

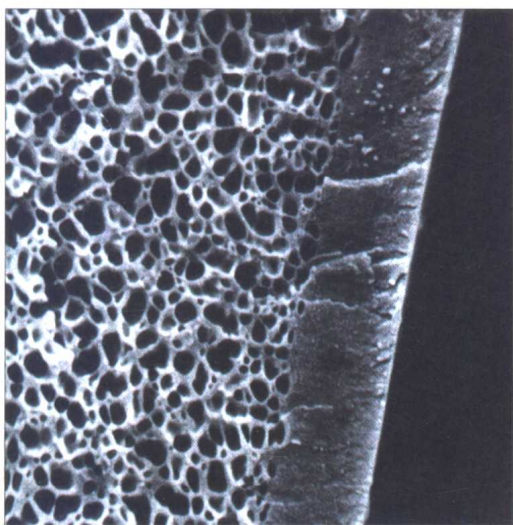
纺织新技术书库46

腈纶生产工艺及应用

[美] JAMES C.MASSON ©编

陈国康 沈新元 林耀 王瑛 杨庆 ©译

沈新元 ©校



中国纺织出版社

纺织新技术书库④⑥

腈纶生产工艺及应用

[美]JAMES C. MASSON 编

陈国康 沈新元 林耀 王瑛 杨庆 译

沈新元 校



中国纺织出版社

Acrylic fiber technology and applications/edited by James C.
Masson

本书中文简体版经美国 Marcel Dekker, Inc. 授权, 由中国
纺织出版社独家出版发行。本书内容未经出版者书面许可,
不得以任何方式或任何手段复制、转载或刊登。

著作权合同登记号: 图字 01—2003—6067

图书在版编目 (CIP) 数据

腈纶生产工艺及应用 / (美) 马森 (JAMES C. MASSON) 编;
陈国康等译. — 北京: 中国纺织出版社, 2004. 2

ISBN 7-5064-2867-9/TS·1758

纺织新技术书库④

I. 腈... II. ①马... ②陈... III. 聚丙烯腈纤维—
生产工艺 IV. TQ342

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 125319 号

策划编辑: 李东宁	特约编辑: 刘光馥	责任编辑: 孙 玲
责任校对: 余静雯	责任设计: 何 建	责任印制: 初全贵

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

2004 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 880×1230 1/32 印张: 13.5

字数: 330 千字 印数: 1-3000 定价: 40.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社市场营销部调换

作者简介

James C. Masson 是美国北卡罗来纳州 (North Carolina) 莫尔斯韦尔 (Mooresville) 的 JCM 咨询公司的创立者。他是聚丙烯腈纤维工艺及专利使用权转让方面的独立顾问, 他拥有在许多公司的丰富生产经验。Masson 博士曾经担任亚拉巴马州 (Alabama) 迪凯特 (Decatur) 的孟山都公司 (Monsanto) 聚丙烯腈技术开发部的经理。他是几部书和一些专业论文的作者。目前他是美国化学学会的会员。他曾获得图森 (Tucson) 亚利桑那 (Arizona) 大学农业生物化学学士学位 (1955 年)、硕士学位 (1957 年) 和博士学位 (1959 年)。

他的心愿是,

谨将本书献给他的三个朋友,

他们都于 1993 年去世了,

他们是:

孟山都公司 (Monsanto) 的 *Hartwig Bach* 博士

巴斯夫公司 (BASF) 的 *Roger Cordle* 先生

蒙特纤维公司 (Montefibre) 的 *Giorgio Doria* 博士

内 容 提 要

本书译自美国 Marcel Dekker 公司出版的《腈纶生产工艺及应用》（《Acrylic Fiber Technology and Applications》）一书。这是一本关于现有的聚丙烯腈纤维科学和技术的独特参考书，本书详细描述了聚丙烯腈纤维（包括差别化产品）生产的科学技术；对它的染色作了深入的说明；讨论了它在传统服装用途及家居装饰和产业用途中的加工；给出了世界聚丙烯腈纤维生产状况的数据表；提供了以前从未出版过的有关发展中国家的生产能力数据等等。

