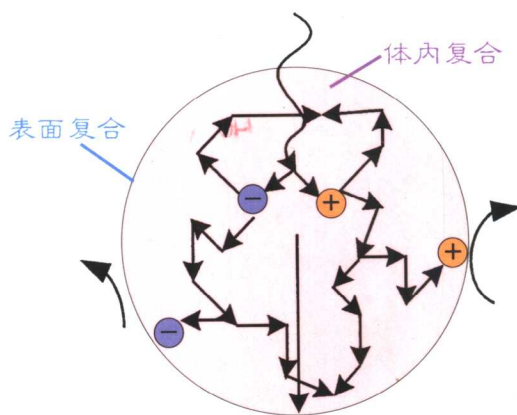


纺织科学中的

刘吉平 田军 © 编著

纳米技术



纳米 TiO_2 颗粒内电子-空穴对的产生、复合与分离

纺织新技术书库③

Na Mi
纺织科学中的纳米技术

刘吉平 田 军 编著



中国纺织出版社

内 容 提 要

纳米技术是 21 世纪的高科技前沿技术,涉及学科、行业广泛。本书系统阐述了纳米技术的有关概念、纳米科学在纺织领域中的应用,吸收了国内外纺织行业研究开发纳米技术的最新信息,以及纳米技术在纺织领域的新成果、新观点、新理论及其产业化实例,可为科研工作者提供新思路和应用信息,为企业提供可推向市场的新技术和新材料,为决策者和投资商提供决策资料。

本书可供纺织材料、高分子材料相关专业师生,纳米材料与技术研究开发人员、纺织技术人员和纺织企业家等参考、阅读。

图书在版编目(CIP)数据

纺织科学中的纳米技术/刘吉平,田军编著. —北京:中国纺织出版社,2003.5

(纺织新技术书库②)

ISBN 7-5064-2569-6/TS·1659

I. 纺… II. ①刘… ②田… III. 纳米材料-应用-纺织工业 IV. TS101.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 014708 号

策划编辑:郑 群 唐小兰 责任编辑:董友年

责任校对:余静雯 责任设计:李 然 责任印制:刘 强

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 各地新华书店经销

2003 年 5 月第一版第一次印刷

开本:889×1194 1/32 印张:15.125

字数:350 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

序

科学发现是当今世界最令人激动的发展之一,它创造了我们从未想像过的可能,而科学前沿和超前沿的创造性想像力则是我们人类所擅长的。科技的发展,知识的创新,越来越决定着一个国家、一个民族的发展进程。一个没有创新能力的民族难以屹立于世界先进民族之林。

展现在世人面前的 21 世纪是科技突飞猛进,人类的未来和国家繁荣比以往任何时候都更加依赖于创造和应用知识的能力和效率。知识创新、知识进步已成为社会和经济发展的强大推动力。

纳米技术的基础是纳米材料,在充满生机的 21 世纪,信息、生物技术、能源、环境、先进制造技术和国防的高速发展必然对材料提出新的需求,元件的微型化、智能化、高集成、高密度存储和超快传输等,对材料的尺寸要求越来越小;航空航天、新型军事装备及先进制造技术等对材料性能要求越来越高;环境的恶化,使人们对材料的功能性,包括抗紫外、红外吸收、防辐射等等要求越来越多。新产品的创新是对社会发展、经济振兴、国力增强最有影响力的战略研究领

域,材料的创新以及在此基础上诱发的新技术,将是起重要作用的关键之一。

纺织工业是国民经济的重要部门之一。首先,它是衣着的生产部门,为人民提供全面小康的“丰衣”;其次,它为工业和其他行业提供重要原材料,满足诸如电工材料工业、电子工业以及航空、冶金、机械、建筑、水利等工业部门及医疗卫生、宇航与航天、牧业、渔业等方面对纺织品的需求;再次,国防装备的许多方面也都离不开纺织品;此外,纺织工业历来是国民经济纯收入中重要来源,数十年来它为我们社会主义建设资金的积累做出了重大贡献,并将在今后现代化建设中继续发挥重要作用。而运用先进技术制造出来的新纤维产品,支撑着传统的纺织行业向高科技产业转化而迈入 21 世纪。

《纺织科学中的纳米技术》不仅是大量中外文献的综合,更重要的是反映了作者及其研究生们近年来在纳米材料研究与应用方面的成果。本书不局限于枯燥的专业描述,而力求深入浅出,使各专业人士在更大的背景下了解纺织科学中的纳米技术。

