

材料新技术丛书

化学纤维鉴别与检验

CHEMICAL FIBER IDENTIFICATION AND INSPECTION

沈新元 主 编
顾晓华 杨秀英 副主编

MATERIAL

中国纺织出版社

材料新技术丛书

化学纤维鉴别与检验

Chemical Fiber Identification and Inspection

沈新元 主 编
顾晓华 杨秀英 副主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书是一本关于化学纤维鉴别与检验的著作。全面阐述了化学纤维的基本概念、化学纤维鉴别与检验的内容与方法。重点介绍了化学短纤维与化纤长丝的检验,并介绍了部分差别化纤维、功能纤维、智能纤维和生态纤维新品种的检验。

本书内容丰富,实用性强。适用于纤维工业领域的检验人员、技术人员和管理人员等。也可以作为相关专业本科生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

化学纤维鉴别与检验/沈新元主编. —北京:中国纺织出版社,2013.3

(材料新技术丛书)

ISBN 978-7-5064-9098-6

I. ①化… II. ①沈… III. ①化学纤维—鉴别 ②化学纤维—检验 IV. ①TQ340.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 206485 号

策划编辑:朱萍萍	责任编辑:范雨昕	特约编辑:张晓蕾
责任校对:余静雯	责任设计:李 然	责任印制:储志伟

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

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@c-textilep.com

三河市华丰印刷厂印刷 各地新华书店经销

2013年3月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:20.5

字数:397千字 定价:48.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

前言

一百多年来,世界化学纤维技术取得了令人惊叹的进步。目前,世界纤维的总用量约为7000万吨,其中2/3是化学纤维。我国的化学纤维工业虽然起步较晚,但发展迅速,自1997年以来,产量一直雄居世界首位,并且还将继续发展。

在我国化学纤维业由大转强的演变过程中,一方面化学纤维的产量持续增加,用途不断扩展;另一方面,一批新型化学纤维品种相继问世,并在尖端技术、国防建设和国民经济各个领域发挥了重要作用。在这种新形势下,对化学纤维的检验与质量控制提出了更高的要求。可以说,化学纤维产业的进一步发展,将极大地依赖于化学纤维鉴别与检验的水平。基于这一认识,我们编写了本书。

本书各章的编写人员如下:第一章由东华大学沈新元教授编写,第二章、第三章、第五章由齐齐哈尔大学顾晓华教授编写,第四章由齐齐哈尔大学杨秀英副教授编写。全书由沈新元统一整理定稿。

本书获得纤维材料改性国家重点实验室、安徽省纤维检验局和海斯摩尔生物科技有限公司的资助,在此表示诚挚的感谢。

本书在编写过程中,参阅了一些相关专利,在此向相关作者表示化学纤维鉴别与检验涉及面广,内容日新月异,加之作者水平有限,疏漏之处在所难免,恳请专家和读者批评指正。

编者

2012年9月

第一章 绪论	1
第一节 纤维的基本概念与分类	1
一、纤维的基本概念	1
二、纤维的分类	1
第二节 化学纤维的主要品种及基本概念	3
一、常规化学纤维	3
二、新型化学纤维	5
参考文献	16
第二章 化学纤维的鉴别	17
第一节 概述	17
一、化学纤维鉴别的基本概念	17
二、化学纤维鉴别方法的分类及特点	18
第二节 化学纤维的主要鉴别方法	19
一、物理鉴别法	19
二、化学鉴别法	24
三、仪器鉴别法	34
四、系统鉴别法	63
第三节 化学纤维的最终鉴定	65
一、合成纤维大品种的最终鉴定	65
二、其他化学纤维的最终鉴定	70
参考文献	72
第三章 化学纤维的检验	74
第一节 概述	74

2 化学纤维鉴别与检验	
一、化学纤维检验的基本概念	74
二、化学纤维检验方法的分类	75
第二节 化学纤维的公量检验	75
一、回潮率检验	75
二、含水率、非纤维物质、纤维净含量和纤维成分含量检验	80
三、油分检验	83
第三节 化学纤维的物理检验	88
一、长度检验	88
二、细度检验	92
三、拉伸性能检验	98
四、卷曲弹性检验	107
五、压缩弹性检验	111
六、摩擦系数检验	112
七、静电特性检验	115
八、熔点检验	118
九、热收缩率检验	120
十、密度检验	122
十一、双折射检验	123
第四节 化学纤维的化学检验	125
一、染色性能检验	125
二、二氧化钛含量检验	140
参考文献	142
 第四章 化学纤维大品种的检验	 144
第一节 化学纤维大品种的分类及主要性能	144
一、化学纤维大品种的产品分类	144
二、化学纤维大品种的结构特征及产品主要性能	145
第二节 化学纤维大品种的质量指标	163
一、化学短纤维大品种的质量指标	163
二、化学纤维长丝的质量指标	175
第三节 化学纤维大品种的品质检验	189
一、试样制备	189
二、化学短纤维大品种的品质检验	190
三、化纤长丝大品种的品质检验	206

