



天津市高校“十五”规划教材

现代 纺纱 技术

*XianDai
FangShaJiShu*

杨锁廷 主编 马会英 审



 中国纺织出版社

天津市高校“十五”规划教材

现代纺纱技术

杨锁廷 主编

马会英 审

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书是天津市高校“十五”规划教材之一。主要介绍我国纺织工业的现状及其“十五”规划目标;新型纤维性能及其加工技术、新型纱线及其加工技术、纺纱新设备及新技术的应用以及关键纺纱器材的发展等。书中吸取了大量最新研究成果,较系统地论述了原料的多元化、纱线的多元化、加工方法的多元化以及产品的多元化加工技术,对促进我国纺织企业产品结构的调整有一定的现实意义。

本书为高等纺织院校纺织工程专业教材,也可供纺织工程技术人员及科研人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

现代纺纱技术/杨锁廷主编. —北京:中国纺织出版社, 2004. 7
(天津市高校“十五”规划教材)

ISBN 7-5064-3006-1/TS·1805

I. 现… II. 杨… III. 纺纱-高等学校-教材 IV. TS104.2
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 051841 号

策划编辑:崔俊芳 张福龙 责任编辑:王文仙

责任校对:楼旭红 责任设计:李 然 责任印制:黄 放

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

电话:010-64160816 传真:010-64168226

http://www.c-textilep.com

E-mail:faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 三河新科印刷厂装订

各地新华书店经销

2004 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:13.5

字数:339 千字 印数:1—3000 定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

前 言

《现代纺纱技术》是为提高本科生教学质量,培养学生能力而设立的必修专业课教材。本书是作者根据多年来在科研、研究生教学以及本科生专题讲座的基础上,吸取大量最新研究成果编写而成的。

本书通过对我国纺织工业现状的分析,重点介绍了最新开发的天然植物纤维、天然蛋白质纤维、新型再生纤维素纤维、动物蛋白再生纤维和新型化学纤维的研究进展,对产品开发现状以及加工过程中的技术难点进行了分析。

本书介绍了清梳联、梳并联、细络联等最新纺纱设备的研究进展,对机电一体化技术在纺纱设备上的应用进行了较详细的介绍。并对自调匀整新技术、等离子体技术、生物酶技术以及光电子技术在纺织上的应用进行了阐述。对转杯纺纱、摩擦纺纱、涡流纺纱、静电纺纱、管道纺纱等自由端成纱和喷气纺纱、平行纺纱、自捻纺纱等非自由端成纱新型纺纱机理和加工技术进行了分析。

本书介绍了高支纱加工技术;赛络纺纱、赛罗菲尔纺纱、包芯纱、空芯纱、弹力包芯纱、无捻纱等多元化纱线加工方法;色纺纱加工原理和工艺技术以及竹节纱的纺制加工原理和装置。介绍了牵伸机构零部件和加捻机构零部件等关键器材的进展。

通过对新设备、新工艺、新技术和新原料的介绍,希望读者深刻认识到纤维原料的多元化和复合技术、加工方法的多元化等是实现最终产品多元化的创新基础,机电一体化等高新技术在传统纺织工业上的

应用是提高产量和质量、降低消耗、实现自动化和连续化的必要手段。作者力图使本书在拓宽视野,促进纺织工业的科技进步,提高培养学生能力上有一定的促进作用。

本书是天津市高校“十五”规划教材之一。立项后,编者进行了认真的讨论,通过多方面听取意见,在对现有资料进行整理的基础上,查阅了大量最新文献。在编写过程中对材料的取舍进行了认真斟酌,对编写内容进行了反复修改。

本书由杨锁廷任主编,王建坤、李济群、王晓红、刘建中(排名不分先后)任副主编。马会英审稿。本书编写分工为:第一章杨锁廷,第二章杨锁廷、王晓红、季益萍,第三章杨锁廷、刘建中,第四章王建坤,第五章杨锁廷,第六章李济群,英文摘要王建坤。全书由杨锁廷筹划、组织、统稿。在本书编写过程中张淑洁、李志敏、张琦等在资料的收集方面做了大量工作。本书参考了部分毕业论文和大量有关书刊和文献上的文章。各章最后列出了一些主要的参考文献和资料,在此,我们对参考文献的作者和帮助过本书编写出版的同志表示诚挚的谢意。

由于本书涉及的内容新,范围广,资料的来源受到一定限制,加上作者的水平和经验有限,时间仓促,书中不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编者

2003.11.

