

合成纤维改性原理和方法

肖为维 著

成都科

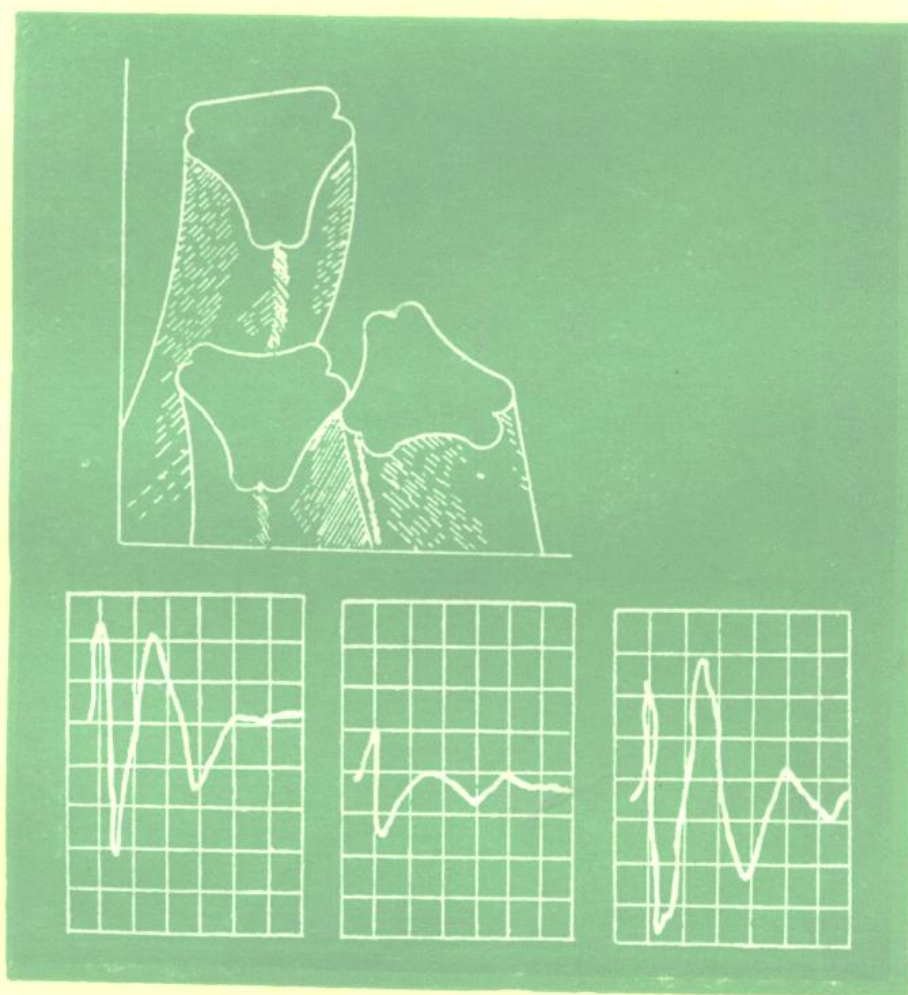
340.354
X42

社

MODIFICATION OF SYNTHETIC FIBERS — PRINCIPLES AND METHODS

合成纤维改性原理和方法

肖为维 著



成都科技大学出版社

72 340.652
42

362397

合成纤维改性原理和方法

肖为维 著

1

成都科技大学出版社

(川)新登字015号

责任编辑 葛人仪

内 容 简 介

本书系统论述了通过共聚、接枝、嵌段、交联、表面改性、异形、复合、共混、多孔化等对合成纤维进行各种化学、物理改性,以及改进合成纤维的染色性、吸湿性、抗静电性、阻燃性、抗起球性、仿天然纤维等的基本原理和方法。

本书可供大专院校化纤或高分子材料专业的师生以及科研、生产部门的有关科技工作者阅读或参考。

1992.3.15

合成纤维改性原理和方法

肖力维 著

成都科技大学出版社出版发行
四川省新华书店经销
成都科技大学印刷厂印刷
开本 787×1092 1/16 印张 14.125
1992年8月第1版 1992年6月第1次印刷
印数 1—2000 字数 326千字