参考文献	246
第五章 新型化学纤维的检验	247
第一节 差别化化学纤维的检验	247
一、概述	247
二、差别化纤维的检验	250
第二节 功能纤维的检验	254
一、概述	254
二、功能纤维的检验	255
第三节 智能纤维的检验	299
一、智能纤维的特性	299
二、智能纤维的检验	300
第四节 生态纤维的检验	303
一、概述	303
二、生态纺织品的环保标准	303
三、生态纤维与纺织品的评价体系	306
四、生态纤维与纺织品的检验	309
参考文献	318

第一章

绪论

第一节 纤维的基本概念与分类

本书是一本关于化学纤维鉴别与检验的著作。化学纤维的鉴别与检验涉及许多有关纤维的术语,因此在讨论化学纤维鉴别与检验之前,有必要简单阐述一下纤维的基本概念及其分类。

一、纤维的基本概念

一般认为,纤维(Fiber)是一种独立的、纤细的、毛发状的物质。其长度对其最大平均横向尺寸比,至少为10:1,其截面积小于 0.05mm^2 ,宽度小于 0.25mm 。美国 AATCC 技术手册将纤维定义为“形成纺织品的最基本的元素,可以是任意一种类别的物质,通常具有弹性、线密度以及较大的长度与横截面之比的特性。”一般认为,作为组成织物基本单元的纺织纤维,其直径或者宽度一般为几微米至几十微米,长度一般为几厘米或者更长,长径比或者长宽比一般大于1000:1,并且具有一定的强度、模量,较大的断裂伸长和其他某些性能(如耐热性能、可染性能等)。

但随着纤维的制备技术进步和用途拓宽,其定义也在变化。一方面,一些一维尺度的材料也经常以纤维命名,如纳米纤维。最细的碳纳米管直径小于 1nm ,长度可达数微米,长径比达千倍以上,也属于纤维范围;另一方面,一些作为结构材料的纤维,对于长径比或者长宽比、韧度等的要求已没有纺织纤维那么严格。

二、纤维的分类

纤维的种类有许多,其分类方法按不同的基准有多种。最常用的方法是按原料来源分类。按照这种方法,纤维可分为两大类,一类是天然纤维,另一类是化学纤维。

天然纤维指由纤维状的自然物质直接分离、精制而成的纤维。化学纤维指用天然或人工合成的高分子化合物为原料制成的纤维,构成纤维的高分子化合物至少为85%(质量分数)。

根据原料的不同,化学纤维可分为人造纤维(Artificial fiber)和合成纤维(Synthetic fiber)两大类。人造纤维是用天然高分子化合物为原料,经化学和机械加工制得的化学纤维的总称。合

2 化学纤维鉴别与检验

成纤维是用单体经人工合成获得的聚合物为原料制得的化学纤维。

在人造纤维中,用天然高分子化合物为原料,经化学方法制成的,与原高分子化合物在化学组成上基本相同的化学纤维称为再生纤维(Regenerated Fiber)。按照原料、化学成分等不同,再生纤维可以分为再生纤维素纤维和再生蛋白质纤维等。再生纤维素纤维(regenerated cellulose fiber)是一种用纤维素为原料制成的、结构为纤维素Ⅱ的再生纤维。再生蛋白质纤维(regenerated protein fiber)指用天然蛋白质为原料制成的再生纤维。蛋白质是由多种氨基酸经缩合失水形成的含肽键线型高分子化合物。表 1-1 列出了主要的天然纤维和化学纤维。

表 1-1 纤维的分类

类 别		纤 维 名 称
天然纤维	植物纤维	棉、亚麻、黄麻等
	动物纤维	羊毛、兔毛、驼毛、蚕丝、蜘蛛丝等
	矿物纤维	石棉等
化学纤维	人造纤维	再生纤维素纤维:粘胶纤维、铜氨纤维、莱赛尔(Lyocell)纤维
		纤维素酯纤维:二醋酸纤维、三醋酸纤维
		再生蛋白质纤维:大豆蛋白纤维、花生蛋白纤维、玉米蛋白纤维、乳酪(牛奶)蛋白纤维、胶原蛋白纤维
		海藻纤维
		甲壳素纤维、壳聚糖纤维
		橡胶纤维
	合成纤维	聚酰胺纤维
		芳族聚酰胺纤维
		聚酯纤维
		生物可降解聚酯纤维
		聚丙烯腈纤维
		改性聚丙烯腈纤维
		聚乙烯醇系纤维
		聚氯乙烯系纤维
		聚烯烃纤维
		聚氨酯弹性纤维
		聚氟烯烃纤维
		二烯类弹性体纤维
		聚酰亚胺纤维