桑国樑

2003 年 2 月

前 言

1990年7月,在美国召开了第一次国际纳米科技会议,时至今日纳米科技渗入各个领域速度之快,影响面之广出乎人们的意料之外。在纳米科学基础上诞生的纳米技术,正像20世纪70年代微米技术在信息革命中所起的作用一样,纳米技术将在21世纪即将到来的新的工业革命中起到关键作用,为我们的生活带来不可预知的变化。

作为人类生活基本要素之一,在新世纪人们将对衣着更加关心。本书向读者展示了纳米技术在纺织领域的应用,分十二部分完成。第一、二部分对纳米技术的基本概念、分类、发展、应用、特性进行了介绍;第三部分主要介绍纳米材料的制备及表面修饰方法;第四、五、六、七、八、九、十部分就纳米技术在纺织领域的应用展开了较详细而又全面系统的讨论,分别介绍了其在抗菌纤维、抗紫外线纤维、红外线吸收纤维、阻燃纤维、防电磁辐射纤维以及在其他纤维中的应用;第十一部分介绍了纳米技术在织物后整理中的应用;第十二部分介绍纳米技术在纺织污水处理中的应用。作者力图兼顾深度与广度,采用深入浅出的阐

述,对现今功能纤维的研究进行了比较详尽的论述,使其既适应业内人士的需求,也可供其他对纺织纤维感兴趣者的阅读,使大家对国内外纺织业的发展有一个较清晰的了解。

本书汇集了作者和众多研究生们多年以来的研究成果。在此尤其值得一提的是研究生刘家安为本书材料的收集、修改、录入、校对等做了大量工作。本课题组的姜仁富副教授、贵大勇教授,贵州师范大学高级访问学者廖丽玲副教授和博士研究生郝向阳,研究生孙洪强、刘莉、张艾飞、阎华、周亮、李晓合、杨洪润、杨宁等为本书的撰写提供了大量的资料,北京防护材料与技术研究所闫帆、何妙坤等为本书的整理及录入做了大量工作,中国纺织出版社郑群总编辑、香港理工大学李毅博士以及学术界众多科技工作者为本书的编写提出了不少宝贵意见,在此一并致谢。

由于时间仓促,加之学识有限,难免会存在疏漏与谬误之处,恳请广大读者不吝赐教和指正。

作 者

2003年1月

目 录

1 导论	1
1.1 纳米科学与技术	1
1.1.1 纳米	1
1.1.2 纳米科学与技术	1
1.1.3 纳米科技的研究内容	2
1.2 纳米技术发展史	6
1.2.1 纳米技术发展简史	6
1.2.2 纳米技术发展的5个阶段	11
1.3 应用纳米技术的重要意义	12
2 纳米材料的特性	16
2.1 纳米材料的定义及分类	16
2.1.1 纳米材料的定义	16
2.1.2 纳米材料的分类	17
2.2 纳米材料的物理效应与特性	19
2.2.1 纳米材料的物理效应	19
2.2.2 纳米材料的特性	24
2.3 纳米材料的结构及表征方法	35
2.3.1 纳米材料的结构	35

2.3.2	纳米材料的表征方法	36
3	纳米材料的制备及纳米粒子的分散处理	48
3.1	纳米材料的制备	48
3.1.1	纳米氧化物的制备	48
3.1.2	纳米复合氧化物的制备	59
3.1.3	纳米金属及纳米合金的制备	69
3.2	纳米颗粒的分散处理	80
3.2.1	纳米颗粒的分散原理	80
3.2.2	纳米颗粒的分散技术	82
3.2.3	纳米 TiO_2 的有机化分散处理	88
4	纳米技术在纺织领域中的应用概论	94
4.1	纺织纤维	94
4.1.1	纺织纤维发展简史	94
4.1.2	功能纤维定义及分类	95
4.1.3	纳米技术在功能纤维中的应用	97
4.2	纺织用纳米材料	99
4.2.1	纺织用纳米材料的种类	99
4.2.2	纺织用纳米材料的技术及功能性 指标	100
4.3	纳米改性功能纤维	104
4.3.1	抗菌、抑菌、除臭型纺织纤维	105
4.3.2	抗紫外线型纺织纤维	109
4.3.3	远红外线型纺织纤维	113