ISBN7-5616--1088-2/TQ·59

定价: 3.81元

前 言

自发明尼龙以来,经历了半个多世纪的时间,合成纤维产量有了巨大增长,高分子、纤维的结构与性能关系研究不断深入,各种应用领域对纤维材料的使用性能要求日益提高,促进了技术密集和高附加价值的第二代合成纤维——改性(或差别化)纤维的蓬勃发展。目前世界改性合纤的品种已达数百种之多,产量占合纤总产量的30%以上。由于现有品种的改性所需投资少、收效快、经济效益显著,合成纤维的改性、高性能、高性能化将成为今后合成纤维研究和发展的主要方向。

80年代初期,随着我国大型石油化工的兴起,开始大力发展现代化的合成纤维工业,同时积极开展合纤改性的研究。大量有关合纤改性的研究报告、专利文献和综合评述散见于各种书刊中,然而,在国内外的分子科技文献中,尚无一本有关合成纤维改性原理和方法的比较完整和系统的著作。作者于1983年首次为成都科技大学化纤专业高年级本科生开出《合成纤维改性原理和方法》课程,1984年完成本书初稿,并正式作为教材使用,以后又不断进行补充、修订。书中部分内容曾分别在各种学术会议和《合成纤维》等刊物上交流与发表

本书通篇以纤维的结构与性能关系为基础,理论联系实际,系统讨论各种主要改性方法的基本原理与应用。成纤高聚物、纤维、纱线和织物的结构特征决定了纤维及其制品的性能和使用价值。高聚物的分子结构是基本的结构层次,它不仅直接影响纤维的多种性能,同时也制约纤维材料的高次构造。只有通过各种化学改性途径才能改变成纤高聚物的分子结构。采用异形、复合、共混、多孔化等物理改性方法能不受约束地根据需要改变纤维材料本体的组成、微观、亚微观形态结构和表面结构。由于纤维表面结构与性能在使用中的特殊意义,本书用了较多篇幅讨论现代科学技术在纤维表面改性和表面结构研究中的应用。可以根据需要,应用上述一种方法或同时采用多种方法来改善或赋予纤维织物的诸如染色、吸湿、抗静电、抗污染、抗菌、抗起球、阻燃、高仿真等十分重要的性能和各种特殊功能。经过各国科学家的不懈努力,在合成纤维天然化,尤其是仿真丝方面取得了一个又一个突破性的进展。人们正在朝着超天然纤维的目标迈进,已经用遗传工程技术成功地制造出了合成蚕丝。

必须指出,近来,著名高分子科学家、中国科学院学部委员徐僖教授和他领导的研究小组发明了用力化学方法制造聚乙烯醇和聚丙烯腈嵌段共聚纤维的新技术,开创了高分子合成和纤维改性的新途径,具有十分诱人的前景。作者有幸参与了该课题的研究。

总之,利用现代科学技术成就,可以制成美观、舒适、卫生、安全的衣料和装饰织物,以及供各种产业及特殊领域应用的高功能和高性能纤维材料。

作者在开展纤维改性研究、参加学术活动和本书写作过程中,曾与不少国内外知名

学者进行过联系与接触,获益匪浅。1985年在国际化纤会议(北京)期间,与联邦德国斯图加特大学H. Herlinger教授就纤维改性特别是阻燃问题进行了有益的讨论。1986年在西德和瑞士与众多专家,尤其是Inventa公司的研究所所长H. Luckert博士进行了广泛的讨论与交流。通过实地考察,对发达国家先进的纤维科学技术,特别是合纤改性新品种的发展过程与趋势有了较深入的了解。还先后与美国普林斯顿纺织研究所的L. Rebenfeld博士,美国北卡罗林那州立大学的H. P. Hersh教授,英国曼彻斯特理工大学的J. W. S. Hearle教授,日本京都大学教授樱田一郎博士进行过交流。这些工作对本书的充实与提高发挥了重要的作用。特别要提到的是,作者的老师徐僖教授对开展纤维改性的教学与研究和本书的出版,始终给予积极的指导、热情的鼓励与支持。作者还同中国纺织大学校长钱宝钧教授进行过富有启发性的讨论,他对本书的出版亦给予积极的鼓励。在本书出版之际,作者谨向他们表示衷心的感谢。

