

医用功能纤维

赵家祥 等编著

中国石化出版社

医用功能纤维

赵家祥 等编著

中国石化出版社

内 容 简 介

医用功能纤维作为功能纤维的重要组成部分,是一种以人的生命、健康、舒适为主体服务对象的纺织新材料。本书以情报研究为基础,介绍抗菌纤维、消臭纤维、芳香纤维、高吸水纤维、生物吸收性纤维、生物相容性纤维、药物纤维、远红外纤维、防辐射纤维以及中空纤维分离膜、电热纤维、磁性纤维等多种医用功能纤维的技术动态和应用,并具体提供技术开发思路,供科技人员参考。本书适用于化纤行业、纺织行业、医疗行业、医药行业和卫生保健行业及其相关行业的广大从业人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

医用功能纤维/赵家祥等编著. - 北京:中国石化出版社, 1996

ISBN 7-80043-603-9

I. 医… II. ①赵…②张… III. 医用织物-功能性纤维: 纺织纤维 IV. TS102.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 20841 号

中国石化出版社出版发行

(北京朝阳区太阳宫路甲 1 号 邮政编码: 100029)

海丰印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所经销

787×1092 毫米 32 开本 10.25 印张 227 千字 印 1—2000

1996 年 5 月北京第 1 版 1996 年 5 月北京第 1 次印刷

定价: 16.00 元

前 言

医用功能纤维涉及医学和纺织化纤行业，是典型的学科交叉技术产品。它不仅可以提高医疗水平，促进医学发展，而且，这类产品技术密集，附加价值高，经济效益大，对于拓宽纺织化纤行业的市场具有重要的意义。对于 12 亿人口的国内需求和竞争激烈的国际市场来说，医用功能纤维是一个极有发展前途的领域。

发达国家在开发医用功能纤维中表现出很高的热情，他们认为，在以人为中心的人类社会中，发展医用功能纤维，把医疗保健工作与日用纺织品相结合，把纺织化纤工业延伸进生物医学工程领域，创造一个以“生命、健康、舒适”为主体的事业，必定是一个伟大的事业。因而努力探索、积极探索，推出了一系列医用功能纤维新产品，拓宽了纺织化纤行业的应用领域。与发达国家比，我国纺织化纤行业存有较大的差距，我们期盼我国纺织化纤行业的发展，仅以此书普及知识、传递信息、开阔眼界、启迪思维，尽我们的微薄之力。

本书在大量文献阅览和情报研究的基础上，着重介绍医用功能纤维的分类和发展动向，并选择大量开发实例，介绍产品功能特色、工艺过程以及应用前景。这些内容新颖、具体、容信息性、科普性和技术性于一体，为纺织化纤行业的各级领导和广大科技人员提供了有益的参考。

全书共分十一章，第一章、第二章、第三章、第四章、第七章、第八章以及第十一章由赵家祥编写，第五章、第六章由孙宇清编写，第九章、第十章由张兴祥编写。彭南同志也参加了部分编写工作。同时得到解如阜教授、曹振林教授以及功能纤维研究所所长段谨源研究员的支持和指导，得到纺织总会有关领导、全国产业用纺织品科技情报站和全国卫生保健用纺织品调研中心的支持和协助，深致谢意。

受编者水平所限，书中难免出现差错，欢迎读者批评指正。

赵家祥

1995. 6

责任编辑 赵 怡
封面设计 况 晗
责任校对 郝宗华

ISBN 7-80043-603-9/TS·005

定价：16.00元

目 录

第一章 医用功能纤维的发展	1
第一节 医用纺织品的发展	1
第二节 医用功能纤维的发展现状	4
第三节 医用功能纤维技术开发的一般方法	5
第四节 开发医用功能纤维的意义	9
第二章 抗菌纤维	12
第一节 抗菌纤维概述	12
第二节 抗菌纤维举例	20
第三章 消臭纤维	54
第一节 消臭纤维概述	54
第二节 消臭纤维举例	62
第四章 芳香纤维	100
第一节 芳香纤维概述	100
第二节 芳香纤维举例	108
第五章 高吸水纤维	127
第一节 高吸水纤维概述	127
第二节 高吸水纤维举例	136
第六章 生物吸收性纤维	157
第一节 生物吸收性纤维概述	157
第二节 生物吸收性纤维举例	164
第七章 生物相容性纤维	186
第一节 生物相容性纤维概述	186
第二节 生物结构性纤维举例	191
第八章 药物纤维	208
第一节 药物纤维概述	208
第二节 药物纤维举例	213

