,再进一步介绍棉、毛、麻、绢等各纺纱系统中的相关原理应用及工艺设备和质量控制,使原理的论述能及时落实到具体的工序上,更有利于读者对纺纱原理及其实际应用的理解和掌握。

3. 由于篇幅及教学课时的限制,本教材以量大、面广且技术装备最成熟的棉纺(短纤维纺纱)以及毛纺(长纤维即毛、麻、绢纺纱)为重点进行介绍,再将其他的纺纱系统与棉、毛纺的异同点作对比介绍,兼顾了对知识深度和广度的要求,并对某些内容作了适当的精简。

4. 增加了多媒体光盘,编制了动画、录像等,将有关的纺纱原理和加工过程形象地表现出来,有利于读者对有关内容进一步理解和掌握。

本书编写的人员及其分工如下。第一章、第四章和第十章:东华大学郁崇文;第二章:南通大学丁志荣;第三章:西安工程大学薛少林;第五章:中原工学院任家智;第六章:大连工业大学于永玲;第七章:天津工业大学王建坤;第八章:江南大学谢春萍和青岛大学邢明杰;第九章:江南大学吴敏;各章中的毛纺部分:武汉科技工程学院张尚勇和东华大学王新厚;各章中的麻纺部分:东华大学郁崇文;各章中的绢纺部分:东华大学劳继红。本书的多媒体光盘由郁崇文和武汉科技工程学院林子务主持策划,山东科技职业学院常涛、上海工程技术大学焦坤、东华大学汪军和王新厚以及博士研究生陈俊焱、裴泽光等制作。全书由郁崇文统稿并最后定稿,由陆凯和于修业审稿。

限于编者的水平,书中难免存在不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2008年10月



课程设置指导

本课程设置意义 “纺纱学”是纺织工程专业的核心课程之一,它包括了从纤维原料到形成纱(线)的主要加工过程。本课程以纺纱加工的原理为基础,对各种纤维的纺纱系统、流程、纺纱工艺及纱线质量控制进行讲解,使学生能系统掌握纺纱的专业知识,并对各类纤维的纺纱工艺设计具有一定的了解。

本课程教学建议 “纺纱学”课程作为纺织工程专业的平台课程,建议60~80课时,每课时讲授字数建议控制在4000字以内。本教材的前九章结合棉纺系统地阐述了纺纱的基本原理,是本教材的主要和重点内容,第十~第十二章则分别对毛纺、麻纺和绢纺的加工系统进行了介绍。

本课程教学目的 通过本课程的学习,学生应系统地掌握纺纱的基本理论和纺纱工艺过程;掌握各种纤维的纺纱系统和流程,基本掌握主要的纺纱工艺参数与典型、关键的设备和机构等;了解掌握半制品和纱(线)的主要质量指标。

(说明:本课程设置指导仅供参考,各学校可根据实际教学情况进行适当调整。)

目录

第一章 绪论	001
第一节 纺纱基本原理及过程	001
一、纺纱基本原理	001
二、纺纱工程	003
第二节 纺纱的工艺系统	005
一、棉纺纺纱系统	005
二、毛纺纺纱系统	005
三、麻纺纺纱系统	006
四、绢纺纺纱系统	006
第二章 纤维原料初加工与选配	008
第一节 轧棉与脱糖	008
一、轧棉的要求与分类	008
二、轧工质量	009
三、原棉打包与检验	009
四、棉纤维脱糖	010
第二节 原料的选配与混和	011
一、常用纺纱原料的工艺性能	011
二、原料选配的目的和原则	012
三、原料选配方法	012
四、原料混和方法与计算	015
第三节 计算机配料理论与技术简介	017
一、线性规划法	017
二、神经网络技术	017
三、遗传算法	019
第三章 梳理前准备	020
第一节 开松与除杂的原理	020
一、开松作用的原理	020
二、除杂原理与方法	026

第二节 开清棉	032
一、开清棉机械的分类与作用	032
二、抓棉机械	033
三、棉箱机械	035
四、开棉机械	039
五、清棉成卷机械	040
六、连接装置与安全防护装置	042
七、开清棉机械的组合	045
八、棉卷质量控制	047
第四章 梳理	050
第一节 概述	050
一、梳理目的与任务	050
二、梳理机的类型及其工艺过程	051
第二节 梳理的基本原理	053
一、相邻两针面间作用的基本原理	053
二、梳理机的针面负荷及分配	057
三、梳理机的混和、均匀作用	062
第三节 自调匀整	064
一、自调匀整装置的基本原理	064
二、自调匀整装置的组成	064
三、自调匀整装置的类型	064
第四节 梳棉	067
一、梳棉机的组成	067
二、主要工艺参数作用及其选择	068
三、生条质量控制	078
第五章 精梳	081
第一节 概述	081
一、精梳的目的与任务	081
二、精梳机分类	082
三、精梳机的工艺过程	082
第二节 精梳前准备	084
一、棉纺精梳前准备	085
二、毛精梳前准备的设备	087
三、麻纺、绢纺精梳前准备	088

