



当代石油和石化工业技术普及读本

合成纤维

(第二版)

中国石油和石化工程研究会 组织编写

王少春 执笔



中国石化出版社

当代石油和石化工业技术普及读本

合 成 纤 维

(第二版)

中国石油和石化工程研究会 组织编写

王少春 执笔

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

合成纤维/中国石油和石化工程研究会组织编写. —2版.
—北京:中国石化出版社,2005
(当代石油和石化工业技术普及读本)
ISBN 7-80043-960-7

I.合… II.中… III.合成纤维—普及读物
IV.TQ342-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 113776 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 32 开本 3.375 印张 61 千字

2006 年 3 月第 2 版第 2 次印刷

定价:10.00 元

前 言

《当代石油和石化工业技术普及读本》(以下简称《普及读本》)第一版于1999年组织编写,2000年完成全部出版工作。第一版《普及读本》共出版了11个分册,其中上游4个分册,包括勘探、钻井和完井、开采、油气集输与储运系统;下游7个分册,包括石油炼制——燃料油品、石油炼制——润滑油和石蜡、乙烯、合成树脂、合成橡胶、合成纤维、合成氨和尿素。

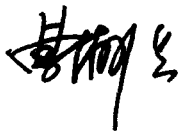
从一开始组织编写《普及读本》,我们就把这套书的读者对象定位在管理人员和非本专业技术人员,立足于帮助他们在较短的时间内对石油石化工业技术的概貌有一个整体了解。这套丛书列入了新闻出版总署“十五”国家科普著作重点出版规划;出版后在社会上,尤其是在石油石化行业和各级管理部门产生了良好影响;为了满足读者的需求,部分分册还多次重印。《普及读本》的出版发行,对于普及石油石化科技知识、提高技术人员和管理人员素质起到了积极作用,并荣获2000年度中国石化集团公司科技进步三等奖。

近年来,石油石化工业又有了快速发展,先进技术不断涌现;海洋石油勘探开发、天然气开发与利用在行业发展和国民经济中的地位越来越重要;随着时间推

移，原有分册中的一些数据已经过时，需要更新；各方面读者也反映，要求继续补充编写一些新的分册等。在征求各方面专家意见的基础上，我们决定对原先出版的11个分册进行修订，并补充编写9个新的分册，包括海洋石油勘探、海洋石油开发、天然气开采、天然气利用、石油沥青、炼油催化剂、炼油助剂、加油站、绿色石油化工。这9个分册分别邀请中海油、中石油、中石化以及中国石油和石化工程研究会相关领域的专家进行编写。原有分册的修订工作主要是补遗、更新、完善，不做大的结构性变动。

《普及读本》第二版修订、增补工作得到了中国石油化工股份有限公司的大力支持；参与丛书修订、编写工作的离退休专家、教授，勤勤恳恳、兢兢业业，其奉献和敬业精神令人感动。在此，谨向他们表示诚挚的敬意和衷心的感谢！

中国工程院院士



二〇〇五年八月八日

《当代石油和石化工业技术普及读本》

第二版

编委会

主任：曹湘洪

编委：(按姓氏笔画为序)

王子康	王少春	王丙申	王协琴
王国良	王毓俊	尤德华	亢峻星
刘积文	刘镜远	孙梦兰	孙殿成
孙毓霜	陈宝万	陈宜焜	张广林
张玉贞	李润清	李维英	吴金林
吴明胜	法琪璞	庞名立	赵 怡
官 敬	贺 伟	郭其孝	贾映莹
徐嗶东	秦瑞岐	翁维琬	龚旭辉
黄伯琴	梁朝林	董恩环	程曾越
廖谟圣			

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 纤维分类	(1)
第二节 合成纤维	(2)
第二章 涤纶	(15)
第一节 涤纶的品种及用途	(15)
第二节 涤纶的生产	(18)
第三节 涤纶发展前景	(32)
第三章 腈纶	(35)
第一节 腈纶的品种及用途	(36)
第二节 腈纶的生产	(37)
第三节 腈纶发展前景	(48)
第四章 锦纶	(50)
第一节 锦纶的品种及用途	(50)
第二节 锦纶的生产	(52)
第三节 锦纶发展前景	(56)
第五章 丙纶	(58)
第一节 丙纶的品种及用途	(58)
第二节 丙纶的生产	(60)
第三节 丙纶发展前景	(66)
第六章 维纶	(68)
第一节 维纶的品种及用途	(68)
第二节 维纶的生产	(69)

