

化学纤维概论

An Introduction Of Chemical Fibres

肖长发 尹翠玉 张华 程博文 安树林 等编

U S
A S F I M A
U R C N C
E C T A I C A
H O N D I R O A
I R N L U R O I B
D I E R M
S O E

中国纺织出版社

化学纤维概论

肖长发 尹翠玉 张华
程博文 安树林 等编

中国纺织出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学纤维概论/肖长发等编.-北京:中国纺织出版社,
1997.2

ISBN 7-5064-1259-4/TS·1089

I.化… II.肖… III.化学纤维:纺织纤维-概论 IV.T
S102.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 24059 号

中国纺织出版社出版发行

北京东直门南大街4号

邮政编码:100027 电话 010--64168226

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

1997年5月第一版 1997年5月第一次印刷

开本:850×1168毫米 1/32 印张:10.25

字数:268千字 印数:1—5000

定价:19.00元

前 言

1984 年世界纤维总产量已达 3500 万吨左右,其中化学纤维与天然纤维约各占一半,标志着人类已开始进入有能力用自己的智慧和力量完成从分子设计到纤维生产全过程的时代。目前,化学纤维的品种和规格多种多样,除作为传统的纺织原料用于衣物外,在产业、铺饰等方面的用量也在不断增加。为了使读者在较短的时间内对化学纤维的基本概念、生产方法、结构与性能及其用途等有一比较全面的了解,我们在原教学讲义的基础上,经过修改和充实编写了《化学纤维概论》一书。

全书共分十章。第一章第一节、第七章和第九章由安树林编写;第一章第二、三、四、五节和第五章由尹翠玉编写;第二章和第六章由程博文编写;第三章和第四章由张华编写;第八章由张瑞文、程博文、尹翠玉编写;第十章及附录由肖长发编写。

全书由肖长发统稿。

由于编者水平所限,书中不足或不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1996 年 9 月

内 容 提 要

本书分别从基本概念、制造方法、结构与性能、用途等诸方面对化学纤维的主要品种进行了简明扼要的介绍。内容深入浅出,通俗易懂。全书既注重系统性,又兼顾近年来化学纤维的新技术和新品种。

本书可作为大专院校和中等专科学校相关专业的教材,也可供有关工程技术或科研人员参考。

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 化学纤维的发展概况	(1)
一、化学纤维的分类	(1)
二、世界化学纤维工业的发展概况	(2)
三、我国化学纤维工业的发展概况	(8)
第二节 化学纤维的常用基本概念	(9)
一、长丝	(9)
二、短纤维	(9)
三、异形纤维.....	(10)
四、复合纤维.....	(11)
五、变形纱.....	(12)
六、超细纤维.....	(12)
七、差别化纤维.....	(13)
八、特种纤维.....	(13)
第三节 化学纤维的主要质量指标	(13)
一、线密度(纤度).....	(13)
二、断裂强度.....	(14)
三、断裂伸长率.....	(14)
四、初始模量.....	(15)
五、燃烧性能.....	(15)
六、吸湿性.....	(16)
七、染色性.....	(17)
八、卷曲度.....	(18)
九、沸水收缩率.....	(19)
第四节 化学纤维的生产方法概述	(19)
一、原料制备.....	(20)

二、纺丝熔体或溶液的制备	(22)
三、化学纤维的纺丝成形	(25)
四、化学纤维的后加工	(29)
第五节 化学纤维的鉴别	(30)
一、显微镜法	(30)
二、燃烧法	(31)
三、溶解法	(32)
四、着色法	(32)
第二章 粘胶纤维	(34)
第一节 概述	(34)
第二节 生产粘胶纤维的基本原料	(36)
一、植物纤维原料的来源及其化学成分	(36)
二、纤维素的结构与性能	(38)
三、粘胶纤维浆粕	(42)
第三节 粘胶原液的制备	(44)
一、碱纤维素的制备	(44)
二、纤维素黄酸酯的制备	(47)
三、纤维素黄酸酯的溶解和混合	(48)
四、粘胶的纺前准备	(49)
五、粘胶的质量指标及分析方法	(51)
第四节 普通粘胶短纤维	(52)
一、凝固浴的组成和作用	(52)
二、纺丝成形工艺	(53)
三、粘胶短纤维的后处理	(55)
第五节 普通粘胶长丝	(58)
一、粘胶长丝生产工艺特点	(58)
二、粘胶长丝的后处理及加工	(59)
第六节 其它类型粘胶纤维	(60)
一、粘胶强力纤维	(60)