4.3.4	负离子型纺织功能纤维	115
4.3.5	抗电磁波、抗静电型纺织纤维	116
4.3.6	导电型纺织纤维	118
4.3.7	纳米粉体材料在多功能纺织纤维 中的应用	119
4.4	功能纤维的制备	120
4.4.1	纳米级添加剂的研制	120
4.4.2	功能纤维的制备与加工	121
4.5	发展纳米材料应用研究	124
4.5.1	纺织用纳米材料的发展	124
4.5.2	功能性纺织材料的未来	126
5	纳米技术在抗菌纤维中的应用	127
5.1	抗菌材料的应用意义与研究现状	127
5.1.1	抗菌材料的应用意义	127
5.1.2	国外研究现状	128
5.1.3	国内研究现状	130
5.2	抗菌剂的种类及其作用原理	130
5.2.1	抗菌剂的分类	130
5.2.2	无机抗菌剂的作用原理	134
5.2.3	纺织中常用的无机抗菌剂	135
5.2.4	无机抗菌剂应用中存在的问题	140
5.2.5	一种新型无机抗菌剂——纳米级 TiO ₂	141
5.3	抗菌纤维的制备	147

5.3.1	共混法	148
5.3.2	复合纺丝法	156
5.3.3	后整理处理法	157
5.4	抗菌性能的检测与评价	157
5.4.1	抗菌性能检测方法	158
5.4.2	抗菌性能评价方法	164
5.4.3	无机抗菌剂及其加工品抗菌效力 评价	166
5.5	除臭纤维研究开发概况	174
5.5.1	恶臭的产生	174
5.5.2	除臭的方法	175
5.5.3	除臭加工纤维制品的制造方法	177
5.5.4	抗菌防臭加工与除臭加工的 区别	178
5.5.5	新型除臭功能纤维	179
5.6	我国的抗菌材料产业状态	181
6	纳米技术在抗紫外线纤维中的应用	183
6.1	紫外线辐射与影响紫外线强度的 因子	183
6.1.1	紫外线对人类的影响	183
6.1.2	影响紫外线强度的因子	185
6.2	紫外线的防护及作用原理	187
6.2.1	纤维抗紫外线的方法	187
6.2.2	紫外线屏蔽剂和吸收剂	189

6.2.3	影响紫外线屏蔽剂的因素	192
6.3	抗紫外线纤维的应用	193
6.4	抗紫外线纤维的生产工艺	194
6.4.1	共混纺丝法生产抗紫外线纤维	195
6.4.2	改性树脂法生产抗紫外线纤维	198
6.5	抗紫外线纤维的检测与评价	200
6.5.1	抗紫外线性能的检测方法	200
6.5.2	纳米氧化物的添加对纤维性能的影响	203
6.5.3	测试结果及评价	208
6.5.4	一种国外纺织品防紫外线性能的评估方法	219
7	纳米技术在远红外纤维中的应用	227
7.1	远红外材料	228
7.1.1	远红外材料作用机理	228
7.1.2	远红外辐射对人体的保温保健机理	233
7.1.3	远红外材料的种类	235
7.1.4	影响远红外材料性能的因素	235
7.2	远红外材料生产工艺及条件	240
7.2.1	远红外聚丙烯纤维(丙纶)的生产工艺及条件	240
7.2.2	远红外聚酯纤维(涤纶)的生产工艺及条件	246

7.2.3 远红外聚酰胺纤维(锦纶)的生产 工艺及条件	251
7.3 远红外材料性能检测与评价	255
7.3.1 远红外材料的物理机械性能检测 与评价	255
7.3.2 远红外材料辐射性能的检测与 评价	265
7.4 远红外织物功能的检测与评价	271
7.4.1 远红外织物保健功能的检测与 评价	271
7.4.2 远红外辐射对机体免疫功能的 检测与评价	273
7.4.3 远红外织物保温性能的检测与 评价	279
7.4.4 远红外纤维、织物其他性能的检 测与评价	284
8 纳米技术在阻燃纤维中的应用	288
8.1 纺织品阻燃的意义与分类	288
8.1.1 纺织品阻燃的意义	288
8.1.2 纤维及纺织品的阻燃方法	292
8.2 阻燃纳米改性材料的制备	294
8.2.1 纳米蒙脱土插层剂的制备	294
8.2.2 纳米 Sb_2O_3 的制备	296
8.2.3 阻燃剂的微粒化制备	300