第三节	维纶发展前景·····	(71)
第七章	氨纶·····	(73)
第一节	氨纶的品种及用途·····	(73)
第二节	氨纶的生产·····	(74)
第八章	聚对苯二甲酸丁二酯纤维·····	(77)
第一节	PBT 纤维的品种及用途·····	(77)
第二节	PBT 纤维的生产·····	(78)
第九章	聚对苯二甲酸丙二醇酯纤维·····	(80)
第一节	PTT 纤维的性能及用途·····	(81)
第二节	PTT 纤维的生产·····	(82)
第十章	碳纤维·····	(84)
第一节	碳纤维的品种及用途·····	(84)
第二节	碳纤维的生产·····	(85)
第十一章	纳米纤维·····	(87)
第一节	纳米纤维性能·····	(88)
第二节	纳米纤维制备·····	(88)
第十二章	合成纤维未来发展展望·····	(90)
第一节	合成纤维消费结构的变化·····	(90)
第二节	合成纤维品种的变化与发展·····	(92)
第三节	合成纤维技术的进步与发展·····	(95)
参考文献	·····	(98)

第一章 概 述

从远古时代至今，人们生活所需要的各个方面中，衣用材料有着重要的地位。古人用树皮、天然植物、动物毛皮等遮体，后来发展到各式衣着服饰。人们所用的织物原料，大体上为植物棉花、植物麻类、动物毛皮及蚕丝等，这些统称为天然纤维。

随着人类社会的发展，天然纤维已不能完全满足人们的生活、生产需要，1883年英国人斯温(Swan)制成了第一根人造纤维，从而进入了化学纤维的发展历程。直到20世纪60年代末，由于受到世界石化工业的发展影响，促进了合成纤维的迅速发展，最终在纤维这个大的领域内，出现了一个另类的大品种——合成纤维。

第一节 纤维分类

我们把纤维分为两大类：其一为天然纤维，其二为化学纤维。所谓化学纤维，是用天然或合成高分子聚合物，经化学反应和纺丝、加工处理而制得的纤维。纤维的分类如图1-1所示。

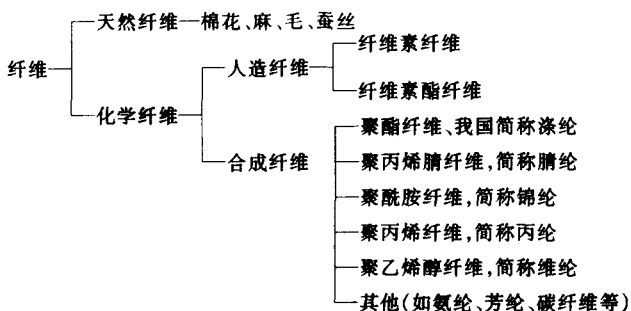


图 1-1 纤维的分类

第二节 合成纤维

合成纤维是以石油、天然气为原料，通过人工合成的高分子聚合物经纺丝、后加工而制得的纤维。

合成纤维起始于煤化工、电石工业。在 20 世纪 50~60 年代，世界石化工业的发展，给合成纤维发展带来了新的生机，为合成纤维提供了充足的基本原料，使之从单一的品种发展成为不同用途的多个品种。在短短的几十年间，世界合成纤维的产量已接近天然纤维，成为纺织工业的重要原料。目前世界合成纤维产量已超过 3400 万吨。

我国合成纤维工业起步于 20 世纪 50 年代中期，开始是小规模生产锦纶，60 年代分别从日本、英国引进了生产维纶、腈纶的技术和设备。

70 年代，随着我国石油工业的发展，合成纤维工业的基本原料开始由石油原料所代替。此时引进技术和

设备分别在上海、辽阳、天津、四川建设了四个大型石油化纤联合企业，成为我国发展合成纤维的坚实基础。

80年代，又在江苏仪征建成了特大型聚酯合成纤维工程，与此同时也在上海建设了二期聚酯工程。

“九五”期间，在辽化、天津、洛阳建设了20万吨聚酯工程。从而形成了我国合成纤维工业较为完整的体系。

“十五”期间，我国合成纤维工业发展较快，产量快速增长，2004年产量达到1314万吨，其中涤纶增长更为明显，产量已过1138万吨，并主要集中在江、浙、沪地区，又以民营企业为主。今后一个时期，我国合纤工业将在动态与满足需求平衡的基础上，在以人为本、科技优先的前提下，应适度发展。