第二节 化学纤维的主要品种及基本概念

一、常规化学纤维

目前世界上生产的化学纤维品种繁多,据统计有几十种,主要的常规品种列于表 1-2。

表 1-2 化学纤维的主要品种

学 名		国际代码	英文名称 缩写	商 品 名	
				国内	国外(举例)
再生纤维 素纤维	粘胶纤维	CR	—	粘胶纤维(粘纤)	Fibro, Courtaulds, Beau-Grip, Topel, Vistra
	铜氨纤维	CUP	—	铜氨纤维(铜氨纤)	—
纤维素 酯纤维	二醋酸纤维	CA	—	二醋酸纤维(二醋纤)	Celanese, Celarate, Estron
	三醋酸纤维	CTA	—	三醋酸纤维(三醋纤)	—
聚酯纤维	聚对苯二甲酸 乙二酯纤维	PES	PET	涤纶	Dacron, Trevira, Terylene, Micromattigue, Thermax, Fortrel, Tetoron, Lavsan
	聚对苯二甲酸 丁二酯纤维	—	PBT	—	Finecell, Sumola
	聚对苯二甲酸 丙二酯纤维	—	PTT	—	Corterra
聚酰胺纤维	聚己内酰胺纤维	PA	PA6	锦纶 6	Perlon, Amilan, Kapron
	聚己二酰己二胺纤维		PA66	锦纶 66	Antron, Tactel, Supplex
聚丙烯腈纤维		PAN	PAN	腈纶	Orlon, Acrilan, Creslan, Courtelle, Cashmere, Nitron
聚烯烃纤维	聚丙烯纤维	PP	PP	丙纶	Pylen, Meraklon
	聚乙烯纤维	PE	PE	乙纶	Eltextil, Norfil, Firestone-PEDM, Hi-Zex, Pex,
聚乙烯醇缩甲醛纤维		PVAL	PVA	维纶、维尼纶	Vinyon, Kuralon, Mewlon
聚氯乙烯 纤维	聚氯乙烯纤维	—	—	氯纶	Teviron, Rhovyl, Leavil
	氯化聚氯乙烯纤维	—	—	过氯纶	PeCe-U
	聚偏氯乙烯纤维	—	—	偏氯纶	Saran
聚氟烯烃纤维		PTFE	PTFE	氟纶	Teflon
聚氨酯纤维		EL	PU	氨纶	Lycra, Glospan, Dorlutan, Vairin

(一) 常规人造纤维

表 1-2 中列出的常规人造纤维有以下 2 种。

1. 再生纤维素纤维

(1) 粘胶纤维。粘胶纤维(Viscose Fiber)是一种用粘胶法制成的再生纤维素纤维。

①普通粘胶纤维。具有一般的物理机械性能和化学性能的粘胶纤维称为普通粘胶纤维。

②高强力粘胶纤维。具有较高的强力和耐疲劳性能的粘胶纤维称为高强力粘胶纤维。

③高湿模量粘胶纤维。具有较高的聚合度、强力和湿模量的粘胶纤维称为高湿模量粘胶纤维,该纤维在湿态下的断裂强度为 22.0cN/tex,伸长率不超过 15%。

④富强纤维。用高黏度、高酯化度的低碱粘胶,在低酸、低盐纺丝浴中纺成的高湿模量纤维称为富强纤维,该纤维具有良好的耐碱性和尺寸稳定性。

⑤变化型高湿模量纤维。用加有变性剂的粘胶,在锌含量较高的纺丝浴中纺成的高湿模量纤维称为变化型高湿模量纤维,该纤维具有较高的勾接强度和耐疲劳性。

(2) 铜氨纤维。铜氨纤维(Cupro Fiber, Cuprene Fiber, Cuprammonium Fiber)是一种用铜氨法制成的再生纤维素纤维。它是用纤维素为原料溶解在氢氧化铜或碱性铜盐的浓氨溶液内配成纺丝液,在凝固浴中铜氨纤维素分子化学物分解再生出纤维素,生成的水合纤维素经后加工制成的化学纤维。