第三节 精梳基本原理	088
一、精梳的工作原理	088
二、精梳机运动周期	088
三、精梳机的工艺作用分析	091
第四节 棉型精梳机	099
一、棉型精梳机组成	099
二、主要工艺参数作用及其选择	099
三、棉精梳条质量控制	102
第六章 并条	105
第一节 概述	105
一、并条的目的与任务	105
二、并条的工艺过程	106
第二节 牵伸	107
一、牵伸的基本原理	107
二、摩擦力界	108
三、纤维变速点分布与须条不匀	112
四、牵伸区中纤维受力分析	115
五、牵伸过程中纤维的伸直	119
第三节 并合与匀整	121
一、并合的基本原理	121
二、自调匀整	122
第四节 棉纺并条	123
一、棉型并条机的组成	123
二、并条机主要工艺参数作用及其选择	125
三、熟条质量控制	127
第七章 粗纱	130
第一节 概述	130
一、粗纱的目的与任务	130
二、粗纱的工艺过程	130
第二节 加捻的基本原理	132
一、加捻的基本概念	132
二、捻度的获得	135
三、捻度分布与纱条结构	138
四、粗纱中的加捻	140

第三节 粗纱的卷绕	141
一、实现粗纱卷绕的条件及其卷绕方程	141
二、粗纱机的卷绕机构	142
三、粗纱的张力	143
四、无锥轮粗纱机	145
第四节 棉型粗纱	148
一、棉型粗纱机的组成	148
二、主要工艺参数作用及其选择	149
三、质量控制	151
第八章 细纱	153
第一节 概述	153
一、细纱的目的与任务	153
二、细纱的工艺过程	153
第二节 细纱的牵伸与加捻卷绕	155
一、细纱的牵伸	155
二、细纱的卷绕	155
三、环锭细纱断头分析	157
第三节 棉纺细纱	162
一、棉纺细纱机的组成	162
二、细纱的牵伸	162
三、主要工艺参数作用及其选择	164
四、细纱质量控制	168
第四节 新型的纺纱技术	171
一、集聚纺	171
二、赛络纺 (Sirospun)	174
三、赛络菲尔纺	175
四、缆型纺	176
五、转杯纺纱	177
六、喷气纺纱机	179
七、喷气涡流纺纱	182
八、摩擦纺纱	185
九、涡流纺纱	187
十、自捻纺纱	189

第九章 后加工	193
第一节 概述	193
第二节 捻合	194
一、捻合的基本原理	194
二、合股加捻对股线性质的影响	197
第三节 棉纺后加工	198
一、工艺流程	198
二、络筒	199
三、并纱(线)	200
四、捻线	201
五、摇纱	204
第十章 毛纺	206
第一节 羊毛原料的初加工	206
一、开毛	207
二、洗毛与炭化	208
第二节 梳理前准备	214
一、和毛机简介	215
二、给油加湿	216
第三节 梳毛	218
一、精纺梳毛机	218
二、粗纺梳毛机	221
第四节 毛纺精梳	224
一、毛纺精梳前准备	225
二、毛型精梳	225
三、条染复精梳	226
第五节 毛纺针梳	234
一、针梳机的组成与工艺过程	234
二、主要工艺参数作用及其选择	235
三、质量控制	237
第六节 毛型粗纱	237
一、毛型有捻粗纱机	238
二、毛型无捻粗纱机	239
三、毛型粗纱质量控制	241
第七节 毛纺细纱	242
一、毛精纺细纱	243

二、毛粗纺细纱	244
第八节 毛纺后加工	246
一、工艺流程	246
二、并线、捻线、络筒	246
三、毛纺蒸纱	246
第十一章 麻纺	249
第一节 麻纤维脱胶	249
一、麻纤维的化学成分与性质	249
二、脱胶基本原理	250
三、常见的麻纤维脱胶方法	250
第二节 苎麻纺纱	252
一、软麻与开松	252
二、梳麻	255
三、苎麻精梳	260
四、苎麻针梳	263
五、苎麻粗纱	265
六、苎麻细纱	268
七、苎麻后加工	270
第三节 亚麻纺纱	270
一、亚麻长麻纺	271
二、亚麻短麻纺	284
第十二章 绢纺	290
第一节 绢纤维精练	290
一、绢纺原料	290
二、绢纺原料精练	291
三、精干绵品质检验	292
第二节 开绵与切绵	293
一、开绵	293
二、切绵	294
第三节 梳绵	295
一、梳绵机的组成与工艺过程	295
二、主要工艺参数作用及其选择	296
三、绵条质量控制	298
第四节 绢纺精梳	298

一、绢纺直型精梳机	298
二、绢纺圆型精梳机	299
第五节 绢丝针梳	302
一、延展	302
二、制条及其质量控制	303
三、并条（针梳）及其质量控制	303
第六节 绢纺粗纱	304
一、延绞	304
二、粗纱	305
第七节 绢纺细纱	307
一、绢纺细纱机的特点	307
二、工艺参数选择	308
三、细纱质量控制	308
第八节 绢纺后加工	309
一、工艺流程	309
二、络筒、并丝、捻丝	309
三、烧毛	310
参考文献	312

