

材料新技术丛书

超细纤维 生产技术及应用

MANUFACTURE & APPLICATION OF MICROFIBERS

张大省 王 锐◆编著

MATERIAL

 中国纺织出版社

材料新技术丛书

超细纤维生产技术及应用

Manufacture & Application of Microfibers

张大省 王 锐 编著



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书以超细纤维的生产技术为线索,分别介绍了超细纤维发展的历史沿革,直接纺丝法超细纤维制造,复合纺丝法超细纤维制造,共混纺丝法超细纤维制造,超细纤维制造的关键设备,超细纤维织物染整,以及静电纺丝法制备超细纤维的研究工作等内容。此外,本书还尽可能地将相关内容(如易水解聚酯纤维、高收缩纤维等)纳入其中,并对超细纤维今后的发展做了一些展望。本书许多内容融入了作者多年的工作积累,有些内容甚至是第一次与读者见面,很有新意。

希望本书能够成为在校相关专业的大学生,工作在相应领域的研究人员、工程技术人员和技术工人的参考书。有关方面的领导者若能从中了解一些这一领域的现状,也不无裨益。

图书在版编目(CIP)数据

超细纤维生产技术及应用/张大省,王锐编著. —北京:中国纺织出版社,2007. 1

(材料新技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5064 - 4249 - 7

I. 超… II. ①张… ②王… III. 超细纤维;纺织纤维
IV. TS102. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 001809 号

策划编辑:冯 静 责任编辑:阮慧宁 责任校对:俞坚沁
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

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:12.375

字数:258 千字 印数:1—4000 定价:28.00 元

ISBN 978 - 7 - 5064 - 4249 - 7/TS · 2331

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

序 言

人生在世,要吃、要穿、要住、要行。穿要有衣,纤维乃衣之源。天然纤维——棉、毛、麻、丝,是几千年来人类赖以生存的衣料之源。但天然纤维在量和质上均不可能完全满足人类的需求,于是化学纤维在市场与科学技术发展的推动下诞生并成长着。人口增长,人们对纤维的需求量增大;生活水平的提高与产业化发展,人们对纤维功能性的要求愈加趋于多样化。科学与工业技术的发展,使纤维功能多样化的实现成为可能。伴随着纤维功能需求的多样化,纤维改性技术的开发与研究工作一直进行着,人们对纤维细度的追求便是其中之一。

人类对化学纤维细度的挑战可以追溯到 20 世纪 50 年代,即始于聚酰胺纤维与聚酯纤维诞生之后不久。自 20 世纪 60 年代始,诸多有关纤维细化技术的专利相继出现,品种涉及聚酯纤维、聚酰胺纤维、聚丙烯腈纤维、聚丙烯纤维及粘胶纤维等。但最初的纤维细化技术大多为常规直接纺丝技术的改良与发展,出现了纤维的细度(线密度)达到 0.33dtex 的报道。随着市场需求的迫切,生产技术的进步,熔喷法、复合纺丝—机械剥离法、复合纺丝—溶解(或水解)剥离法、共混纺丝—溶解(或水解)剥离法及静电纺丝法等高新技术相继问世,实现了纤维直径的不断细化。在超细纤维的发展过程中,冈本三宜是一位应当记载于

化学纤维发展史上的人物,他在实验室的研究工作中,第一次制备了由 145 个岛组成的海—岛型复合纤维,该纤维剥离后得到了线密度为 0.00011 dtex(纤维直径约为 100nm)的超细纤维,即仅用 4.15g 的这种纤维,就可从地球延伸至月球(地球到月球的距离为 3.87×10^5 km)。目前,已经实现了产业化的超细纤维线密度也已达到 0.0005 dtex,这种采用共混纺丝—溶解剥离法超细纤维的制造技术,已经由中国人付诸实现。超细纤维乃至超极细纤维的概念进入了人类的词典,超细纤维不仅仅为服装、装饰、产业及国防等领域的应用提供了新材料,随着人类对其性能的不断认知,它的应用也在不断得到开发并推动着相关领域的发展。

超细纤维的研发始于国外,我国则在 20 世纪 70 年代步入这一领域。现今的中国已成为世界第一化纤生产大国,并正在努力走向化纤强国。国内超细纤维年生产能力已近 20 万吨,有些还达到了世界同类技术及产品的先进水平,也有一些研究、开发工作正与国际同步进行。这本书主要介绍了超细纤维的基本知识和生产技术发展,书中有许多内容都是作者们多年研究的成果,很有新意。希望这本书的出版能够对我国超细纤维的研究、生产与应用的发展起到推动作用。