一、合成纤维的品种及分类

1. 按长短分类

合成纤维根据其长短，可分为短纤维、长丝等。

(1) 短纤维：纤维被切断成长度为几厘米至十几厘米的纤维，称做短纤维。依据切断长度的差异，将短纤维又分为棉型、毛型、中长型短纤维。

① 棉型短纤维：长度在25~38毫米之间，线密度在1.3~1.7分特之间的较细纤维，类似于棉花。主要用于和棉混纺，如“涤棉”织物等。

② 毛型短纤维：长度在70~150毫米，线密度在3.3~7.7分特之间的较粗纤维，类似于羊毛。主要用于和羊毛混纺，如“毛涤”织物等。

③ 中长纤维：长度在51~76毫米，线密度为2.2~

3.3 分特，介于棉、毛型之间，主要用于织造中间纤维织物，如“中长毛涤”织物等。

以上如按单纤维的粗细(线密度)分类，线密度为1.4~7分特时，也有人称为常规纤维。

(2) 长丝：长度以千米计的称之为长丝。长丝又分为单丝、复丝、帘线丝。

① 单丝：以单孔喷丝头纺制而成的一根连续纤维或以3~6孔喷丝头纺制而成的3~6根单纤维组成的连续纤维统称之为单丝。直径为0.08~2毫米较粗的单丝又被称为鬃丝。

② 复丝：一般由8~100根单纤维组成的丝条称之为复丝。

③ 帘线丝：以100根至几百根单纤维组成的丝条，称之为帘线丝。如用于制造轮胎帘子布的丝条。

根据纤维性能特点、用途上的需求关系，国内有些品种如锦纶生产以长丝为主，腈纶以短纤维为主，而涤纶长丝比例目前已高于短丝比例。短纤维也具备纯纺功能，如纯涤纶织物等。

2. 按化学组成分类

合成纤维根据其化学组成，可分为涤纶、腈纶、锦纶、丙纶、维纶等。

以石油为原料，生产的合成纤维如图1-2所示。

3. 按性能及生产方法分类

合成纤维根据其性能及生产方法，又可分为常规纤维和差别化纤维。

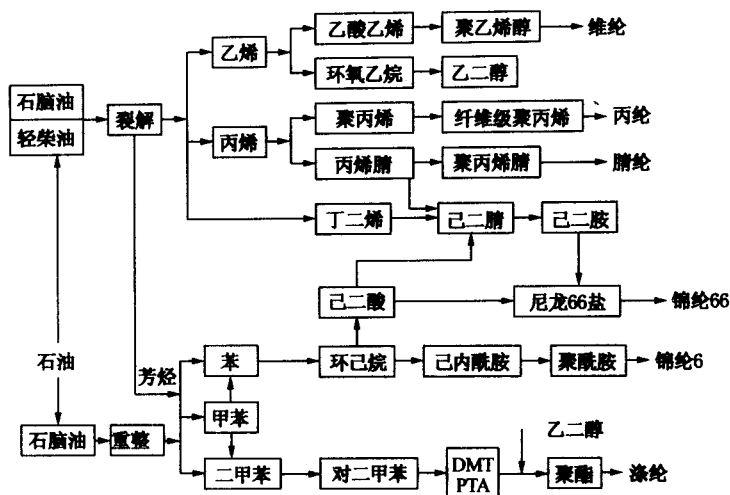


图 1-2 以石油为原料生产的合成纤维

差别化纤维是经过物理机械或化学改性后的常规化纤品种，在性能和用途方面得到改善的纤维，统称之为差别化纤维。这类纤维目前主要用于服装、装饰织物。

改变纤维的物理性能：是通过聚合与纺丝条件的变化，纤维截面的变化，纤维品种的变化（如复合、共混等）等，达到物理改性的目的，从而改善纤维的性能。

改变纤维的化学性能：是通过共聚、接枝、交联等方法，改善纤维的性能。共聚是采用两种或两种以上单体在一定条件下进行聚合；接枝是通过一种化学或物理方法，使纤维的大分子链上能够接上所需要的基团；交

联是指控制一定条件，使纤维大分子链间发生化学键接。

改变纤维生产工艺条件及工艺过程：是通过采用新的聚合方法及特殊控制，采用新的纤维成形方法；改进纺丝成形和后加工工艺，完善纺丝工艺过程同后续工艺(下游)过程的联合，来达到改善纤维性能的目的。

差别化纤维的主要品种有：

(1) 异形纤维：采用异形喷丝孔纺制的具有非圆形截面的纤维或中空纤维统称之为异形纤维。异形纤维具有特殊的光泽性、蓬松性、保暖性、耐污性、抗起球性、回弹性、覆盖性等，见表 1-1。

表 1-1 异形纤维主要品种用途及特性

形式	喷丝板和截面形状	用途	特 征
三角 (三叶、T形) 形	 	仿丝 供闪光毛线 混纺用	闪光性强、耐污、覆盖性强
	 		光泽优雅、耐污性、覆盖性好，染色后鲜艳明亮
	 		透气性好、蓬松度大，覆盖性好
多角 (五星、五叶六角、支形)形	 	仿毛	高蓬松度，手感好，覆盖性好，抗起球
	 		特殊的光泽性、手感好，覆盖性强
	 	弹力丝用	手感清爽，覆盖性好，回弹性好，高蓬松度，抗起球
	 		