2. 纤维素酯纤维 纤维素酯纤维指用天然纤维素为原料经化学方法转化为衍生物后制成的化学纤维,又称为半合成纤维(Semi-synthetic Fiber)。其中用纤维素为原料,经化学方法转化成醋酸纤维素酯制成的化学纤维,称为醋酯纤维或醋酸纤维素纤维(Acetate Fiber)。

(1) 二醋酯纤维(Secondary Cellulose Acetate Fiber):用纤维素为原料,经化学方法转化成二醋酸纤维素酯制成的化学纤维,其中至少有 74%,但不到 92% 的羟基被乙酰化。

(2) 三醋酯纤维(Triacetate Fiber):以纤维素为原料,经化学方法转化成三醋酸纤维素酯制成的化学纤维,其中至少有 92% 的羟基被乙酰化。

(二) 常规合成纤维

常规合成纤维的品种比较多,表 1-2 中列出的有以下几类。

1. 聚酯纤维 聚酯纤维(Polyester Fiber)指由二元醇与二元酸或 ω -羟基酸等聚酯线型大分子所构成的合成纤维,在大分子链中至少有 85% 的这种酯的链节。包括聚对苯二甲酸乙二酯纤维、聚对苯二甲酸丙二酯纤维和聚对苯二甲酸丁二酯纤维等。

2. 聚酰胺纤维 聚酰胺纤维(Polyamide Fiber, Nylon)指由酰胺键与脂族基或脂环基连接的线型分子构成的合成纤维。可根据缩聚组分的碳原子个数来简称各相应的脂族聚酰胺纤维。例如表 1-2 中列出的聚己内酰胺纤维称为聚酰胺 6 纤维,聚己二酰己二胺纤维称为聚酰胺 66 纤维。

3. 聚丙烯腈纤维 聚丙烯腈纤维(Acrylic Fiber)指由聚丙烯腈或其共聚物的线型大分子构

成的合成纤维,大分子链中至少有 85% 的丙烯腈链节。

4. 聚烯烃纤维 聚烯烃纤维(Polyolefin Fiber)指由烯烃聚合成的线型大分子构成的合成纤维。聚烯烃纤维包括由等规聚丙烯形成的饱和脂肪烃的线型大分子构成的聚丙烯纤维(Polypropylene Fiber)和由聚乙烯形成的未被取代的饱和脂肪烃的线型分子构成的聚乙烯纤维(Polyethylene Fiber)。

5. 聚乙烯醇系纤维 聚乙烯醇系纤维(Polyvinyl Alcohol Fiber)指由聚乙烯醇的线型大分子构成的合成纤维。

6. 聚氯乙烯系纤维 聚氯乙烯系纤维(Chlorofiber)也称含氯纤维,指由聚氯乙烯(或其衍生物)或其共聚物组成的线型大分子构成的合成纤维。

(1)聚氯乙烯纤维。由聚氯乙烯或其共聚物组成的线型大分子所构成的聚氯乙烯系纤维,称为聚氯乙烯纤维(Polyvinyl Chloride Fiber),该纤维大分子链中至少有 50% 的氯乙烯链节(当与丙烯腈共聚时,则至少有 65%)。

(2)聚偏氯乙烯纤维。用偏聚乙烯和氯乙烯共聚物为原料制成的聚氯乙烯系纤维,称为聚偏氯乙烯纤维(Polyvinylidene Chloride Fiber)。

(3)氯化聚氯乙烯纤维。聚氯乙烯树脂经氯化后制成的聚氯乙烯系纤维,称为氯化聚氯乙烯纤维(过氯乙烯纤维)(Chlorinated Polyvinyl Chloride Fiber)。

7. 聚氟烯烃纤维 聚氟烯烃纤维(Fluorofiber)也称含氟纤维,指由氟化脂族碳化合物聚合成的线型大分子所构成的合成纤维,如聚四氟乙烯纤维。

8. 弹性纤维 弹性纤维(Elastane Fiber)指具有高延伸性、高回弹性的合成纤维,这种纤维被拉伸为原长的三倍后再予以放松时,可以迅速地基本恢复到原长。包括二烯类弹性纤维(Elastodiene Fiber)、聚氨酯弹性纤维(Polycarbamate Fiber)等。二烯类弹性纤维是由合成的聚异戊二烯,或由一种或多种二烯类聚合物构成的弹性纤维。聚氨酯弹性纤维是由与其他聚合物嵌段共聚时至少含有 85% 的氨基甲酸酯的链节单元组成的线型大分子所构成的弹性纤维。