李國樑

2006 年 8 月

前 言

超细纤维特有的结构和性能,使它的研究与生产技术快速发展着,不但文献报道很多,生产量也在飞速地增长。鉴于近年来在国际范围,特别是在我国超细纤维新技术的出现与其应用领域不断扩大的发展现状,应中国纺织出版社之约,编写了这本介绍其生产技术的书。

本书尽可能地囊括了近年来超细纤维的相关文献,同时将我们在研究工作中的体会汇总于书中。全书共分为七章,分别介绍了超细纤维的简要发展历史;常规改良纺丝法、复合纺丝法、共混纺丝法超细纤维制造技术;超细纤维制造的关键设备;超细纤维的染整加工以及关于静电纺丝法制备超细纤维的研究工作等。其中第一章、第二章、第三章的一至五节及第六章的第五节由张大省执笔,第三章的第六节由王锐、张大省共同执笔,第四章由王锐执笔,第五章特约了郭英老师执笔,第六章一至四节由陈英执笔,第七章由李从举执笔。全书由张大省和王锐统稿。

本书的写作过程拖了很久,总觉得要写的内容很多,而我们所掌握的知识却非常有限、肤浅、狭窄,特别是对生产过程不十分熟悉。因此,书中出现错漏之处在所难免,还望得到读者的批评、指正,以求促进超细纤维领域的研究、开发、生产以及其应用

等领域的发展。本书如能对相关领域的教学、科研及生产有些许裨益,也就达到了我们的写作目的。

本书在编写过程中,得到了国家自然科学基金委员会和中国石化集团公司以及相关企业的大力支持和帮助,在此一并致谢。

作者

2006年8月于北京

推荐图书书目:染化类

	书 名	作 者	定价(元)
工 具 书	聚酯纤维科学与工程	郭大生等	100.00
	化学助剂分析与应用手册(上、中、下)	黄茂福	550.00
	聚酯纤维手册(第二版)	贝聿洸	30.00
	英汉化学纤维词汇(第二版)	上海化纤(集团) 有限公司等	80.00
	英汉染整词汇	岑乐衍等	80.00
	英语化学化工词素解析	陈克宁	28.00
教 材	功能纤维及功能纺织品	朱平	34.00
	皮革加工技术	张丽萍等	35.00
	聚合物化学(双语)	约翰·W. 尼科尔森	35.00
	合成纤维(双语)	J. E. 麦金太尔	35.00
	高分子材料生产加工设备	张瑞志	38.00
	高分子材料加工原理	沈新元	45.00
	高分子材料加工工艺学	邬国铭	45.00
	高分子物理学(第二版)	梁伯润	35.00
	高分子化学(第二版)	余木火等	34.00
	微型高分子化学实验技术	马立群等	15.00
	物理化学实验	刘廷岳	35.00
	高分子化学和物理	刘振河等	46.00
	化学纤维概论(第二版)	肖长发	32.00
生	【材料新技术丛书】		
产	形状记忆纺织材料	胡金莲等	30.00
技	高性能纤维	马渝荏	40.00
术	先进高分子材料	沈新元	32.00
书	高分子材料导电和抗静电技术及应用	赵择卿等	46.00

推荐图书书目:染色类

	书 名	作 者	定价(元)
生 产 技 术 书	【化学品实用技术丛书】		
	非织造布用粘合剂	程博闻	30.00
	皮革化工材料应用及分析	陈玲	35.00
	荧光增白剂实用技术	董仲生	42.00
	合成洗涤剂及其应用	唐育民	34.00
	【纺织新技术书库】		
	PTT 纤维与产品开发	钱以竑	32.00
	腈纶生产工艺及应用	[美]JAMES C. MASSON	40.00
	特种功能纺织品的开发	王树根等	26.00
	纺织新材料及其识别	邢声远等	27.00
	熔纺聚氨酯纤维	郭大生等	48.00
	功能纤维与智能材料	高洁等	28.00

注 若本书目中的价格与成书价格不同,则以成书价格为准。中国纺织出版社市场营销部门函购电话:(010)64168231。或登录我们的网站查询最新书目:

中国纺织出版社网址:www. c-textilep. com

中国国际贸易促进委员会纺织行业分会

中国国际贸易促进委员会纺织行业分会成立于1988年,成立十多年来,致力于促进中国和世界各国(地区)纺织服装业的贸易往来和经济技术合作,立足为纺织行业服务,为企业服务,以我们高质量的工作促进纺织行业的不断发展。