第九章 远红外纤维	237
第一节 远红外纤维概述	237
第二节 远红外纤维举例	250
第十章 防辐射纤维	263
第一节 防中子辐射纤维	263
第二节 防X射线纤维	272
第三节 防电磁辐射纤维	279
第十一章 其它医用功能纤维	291
第一节 中空纤维分离膜	291
第二节 防紫外线纤维	304
第三节 发热纤维	308
第四节 磁性纤维	313

第一章 医用功能纤维的发展

第一节 医用纺织品的发展

随着人类文明和物质生活的进步，在纺织和医学相互交叉的边缘领域，医用纺织品获得了前所未有的发展。其数量不断增长，品种不断创新，应用不断扩大。它已不再是生活用纺织品在医疗卫生行业的简单应用，不再只是纱布、绷带、缝合线等包覆缝合的传统功能，而是涉及到许多新型纺织材料和新型纺织技术的一个新兴的领域。从发达国家的现状分析，作为大纺织中的一个分支，医用纺织品在迅速发展的各种产业用纺织品中，其发展速度占第三位，发展数量占22%，并且是最有发展前途的一类产品。世界经济持续发展与和平时期的延续，使人民物质生活和文化生活的水平极大提高，从而对生命愈加珍重，对健康、舒适提出了更高的要求。在这种社会需求的带动下，医用纺织品表现出很大的活力，正处于蓬勃发展的势头，其发展动向如下。

1. 医用纺织品向功能化、多样化和用即弃化发展

传统医用纺织品在注入现代文明和现代科技成果后正在显示出巨大的变化。其一是功能化。功能化包括方便性、舒适性、卫生性和医疗性等，比如，针对方便性，已开发有筒形绷带、网状绷带、自粘绷带、防滑绷带以及不粘敷布、开合敷布等新产品；针对舒适性，已开发有吸湿绷带、弹力绷带、软塑绷带、防水透湿绷带以及舒适性手术服、各类人工

皮肤等新产品；针对卫生性，已开发有抗菌性卫生材料、消臭性卫生材料以及吸湿性、防尘性用品；针对医药性，已开发有止血纱布、防褥疮垫、缓释药物敷布、药物性缝合线以及许多新型医药贴附剂。医用纺织品应用领域的扩大化、专用化、功能化以及材料技术的发展，形成多样化的发展趋势。从材料种类的增加到织造技术的变化，从结构组合的选配到外形尺寸的设计，使医用纺织品推陈出新，丰富多彩。一种功能之下，可以有多种材料，比如防水透湿手术服可以是高密度织物，可以是微孔涂层织物，也可以是微孔薄膜层压织物。一种应用方向之下，可以有更详细的分类，比如缝合线分为体内缝合线和体表缝合线；又有不同颜色、不同细度、不同功能之分。医用纺织品在上述发展的同时，也在从反复使用型向用即弃型变化。这在发达国家已是日益普及，在我国也发展很快。无纺布因此而成为热门产品，已涉及敷布、绷带、擦布、手术服、手术巾、病员服以及各类卫生材料。因其用后即弃，能有效地防止细菌感染和传染，降低了病人因伤残死亡的社会消费，减少了护理人员和辅助人员的劳动强度，减少了消毒洗涤中的能源消耗，所以已逐步为社会所接受。

2. 医用纺织品深入卫生保健领域

预防医学、保健医学的确立是对传统医学的促进，它不仅使传统医用纺织品提高了卫生保健功能，而且逐步与日常生活相结合，使其形成一类独具功能的卫生保健用纺织品。近年内这种发展趋势非常明显。作为卫生用品，市场上的产品有抗菌织物、消臭织物、高吸水纤维材料等等。作为保健织物，市场上的产品有磁疗织物、热疗织物、芳香织物、远红外织物、防紫外线织物等等。其最新开发涉及含有机锗、