合成纤维改性领域十分广阔,涉及多方面的科学技术知识,书中缺点、错误在所难免,作者热诚希望读者批评、指正。

需要说明的是,书中某些部分特别是图表,将原来的单位转化成法定单位,尚有一定困难,故未予改动,为补其不足,特在书末附上单位换算表。

肖为维

1991年秋,成都

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 合成纤维的改性.....	(1)
第二节 国外合成纤维改性的进展.....	(2)
第三节 我国合成纤维改性的发展.....	(6)
第二章 合成纤维的化学改性	(8)
第一节 无规共聚.....	(8)
第二节 嵌段共聚.....	(11)
第三节 接枝共聚.....	(13)
第四节 交联.....	(14)
第五节 大分子链侧基官能团反应和表面改性.....	(15)
第三章 异形纤维	(16)
第一节 异形纤维的熔融法成形.....	(16)
一、影响纤维异形度的因素.....	(16)
二、异形度与可纺性的关系.....	(21)
第二节 异形纤维的湿法成形.....	(21)
一、影响异形度的因素.....	(21)
二、异形度与可纺性.....	(22)
第三节 异形纤维的性质.....	(22)
一、光 泽.....	(22)
二、手 感.....	(23)
三、耐弯曲性与耐磨牢度.....	(24)
四、膨松性与透气性.....	(24)
五、抗起球性.....	(24)
六、染色性.....	(25)
七、防污性.....	(25)
第四节 异形纤维的应用.....	(25)
一、在丝绸产品方面的应用.....	(25)
二、应用于针织品方面.....	(26)
三、应用于毛织品方面.....	(26)
第四章 复合纤维	(28)
第一节 复合纤维的制造方法(概述).....	(29)

一、并列型复合纤维·····	(29)
二、皮-芯型复合纤维·····	(30)
第二节 自卷曲双组分纤维中组分的性质·····	(31)
一、组分不相同的聚合物·····	(31)
二、化学组成差别小的聚合物·····	(32)
三、化学组成相同但其它性能不同的聚合物·····	(33)
第三节 影响双组分纤维成形过程中界面形状的因素·····	(33)
一、熔体粘度对界面形状的影响·····	(33)
二、熔体弹性与界面形状·····	(34)
三、影响界面形状的纺丝条件·····	(34)
第四节 双组分纤维中组分间的粘附性及其改善方法·····	(35)
一、改变大分子结构·····	(37)
二、加入分散剂·····	(38)
三、聚合物共混·····	(38)
四、物理方法·····	(38)
第五节 双组分纤维的卷曲理论·····	(38)
第六节 双组分复合纤维的性能与应用·····	(42)
一、并列型·····	(43)
二、并列中空型·····	(44)
三、皮-芯型·····	(44)
第五章 共混纤维·····	(46)
第一节 高聚物的热力学相容性·····	(46)
第二节 考察相容性的实验方法·····	(48)
一、测定聚合物的混合热·····	(49)
二、测定聚合物混合物溶液的性质·····	(49)
三、光学方法·····	(49)
四、测定玻璃化温度·····	(51)
第三节 非均相共混高聚物熔体的流变性质与可纺性·····	(52)
第四节 非均相共混高聚物及纤维的物理机械性能及 热性能·····	(54)
一、模量·····	(54)
二、强度、断裂延伸和抗冲击性·····	(57)
三、蠕变与热歧变温度·····	(58)
第五节 共混纤维的发展·····	(59)
第六章 多孔纤维·····	(61)
第一节 一般纤维的微孔结构·····	(61)