➤ 简况

■ 每年举办(或参与)约20个国际展览会
涵盖纺织服装完整产业链,在中国北京、上海和美国、欧洲、俄罗斯、东南亚、日本等地举办
■ 广泛的国际联络网
与全球近百家纺织服装界的协会和贸易商会保持联络
■ 业内外会员单位2000多家
涵盖纺织服装全行业,以外向型企业为主
■ 纺织贸促网 www.ccpitex.com
中英文,内容专业、全面,与几十家业内外网络链接
■ 《纺织贸促》月刊
已创刊十六年,内容以经贸信息、协助企业开拓市场为主线
■ 中国纺织法律服务网 www.cncontextilelaw.com
专业、高质量的服务

➤ 业务项目概览

➤ 中国国际纺织机械展览会(每两年一届,逢双数年在北京举办)
➤ 中国国际纺织面料及辅料博览会(每年分春夏、秋冬两届,分别在北京、上海举办)
➤ 中国国际家用纺织品及辅料博览会(每年举办一届)
➤ 中国国际服装服饰博览会(每年举办一届)
➤ 中国国际产业用纺织品及非织造布展览会(每两年一届,逢双数年举办)
➤ 中国国际纺织纱线展览会(每年举办一届)
➤ 中国纺织品服装贸易展览会(美国纽约)(每年6月份在美国纽约举办)
➤ 中国纺织品服装贸易展览会(德国)(每年在德国举办)
➤ 组织中国服装企业到美国、日本、欧洲及亚洲其他地区参加各种展览会
➤ 组织纺织服装行业的各种国际会议、研讨会
➤ 纺织服装业国际贸易和投资环境研究、信息咨询服务
➤ 纺织服装业法律服务

更多相关信息请点击[纺织贸促网 www.ccpitex.com](http://www.ccpitex.com)

目 录

第一章 超细纤维的发展历史与现状	1
第一节 超细纤维发展的历史沿革	1
第二节 超细纤维的基本概念	5
一、纤维细度的表征	5
二、超细纤维的定义	8
三、超细天然纤维	8
第三节 超细纤维的特点	11
一、超细纤维的主要特性	11
二、纤维比表面积与纤维线密度及直径的关系	11
三、纤维结构、性能与纤维线密度的关系	13
第四节 超细纤维的生产技术	19
一、超细纤维的制造方法概论	19
二、常规纤维碱减量法	21
三、常规纺丝改良法	22
四、复合纺丝—物理(或化学)剥离法	23
五、复合纺丝—溶解(或水解)剥离法	24
六、共混纺丝—溶解(或水解)剥离法	26
七、静电纺丝法	29

第五节 超细纤维及其集合体的性能和用途	30
一、保暖性、舒适性及光泽感	30
二、防水透气性	30
三、过滤性	31
四、去污、去油性	32
五、吸水性	32
六、超细纤维的用途实例	33
参考文献	34

第二章 直接纺丝法制造超细纤维 38

第一节 直接纺丝法制造超细纤维的发展过程	38
第二节 直接纺丝法生产超细纤维的技术难点	40
一、超细纤维的可纺性	40
二、熔纺过程中的冷却技术	40
三、纤维断头与毛丝的防止	41
第三节 熔体直接纺丝法生产超细纤维的理论分析	42
一、熔体的流变性能与纤维的线密度	42
二、纺丝应力与纤维的线密度	45
第四节 熔体直接纺丝法生产超细纤维的实验研究	46
一、纺丝设备及相应的纺丝条件	46
二、纺丝速度、纺程长度及原料相对分子质量对初生 纤维线密度的影响	48
三、纺丝组件改造及缓冷装置对初生纤维线密度的 影响	51
四、丝条张力与初生纤维的线密度	52
五、喷丝板孔径对纤维线密度的影响	55

六、改进纺丝工艺条件对纤维线密度的综合影响	58
第五节 纺丝速度对超细纤维结构、性能的影响	64
第六节 直接纺丝法制造超细纤维的实际应用	66
一、直接纺丝法制造超细纤维的实例	66
二、直接纺丝法制造超细纤维的技术要点	83
参考文献	87

第三章 复合纺丝法制造超细纤维 92

第一节 复合纺丝法的发展历史	92
第二节 复合纤维的主要类型	101
一、并列型复合纤维	101
二、多层并列型复合纤维	102
三、橘瓣型复合纤维	102
四、中空橘瓣型和米字型复合纤维	103
五、齿轮型复合纤维	104
六、皮芯型复合纤维	104
七、海—岛型复合纤维	106
八、其他类型复合纤维	107
第三节 裂离法超细纤维制造技术	108
一、裂离法复合纺丝	108
二、裂离法复合纤维的剥离细化技术	109
第四节 海—岛型复合纺丝—水解剥离法超细纤维 制造技术	112
一、海—岛型复合纺丝—水解剥离法超细纤维制造 技术的由来	112
二、海—岛型共混纺丝—水解剥离法超细纤维制造	