二、波里诺西克纤维——富强纤维	(61)
三、高湿模量纤维	(64)
四、永久卷曲粘胶短纤维	(65)
五、其它特殊用途的粘胶纤维	(67)
六、非粘胶法制造纤维素纤维	(68)
第三章 聚酯纤维	(71)
第一节 概述	(71)
第二节 聚对苯二甲酸乙二酯	(73)
一、对苯二甲酸及乙二醇的制备	(73)
二、对苯二甲酸乙二酯的制备	(75)
三、聚对苯二甲酸乙二酯的生产	(82)
四、聚对苯二甲酸乙二酯的结构与性能	(86)
第三节 聚酯切片的干燥	(90)
一、切片干燥的目的和要求	(90)
二、干燥方式及工艺	(91)
第四节 聚酯纤维的生产	(97)
一、纺丝熔体的制备	(98)
二、纺丝机的基本结构	(100)
三、聚酯短纤维的生产	(101)
四、聚酯长丝的生产	(109)
第四章 聚酰胺纤维	(122)
第一节 概述	(122)
第二节 聚酰胺的生产	(125)
一、聚己二酰己二胺的制备	(125)
二、聚己内酰胺的制备	(131)
三、聚酰胺的结构与性能	(135)
第三节 聚酰胺的纺丝	(138)
一、聚己内酰胺的纺前处理及切片干燥	(138)
二、聚酰胺的纺丝工艺及特点	(139)

三、聚酰胺高速纺丝拉伸一步法工艺	(141)
第四节 聚酰胺纤维的后加工	(145)
一、聚酰胺短纤维的后加工	(145)
二、聚酰胺长丝的后加工	(146)
三、聚酰胺弹力丝的后加工	(146)
四、聚酰胺帘子线的生产特点及后加工	(146)
五、聚酰胺膨体长丝的生产	(147)
第五章 聚丙烯纤维	(149)
第一节 概述	(149)
一、聚丙烯纤维的发展概况	(149)
二、聚丙烯纤维的性能和用途	(149)
第二节 等规聚丙烯的制备及其性能	(151)
一、等规聚丙烯的合成	(151)
二、等规聚丙烯的结构和性能	(154)
三、成纤聚丙烯的质量要求	(156)
第三节 聚丙烯纤维的生产	(157)
一、常规聚丙烯纤维	(157)
二、聚丙烯短程纺丝技术	(160)
三、聚丙烯膨体长丝	(163)
四、膜裂纤维	(165)
第六章 聚丙烯腈纤维	(171)
第一节 概述	(171)
第二节 聚丙烯腈的制备及其性能	(172)
一、单体及其它基本原料	(172)
二、丙烯腈的聚合	(173)
三、聚丙烯腈的性能	(182)
第三节 聚丙烯腈纤维的生产	(183)
一、纺丝原液的制备	(183)
二、湿法纺丝	(184)

三、干法纺丝	(188)
四、冻胶纺丝	(191)
五、干湿法纺丝	(193)
六、后加工	(194)
第七章 聚乙烯醇纤维	(204)
第一节 概述	(204)
一、聚乙烯醇纤维的发展概况	(204)
二、聚乙烯醇纤维的性能	(204)
三、聚乙烯醇纤维的用途	(206)
第二节 聚乙烯醇的制备及其性能	(207)
一、醋酸乙烯的聚合	(207)
二、聚乙烯醇的制备	(210)
三、聚乙烯醇的性质	(213)
四、聚乙烯醇的质量指标	(216)
第三节 聚乙烯醇纤维的生产	(216)
一、纺丝原液的制备	(216)
二、纺丝成形	(218)
三、后加工	(224)
第八章 聚氯乙烯纤维	(227)
第一节 概述	(227)
一、聚氯乙烯纤维的发展概况	(227)
二、聚氯乙烯纤维的性能和用途	(227)
第二节 聚氯乙烯的制备及其性能	(229)
一、氯乙烯的制备	(229)
二、氯乙烯的聚合	(230)
三、聚氯乙烯的结构和性能	(230)
第三节 聚氯乙烯纤维的生产	(232)
一、氯纶	(232)
二、配采—U(PeCe—U)	(234)

三、罗维尔(Rhovyl)	(234)
四、天美纶	(235)
五、新品种聚氯乙烯纤维	(236)
六、改性聚氯乙烯纤维	(238)
第九章 聚氨酯弹性纤维	(241)
第一节 概述	(241)
一、聚氨酯弹性纤维的发展概况	(241)
二、聚氨酯弹性纤维的结构与性能	(242)
三、聚氨酯弹性纤维的用途	(243)
第二节 聚氨酯的原料准备	(245)
一、芳香二异氰酸酯的合成	(245)
二、聚醚的制备	(245)
三、聚酯的制备	(246)
四、聚氨酯嵌段共聚物的制备	(246)
第三节 聚氨酯弹性纤维的生产	(247)
一、纺丝成形	(247)
二、后加工	(252)
第十章 高性能纤维	(255)
第一节 概述	(255)
一、由化学纤维到高性能纤维的发展概况	(255)
二、高强高模纤维的结构特点	(257)
三、耐高温纤维	(260)
第二节 芳香族聚酰胺纤维	(265)
一、聚对苯二甲酰对苯二胺纤维	(265)
二、共聚型芳香族聚酰胺纤维——Technora	(273)
三、聚间苯二甲酰间苯二胺纤维	(275)
第三节 芳香族聚酯纤维	(278)
一、制法	(280)
二、结构与性能	(283)