目 录

第一章 绪论	1
第一节 纺织工业技术进步	2
一、纤维原料	2
二、技术发展趋势	3
第二节 我国纺织工业的现状、趋势与目标	5
一、我国纺织工业的综合优势	5
二、竞争力要素的比较	7
三、国际纺织品市场发展趋势	8
四、目标	9
主要参考文献	10
第二章 新型纺织纤维及其加工技术	11
第一节 新型纺织纤维的研究进展	11
一、新型天然纤维	12
二、新型化学纤维	15
第二节 天然彩色棉及其加工技术	26
一、概述	26
二、天然彩色棉的纤维特性	31
三、天然彩色棉的结构与品质	32
四、天然彩色棉的纺纱加工	34

五、生态整理	38
六、产品开发的方向	41
第三节 羊毛拉伸细化加工技术	43
一、概述	43
二、羊毛纤维的结构特征	44
三、羊毛拉伸细化加工技术	45
第四节 罗布麻纤维及其加工技术	55
一、概述	55
二、罗布麻纤维的性能	56
三、罗布麻纤维的天然医疗保健功能	58
四、罗布麻的应用与开发	60
五、罗布麻纤维纺纱	61
第五节 大麻纤维及其加工技术	64
一、概述	64
二、大麻纤维加工技术	65
三、产品开发趋势	68
第六节 大豆蛋白纤维及其加工技术	69
一、概述	69
二、大豆蛋白纤维的纯纺	73
三、大豆蛋白纤维与涤纶(白色、有色)纤维混纺	78
四、大豆蛋白纤维与棉纤维混纺	79
五、大豆蛋白纤维与羊毛纤维混纺	80
六、有待进一步研究的问题	84
第七节 动物蛋白改性纤维	85
一、概述	85
二、牛奶蛋白纤维	85
三、蜘蛛丝纤维	89

四、蛹蛋白丝	91
第八节 甲壳素纤维及其纺纱加工技术	94
一、概述	94
二、甲壳素与壳聚糖纤维的性能和质量指标	96
三、甲壳素纤维纺纱	97
四、甲壳素纤维的应用	106
五、甲壳素纤维的鉴别	106
第九节 新型再生纤维素纤维——竹纤维	107
一、概述	107
二、再生竹纤维素纤维与绢丝混纺纱的生产	110
第十节 Lyocell 纤维的特性及纺纱工艺	114
一、Lyocell 纤维的性能	114
二、Lyocell 纤维的纯纺	115
三、Lyocell 纤维的混纺	118
主要参考文献	121
 第三章 新型纺纱设备及高新技术在纺纱设备上的应用	 125
第一节 机电一体化	125
一、机电一体化的五大要素和五大功能	125
二、五大要素分析	126
三、机电一体化在纺纱工程中的地位	133
第二节 清梳联	135
一、概述	135
二、有关清梳联技术问题的讨论	137
三、清梳联技术展望	152
第三节 梳并联和细络联	154
一、梳并联的研究进展	154

二、细络联技术	156
第四节 新型梳棉机	157
一、新型针布	157
二、刺辊分梳板	160
三、锡林前后固定盖板	161
四、自动监控水平的提高	162
五、传动技术的发展	163
六、负压吸尘技术的发展	164
七、安全保证体系	164
第五节 并条机	165
一、牵伸机构	165
二、加压机构	168
三、自动清洁系统	169
四、传动设计	169
五、自调匀整装置	170
六、并条机微机控制系统	170
七、并条机罗拉隔距的在线控制	171
第六节 精梳机	174
一、精梳机发展现状	175
二、国外精梳机的主要技术特点	176
三、精梳机的发展趋势	178
第七节 粗纱机	181
一、粗纱机传动系统的基本特点	182
二、粗纱机电一体化技术	183
三、电气控制系统的设计	187
第八节 环锭细纱机	189
一、环锭细纱机的主要进步	189