一、天然纤维·····	(61)
二、化学纤维·····	(61)
第二节 新型多孔合成纤维·····	(63)
一、内外贯穿孔多孔纤维·····	(63)
二、藕茎形纤维·····	(64)
三、相分离裂隙纤维·····	(65)
第三节 纤维孔结构的研究方法·····	(65)
第四节 多孔纤维的性能和应用·····	(67)
第七章 合成纤维的表面改性(一)——表面改性的方法·····	(69)
第一节 纤维材料表面改性的意义·····	(69)
第二节 高能射线改性·····	(70)
一、高能射线源·····	(70)
二、辐射对高分子材料的作用·····	(71)
三、辐射在合成纤维表面改性中的应用·····	(73)
第三节 紫外线辐射改性·····	(74)
第四节 低温等离子体改性·····	(75)
一、等离子体的产生和等离子体改性的特点·····	(76)
二、高分子材料表面的低温等离子体改性·····	(77)
三、纤维表面的低温等离子体改性·····	(77)
四、等离子体处理反应器·····	(78)
第五节 表面改性的其它方法·····	(81)
第八章 合成纤维表面改性(二)——表面结构的研究方法·····	(83)
第一节 电子显微镜法·····	(83)
一、透射式电子显微镜法·····	(83)
二、扫描电子显微镜法·····	(84)
第二节 多重衰减全反射红外光谱法(ATR)·····	(85)
一、ATR 法 的基本原理·····	(85)
二、ATR 法 在纤维表面结构研究中的应用·····	(86)
第三节 X射线光电子能谱法·····	(88)
一、基本原理·····	(89)
二、ESCA法的应用·····	(92)
第九章 改进合成纤维的染色性·····	(95)
第一节 合成纤维的结构与染色性·····	(95)
一、化学组成·····	(95)
二、结晶度与取向度·····	(96)
三、玻璃化转变温度·····	(98)

四、孔隙、皮芯、表面结构·····	(99)
第二节 易染合成纤维·····	(99)
一、共聚合·····	(99)
二、嵌段共聚合·····	(99)
三、PBT 纤维·····	(101)
四、共 混·····	(101)
第三节 引入离子型染料可染基团·····	(103)
一、阳离子染料可染聚酯纤维·····	(103)
二、常压染色阳离子染料可染聚酯纤维·····	(109)
三、酸性染料可染聚酯纤维·····	(111)
四、酸碱染料可染聚酯纤维·····	(113)
五、酸性染料可染聚丙烯腈纤维·····	(113)
第四节 提高聚酯纤维的发色性·····	(114)
一、聚酯纤维的发色特性·····	(114)
二、聚酯纤维的发色性改进·····	(114)
第十章 改善合成纤维的吸湿性与舒适性·····	(117)
第一节 吸湿性与舒适性的关系·····	(117)
第二节 合成纤维的吸湿性与结构的关系·····	(119)
一、吸湿机理·····	(119)
二、纤维结构与吸湿性·····	(121)
第三节 提高合成纤维吸湿性的方法·····	(124)
一、共聚合·····	(125)
二、接枝共聚·····	(125)
三、多孔结构纤维·····	(132)
第十一章 合成纤维的静电与抗静电·····	(136)
第一节 电荷产生与耗散的理论·····	(136)
一、接触和摩擦起电·····	(138)
二、静电的耗散·····	(138)
第二节 纤维的静电性能·····	(139)
一、静电电性·····	(139)
二、影响纤维带电量的因素·····	(140)
第三节 合成纤维的抗静电改性·····	(143)
一、共聚合·····	(144)
二、共 混·····	(144)
三、复合纺丝·····	(145)
四、接枝共聚·····	(146)

第十二章	合成纤维的燃烧与阻燃	(148)
第一节	纤维的燃烧性	(148)
一、	纤维的燃烧性分类	(148)
二、	纤维的燃烧过程	(149)
三、	影响纤维燃烧性的因素	(151)
第二节	阻燃理论与阻燃剂	(153)
一、	阻燃理论	(153)
二、	阻燃剂	(155)
第三节	阻燃方法	(157)
一、	用难燃性单体制造成纤聚合物	(157)
二、	共聚合	(158)
三、	混合纺丝	(161)
四、	皮-芯型复合纺丝	(166)
五、	接枝共聚	(166)
六、	阻燃剂吸收法	(169)
七、	表面氯化	(169)
八、	表面涂布	(169)
第四节	聚酯—棉混纺织物的阻燃改性	(170)
一、	聚酯—棉混纺织物的燃烧性	(170)
二、	聚酯—棉混纺织物的阻燃方法	(171)
第五节	与阻燃有关的问题	(172)
一、	影响阻燃的物质	(172)
二、	阻燃性与其它功能的复合	(172)
三、	阻燃性的耐久性	(173)
第六节	阻燃性能评价方法	(173)
一、	垂直燃烧法	(173)
二、	45°燃烧法	(173)
三、	极限氧指数法	(173)
第十三章	合成纤维的起球与抗起球	(175)
第一节	起球过程	(175)
第二节	起球性表征方法	(177)
一、	与标准样对照定级法	(177)
二、	毛球计数或计重法	(178)
三、	起球曲线法	(178)
第三节	影响织物起球的因素	(178)
第四节	抗起球的方法	(179)