三、用途	(286)
第四节 超高分子量聚乙烯纤维	(287)
一、高强化的基本原理	(287)
二、制法	(288)
三、结构与性能	(290)
四、用途	(293)
第五节 碳纤维	(294)
一、制法	(295)
二、结构与性能	(301)
三、用途	(303)
附录 常用缩写词英中文对照	(306)
参考文献	(313)

第一章 总 论

第一节 化学纤维的发展概况

一、化学纤维的分类

纺织纤维可分为两大类：一类是天然纤维，如棉花、羊毛、蚕丝、麻等；另一类是化学纤维，是用天然或合成高分子化合物经化学加工制得的纤维。化学纤维又可分为以下两大类。

1. 再生纤维 即以天然高分子化合物为原料，经化学处理和机械加工制得的纤维。主要产品有再生纤维素纤维和纤维素酯纤维。

2. 合成纤维 即以石油、天然气、煤及农副产品等为原料，经一系列的化学反应，制成合成高分子化合物，再经加工而制得的纤维。

化学纤维的分类见表 1-1。

表 1-1 化学纤维的分类

化学纤维	再生纤维	再生纤维素纤维：粘胶纤维、铜氨纤维 纤维素酯纤维：二醋酸纤维、三醋酸纤维
	合成纤维	聚酯纤维（涤纶） 聚酰胺纤维（锦纶、尼龙） 聚丙烯腈纤维（腈纶） 聚烯烃纤维（丙纶、乙纶等） 聚乙烯醇纤维（维纶、维尼纶） 聚氯乙烯纤维（氯纶） 其它：聚氨酯纤维、芳香族聚酰胺纤维、含氟纤维、碳纤维等

注 括号内为我国的相应简称。

目前世界上生产的化学纤维品种很多,不下几十种,但得到重点发展的只有几大品种,如再生纤维中的粘胶纤维,合成纤维中的聚酯纤维、聚酰胺纤维、聚丙烯腈纤维、聚丙烯纤维以及聚乙烯醇纤维、聚氯乙烯纤维等。特种用途纤维,如功能纤维、高性能纤维等,生产量虽然不大,但在国民经济中却占有相当重要的地位。表 1-2 所示为化学纤维的主要品种。

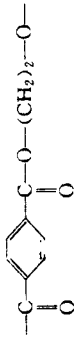
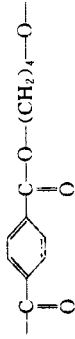
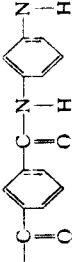
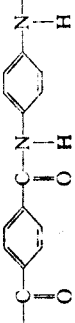
二、世界化学纤维工业的发展概况

早在 17 世纪就有人提出,人类可以模仿食桑蚕吐丝生产纺织纤维。经过 200 多年的探索,1884 年法国 H. B. Chardonnet 将硝酸纤维素溶解在乙醇或乙醚中制成粘稠液,再用细管冲到空气中凝固而形成细丝,制成最早的化学纤维——硝酸酯纤维。1891 年在法国建厂进行工业生产。虽然因硝酸酯纤维易燃,生产中使用的溶剂易爆,纤维质量差而未能大量发展,但从此开始了化学纤维工业的历史。

1901 年采用纤维素的铜氨溶液为纺丝液,经化学处理和机械加工制得铜氨纤维并实现工业化生产。这种纤维手感柔软、富有光泽,可用于织造高级衣料,但生产成本较高。1905 年用二硫化碳与碱纤维素作用,得到溶解性纤维素黄酸酯,再经纺丝及后加工制成粘胶纤维并实现工业化生产。因为粘胶纤维原料来源丰富,辅助化工原料价廉,其纤维织物穿着性能优良,而发展成为再生纤维中的最主要品种。继粘胶纤维之后,醋酯纤维、再生蛋白质纤维等再生纤维也相继实现了工业化生产。