二、国产环锭细纱机的机电一体化	193
第九节 自调匀整新技术	196
一、自调匀整的分类	197
二、自调匀整新技术的应用	199
三、自调匀整装置的控制指标	206
四、应注意的问题	207
第十节 等离子体等新技术在纺织上的应用	208
一、等离子体技术在纺织上的应用	208
二、生物酶在纺织上的应用	216
三、光电子技术在纺纱加工中的应用	219
主要参考文献	223
 第四章 新型纺纱及其发展	226
第一节 概述	226
一、新型纺纱与传统纺纱	226
二、环锭纺纱的局限性	227
三、新型纺纱的分类	229
四、新型纺纱的发展历程	230
五、新型纺纱的特点	231
第二节 自由端成纱新型纺纱	232
一、自由端成纱机理	232
二、转杯纺纱	235
三、摩擦纺纱	243
四、涡流纺纱	257
五、静电纺纱	262
六、管道纺纱	263
第三节 非自由端成纱新型纺纱	264

一、概述	264
二、喷气纺纱	265
三、平行纺纱	275
四、自捻纺纱	282
主要参考文献	286
 第五章 新型纱线及其加工技术	288
第一节 高支纱线的生产技术	288
一、概述	288
二、棉高支纱线的纺纱工艺	291
三、精纺高支羊绒纱加工技术	299
四、棉纺设备加工细特绒色纱	304
第二节 复合纱加工技术	309
一、概述	309
二、涤粘赛络纺纱(AB 纱)产品	314
三、赛罗菲尔纺	320
四、索罗纺纱与赛络纺纱的比较	320
五、包芯纱的成纱技术	323
六、空芯纱的加工技术	328
七、弹力纱的加工技术	329
第三节 棉色纺纱加工技术	333
一、原棉染色及混色纺纱	333
二、色涤/棉色纱的加工	336
三、中空纤维、黑色涤纶与棉混纺色纱加工	340
第四节 竹节纱的纺制加工	343
一、原理	343
二、PLC 和电磁离合器结合的竹节纱装置	344

三、单片机控制步进电动机纺竹节纱的装置	348
第五节 紧密纺纺纱	349
一、纱线毛羽的成因及危害	349
二、紧密纺环锭纺纱技术	351
三、改进后的效果	356
第六节 无捻纱	359
一、无捻纱的生产方法	359
二、无捻纱织物的特性	360
三、无捻纱的开发	360
主要参考文献	363
 第六章 纺纱关键零部件	 365
第一节 牵伸机构零部件	365
一、罗拉	365
二、胶辊	367
三、摇架	386
四、上销、下销	390
五、胶圈	392
第二节 加捻机构零部件	393
一、高速锭子	393
二、高速捻线锭子磁力联轴器整体充磁、退磁系统	402
三、钢领、钢丝圈	403
四、锭带	408
主要参考文献	414

第一章 绪论

本章主要介绍了纺织纤维原料以及技术发展趋势,对我国纺织工业技术优势和竞争力要素进行了认真的分析,结合国际纺织品市场发展趋势分析介绍了我国“十五”的调整目标。

The chapter mainly introduces the progress of textile fiber materials and the trend of technology development, earnestly analyses our textile technological superiority, and introduces the goal of “Fifteenth Plan” combined with the development trend of international textiles market.

在全球经济呈现温和复苏态势和国际纺织品贸易进一步自由化的背景下,作为以内需为增长基础的中国纺织业,伴随着我国加入WTO和整个国民经济的持续高速发展,生产、销售和效益均出现突破性增长。2002年全国纤维加工总量约为1750万吨,大约占世界纤维加工总量的30%,比2001年净增100多万吨,约为1980年的5.5倍,1990年2.8倍;2002年全国纺织工业实现销售总值大约18500亿元,其中出口创汇达617.7亿美元。2003年全国纤维加工总量约为2000万吨,出口创汇达804.8亿美元。中国纺织工业国际竞争力不断提高。高新技术在纺织生产中的应用推动了传统纺织技术现代化的进程。纺织纤维原料和纺织加工技术的发展,提高了纺织产品的质量,扩大了纺织产品的品种。纺织产品正在进入国民经济的各个领域,成为社会经济和人民生活不可缺少的重要工业。