一、降低纤维抗张强度·····	(179)
二、降低纤维的剪切强度·····	(182)
三、改变纤维的微细结构·····	(184)
四、采用异形截面·····	(186)
第十四章 仿天然纤维·····	(186)
第一节 仿丝型纤维的发展·····	(187)
第二节 天然丝与聚酯纤维的性能比较·····	(190)
第三节 聚酯纤维真丝化的物理方法·····	(192)
一、单丝异形·····	(192)
二、单丝细旦化·····	(193)
三、异纤度丝混纤·····	(193)
四、异收缩丝混纤·····	(194)
五、异染色丝混纤·····	(194)
第四节 聚酯纤维真丝化的化学方法(一)——碱减量加工·····	(194)
一、聚酯纤维的碱水解反应·····	(195)
二、碱减量加工产生真丝化效应的原理·····	(196)
三、碱减量加工工艺·····	(198)
四、碱减量加工方法及进展·····	(202)
五、碱减量加工聚酯织物的性能·····	(203)
第五节 聚酯纤维真丝化的化学方法(二) ——仿真丝绸聚酯织物的丝鸣加工·····	(207)
第六节 仿真丝技术的新进展·····	(207)
一、高异收缩混纤丝·····	(207)
二、新截面新结构丝·····	(208)
第七节 仿毛仿麻纤维·····	(209)
一、仿毛纤维·····	(209)
二、仿麻纤维·····	(210)
单位换算·····	(211)
参考文献·····	(212)

第一章 绪 论

第一节 合成纤维的改性

为了适应人们衣着、装饰、产业及特殊领域的需要,开发具有新性能或高附加价值纤维的途径有两条:一条是采用新的单体或合成方法制造新的成纤高聚物来纺制新型纤维;另一条是对现有合成纤维进行改性,赋予其新的性能。但实践表明,创制一种新型纤维需要很长的时间和花费大量的投资,如表1-1所示,而且在价格、生产技术方面尚不能与已有主要品种进行竞争。如用比较简单的物理、化学方法或加入添加剂对合成纤维改性,则具有投资少,收效快等显著优点,加之对现有纤维制品在纺纱、织物甚至服装设计上进行创新,其效果更是引人入胜。

表 1-1 几种新纤维研制情况

商品名	公司	开发及工业化费用	备 注	开发年数
Anim	Rohm & Haas	2000万美元	开发费1500万美元,工厂投资费(1百万磅/年)500万美元	15年
Qiana	杜邦	7000万美元以上	—	20年
Chinon	东洋纺	13亿日元	—	13年
尼龙-66	杜邦	2700万美元	基础研究、应用研究、市场开拓费600万美元,工厂建设费2100万美元	8年

60年代特别是70年代以来,随着合成纤维产量的大幅度增长,合成纤维的改性日益受到重视,它已成为合成纤维发展的主要方向。据估计,目前改性合成纤维已占世界合成纤维产量的30%以上。

合成纤维的改性,原则上是要在保持其原有优异性能的前提下,赋予新的性能。然而,由于纤维结构与性能的错综复杂关系,当采用某种方法改善某一种性能时,不可避免地会引起其它性能的变化。例如,用共聚合改进疏水性合成纤维的吸湿性或染色性时,往往伴随熔点降低或强度下降。因此,在改性实践中,必须防止纤维有价值的性质受到过多的影响,应在互相矛盾的效应中求得综合平衡,使纤维材料获得更高的使用价值和更广泛的用途。

合成纤维改性的主要目标是赋予其天然纤维的性能,其次是满足特殊的需要,如高强、高模纤维。为此,必须对天然纤维及合成纤维的结构与性能关系有系统而深刻的了解。然而,模仿天然纤维,并非再现其组织结构,而是通过对合成纤维改性,模拟天然

纤维的功能。例如，在羊毛双侧结构的启发下，采用复合纺丝法制成目卷曲合成纤维，目前还不可能精确地复制羊毛的结构。如果对结构层次进行细致地划分，羊毛类纤维则具有复杂而精细的近10次结构的高次构造。