本书由公认的专家所著，并包含重要书目的引用，因此是一本研究聚丙烯腈纤维生产工艺及应用的不可或缺的参考书；它也是纺织学家、化学家、物理学家、染整化学家、工程师及纺织管理人员以及这一学科的本科生和研究者们重要的参考资料。

前言

合成纤维工业的历史已超过 50 年。在此期间，它从被视为是一个小小的奇迹（第二次世界大战中的聚酰胺）发展到被接受为日常生活中很普通但又实用的产品（如聚酯休闲服装）。四大主要品种——聚酰胺、聚酯、聚丙烯腈和聚丙烯纤维已被开发成功并经历了时间的考验。在此阶段，基本的生产技术和产品已得到了开发，主要的技术改造已集中于对生产的进一步完善：即生产率的提高、能耗的降低、自动化程度的提高、质量的提高和改性产品的开发。这是一个总结合成纤维工业中开发新技术的极好时机。

聚丙烯腈纤维的诞生与杜邦公司（duPont）开发的聚酰胺 66 和帝国化学工业公司（ICI）开发的聚酯纤维不同，它是由许多公司独立开发的。尽管发表的一些重要专利覆盖了生产技术的各个方面，但没有哪些专利能垄断该领域。这导致了基本聚合物原料生产和将聚合物转变为纤维方法的多样化。例如：三种不同的改性共聚单体被用于商品聚合物的共聚组分，并且当前至少有六种不同的溶剂系统被用于聚丙烯腈纤维的纺丝生产。

聚丙烯腈纺丝方法有干法纺丝和湿法纺丝。聚丙烯腈纤维的品种很多：有短纤维，毛条和长丝，本色纤维和预着色（染料和颜料着色）纤维，单组分纤维和双组分纤维，还有单丝线密度从小到

0.11dtex (0.1 旦) 的超细纤维到 55.5dtex (50 旦) 的假发用纤维。它们可以被制成具有一般阻燃性的地毯纤维或具有高阻燃性的改性聚丙烯腈纤维, 也可以用作其他纤维 (碳纤维) 的原丝。

由于开发工作的私有性, 大部分有关聚丙烯腈纤维生产技术方面的实际商业活动信息被限制在公司内部的文件中或只出现在专利文献中, 而人们要找到它们如同大海捞针。一些专著试图去探索聚丙烯腈的生产技术领域, 但它们的范围有限。在本书中, 作者对聚丙烯腈纤维的生产技术和各类产品作了广泛而详细的探讨。

本专著中的信息对聚丙烯腈纤维生产技术进行了广泛的汇总。它将证明, 本书对于广大读者, 包括纺织和高分子工程专业的学生、从事聚丙烯腈和其他纤维工业生产的研究人员、染料与颜料行业人员以及下游产品用户如纱线制造商、针织用户、机织用户、非织造布生产商和强力纤维用户很有帮助。本书将以其对生产技术的详尽探索、精辟评价和列举的参考资料证明其价值。

正如本书第二章中所详细叙述的, 聚丙烯腈纤维生产工业在发达国家已停止大规模发展, 但在发展中国家却得到了大力发展。这种发展几乎是毫无例外地通过向欧洲、日本和美国的大公司购买技术而实现的。杜邦公司和西泰克公司 (Cytec) [原美国氰氨公司 (American Cyanamid)] 在出售技术方面特别活跃。大公司现在已不再寻求开发全新的聚合或纺丝技术, 主要的一点是因为它们已不再具有足够的科技人员去进行这些工作, 并且公司也无法负担研究经费。最近的一个所谓“新开端”是拜尔公司 (Bayer) 在 20 世纪 80 年代后期开发的一步法干法纺丝生产技术, 这部分将在第五章论述。现在说发展中国家的新建聚丙烯腈生产企业将大大刺激对聚丙烯腈生产工艺的研发并使得加工技术产生较大的改变还为时过早。我怀疑这点是因为大多数新建企业相对来说比较小, 产量为 3 万到 6 万