含放射性元素、含驻极体、含矿物质、含动物骨粉等一系列新颖的功能纺织品。纺织品的卫生功能化和保健功能化正在以高档纺织品的形式，形成高消费的社会趋势。其中，以抗菌织物、芳香织物、远红外织物、防紫外线织物最为突出。抗菌织物的防臭保健功能是高档纺织品的一项舒适性指标，抗菌袜子、抗菌内衣、抗菌寝装、抗菌运动衫等产品给纺织品带来高附加价值。芳香织物的心理、生理医疗效果已为科学所证实，正在成为豪华、享受型的服饰材料。远红外织物以其保温、保健功能，已开拓出一定的市场。防紫外线织物于90年代初在日本兴起，其保护皮肤增加凉爽感的作用深受现代女性推崇，成为夏令时装的热门面料。

3. 医用纺织品大量用于生物医学工程

人体的结构与纤维密切相关。骨骼具有纤维结构特征；神经具有纤维传导功能；肌肉是一种纤维丝束；皮肤类似于无纺布；周身血管则是不同的中空纤维的组合。医用纺织品因其纤维具有与人体结构的相似性，因而被用作生物医学工程的功能材料。它对于这一高技术的发展起到了关键的作用。用于人体修补的材料有缝合线和修补织物。缝合线正在从非吸收材料向可吸收材料发展，这不仅可以减少二次手术的麻烦，而且，还可以用于器官移植中脏器的固定。生体修补织物同样向可吸收性改进，这对于脏器破裂和体膜破损的修补康复具有重要的作用。在生物医学工程中应用最多的纤维结构材料是用于制作人工假体，其制品涉及义齿、人工骨、人工韧带、人工肌腱、人工气管、人工血管、人工硬脑膜、人工心脏瓣膜等等，已取得广泛应用和正在进行更深入的探索。用中空纤维制作的人工肾、人工肺以及血液分离装置，也取得广泛而出色的应用效果。现代医学不仅采用生物

亲和性、生物吸收性和血液适应性材料，使人工假体适应生物环境并与之牢固地结合在一起，而且，已达到用人体细胞与纤维材料共同构成半生物型人工脏器的水平。仿制人体器官乃至再造人体是生物医学工程的重要目标。医用纺织品向这一领域发展，其需求不断增长和深化。这一点，充分体现了纺织品的新价值。

第二节 医用功能纤维的发展现状

纺织品的发展历来以纤维为基础。而今，化纤的发展已从模仿天然纤维进入到一个超越天然纤维的新阶段，纺织新材料正在接连涌现。其中，纤维本身具有医学相关应用特色的一类新纤维被称作医用功能纤维。采用医用功能纤维是医用纺织品的一大进步。凭借这类新纤维，医用纺织品提高了功能性，扩大了应用面，开发出全新的产品，创造出巨大的效益。开发和采用医用功能纤维，作为医用纺织品发展的技术前沿，已形成世界各国竞相发展的局面。尤其是欧美、日本等发达国家和地区，都积极跻身于这一行列。进入 70 年代以来，医用功能纤维相继问世，不仅新的功能性纤维不断出现，更多的是对于每一种功能纤维，根据纤维材质、功能组分、纤维结构以及生产条件的不同，而连续开发出不同的产品。在其开发研制、推广应用的过程中，医用功能纤维的性能日趋完善，其优越的应用价值逐步被人们所认识，已成为一个引人注目的新种类。本书按其不同的医用功能，进行如下分类：

• 卫生功能性纤维

抗菌纤维：杀菌，防止感染、传染和发生臭气

消臭纤维：消除已经发生的臭气

高吸水纤维：吸水能力是纤维重量的数倍到数百倍

- 保健功能性纤维

芳香纤维：能持久散发香气

磁性纤维：纤维具有磁性

发热纤维：通电后纤维发热

远红外纤维：有蓄热保温和保健强身作用

防紫外线纤维：能防止紫外线辐射

- 生物功能性纤维

生物吸收性纤维：能逐步被生物吸收

生物稳定性纤维：在生物中稳定

生物亲和性纤维：能与生物组织长成一体

(生物稳定性纤维与生物亲和性纤维并称生物相容性纤维)