高分子材料中，一维纤维材料经历的加工步骤最多，因此具有最大的加工（改性）自由度。可以在成纤聚合物的合成、纤维成形或织物后整理过程中用物理或化学方法改性或几种方法结合进行改性，以获得多方面的效果。如表1-2所示。

表 1-2 合成纤维的改性目标与方法

目标 改性 方法	离子性 染料可 染 性	易 染 性	抗 起球 性	亲 水 性	防 污 性	抗 静 电 性	难 燃 性	仿天然纤维 (仿毛、仿丝)
聚 合 物								
分子 量			○					
添 加 剂		○		○	○	○	○	
共 聚	○	○	○	○			○	
共 混	○	○		○	○	○	○	
纤 维								
多 孔 性		○	○	○				○
断 面					○		○	○
复 合 纺 丝								○
卷 曲								○
混 纤								○
表 面	○	○	○	○	○	○		○
交 络								○
织 物								
化 学 处 理			○				○	○
树 脂 加 工				○		○	○	○
放 射 线 照 射				○				○

第二节 国外合成纤维改性的进展

一、改性方法与品种

迄今为止，对于合成纤维的改性，物理方法多于化学方法（见表1-3）。在物理方法改性中，以1980年日本聚酯长丝为例，异形纤维占第一位，为聚酯长丝总产量的16.9%，改性品种总产量的50%，物理改性的61.9%。

日本1982年高附加价值聚酯短纤维和长丝的比例分别达到26.2%和48.7%，见表1-4。

1988年日本改性化纤品种已达到588种之多，见表1-5。

改性品种中以聚酯为主，其次是聚丙烯腈、聚酰胺、聚丙烯纤维。

1. 聚酯纤维 目前, 可以制造出分散性染料易染、离子型染料可染、阻燃及高吸湿的聚酯纤维, 最引人注意的是仿真丝聚酯纤维。据报导, 目前国际市场上仿天然纤维产品中, 有一半以上属于仿丝型, 特别是日本的仿丝型聚酯纤维在国际上具有很强的竞争能力。

2. 聚丙烯腈纤维 主要是改进吸湿性、阻燃性、抗起球性以及进一步提高仿毛效果。在吸湿性方面, 多孔聚丙烯腈纤维已达到羊毛的水平, 日本的仿毛聚丙烯腈复合纤维约占聚丙烯腈纤维总产量的10%以上。

3. 聚酰胺纤维 已实现了用改变端氨基数量和性质的方法来调节着色的深浅和对于多种染料的染色性。在抗静电性方面取得了较大进展。然而阻燃性改进还存在不少问题。

表 1-3 聚酯长丝改性产品所占比例(1980年、日本)

物理改性		化学改性	
区分	比率(%)	区分	比率(%)
异形	16.9	易染	2.2
细旦	5.9	原液着色	0.5
混纤	3.2	难燃	0.6
中空	0.5	阳离子染料可染	0.6
仿短纤纱	0.6	抗静电	0.3
复合	0.1	其它	1.3
高收缩	0.1		
计	27.3	计	5.5

表 1-4 日本1982年高附加价值聚酯纤维产品比例(%)

品 种	短 纤 维	长 丝
异形丝	2.1	18.4
抗静电纤维	—	0.5
异染丝	1.4	2.3
超复丝	—	4.6
细旦丝	—	2.7
着色纤维	0.3	0.7
仿纱型纤维	—	1.2
混纤丝	6.3	5.5
免浆丝	—	5.6
中空纤维	6.1	—
混络丝	—	2
超高收缩纤维	0.3	0.2
抗起球纤维	2.7	—
高强度纤维	4.1	—
难燃纤维	0.4	0.4
超有光纤维	0.3	—
吸湿纤维	0.1	—
其 它	1.7	4.1
合 计	26.2	48.7

表 1-5 日本改性与改进型纤维的品种数

纤维材料	按改性目的分类				按产量分类 (1988年) (7—12月)		
	染色、光泽、手感、截面形状	功能性	总计	≥30 吨/月	3—30 吨/月	≤30 吨/月	总计
聚酯长丝	121	23	144	65	56	23	144
聚酯短纤维	93	53	146	76	60	10	146
聚酰胺	58	42	100	51	41	8	100
PAN短纤维	79	59	138	81	48	9	138
PAN长丝	14	4	18	2	13	3	18
聚乙烯醇							
聚丙烯	4	9	13	5	8	0	13
聚氯乙烯							
粘胶、铜氨	26	3	29	8	13	8	29
醋 酯							
总 计	395	193	588	288	239	61	588