第一节 纺织工业技术进步

一、纤维原料

纺织工业是加工工业,纺织产品的质量、品种、生产效率、产品成本、市场竞争力在很大程度上取决于纤维原料的质量和品种。

2001 年世界化纤产量 3385 万吨,已超过世界纺织纤维总量的 60%,化学纤维已成为纺织生产的主要原料。随着产品结构的调整,纤维品种迅速增多,纤维性能不断得到改进,通过物理变形和化学改性改进了化纤的外观、手感、吸湿性和染色性。差别化纤维已经从 20 世纪 90 年代初的仿天然纤维发展到超天然纤维。低特纤维技术从涤纶、锦纶发展到几乎所有化纤品种。剥离法、海岛法复合纺丝技术的工业化使超细纤维形成了规模生产能力,涤纶剥离法可以纺制 0.06dtex(0.05 旦)细丝。通过采用各种添加剂共混改性能够生产抗菌、远红外、抗静电、导电、阻燃、吸湿、防紫外线等功能纤维。芳纶、碳纤维、超高分子量聚乙烯等高性能纤维已成为航天航空、能源、建筑、防护、过滤、汽车、海洋、农牧渔业以至文娱、体育等产业部门不可缺少的新材料。溶剂法纤维素纤维、竹纤维、聚乳酸纤维、甲壳素纤维、动物毛蛋白纤维、大豆蛋白纤维、牛奶蛋白纤维等新纤维的工业化生产被认为是 21 世纪纺织工业可持续发展的环保型纺织原料。随着化学纤维产品性能提高及使用量的增加,对棉、毛、麻、绢等传统天然纤维进行了不同的改性加工,提高了纤维的性能,并且开发了彩色棉、罗布麻、大麻、竹原纤、桑树皮等新的天然纤维。不同纤维原料经过混和、复合、变形、纺织、印染、后整理加工,取长补短、优势互补,生产出品类繁多的纺织品。随着纤维品种的不断发展,多种纤维原料的混纺、交织已成为纺织品生产和纺织染整工艺技术的发展趋势。

二、技术发展趋势

20 世纪以来,世界纺织工业生产技术发生了很大变化。随着电子计算机、传感及变频调速等高新技术与纺织生产工艺技术的完美结合,使纺织技术取得了突飞猛进的发展,使劳动力密集型的传统纺织工业向资金密集、技术密集型产业方向发展,使纺织工业生产出现了高速度、高自动化、高产量、高质量及新技术不断涌现的四高一新局面。微电子技术的广泛应用、自动监控水平的不断提高,不仅使纺织机械高速运行成为可能,而且大大提高了各工序半成品、成品的质量。

(一)生产水平不断提高

回顾纺织工业的发展历史,生产水平不断提高,下表所示为棉纺主要设备生产水平的变化。

棉纺主要设备生产水平的变化

棉 纺 设 备	20 世纪 50 年代 一般水平	20 世纪 80 年代 一般水平	国际先进水平	国际最高水平
梳棉机(kg/h·台)	4 ~ 5	25	50 ~ 70	100 ~ 120
并条机(m/min)	150	250	600 ~ 800	1000 ~ 1200
精梳机(钳次/min)	120	230	300 ~ 350	400
粗纱机(r/min)	400	600	1000 ~ 1200	1500 ~ 1600
细纱机(r/min)	8000 ~ 10000	15000 ~ 16000	20000 ~ 22000	23000 ~ 25000
织机入纬率 (m/min)	150 ~ 180	180 ~ 200	1200 ~ 1600(喷气) 1100 ~ 1300(剑杆)	2000 ~ 2500(喷气) 1500 ~ 1600(剑杆)