- 其它功能性纤维

中空纤维分离膜：能进行生物活性物质的分离

防辐射纤维：能防止辐射线对人体的危害

药物纤维：载持药物达到医疗目的

光导纤维：传导体内疾患的图像信息

国外医用纺织品的竞争无不以医用功能纤维的竞争为前提。医用纺织品的三个发展方向皆以功能纤维的使用为基础。关于每一种功能纤维的开发应用现状，将于以下分章叙述，本节只从宏观上说明，在发达国家中，采用医用功能纤维的新型医用纺织品，已经商品化，并且呈现持续增长的趋势。

第三节 医用功能纤维技术开发的一般方法

医用功能纤维的技术开发，不仅选择性地使用了传统的纺丝技术，而且，充分地利用了生物、化工领域的最新成

就，因而呈现出多样化的趋势。一般而论，技术方法有如下几种。

1. 采用新型材质进行纺丝

开发医用功能纤维的首要技术是发展新型功能材料并使之纤维化。迄今为止，已开发出许多种生物材料、合成材料，纺出了一系列具有新功能的纤维。近年来，生物功能性纤维取得很大发展，已从高等植物体中开发出纤维素纤维，从低等植物海藻中开发出海藻酸盐纤维，从高等动物骨骼中开发出胶原质纤维，从低等动物贝壳中开发出甲壳素及其衍生物纤维。开发生物功能性纤维也使用新型合成材料，如采用聚乙交酯、聚二氧杂环己酮、同晶型草酸酯及其共聚物纺出生物吸收性纤维；采用聚四氟乙烯、聚醚酰胺、聚醚酯和聚丙烯等树脂纺出新的生物稳定性纤维；采用聚砜、聚乙烯、聚丙烯腈、醋酸纤维素等聚合物纺出不同要求的生物分离性中空纤维膜；甚至于将难于纺成纤维的羟基磷灰石纺成生物亲和性纤维。在这一技术范畴内，重要的是开发和发现适用于医学需要的新材料。至于纺丝技术，基本沿用传统的方法。

2. 采用纤维后整理技术

医用功能纤维开发伊始，与织物后整理技术并没有严格的界限，往往同样用功能整理剂对纤维本身进行后处理。诸如日本帝人公司的弗莱休克尔（ついでミュコール）纤维、大和纺织公司的德奥迈太菲（デオメタフィ）纤维就是由不同消臭剂直接浸染的消臭纤维絮棉；著名的东丽热（Toraytherm）是用导电碳对聚酯纤维涂层的发热纤维；至于很多缝合线，也用涂层办法增加其润滑性和抗感染功能。个别情况下，对于后整理型功能纤维还要进行低温等离子照

射，以提高功能整理剂的附着牢度。将后整理技术与纺丝工艺相结合是一个突破。其方法之一是在纺丝过程中进行后整理，使整理剂浸入纤维膨润体，在成纤后含在纤维表层之下，从而提高功能的持久性，也降低了工艺成本。美国道康宁公司把抗菌剂加入到纺丝油剂中开发出抗菌纤维；日本钟纺公司将凝胶膨润状态下的纤维浸入消臭溶液，提高消臭纤维的表层附着深度。另一种方法是，预先纺制出多微孔纤维或吸油性改性纤维，为以后的后整理提供便利条件。英国考陶尔滋公司的聚丙烯腈 Actipore 系列抗菌纤维，采用这种方法获得了抗菌缓释性；日本可乐丽公司的芳香纤维，也是预先进行吸油改性，然后浸香加工而制成的。

3. 采用化学改性的方法

纤维化学改性是获取功能性的重要方法，它包括基质改性和表面改性两方面的内容。基质改性是使纺丝聚合物和功能组分进行共聚而生成一种功能共聚体，然后再进行纺丝。美国杜邦公司的含铵离子抗菌纤维就是使铵离子成为丙烯腈长链上的基团，均匀地分布在纤维整体中；日本帝人公司用不饱和羧酸和乙烯共聚使不饱和羧酸成为纤维中的消臭组分。表面改性是在化纤成纤后对纤维进行化学处理而完成的，在医用功能纤维的开发有很多成功的实例。日本蚕毛染色公司的桑达纶 SS-N（サニダーロン SS-N）导电抗菌纤维是在聚丙烯腈纤维表面反应基上接枝硫化铜而呈现抗菌性；日本埃克斯兰公司的兰西尔-F（テンシル-F）高吸水纤维是对聚丙烯腈纤维外层进行亲水交联处理而达到高吸水的目的；日本旭化成公司的泰奥古林（デオグリーン）消臭纤维是在聚丙烯腈反应基上接枝一种过渡金属，中国纺织大学的中纺 AB 抗菌纤维是聚丙烯腈纤维接枝 A、B 两个抗