4. 聚丙烯纤维 聚丙烯纤维的吸湿性、染色性已有很大改进。可用分散性染料、酸性染料、金属络合染料染色的聚丙烯纤维已实现了工业化生产。也能以工业规模生产细纤度，热稳定，紫外线稳定的聚丙烯纤维。采用特殊的纺丝、拉伸方法可以制成模量、强度比普通纤维高许多倍的高强度，高模量聚烯烃纤维。

二、模仿天然纤维与超天然纤维

整个合成纤维的发展史在很大程度上就是模仿天然纤维的历史。现在已出现超天然产品的趋势。例如，60年代初期仅用异形（三角形）截面和碱减量处理制得的第一代仿真丝绸织物，只在光泽和滑爽性方面有所改善，后来逐步采用了多角形截面、细旦化、深度碱减量加工，混纤丝，以及绢纺风格加工等一系列措施和化学改性，使聚酯纤维的仿真丝改性获得了巨大的进步。甚至不久前认为是最难解决的吸湿性、染色性、风格和丝鸣声等也在很快提高和改进。总之，大有“超真丝”之势。聚酯纤维的仿毛改性也有同样的趋势。

三、多功能、多功能与高性能纤维

不仅要求合成纤维具有高的功能，如高吸湿、高染色、高抗起球性，而且随着社会生活、环境、技术的发展变化以及生活水平的提高，进一步要求舒适性、卫生性与安全性、保持外观与功能的耐久性（见表1-6）。不同用途要求的性能和功能有所差异。对于衣料，要求舒适性、健康性、安全性；对于地毯，要求防污性、易洗性、抗静电性；对于窗帘，要求发色性、耐光性、阻燃性。

随着生活日益丰富多彩，消费者的需要倾向多样化、高级化、个性化。只靠提高单一的功能不可能达到这些要求，必须赋予复合化的功能（多功能加多功能）。

具有特殊的化学、物理结构和性能，以及可用于特殊技术领域或特殊目的的功能性纤维近年来有了很大的发展。图1-1表明了功能性纤维的特性及其应用的实例。空间技术、海洋开发工程、建筑材料工业及医疗领域等应用的高性能高技术化学纤维要求具有更高的物理机械性能与化学、生化性能。

表 1-6 衣料用纤维要求的性能

用途	要 求	目标性能
外衣	①夏季用：轻、透湿透气 ②冬季用：轻、保温绝热 ③耐脏污、易洗涤	①舒适性 ②便利性
内衣	①夏季用：吸湿、吸汗、透湿性 ②冬季用：轻、保温隔热性 ③耐脏污、易洗涤	①舒适性（健康性） ②便利性 ③易洗性
运动衣	①吸湿、吸汗性、透湿、通气性 ②轻 ③冬季用：保温性、拒水性	①舒适性（健康性） ②便利性 ③易洗性
作业服	①在特殊作业环境条件下保护身体（隔热性、耐热性、防焰、阻燃性） ②轻、易于操作 ③结实	①安全性（阻燃、抗静电） ②舒适性（运动功能性） ③耐久性
老人、 婴儿 衣料	①吸湿性、吸汗性、透湿透气性 ②轻、保温性 ③易活动性 ④耐脏污、易洗涤	①舒适性（健康性） ②运动功能性 ③便利性 ④易洗性 ⑤安全性（阻燃性）