此后,由于再生纤维原料受到自然条件的限制,人们试图以合成聚合物为原料,并试图制得性能更好的纤维。1935 年 Carothers 以己二胺、己二酸为原料,合成聚酰胺 66,再经熔融纺丝制成聚己二酰己二胺纤维,并在美国实现工业化生产。1941 年由德国 Schlack 发明的聚己内酰胺纤维在德国实现了工业化生产。1946 年在德国又开始了聚氯乙烯纤维的工业规模生产。50 年代初期,聚丙烯腈纤维、聚乙烯醇缩甲醛纤维、聚酯纤维等相继实现了工业

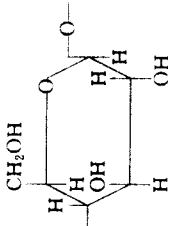
表 1-2 化学纤维的主要品种

类别	学名	单体	主要重复单元的化学结构式	商品名称
聚酯纤维	聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维	对苯二甲酸或对苯二甲酸二甲酯、乙二醇或环氧乙烷		涤纶、Terylene、Dacron
	聚对苯二甲酸丁二酯纤维	对苯二甲酸或对苯二甲酸二甲酯、1,4-丁二醇		Finetell、Sulmola
聚酰胺纤维 脂肪族	聚己内酰胺纤维	己内酰胺	$\text{—HN—(CH}_2\text{)}_5\text{—CO—}$	锦纶 6、尼龙 6、Kapron、Perlon
	聚己二酰己二胺纤维	己二胺、己二酸	$\text{—HN(CH}_2\text{)}_6\text{NHOC(CH}_2\text{)}_4\text{CO—}$	锦纶 66、尼龙 66、Nylon
聚酰胺纤维 芳香族	聚间苯二甲酰间苯二胺纤维	间苯二胺、间苯二甲酸		芳纶 1313、Nomex
	聚对苯二甲酰对苯二胺纤维	对苯二胺、对苯二甲酸		芳纶 1414、Kevlar

续表

类别	学名	单体	主要重复单元的化学结构式	商品名称
聚丙烯腈纤维	聚丙烯腈纤维 (系丙烯腈与15%以下其它单体的共聚物纤维)	除丙烯腈外,第二、三单体有:丙烯酸甲酯、醋酸乙烯、苯乙炔磺酸钠、甲基丙烯磺酸钠、甲叉丁二酸等	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{CN} \end{array}$ (共聚结构未表明)	腈纶、Cash- milon、Orlon、 Courtelle
	改性聚丙烯腈纤维 (系含15%以上第二组分的丙烯腈共聚物纤维)	丙烯腈、氯乙烯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—CH—} \\ \quad \quad \\ \text{Cl} \quad \quad \text{CN} \end{array}$ (无规共聚物)	腈氯纶、Dy- nel、Kanealon
		丙烯腈、偏二氯乙烯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—C—} \\ \quad \quad \\ \text{CN} \quad \quad \text{Cl}_2 \end{array}$ (无规共聚物)	改性聚丙烯 腈纤维、Verel
聚烯烃纤维	聚丙烯纤维	丙烯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	丙纶、Pylen、 Meraklon
	超高分子量聚乙烯纤维 (相对分子质量 $>10^6$)	乙烯	$\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$	Spectra 900、 Dyneema
聚乙烯醇纤维	聚乙烯醇缩甲醛纤维	醋酸乙烯酯	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ (缩醛化后结构未表明)	维纶、维尼 纶、Kuralon、 Mewlon
	聚乙烯醇—氯乙烯接枝共聚纤维	氯乙烯、醋酸乙烯	聚乙烯醇(PVA)、聚丙烯酸乙烯(PVC)的接枝共聚物	维氯纶、 Cordelan

续表

类别	学名	单体	主要重复单元的化学结构式	商品名称
聚氯乙 烯纤维	聚氯乙 烯纤维	氯乙 烯	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	氯纶、Leavil、Rhovyl
	氯化聚氯乙 烯纤维	氯乙 烯	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---CH---CH}_2\text{---CH---} \\ \quad \quad \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$	过氯纶、Pe-Ce
	氯乙 烯与偏二氯乙 烯共聚纤维	氯乙 烯、偏二氯乙 烯	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---C---} \\ \quad \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl}_2 \end{array}$ (无规共聚物)	偏氯纶、Saran
弹性纤维	聚氨酯弹性纤维	聚酯、聚醚、芳香族二异氰酸酯、脂肪族二胺	$\begin{array}{c} \text{---HN(CH}_2\text{)}_2\text{NHOCNH---R---NH---} \\ \text{COO---X---OOCNH---R---NHCO---} \\ \text{R: 芳基; X: 聚酯或聚醚} \end{array}$	氨纶、Lycra、Dorlutan、Vairin
再生纤维	粘胶纤维	天然高分子化合物		粘胶纤维、Courtaulds、Model、Topel