吨。在可以预见的将来，很可能所开发的新技术相当有限，而且将来自于发达国家的企业。

写这本书花费了很多时间。但我相信，功夫不负有心人。

James C. Masson

由 James C. Masson 组织一些专家编写的《腈纶生产工艺及应用》是聚丙烯腈纤维（我国的商品名为腈纶）领域的一本专著。正如 Marcel Dekker 公司出版该书时强调的，这是一本独一无二的书，它以其对聚丙烯腈纤维生产技术极其广泛的总结、精辟的评价和列举的参考资料证明了其价值。

正如本书第二章中所详细叙述的，聚丙烯腈纤维生产工业在发达国家已停止大规模发展，但在发展中国家却得到了大力发展。特别是我国，自从 1958 年开始研制腈纶以来，发展迅速；自 1999 年开始，生产能力和产量均居世界首位。但目前我国出版的腈纶专著却很少，远远跟不上我国腈纶生产发展的需要。因此当我们得到该书时，立即开始翻译，以便及时供读者参考。由于购买版权等事宜的延误，因此本书直至现在才出版。书中有些数据已显陈旧，但其阐述的聚丙烯腈纤维的基本原理、制造技术、结构性能及最终用途等，仍没有过时。因此本书仍不失为聚丙烯腈和其他纤维工业、染整行业以及下游产品领域的研究人员、技术人员、管理人员及大专院校高分子材料与工程专业师生的一本很好的参考书。

参加本书翻译的人员有：陈国康（第三章，第四章，第五章，第七章第一节的一、二、三部分）；沈新元（第一章，第二章，第六

章，第十一章)；林耀(第九章)；王瑛(第七章第一节、五部分和第二节，第八章)；杨庆(前言，第十章)。

全书由沈新元教授校定和统稿。

原著中个别欠妥之处，译校者已进行修正，并附注说明。限于译校者的水平和本书所涉及的专业面十分广泛，因此译文难免有不足之处，敬请读者批评指正。

最后，对在译校过程中给予帮助和支持的同志致以谢意！

译校者

2003年8月



第一章 历史	1
第一节 概述	1
第二节 聚丙烯腈纤维在美国的发展	3
第三节 聚丙烯腈纤维的全球生产	8
第四节 聚丙烯腈纤维的生命周期	10
参考文献	11
 第二章 聚丙烯腈纤维工业的现状	14
第一节 综述	14
第二节 需求方	17
一、美国的聚丙烯腈纤维市场	17
二、世界其他聚丙烯腈纤维市场	25
三、聚丙烯腈纤维及其产品的净世界贸易	30
四、需求方总结	33
第三节 供应方	34
一、当今的聚丙烯腈纤维生产厂商	34
二、工业的合理化改革	38
三、对未来的预测	41
参考文献	43

第三章 聚合反应	45
第一节 引言	45
一、历史	45
二、纤维级聚丙烯腈所要求的性能	46
三、聚合方法	56
第二节 水相分散聚合	57
一、引发剂	57
二、动力学	61
三、共聚反应	64
四、聚合工艺	65
第三节 溶液聚合	70
第四节 乳液聚合	73
第五节 本体聚合	75
参考文献	76

第四章 湿法纺丝工艺	82
第一节 引言：溶液聚合	82
第二节 概述	84
一、聚丙烯腈的纺丝	84
二、溶剂	90
三、聚合物	90
四、凝固	92
五、后处理	94
第三节 扩散	97
第四节 相分离	101
第五节 结构	103

一、凝固浴	103
二、取向	109
三、干燥、致密化、松弛	111
参考文献	113
 第五章 干法纺丝工艺	119
第一节 引言	119
第二节 纤维的生产工序	120
一、纺丝溶液的制备	121
二、纺丝工艺	127
三、后处理	152
四、连续化生产	168
五、溶剂回收	173
六、生产中的信息体系和质量保证体系	176
第三节 干纺聚丙烯腈纤维的特殊性能	180
参考文献	181
 第六章 差别化产品	185
第一节 引言	185
第二节 产品	186
一、改性聚丙烯腈和阻燃聚丙烯腈纤维	186
二、双组分纤维	190
三、酸性染料可染纤维	194
四、纺丝厂着色纤维	196
五、纺前着色纤维	200
六、增强纤维（石棉替代物）	203