菌基团。纤维化学改性的技术正在不断发展，目前还采用交联剂预先进行表面改性的方法，纤维素纤维的羟基、尼龙纤维的氨基、羊毛纤维的氨基和羧基可以先和交联剂结合，再与功能基团接枝。

4. 采用共混纺丝技术

共混纺丝是开发医用功能纤维最热门的技术，与化学改性相对应，是一种物理改性方法。其工艺是向纺丝原液中掺入功能剂和分散剂，均匀混合纺成纤维。这种方法不改变纺丝工艺过程，只需增添一台混练设备。目前这方面已积累了许多经验。日本新兴人化成公司在粘胶纤维中混入活性炭微粉，开发了塞尔弗莱休（セルフレッシュ）消臭纤维；还混入硫酸钡，开发出“XBR”防X光纤维。日本可乐丽公司在聚酯中掺入防紫外线剂纺出防紫外线纤维，还掺入远红外线放射性陶瓷粉末纺出远红外纤维。磁性纤维是将铁磁性物质的粉末掺入聚合物中纺成的纤维；药效纤维是将抗生物物质包容在纤维内。这类纤维很多，诸如共混合银胶体和共混硫磺胶体的抗菌纤维、直接共混芳香剂和共混芳香微胶囊的芳香纤维、共混吸湿淀粉和共混高吸水聚合物的高吸水纤维等等，不胜枚举。共混纺丝不仅适用于掺加无机物质，而且也适用于某些有机物质，诸如有机硅季铵盐、二苯基醚、吡咯烷酮等有机抗菌剂，都能用溶液纺丝法纺入纤维中。

5. 采用复合纺丝技术

复合纺丝的目的在于功能的组合。一般讲，其复合的一部分为功能材料，一部分为普通纤维材料，这样有利于节省功能添加剂和保持纤维的基本性能。复合纺丝技术在医用功能纤维的开发中不断丰富和发展，其复合形式已不是简单的芯鞘复合和并列复合，而是出现了镶嵌结构、海岛结构。不

完全包芯结构和中空多芯结构等新结构，从而更好地发挥功能效果。日本帝人公司的森林浴纤维是以缓释芳香的材料为芯的芯鞘结构；其另一产品利帕尔泰（リパルテ）抗菌消臭双功能纤维是抗菌组分和消臭组分的并列组合。日本尤尼奇卡公司开发了芯鞘结构的纤维太阳- α （ソーラ- α ），也开发了芯鞘结构的防紫外线纤维。日本钟纺公司曾开发出海岛结构的消臭纤维，是以聚丙烯腈为海和含消臭剂的纤维素为岛。三菱人造丝公司的中空多芯芯鞘结构芳香纤维是改性的中空芯鞘结构，它使芳香强度与持久性同时得到提高。对于许多采用骨架镶嵌结构抗菌纤维和消臭纤维，往往是以聚酯为骨架，而使其它组分镶嵌在骨架上。

第四节 开发医用功能纤维的意义

医用功能纤维和新型医用纺织品的开发应用，其意义之一一是促进了医学的进步。这包括两方面的内容。其一在于提高了传统医疗的技术水平。比如，生物吸收性缝合线的使用改善了体内缝合手术的可靠性，减少了拆除非吸收缝合线的过程；药效纤维的使用增强了缓释效果和局部作用，为医药开发提供了一个方便有效的剂型。光导纤维用于内窥镜、光纤检测器，能简便地传出体内疾患信息，把医疗诊断发展到一个全新的形式；中空纤维分离膜用于人工肾、人工肺、血液分离器等生物分离装置，为传统医学无能为力的代谢功能疾患和自身免疫疾患等疑难病症找到了一条可行的治疗途径。促进医学进步的内容之二，在于提供了生物医学工程中的基体材料。生物医学工程的发展使医学进入了一个人类自身修复的新时代。生物修补织物对于人体损伤的修补作用和人工假体对于病患结构的替代作用，价值重大。基于这一