



当代石油和石化工业技术普及读本

合成纤维

(第三版)

中国石油和石化工程研究会 组织编写

王少春 崔德人 执笔



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

当代石油和石化工业技术普及读本

合 成 纤 维

(第三版)

中国石油和石化工程研究会 组织编写

王少春 崔德人 执笔

中國石化出版社

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. —3 版. —北京: 中国石化出版
社, 2012. 4

(当代石油和石化工业技术普及读本)

ISBN 978-7-5114-1524-0

I. ①合… II. ①中… III. ①合成纤维 - 普及读物
IV. ①TQ342-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 059555 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭,
或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

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

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

850 × 1168 毫米 32 开本 3.75 印张 68 千字

2012 年 4 月第 3 版 2012 年 4 月第 1 次印刷

定价: 12.00 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》)第一版共包括了11个分册,2000年出版发行;2005年起根据石油石化工业的新发展和广大读者的要求,在修订了原有分册的基础上,补充编写了海洋石油开发、天然气开采等8个新的分册,于2007年出版发行了《普及读本》第二版;2009年我们又组织编写了煤制油、乙醇燃料与生物柴油等7个分册。至此,《普及读本》第三版共出版了26个分册,涵盖了陆上石油、海洋石油、开采与储运、天然气开发与利用、石油炼制与化工、石油化工绿色化及信息化、炼化企业污染与防治等石油石化工业相关领域的内容。

《普及读本》以企业经营管理人员和非炼化专业技术人员为读者对象,强调科普性、可阅读性、实用性、知识及技术的先进性,立足于帮助他们在较短的时间内对石油石化工业各个技术领域的概貌有一个基本了解,使其能通过利用阅读掌握的知识更好地参与或负责石油石化业的管理工作。这套丛书作为新闻出版总署“十五”国家科普著作重点出版项目,从开始组织编写到最后出版,我们在题材的选取、大纲的审定、作者的选择、稿件的审查以及技术内容的把关等方面,都坚持了高标准、严要求,力求做到通俗易懂、深入浅出、由点

及面、注重实用，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，受到了广泛好评。为了满足读者的需求，其中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年度中国石油化工集团公司科技进步三等奖。

近年来，石油石化工业的发展日新月异，先进技术不断涌现；随着时间的推移，原有部分分册中的一些数据已经过时，需要更新。为了进一步完善《普及读本》系列读物，使其内容与我国石油石化工业技术的发展相适应，我们决定邀请国内炼油化工领域的专家对第一版及第二版的19个分册进行修订，组织该书第四版的出版发行，从而使该系列读物与时俱进，更加系统全面。

《普及读本》第四版的组织编写和修订工作得到了中国石油、中国石化、中国海油、中国神华以及中化集团的大力支持。参与丛书编写、修订工作的专家、教授精益求精、甘于奉献，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！

二〇一一年八月八日

《当代石油和石化工业技术普及读本》

(第四版)

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	刘跃文	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	法琪瑛	庞名立
赵 怡	宫 敬	贺 伟	郭其孝
贾映萱	徐喈东	翁维琬	龚旭辉
黄志华	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	(2)
第二节 合成纤维	(3)
第二章 涤纶	(18)
第一节 涤纶的品种及用途	(19)
第二节 涤纶的生产	(22)
第三节 涤纶的改性和新型聚酯系列产品 ...	(38)
第四节 涤纶发展前景	(45)
第三章 腈纶	(48)
第一节 腈纶的品种及用途	(49)
第二节 腈纶的生产	(50)
第三节 腈纶发展前景	(62)
第四章 锦纶	(65)
第一节 锦纶的品种及用途	(66)
第二节 锦纶的生产	(68)
第三节 锦纶发展前景	(71)
第五章 丙纶	(73)
第一节 丙纶的品种及用途	(74)
第二节 丙纶的生产	(75)
第三节 丙纶发展前景	(81)