七、碳纤维原丝	206
八、吸湿纤维	211
九、抗起球纤维	213
第三节 结束语	215
参考文献	215
 第七章 聚丙烯腈固体和溶液的表征	 218
第一节 聚丙烯腈的固态结构	218
一、引言	218
二、立构规整性和链构象	219
三、结晶结构的衍射研究	223
四、热学性能：熔融，凝胶化和结晶	240
五、玻璃化转变和动态力学性能	255
第二节 分子量的确定	264
一、引言	264
二、确定聚合物分子量的方法	265
三、聚丙烯腈的分子量研究	270
参考文献	276
 第八章 热和光降解	 284
第一节 引言	284
第二节 热/氧化剂	284
一、机理	284
二、热降解的控制	293
第三节 光氧化降解	295
一、暴露条件/与其他纤维的比较	295

二、机理	297
三、光化学降解的控制	302
第四节 将来的方向	306
参考文献	307
 第九章 染色工艺	315
第一节 引言	315
一、纤维的种类	315
二、染料	316
三、染色机理	317
四、染料特性和纤维常数	318
第二节 实用工艺	324
一、概述	324
二、缓染剂	326
三、染色条件	330
四、纤维染色的形式	332
五、染色工艺和设备	333
参考文献	346
 第十章 服装用途	348
第一节 背景	348
第二节 纤维特性	349
一、湿法纺丝与干法纺丝	349
二、聚丙烯腈纤维与其他纤维性能的比较	351
第三节 聚丙烯腈纤维的纺织加工	354
一、引言	354

二、精梳毛纺系统	354
三、棉纺系统	366
四、粗纺体系	369
第四节 针织和编织	369
第五节 聚丙烯腈纤维的使用性能	370
一、概述	370
二、毛线衫	371
三、工艺纱	375
四、短袜	376
五、绒头织物	377
六、绒衫和其他服装	378
参考文献	378
 第十一章 家居装饰及产业用途	 380
第一节 家居装饰用途	380
一、引言	380
二、应用	381
第二节 产业用途	393
一、前言	393
二、应用	393
参考文献	412

第一章 历史

Filon A. Gadecki[●]

E. I. 杜邦公司 (E. I. duPont de Nemours & Co.)

南卡罗来纳州 (South Carolina) 卡姆登 (Camden)

第一节 概述

人们了解来源于合成聚合物的合成纤维才 50 多年。当考虑到合成纤维在 1990 年的消费量超过 1452.8 万吨 (320 亿磅) 时^[1], 人们开始赞赏纤维技术在很短时间内令人惊奇的快速进步。

史前, 人们用动物皮毛作布匹和服饰品以遮风挡雨。发展至合成织物是一个涉及纺纱和织造技术的渐进过程。在中国、埃及和南非早期文化中, 有利用天然纤维纺成纱和织成布的记载, 这可以追溯至公元前 3000 年。用于纺纱的纤维来自棉及其他植物纤维素纤维、真丝和羊毛。从那时开始直至 19 世纪, 大多数的发展在于改进纺纱系统和使用编织或针织织物。随着工业革命的开始, 纺纱和织物生产实现了机械化。在 20 世纪, 开发了许多新的尖端纺纱系统, 与制造织物的新方法保持一致。

在纺纱和织物制造发展变化时, 人们开始开发制造纤维的新方法。在 19 世纪后期, 再生纤维开始采用商品化规模生产^[2]。1846 年, Freidrich Schonbein 通过用硝酸处理由木衍生的纤维素, 开发

● 现在加盟亚拉巴马州 (Alabama) 迪凯特 (Decatur) 的孟山都公司 (Monsanto)。