技术的发展	113
三、海—岛型复合纤维生产工艺的技术要点	114
第五节 易水解聚酯的合成	122
一、易水解聚酯合成技术的发展过程	122
二、国内外易水解聚酯研究现状	124
三、易水解聚酯化学组成的结构设计	131
四、易水解聚酯合成工艺路线	137
五、国内外 EHPET 产品性能分析	138
第六节 易水解聚酯的结构与性能	141
一、EHPET 的水解性能	141
二、EHPET 的热性能	147
三、EHPET 的流变性能	152
四、EHPET 的结晶性能	158
第七节 潜在性高收缩聚酯纤维	162
一、纤维产生潜在热收缩性能的机理	163
二、潜在性高收缩纤维用共聚酯的合成及性能	165
三、共聚酯的化学结构和纤维加工工艺条件对高收缩 纤维结构与性能的影响	169
四、高收缩聚酯纤维的热收缩经时稳定性	174
五、潜在性高收缩聚酯纤维在超细纤维织物加工中的 应用	175
参考文献	177

第四章 共混纺丝法制造超细纤维 181

第一节 共混纺丝及共混纤维	181
第二节 非相容共混高聚物的成纤机理	182

第三节 决定非相容高聚物共混纤维相形态结构的

关键因素	185
一、混合方法	185
二、共混物两组分的相容性	187
三、共混物两组分的熔体粘度比	188
四、共混物两组分的组成比	191
五、熔体粘度比和共混组成比对结构的综合影响	195
六、粘度比、剪切应力或剪切速率及界面张力对结构的 综合影响	198
七、加工工艺条件及其他因素	200
第四节 聚合物共混物的可纺性及共混纤维的后加工	206
一、聚合物共混物的纺丝性能	206
二、共混纤维的拉伸和定型	207
第五节 PA6/PE 共混纺丝法制造超细纤维	208
一、以高含量组分构成分散相的共混纤维形态结构 控制	209
二、相容剂对共混纤维形态结构的调控	216
三、共混纤维的溶解剥离过程	225
四、PA6/PE 共混纤维及其制品的性能与应用	230
第六节 PA6/EHDPET 的共混纺丝	232
一、原料的流变性能	232
二、PA6/EHDPET 共混纺丝	234
第七节 PET/EHDPET 共混纺丝	240
第八节 PP/EHDPET 共混纺丝	242
一、PP 和 EHDPET 原料的流变性能	242
二、PP/EHDPET 共混纺丝及共混纤维的相形态结构	246

参考文献	253
第五章 超细纤维生产的关键设备	257
第一节 超细纤维纺丝生产设备	257
一、复合纺丝生产设备	257
二、共混纺丝生产设备	259
第二节 复合纺丝组件的工作原理	262
一、复合纺丝组件的组成	262
二、复合纺丝组件的工作原理	263
第三节 复合纺丝组件的结构	271
一、并列型复合纺丝组件	271
二、皮芯型复合纺丝组件	274
三、剥离型复合纺丝组件	277
四、海—岛型复合纺丝组件	283
第四节 静态混合器	288
一、静态混合器的工作原理	288
二、静态混合器的种类及应用	291
参考文献	297
第六章 超细纤维织物染整	299
第一节 超细纤维织物染整工艺概述	299
一、仿真丝绸类产品的染整	299
二、高密类产品的染整	301
三、仿桃皮绒类产品的染整	301
四、仿鹿皮绒类产品的染整	302
五、毛巾类产品的染整	303

第二节 复合型超细纤维织物的前处理	304
一、退浆精练松弛	304
二、碱减量	305
三、预定形	311
第三节 超细纤维及织物染色	313
一、超细纤维染色特性	313
二、聚酯超细纤维织物染色	319
三、涤/锦复合超细纤维织物染色	323
四、人造鹿皮(PA6/PU)染色	326
第四节 超细纤维织物后整理	327
一、加深整理	327
二、仿鹿皮整理	329
三、抗静电整理	334
四、磨绒整理	334
五、拉幅定形	336
第五节 聚氨酯超细纤维人工皮革发展	337
一、聚氨酯超细纤维人工皮革的发展简史	337
二、国外聚氨酯超细纤维人工皮革	340
三、聚氨酯超细纤维人工皮革防水透气加工	347
四、聚氨酯超细纤维人工皮革展望	352
参考文献	353

第七章 静电纺丝与纳米纤维 356

第一节 静电纺丝机	357
一、静电纺丝机的基本结构	357
二、静电纺丝机的发展和衍生	358