第六章 维纶	(84)
第一节 维纶的品种及用途	(85)
第二节 维纶的生产	(86)
第三节 维纶发展前景	(88)
第七章 氨纶	(90)
第一节 氨纶的品种及用途	(91)
第二节 氨纶的生产	(92)
第八章 高性能纤维	(95)
第一节 芳纶	(95)
第二节 超高相对分子质量聚乙烯纤维	(97)
第三节 碳纤维	(98)
第九章 合成纤维未来发展展望	(103)
第一节 合成纤维产业发展趋势	(104)
第二节 合成纤维消费结构的变化	(106)
第三节 合成纤维技术进步与发展趋势	(107)
参考文献	(110)

第一章 概 述

从远古时代至今，人类的生活就与纤维密切相关。在人们生活所需要的各个方面，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。天然纤维在公元前就已在世界范围内得到应用，与天然纤维悠久的历史相比，合成纤维的历史很短。

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。经过法国、英国等科学家近 40 年的研究，1883 年法国人 Chardonnet 获得了用硝酸纤维制造化学纤维的专利，并于 1891 年在法国贝桑松实现工业生产，标志着世界化学纤维工业化的开始。此后的近半个世纪，随着人工合成高分子的大量问世和现代高分子概念的确立，化学纤维家族中重要的一支——合成纤维开始登上历史的舞台。尽管 1934 年德国 IG 化学公司实现聚氯乙烯纤维的工业化，使其成为世界上最早的合成纤维，但合成纤维时代真正到来是从杜邦公司 1939 年成功生产锦纶 66(聚酰胺 66 纤维)开始的。此后涤纶(聚酯纤维)、腈纶(聚丙烯腈纤维)、维纶(聚乙烯

醇纤维)、氨纶(聚氨酯弹性纤维)、丙纶(聚丙烯纤维)等相继问世,产量和消费量不断扩大。特别是 20 世纪 60 年代后,受世界石化工业发展的促进,加上合成纤维性能的改进及应用领域的扩大,合成纤维获得了惊人的发展,成为化学纤维中最主要的组成部分,也是纤维领域发展最快的一大品种。

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。

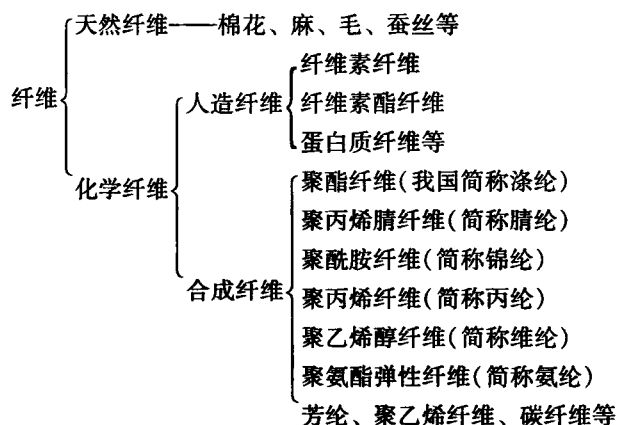


图 1-1 纤维的分类

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 4100 万吨，远远高于天然纤维的数量。

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大型聚酯及涤纶工程，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/年聚酯装置。从而形成了我国合成纤维工业较为完

整的体系。

“十五”、“十一五”期间，是我国合成纤维工业快速发展的时期，产量和消费量均呈现高速增长的态势。新增产能主要集中在华东地区，特别是江、浙、沪等省市，以民营企业为主。由于近些年合成纤维产量的增长速度高于国内市场消费的增幅，从 2007 年开始，我国已成为合成纤维的净出口国。2009 年我国合成纤维产量达 2494 万吨，消费量为 2444 万吨，净出口量为 50 万吨。经过长期持续高速发展，我国合成纤维产业结构性矛盾已经显现，今后一段时期，我国合纤工业将处于调整产业结构和加快产业升级的发展时期，力争使我国从生产大国转向技术强国。

一、合成纤维的品种及分类

(一)按长度分类

合成纤维根据其长短，可分为短纤维、长丝等。

1. 短纤维

合成纤维丝束被切断成长度为几厘米至几十厘米的纤维，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 ~ 40 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 ~ 70 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