上述化学纤维常规品种中,产量比较大的有聚对苯二甲酸乙二酯纤维、粘胶纤维、聚酰胺纤维、聚丙烯腈纤维、聚丙烯纤维和聚乙烯醇缩甲醛纤维,这六种纤维被称为化学纤维大品种或者通用化学纤维。近年来,聚氨酯弹性纤维的产量也较大。

二、新型化学纤维

按性能特点,新型化学纤维可分为差别化纤维(Differential Fiber)、高性能纤维(High-performance Fiber)、功能纤维(Functional Fiber)和智能纤维(Intelligent Fiber)等。从另外一个角度,按原料的属性不同,化学纤维又可分为两大类,一类是非生物纤维;另一类是生物纤维(Biopolymer Fiber),生物纤维也属于新型化学纤维的范畴。

(一)差别化纤维

差别化纤维一般泛指对常规化学纤维产品有所创新或赋予某些特性的化学纤维。主要是指经过化学改性或物理改性,使常规化学纤维的服用性能得以改善,并具有一些新的性能,使同一化学纤维大品种的产品多样化和系列化。主要包括以下几类纤维。

1. 仿真纤维 仿真纤维指模仿天然纤维而制造的化学纤维,包括仿真丝纤维、仿棉纤维、仿毛纤维和仿麻纤维等。例如,蚕茧双孔吐出的丝单丝截面为三角形,8只蚕茧抽出的丝平均线密度为 23.1dtex (21旦),丝胶成分约占 $1/4$,脱胶后的单丝平均为 1.1dtex (1旦)左右。因此,仿真丝纤维一般为 1.1dtex (1旦)左右的单丝,截面呈三叶形、五星形、8~16多叶形,制成的织物光泽柔和,增强丝感。采用强碱后处理能使涤纶丝的表面产生不规则的凹凸面,再经过强捻合股,能使织物在手感与光泽方面更接近蚕丝。

2. 异形纤维 异形纤维指经一定的几何形状(非圆形)的喷丝孔纺制的具有特殊横截面形状的化学纤维,也称异形截面纤维。贯通纤维轴向,具有空腔的化学纤维称为中空纤维(Hollow Fiber),一般也将其归入异形纤维。异形纤维具有特殊的光泽,并具有蓬松性、耐污性和抗起球性,纤维的回弹性与覆盖性也可得到改善。

3. 超细纤维 超细纤维指线密度约在 0.44dtex (0.4旦)以下的化学纤维。一些国家和地区习惯上对各类细旦纤维的线密度分类为: $0.11\sim0.27\text{tex}\times(1.0\sim2.4\text{旦})$ /单丝为细旦纤维、 $0.033\sim0.11\text{tex}(0.3\sim1.0\text{旦})$ /单丝属于超细纤维,而 $0\sim0.033\text{tex}(0\sim0.3\text{旦})$ /单丝则叫做超极细纤维。细旦纤维可广泛用于桃皮绒、鹿皮绒、高密防水防毡绒面料、高感性仿真丝绸面料、高档针织时装及内衣、高性能擦拭布、医用防护、超洁净工作服以及直接用于功能吸附材料、过滤材料、保湿材料等。

4. 高收缩纤维 高收缩纤维指沸水收缩率为常规纤维5~10倍的化学纤维。一般而言,把沸水收缩率在20%左右的纤维称为一般收缩纤维,而把沸水收缩率为35%~45%的纤维称为高收缩纤维。目前,常见的有高收缩型腈纶和涤纶。

5. 抗起球纤维 起球是指衣服经摩擦后,纤维尾端浮于织物表面,缠结成小球后依附于衣服表面的现象。抗起球纤维是指织制成织物后,在穿着过程中不易起球的纤维。抗起球化学纤维是经过对原有纤维进行特殊处理后,使其由于摩擦引起的毛、球很快脱落。目前,常见的有抗起球涤纶。