除此之外,转杯纺纱机速度达 150000r/min,喷气纺纱机线速度已超过 300m/min,最新式涡流纺纱机线速度达 400m/min。

另外,毛纺梳毛机机幅增加到 3.5m 左右,精纺梳毛机的产量可以

达到 $200 \sim 300 \text{ kg/h} \cdot \text{台}$, 高速针梳机出条速度达 $300 \sim 400 \text{ m/min}$, 精梳机出条速度为近 300 钳次/min , 粗纱机锭子速度最高可达 1400 r/min , 环锭细纱机锭速约为 17000 r/min 。

(二) 产品质量不断提高

纺织新工艺、新技术和各种高新技术的应用, 使纺织产品的质量不断提高。以棉纺织生产为例, 发达国家已普遍采用的清梳联技术, 消除了传统开清棉工艺成卷、退卷对棉条质量的影响。大容量棉堆混棉、往复式自动精细抓棉、大容量多仓混棉、棉箱混棉等新工艺、新技术, 提高了流程开松、除杂、均匀混和的作用, 改善了流程的工艺性能。单机或全流程采用了光电检测、压力传感、气流输棉、自调匀整、计算机综合监控等技术, 提高了运行的稳定性、可靠性, 保证了全流程的连续、同步、平稳运行, 提高了输出棉条的均匀度。

梳棉、针梳和并条的自调匀整通过在线检测、位移传感、信号转换、伺服系统控制、计算机处理、变频调速等技术, 使输出条长片段、超长片段和短片段的均匀度都能稳定在一定范围内, 从而保证了成纱质量的稳定性。

粗纱机采用多电机分部变频传动、伺服控制技术, 大大简化了机械传动系统。CCD 张力微调技术可以精确地控制纺纱张力, 保证粗纱张力恒定, 提高纺纱质量。

细纱长车整体自动落纱和自动络筒空气粘接技术的不断完善, 使细络联纺纱技术在 20 世纪 80 年代中期进入了实用阶段。棉纺生产中用人最多、劳动强度最大的两个工序的直接连接, 不仅保证和提高了产品质量, 大幅度减少了用人, 提高了劳动生产率, 还较好地解决了纺纱生产中长期难以解决的纺纱速度和细纱卷装的矛盾, 大大提高了环锭细纱机的锭速和产品质量。

自动落纱、自动络筒和空气粘接技术的广泛应用, 使发达国家的无接头纱比重已经达到 90% 以上, 无梭织机使用率达到 90% 以上。

(三)劳动生产力不断提高

由于生产设备的连续化、自动化,棉纺万锭用人已由数百人下降到几十人,采用新工艺、新技术、新设备并在生产管理和劳动组织方面做必要改进,万锭用人应可以减少到更少。使过去人们梦寐以求的“无锭纺纱、无梭织布、无水印花、无纺织布、无人工厂”等技术逐步变成现实,高新技术已经使纺织工业这一传统工业焕然一新。

展望今后几年的纺织技术与设备,传统技术与设备将加快更新与淘汰,优质、高效、高产、短流程、自动化、连续化将得到进一步发展。近年来,世界上各类新型纺纱技术层出不穷,先后涌现出的紧密纺、全自动转杯纺、喷气纺等新技术和新设备正不断成熟并获得推广。

电子技术和计算机技术在纺织生产中的广泛应用,对生产水平的提高发挥了重要作用。首先是机电一体化,计算机技术直接推动纺织工业技术装备向生产过程全面自动化迈进,许多设备使用了在线检测技术,通过生产过程的信息反馈,有效地保证了半制品质量的稳定性和生产的连续性。计算机技术的应用已经跨出了单纯的生产设备控制阶段,向整个企业的运行管理方向发展,从各种计算机辅助设计(CAD)的应用,到计算机辅助制造(CAM),再到计算机集成制造系统(CIMS)的建立和快速反应系统(QRS)的推广,计算机技术的应用一步步深入。

第二节 我国纺织工业的现状、趋势与目标

一、我国纺织工业的综合优势

目前,我国棉纱已达 5000 万锭,棉纱、棉布的生产量均居世界第一位,已成为世界最大的纺织生产国。我国还是纺织品、服装的出口大国,占世界纺织品、服装出口总额的 18%。中国纺织业的持续发展,得益于它自身的综合优势。