长丝是长度很长的单根或多根连续的纤维丝条，长度多以千米计。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、含 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，目前涤纶长丝比例高于短纤维。

(二) 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。

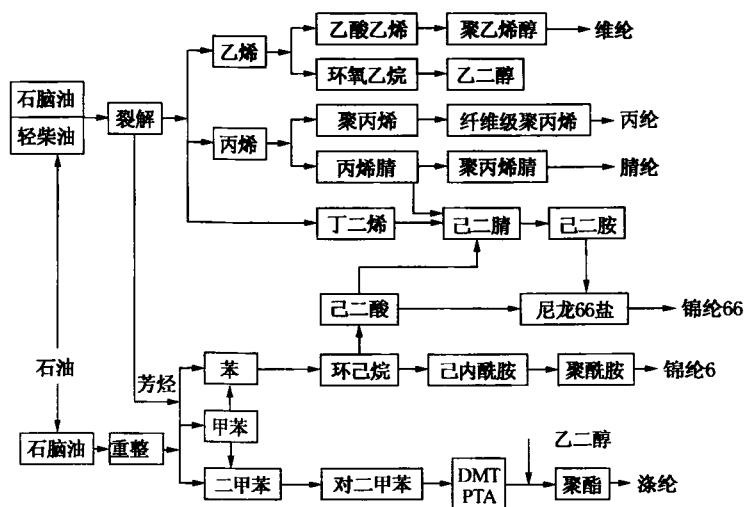


图 1-2 以石油为原料生产的合成纤维

(三)按性能分类

合成纤维根据其性能及生产方法，又可分为常规纤维、差别化纤维、高性能纤维、功能纤维等。

1. 常规纤维

合成纤维大品种具有物理性能、力学性能、稳定性、加工性能和使用性能，称为常规纤维，但常规纤维不同程度存在一些缺点，如染色性、吸湿性和抗静电性较差等。

2. 差别化纤维

差别化纤维是经过物理机械或化学改性后的常规纤维品种，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:

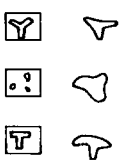
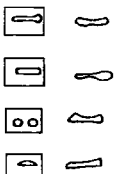
(1)异形纤维:采用异形喷丝孔纺制的具有非圆形截面的纤维或中空纤维统称之为异形纤维。异形纤维具有特殊的光泽性、蓬松性、保暖性、耐污性、抗起球性、回弹性、覆盖性等,见表1-1。

(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。

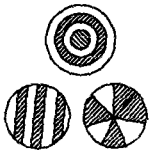
复合纤维品种中,还有一种称为共混纤维。它是一种高聚物组分以原纤状或细条状高度分散于另一种组分中而制得的纤维,如海岛型等。如表1-2所示。

表 1-1 异形纤维主要品种用途及特性

型式	喷丝板和截面形状	用途	特征
三角(三叶、T)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		仿毛 弹力丝用	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 手感滑爽, 覆盖性好, 回弹性好, 高蓬松度, 抗起球
扁平、带状(狗骨、豆)形		仿麻 仿毛	手感似麻, 覆盖性强 具有闪光光泽 透气性好 光泽、手感似亚麻
中空(圆形、三角、梅)形		仿毛 弹力丝等 供褥絮用	质轻, 保暖 覆盖性好, 表面光滑, 有弹性 耐污, 不易见灰尘

(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。

3. 高性能纤维

高性能纤维是指具有高强度、高模量、耐高温、耐化学品、耐气候等性能特别优异的一类新型纤维。如芳香族聚酰胺纤维、碳纤维、高强高模聚乙烯纤维、聚苯并咪唑纤维、聚四氟乙烯纤维等。高性能纤维主要应用于航空航天、海洋开发、能源交通、信息工程、土木建筑、军事工程和高科技产业等领域。

4. 功能纤维

纤维都具有一定性能，但未必具有所谓功能。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如导电、传递、储存及生物相容性等方面的能力。如高吸水纤维、导电纤维、抗菌纤维、抗紫外