6. 三维卷曲纤维 三维卷曲纤维又称螺旋形卷曲或者立体形卷曲纤维,是一种呈螺旋状卷曲的纤维。目前,常见的有三维卷曲型腈纶和涤纶。

7. 着色纤维 着色纤维又称色纺纤维,指在纤维生产过程中加着色剂制成的有色化学纤维。着色剂可以加入纺丝溶液、熔体或凝胶丝的微孔中。

(二)高性能纤维

高性能纤维指具有高强度、高模量、耐高温、耐化学药品、耐气候等优异性能的一类新型纤

维,主要品种示于图 1-1。

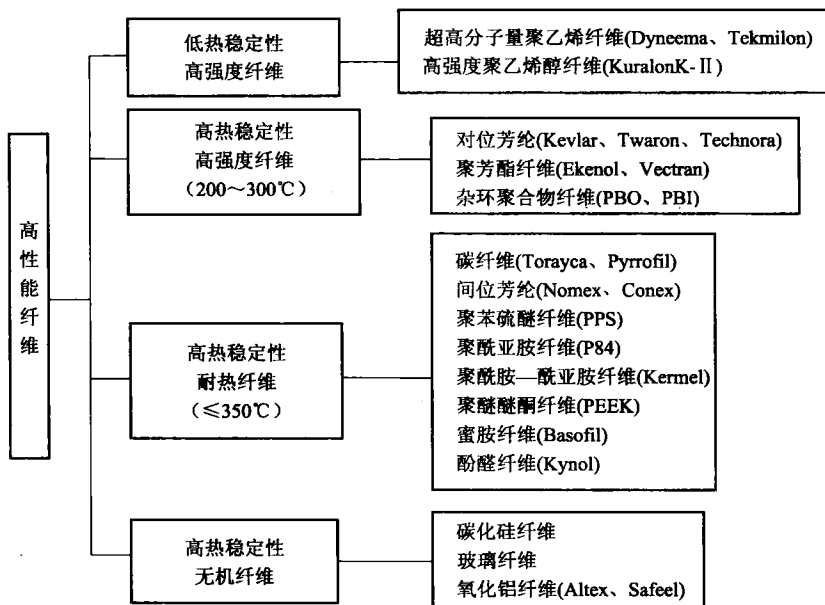


图 1-1 主要高性能纤维

1. 芳族聚酰胺纤维 芳族聚酰胺纤维是指由酰胺键与芳基连接的芳族聚酰胺的线型分子构成的合成纤维,其中至少有 85% 的酰胺键直接与两个芳基连接(并可在不超过 50% 的情况下,以亚酰胺代替酰胺键)。可根据取代基在芳基上的位置来简称各相应的芳族聚酰胺纤维。例如,聚间苯二甲酰间苯二胺纤维(间位芳纶),简称为芳纶 1313;聚对苯二甲酰对苯二胺纤维(对位芳纶),简称为芳纶 1414。

聚对苯二甲酰对苯二胺(PPTA)纤维采用 PPTA 液晶溶液,通过干湿法纺丝制备。其强度为 19.4cN/dtex,模量为 423.8cN/dtex,分解温度为 560℃,极限氧指数为 28%~30%。

聚间苯二甲酰间苯二胺(PMIA)纤维采用 PMIA 溶液,通过湿法纺丝或者干法纺丝制备。其强度为 4.7cN/dtex,模量为 61.7cN/dtex,分解温度为 415℃,长期使用温度为 205℃,极限氧指数为 29%~30%。

2. 碳纤维 碳纤维指含碳量不低于 90% 的纤维。由粘胶纤维、聚丙烯腈纤维和沥青纤维等有机纤维经碳化而得到。按原料来源,碳纤维可分为粘胶基碳纤维、聚丙烯腈基碳纤维和沥青基碳纤维等。按力学性能,碳纤维分为通用级(GP)(T-300)、高性能级(HP)、高强(T-1000)、高模(M40)以及高强高模(M60J)碳纤维。高强型聚丙烯腈基碳纤维的强度为 3~7GPa,高模型聚丙烯腈基碳纤维的模量为 300~900GPa,在惰性气体中耐热性优良,耐化学腐蚀性好,有导电性。

3. 超高分子量聚乙烯纤维 超高分子量聚乙烯(UHMWPE)纤维,又称高强度高模量聚乙烯纤维,指采用 UHMWPE 通过凝胶纺丝或者增塑熔融纺丝工艺制得的合成纤维。其强度为 29 ~ 39cN/dtex,模量为 934 ~ 1246cN/dtex,最高使用温度 100 ~ 110℃,具有优良的耐酸碱性、抗水解性。

4. 聚苯硫醚纤维 聚苯硫醚(PPS)纤维国外的名称为 Sulfar,商品名为 Ryton,指由苯环和硫原子交替排列的聚苯硫醚的线型分子构成的合成纤维。

聚苯硫醚纤维由 PPS 树脂通过熔融纺丝制备,其强度为 1.8 ~ 2.6cN/dtex,模量为 21.5 ~ 35.3cN/dtex,熔点 285℃,极限氧指数 34% ~ 35%,耐化学性仅次于聚四氟乙烯纤维。