第一章 绪论

本章知识点

1. 纺纱的基本原理。
2. 纺纱的工艺过程。
3. 纺纱的系统。

第一节 纺纱基本原理及过程

纺纱学是一门应用科学,它有很强的实践性,要掌握它不仅要学习理论知识,还要到生产中去实践领会。纺纱学具有与生产实践相结合的完整的基本理论体系。

纺纱作为一门工程技术,其加工对象是纤维集合体,而纤维集合体的各项特性,往往差异很大,且常因周围环境条件(如空气温湿度等)等变化而改变,故纺纱工程必须使用机械、气流、化学等手段以及最新发展的各种技术,将离散的纤维原料加工成具备足够强力和外观特性的连续细缕(纱线),以满足下游织造生产的需要。

纺纱实质上是使纤维由杂乱无章的状态变为按纵向有序排列的加工过程。纺纱之前,纤维原料经过初步加工去除了大部分杂质,但纤维的排列仍是杂乱无章的。每根纤维本身既不伸直也没有一定方向,所以纺纱都是要经过开松、梳理、牵伸、加捻等基本过程的。

一、纺纱基本原理

纺纱加工中,需要先把纤维原料中原有的局部横向联系彻底破除(这个过程叫作“松解”),并牢固建立首尾衔接的纵向联系(这个过程叫作“集合”),松解是集合的基础和前提。

在现代技术水平下,松解和集合还不能一次完成,要分为开松、梳理、牵伸、加捻四步进行,如图 1-1 所示(见动画 1-1)。



图 1-1 纺纱的基本过程

1. 开松是把纤维团扯散成小束的加工过程。开松使纤维横向联系的规模缩小,大块(团)的

纤维集合体变为小块(束),为以后进一步松解到单纤维状态提供条件。

梳理是近代松解技术,是采用梳理机的机件上包覆的密的梳针对纤维进行梳理,把纤维小块(束)进一步分解成单纤维。此时,各根纤维间的横向联系基本被破除,但纤维大多呈屈曲弯钩状,各纤维之间因相互勾结而仍具有一定的横向联系。

梳理后,分解的纤维形成网状,可以收拢成细长条子,逐步达到纤维的纵向顺序排列,但这些纤维的伸直平行程度还是远远不够的。牵伸是把梳理后的条子抽长拉细,使其中的屈曲纤维逐步伸直,弯钩逐步消除,同时使条子获得所需粗细的加工过程。这样残留的横向联系才有可能被彻底解除,并沿轴向取向,为建立有规律的首尾衔接关系创造条件。

加捻是利用回转运动,把牵伸后的须条(即纤维伸直平行排列的集合体)加以扭转,以使纤维间的纵向联系固定起来的加工过程。须条绕本身轴向扭转一周,即加上一个捻回。须条加捻后,其性能发生了变化,具有一定的强度、刚度、弹性等,达到了一定的使用要求。

因此,在纺纱中,开松是对原有集合体的初步松解,梳理是松解的基本完成。加捻则是最后巩固新形成的纤维集合体(纱或线),它们之间既各自对纤维进行作用,又有相互联系,如图1-2所示。

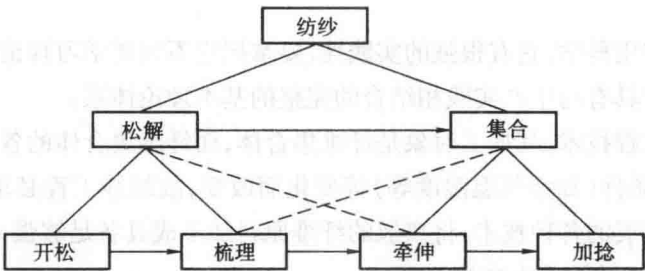


图 1-2 纺纱中各步骤的相互关系简图

除了以上四种对成纱有决定影响的步骤或作用外,纺纱还包括其他许多步骤或作用,其中混合、除杂、精梳(去除不合要求的短纤维和细小杂质)、并合可使产品更加均匀和洁净,从而提高纱线质量,但它们对能否纺成纱线没有决定性影响。

还有一类是使纺纱过程中前后道工序能相互衔接所不可缺少的过程,即卷绕过程,它包括做成花卷,装进条筒,绕于纱管上,络成筒子,摇成纱绞等。

纺纱是一个复杂的过程,若以成纱为目的来划分以上纺纱过程中的各种作用,可以把它分成三个层面。

(1)主层。开松→梳理→牵伸→加捻,它决定着成纱的可能性。

(2)次层。包括混和、除杂、精梳、并合,它与主层相配合,决定成纱的质量和加工进行的顺利程度。

(3)夹层。由每两个相邻的间断工序之间的卷绕构成。

要纺出质量优良的纱、线,以上三个层面是必不可少的。通过对纺纱过程各种作用的深入分析,抽象、分析、演绎,形成将在以后各章节展开的开松、梳理、牵伸、加捻、混和、除杂、精梳、并