8.3 纳米技术在共混阻燃改性纤维中的 应用	301
8.3.1 纳米改性阻燃聚丙烯纤维	302
8.3.2 纳米改性阻燃聚酯纤维	307
8.4 纤维与织物的阻燃整理	313
8.4.1 阻燃整理方法的分类	313
8.4.2 不同种纤维的阻燃整理	318
9 纳米技术在防电磁波辐射纤维中的应用	328
9.1 防电磁波辐射纤维的研究意义与 发展现状	328
9.1.1 防电磁波辐射研究的意义	328
9.1.2 电磁波辐射的来源	330
9.1.3 防电磁波辐射纤维发展现状	331
9.1.4 国内最新研究动态	332
9.2 防电磁波辐射材料的种类及作用 原理	333
9.2.1 防电磁波辐射材料的种类	333
9.2.2 防电磁波辐射的机理	335
9.3 防电磁波辐射纤维的生产工艺	337
9.3.1 共混法	338
9.3.2 涂覆法	339
9.4 防电磁波辐射材料的检测与评价	340
9.4.1 防电磁波辐射添加剂的检测与 评价	340

9.4.2	防电磁波辐射纤维及织物的检测 与评价	342
10	纳米技术在其他纤维中的应用	344
10.1	纳米技术在智能纤维中的应用	344
10.1.1	智能纤维及织物定义与分类	345
10.1.2	智能型功能面料	347
10.1.3	智能型隐身材料	349
10.1.4	纳米技术在智能纤维中应用 前景展望	352
10.2	纳米技术在磁性纤维中的应用	363
10.2.1	磁性材料	363
10.2.2	磁性纤维的制备方法	364
10.2.3	磁性纤维的应用前景	368
10.3	纳米技术在荧光防伪纤维中的 应用	369
10.3.1	荧光防伪技术	369
10.3.2	荧光防伪技术的应用	370
10.3.3	荧光纤维用荧光化合物	370
10.3.4	荧光防伪纤维的制造方法	372
10.4	纳米技术在其他纤维中的应用	373
10.4.1	在拒水拒油纤维中的应用	373
10.4.2	在自发光纤维中的应用	374
10.4.3	在X光显影纤维中的应用	376
10.4.4	在蓄热保温纤维中的应用	376

10.4.5	在丝感纤维中的应用	377
10.4.6	在再生纤维中的应用	377
10.5	纳米技术将引起化纤工业的变革	377
11	纳米技术在织物后整理中的应用	380
11.1	织物后整理方法的分类	380
11.2	织物的抗紫外线后整理法	381
11.2.1	抗紫外线后整理法的理论基础 ...	381
11.2.2	抗紫外线后整理具体操作方法 分类	383
11.2.3	抗紫外线后整理剂应注意的 问题	385
11.2.4	织物抗紫外线后整理工艺及 条件	386
11.2.5	抗紫外线测试方法	387
11.2.6	纳米 ZnO 抗紫外线、抗菌织物 后整理法	388
11.3	在抗菌防臭针织保健用品中的 应用	391
11.3.1	抗菌机理	392
11.3.2	工艺流程	393
11.3.3	检测方法及结果	394
11.4	在天然纤维织物负离子整理中的 应用	394
11.4.1	负离子的功能	394

11.4.2	国内外负离子纺织品研究	
	概况	396
11.4.3	产生负离子的作用机理	398
11.4.4	织物负离子整理方法及工艺	
	流程	400
12	纳米技术与纺织废水处理	402
12.1	纺织废水来源与特性分析	402
12.1.1	纺织废水来源及其特性	402
12.1.2	纺织废水的特性分析	405
12.2	印染废水处理基本政策及方法	407
12.2.1	印染废水治理的基本政策	407
12.2.2	印染废水处理的基本方法	410
12.3	纳米技术在印染废水中的应用	417
12.3.1	光催化氧化法	418
12.3.2	纳米 TiO_2 光催化作用	420
12.3.3	纳米 TiO_2 光催化反应器	432
12.3.4	纳米 TiO_2 在纺织污水处理中	
	应用展望	435
12.4	纳米技术与膜分离技术	437
12.4.1	膜分离技术分类与基本特征	437
12.4.2	膜分离技术在印染废水中的	
	应用	439
12.4.3	膜分离技术在 PVA 回收中的	
	应用	440