5. 聚酰亚胺纤维 聚酰亚胺纤维指由含酰亚胺链节的线型分子构成的合成纤维,大分子链中至少有 85% 的酰亚胺链节。

聚酰亚胺纤维有醚类均聚纤维和酮类共聚纤维,前者由均苯四甲酸酐与 4,4' - 二氨基对苯醚溶液缩聚成聚酰胺酸后,通过湿法纺丝和高温环化制得;后者由二苯基甲酮 - 3,3',4,4' - 四甲酸酐与甲苯二异氰酸酯及 4,4' - 二亚苯基甲烷二异氰酸酯进行溶液共聚缩聚后,通过湿法纺丝制得。醚类均聚纤维的强度为 4 ~ 5cN/dtex,模量为 10 ~ 12GPa,在 300℃ 经 100h 后强度保持率为 50% ~ 70%,极限氧指数为 44%,耐射线性好;酮类共聚纤维的强度为 3.8cN/dtex,模量为 35cN/dtex。经改性的聚酰亚胺纤维的强度 ≥ 17.6 cN/dtex,模量为 529 ~ 882cN/dtex,分解温度 650℃,极限氧指数为 68%。

6. 聚酰胺—酰亚胺纤维 聚酰胺—酰亚胺纤维指由含芳酰胺—酰亚胺链节的线型分子构成的合成纤维,商品名为 Kermel。

聚酰胺—酰亚胺纤维由聚酰胺—酰亚胺通过干法纺丝或者湿法纺丝制备。纤维的强度为 4.4cN/dtex,模量为 61.7cN/dtex,可耐 350℃ 高温,极限氧指数 30% ~ 33%。

7. 聚醚醚酮纤维 聚醚醚酮(PEEK)纤维指由含亚苯基醚醚酮链节的线型分子构成的合成纤维。

聚醚醚酮纤维有单丝和复丝,复丝由 PEEK 通过普通熔融纺丝制成,单丝由 PEEK 采用类似制备锦纶鬃丝的方法制成。拉伸强度为 400 ~ 700MPa,模量为 3 ~ 6GPa,熔点为 334 ~ 343℃,长期使用温度为 250℃,极限氧指数为 35%。

8. 酚醛纤维 酚醛纤维指由线型酚醛树脂经缩醛化或络合化而制成的交联纤维,商品名为 Kynol。

酚醛纤维是由甲醛和苯酚在酸催化下缩聚而成的酚醛树脂,通过熔融纺丝或熔喷法制成的纤维。其强度为 1.14 ~ 1.58cN/dtex,极限氧指数为 30% ~ 34%,瞬时能耐 2500℃ 高温,长期使用温度为 150 ~ 180℃。绝热性好。

9. 蜜胺纤维 蜜胺纤维又称三聚氰胺纤维、三聚氰胺缩甲醛纤维,商品名为 Basofil。

蜜胺纤维指将三聚氰胺与甲醛缩聚,并溶于有机溶剂中通过湿法纺丝和后处理而得的纤

维。其强度为 1.76cN/dtex, 极限氧指数为 32%, 无熔点, 不熔滴, 连续使用温度为 180 ~ 200℃。

10. 高强度聚乙烯醇纤维 高强度聚乙烯醇纤维由聚乙烯醇树脂通过溶剂湿法冷却凝胶纺丝制成, 商品名为 Kuralon K-11。其强度为 15cN/dtex, 耐碱性能优良。

11. 碳化硅纤维 碳化硅纤维指具有 β -碳化硅结构的无机纤维。由有机硅化合物经纺丝、碳化或气相沉积而制成。其强度为 1960 ~ 4410MPa, 模量为 176.4 ~ 294GPa, 最高使用温度为 1200℃, 化学稳定性良好。

12. 玻璃纤维 玻璃纤维指主要成分为二氧化硅和钙、硼、镁、钡、钾等金属氧化物的无机纤维, 其种类繁多, 主要有 E-玻璃纤维、S-2 玻璃纤维等。

玻璃纤维由玻璃球或废旧玻璃为原料, 经高温熔制、拉丝、络纱等工艺制造而成。E-玻璃纤维的强度为 1722MPa, 模量为 654GPa。玻璃纤维的绝缘性好, 耐热性强, 抗腐蚀性好, 但性脆、耐磨性较差。

13. 氧化铝纤维 氧化铝纤维指主要成分为氧化铝, 还含有 5% 左右二氧化硅的多晶质无机纤维。主要的工业制法多用先驱物法, 将氧化铝和二氧化硅的先驱物制成胶体溶液, 借助离心喷吹或喷丝头纺丝加空气流喷吹等方法制成凝胶状短纤维, 然后通过加热干燥、高温烧制使两种先驱物分别转变成氧化铝和二氧化硅, 同时生成晶体结构。氧化铝纤维导热率、加热收缩率和比热容都较低。长期使用温度为 1300 ~ 1400℃, 具有较好的化学稳定性, 可在酸性环境、氧化气氛、还原气氛和真空条件下使用, 对碱性环境也有一定耐蚀性, 但易受铅蒸气和五氧化二钒的侵蚀。