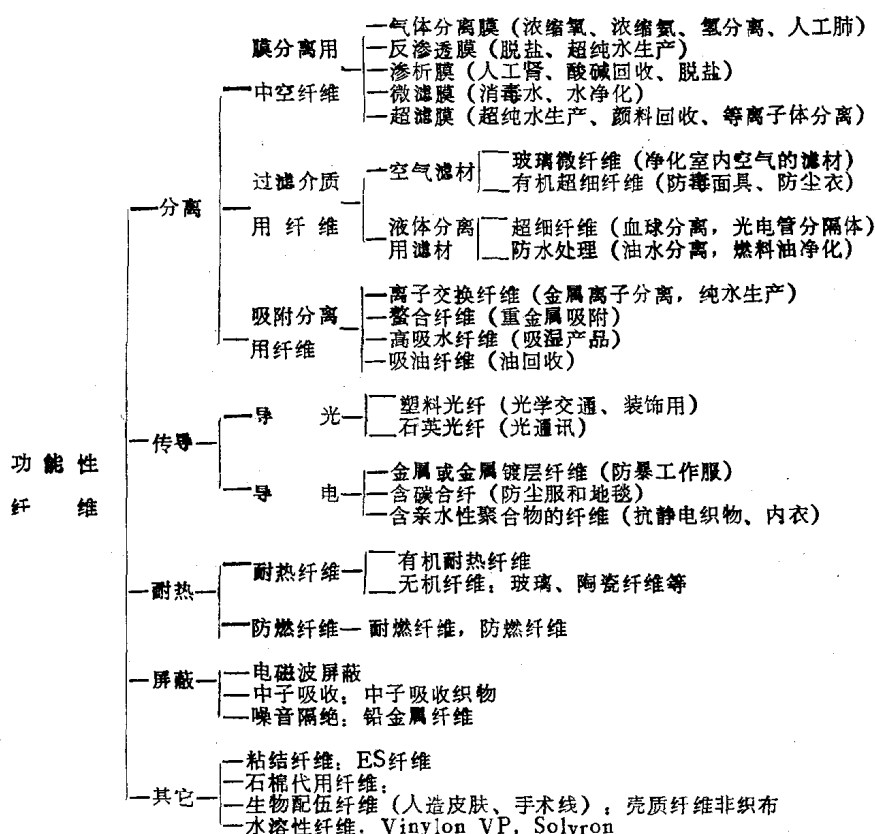


图 1-1 功能纤维的特性及其应用

纤维的强度与其中的缺陷结构有密切的关系。表1-7概括了克吸纤维的结构缺陷和制取高强、高模纤维的方法。

目前, 世界上已经商品化的高性能有机纤维的性能指标已达到很高的水平, 如表1-8所示。

表 1-7 克服纤维结构缺陷制取高强高模纤维的方法

结构缺陷	改良方向、措施
分子链末端	原料超高分子量化
分子链缠结	分子链分散的稀溶液纺丝
折叠分子链	伸直分子链以实现超取向
无定形区	原料为高结晶聚合物
分子间力	原料为极性高聚物

表 1-8 高性能纤维的性能

纤维	密度(g/cm ³)	强度(CN/tex)	模量(CN/tex)	断裂伸长(%)
芳香族聚酰胺: Kevlar29	1.44	195	4600	4.0
芳香族聚酯: Vectran	1.40	195~221	5300~6200	2~5
凝胶纺聚乙烯: Dyneema	0.97	265	8900	3.5
碳纤维HT: Hi-Carbolon	1.80	230	12000	1.7
PET	1.38	8.0	89	13

第三节 我国合成纤维改性的发展

1989年, 我国的化学纤维产量已达147万吨, 其中合纤产量为126.7万吨, 成为仅次于美国、日本和苏联的第四化纤生产大国。

近年来, 我国在化纤改性技术水平, 改性新品种数量、产量和质量方面都有了迅速的发展和提高。改性纤维产量由1985年的3万吨增加到1989年的16万吨, 即由占化纤总产量的3%增加到占11% (见表1-9)。目前, 达到3~5万吨级的品种是有色和网络丝; 4~5千吨级的品种有细旦、异形、阳离子染料可染和空气变形丝; 1~4千吨级的品种有高强低伸缝纫线、中空(仿羽绒)纤维和高收缩纤维等。还有抗起球涤纶、PBT、细旦丝、高吸水涤纶、阻燃纤维、复合纤维、混纺纱、水溶性纤维、高强高模和改性维纶以及工业用涤纶、丙纶等30个品种。

1990年改性化纤产量已接近24万吨, 预计到2000年, 我国的改性化纤产量的比例将达到20~25%。其发展将按下面三个阶段进行:

第一阶段(1989—1992年)。要求以“仿毛、仿真丝绸”和“装饰用、产业用产品”为开发重点。

第二阶段(1992—1995年)。以“高附加价值化纤及其纺织加工”为重点, 主要研究、发展复合纤维、功能和高性能纤维, 致力于纺织品的高级化和舒适化。