续表

形式	喷丝板和截面形状	用途	特征
扁平、带状 (狗骨、豆)形		仿麻	手感似麻，覆盖性强
			具有闪光光泽
		仿毛	透气性好
			光泽、手感似亚麻
中空 (圆形、三角、梅花)形		仿毛	质轻，保暖
		弹力丝等	覆盖性好，表面光滑，有弹性
			
		供褥絮用	中空、保暖性好 耐污，不易见灰尘

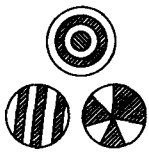
(2) 复合纤维：剖析纤维截面，存在两种或两种以上不相混合的高分子聚合物，经特殊熔融纺丝溶液纺丝生成的纤维，称之为复合纤维或多组分纤维。

不同高聚物根据性能、纤维截面分配的位置或纤维内部组分间的几何特征，可以生成许多不同性能、不同用途的复合纤维。

复合纤维品种中，还有一种称为共混纤维。它是一种高聚物组分以原纤状或细条状高度分散于另一种组分中而制得的纤维，如海岛型等。如表 1-2 所示。

(3) 超细纤维：线密度在 0.11~0.55 分特的称为超细纤维。主要用于人造皮革、防水透气织物、仿桃皮绒织物等。

表 1-2 复合纤维主要基本结构及特性

项 目	并列型	皮芯型	多层型、放射性	海岛型
截面结构				
性能特点	螺旋状卷曲，可制类似羊毛弹性和蓬松性纤维、导电纤维等 纤维结构较稳定、易剥离	用于制光导纤维和阻燃纤维等。纤维不稳定，难以剥离	可用于制取超细纤维。纤维不稳定，结构复杂，可剥离，可溶去其中一组分	可用于制取超细纤维、多孔纤维。纤维较稳定，可溶解除去组分

线密度在 0.55 ~ 1.3 分特称为细旦纤维。主要用于仿真丝类织物。

(4) 特种纤维：具有特殊的物理化学结构、性能和用途的纤维，称之为特种纤维，如功能性纤维等。

(5) 变形纱：通过变形加工后的丝或纱，称之为变形纱，如弹力丝、膨体纱等。

二、合成纤维的性能与用途

合成纤维具有强度高、耐磨、耐酸碱、耐高温、质轻、保暖、抗霉蛀、电绝缘性能好等特点，合成纤维与天然纤维的比较，如表 1-3 所示。

表 1-3 天然纤维与合成纤维主要性能对比

性能 \ 品种		棉花	毛	涤纶	腈纶	锦纶	丙纶	维纶
相对断裂强度(棉花为1)	干态	1	0.32 ~ 0.35	1.4 ~ 1.85	0.84 ~ 1.03	1.48 ~ 1.95	1.0 ~ 1.65	1 ~ 1.85
	湿态	1	0.22 ~ 0.25	1.3 ~ 1.42	0.59 ~ 0.65	0.77 ~ 1.27	0.93 ~ 1.27	0.63 ~ 1.25
相对弹性(棉花为1)		1	1.34	1.2 ~ 1.35	1.2 ~ 1.28	1.28 ~ 1.35	1.28 ~ 1.35	0.95 ~ 1.2
相对密度(棉花为1)		1	0.86	0.89	0.74 ~ 0.76	0.74	0.58	0.82 ~ 0.84
吸湿率/%		7	16	0.4 ~ 0.5	1.2 ~ 2.0	3.5 ~ 5.0	0	3.0 ~ 5.0
耐热性/℃	软化点	在 120℃ 5 小时变黄	100℃ 硬化	240	190 ~ 240	180	140 ~ 165	220 ~ 230
	熔点	150℃ 分解	130℃ 分解	225 ~ 260		215 ~ 220	160 ~ 177	
耐日光性		强度下降 可变黄	强度下降 色性变差	强度 不变	强度 不变	强度 降低	耐间接 日光	强度 不变
耐霉蛀性		耐蛀不 耐霉	不耐蛀, 抗菌蚀	良好	良好	良好	良好	良好

合成纤维在民用上可用作服用面料、装饰,可混纺、纯纺及机织等;在工业上可用做轮胎帘子线、绳索、渔网、运输带、工业用织物、无纺布、土工布、电气绝缘材料等;此外,还可用作医疗用布,航空、航天工业用特殊复合材料等。

三、合成纤维的生产方法

合成纤维的生产,是将单体经聚合反应生成高聚物,高聚物经纺丝生成初生纤维,初生纤维再经后处理