(三) 功能纤维

材料的功能是指当从外部向材料输入信号时, 材料内部发生质和量的变化而产生输出的特性, 使材料产生如导电、传递、储存及生物相容性等方面的能力。功能纤维是指是在常规服饰用纤维原有性能的基础上, 又增加了某种特殊功能的一大类纤维的总称, 它具有吸附、分离、螯合、超吸水、吸油、吸烟、导电、导光、光变色、远红外蓄热、蓄光、芳香、生物体吸收、生物降解、抗菌消臭、释放负氧离子、光催化、发光等新功能。当纤维中兼有多种功能, 称为多功能纤维。

功能纤维品种有许多, 按功能属性的分类如表 1-3。

表 1-3 功能纤维的分类

类 别	举 例
物理功能纤维	光功能纤维: 光导功能、光折射功能、光干涉功能、耐光功能、偏光功能、光催化功能、光致变色功能、光反射显色功能、蓄光功能、发光功能和光吸收功能等
	电功能纤维: 导电功能、抗静电功能、电磁波屏蔽功能、光电功能和信息记忆功能等
	热功能纤维: 耐高温功能、绝热功能、热致变色功能、蓄热功能和耐低温功能等
物理化学功能纤维	物质分离功能纤维: 超滤功能、微滤功能和反渗透功能等
	吸附功能纤维: 金属螯合功能、超吸水功能、吸油功能、吸烟功能和选择吸附功能等

续表

类 别	举 例
化学功能纤维	化学反应功能纤维:光降解功能、光交联功能、催化功能和消异味功能等
	离子交换功能纤维:阳离子交换功能和阴离子交换功能等
生物功能纤维	保健功能纤维:抗菌功能、防臭功能、释放负离子功能和释放香味功能等
	生物工程用纤维:净化功能和浓缩功能等
	生物医学功能纤维:生物相容性、生物活性和生物降解吸收性等
其他特殊功能纤维	防护功能纤维:防辐射功能(防中子射线,防 X 射线,防紫外线、红外线,防电磁波,防微波)和阻燃功能等
	舒适功能纤维:吸热功能、放热功能、吸湿功能、放湿功能、调温调湿、防水透气功能、吸湿排汗功能、抗浸透功能和“防暑”功能等

下面简述表 1-3 中的一些功能纤维的基本概念。

1. 导光纤维 导光纤维也称光导纤维,是一种能够传导光波和各种光信号的纤维。通常以石英或高分子材料为原料制成,具有不同折射率的皮芯结构,其主要由于皮层的全反射作用而具有传导光线的功能。

2. 导电纤维 导电纤维指具有导电功能的纤维,在标准状态(温度为 20℃,相对湿度为 65%)下电阻率小于 $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 。它可以通过电子传导和电晕放电而消除静电。

3. 抗静电纤维 抗静电纤维指不易积聚静电荷的纤维,在标准状态(温度为 20℃,相对湿度为 65%)下,电阻率小于 $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

4. 光反射显色纤维 光反射显色纤维又称结构生色纤维。由日帝人公司和日产汽车公司、田中贵金属工业公司联合研究并开发成功,商品名为 Morphotex。它模仿南美洲闪蛱蝶翅膀上的“鳞粉”特性,通过对光的散射、干涉和衍射作用,使纤维产生颜色。

5. 光致变色纤维 光致变色纤维指在太阳光和紫外光等的照射下颜色会发生可逆变化的纤维,通过在纤维中引入光致变色物质而制得。

6. 蓄光纤维 也称自发光纤维、夜光纤维,指在黑暗中能自动发光的纤维。该纤维在自然光或日光灯照射 10~20min 后,可在黑暗处持续发光 6h 以上,且吸光、发光可永久进行。如将稀土材料等蓄光物质,与 PET、PP 等共混纺丝所得纤维。

7. 热致变色纤维 热致变色纤维指纤维的颜色能随着温度的改变而发生可逆变化的纤维,通过向纤维中引入热致变色物质而制得。

8. 中空纤维分离膜 中空纤维分离膜是一种具有分离功能的中空纤维,具有自支撑作用。其用途是作选择障碍层,凭借外部能量或化学位差允许混合体系中某些组分透过而保留其他组分,从而达到分离、分级、提纯、富集的目的。根据分离机理的不同,中空纤维分离膜有中空纤维