

差别化纤维丛书

仿丝型纤维及其加工应用

王希岳 冯青仪 姚园园 梅士英 编著



中国石化出版社

差别化纤维丛书

仿丝型纤维及其 加工应用

王希岳 冯青仪 编著
姚园园 梅士英

中国石化出版社

(京)新登字048号

内 容 提 要

本书为“差别化纤维”系列丛书之一，系统介绍了仿丝型涤纶的纺制技术、性能及其纺织品的的设计、织造、染色、整理等加工原理和生产工艺。主要内容包括：异型纤维、细特丝、超细特丝、仿丝型改性涤纶长丝等纺制技术及变形加工技术；仿真丝涤纶织物的结构设计、绉类、缎类、高泡型与条格类仿真丝织物的织造生产工艺要点及参数；仿丝型涤纶织物的染整加工过程；精练、起绉、碱减量加工；染色和印花用染料、助剂以及工艺特点，加工设备；新型染色技术；柔软、抗静电、亲水、拒水拒油、桃皮绒等整理技术。

本书可供化纤、织造、染整等专业的科研和生产技术人员及纺织院校师生参考。

差别化纤维丛书 仿丝型纤维及其加工应用

王希岳 冯青仪 编著
姚园园 梅士英

中国石化出版社出版发行
(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码：100029)
海丰印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所经销

787×1092毫米 32开本 13¹/₈印张 285千字 印1—1500

1995年8月北京第1版 1995年8月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-549-0/TS·003 定价：18.00元

序 言

合成纤维自20世纪40年代工业化以来发展甚为迅速，1991年世界化纤产量已达1930万吨，其中合成纤维为1622万吨，已占世界纤维材料总量40%以上。我国化纤产量已超过200万吨，占纤维材料总量11%。预计到2000年我国化纤产量将占纤维材料总量的40%以上。化学纤维的迅速发展，不单从产量上弥补天然纤维的不足，而且有的化学纤维具有天然纤维不可替代的优良性能。然而化学纤维也有某些缺陷。随着社会的发展，消费水平的提高，对化学纤维要求具有多种多样的性能。为此，近几十年，尤其70年代以来，在世界范围内开展了大量的、有效的工作，以改进化学纤维的性能，提高纤维的质量，改进化纤生产工艺技术，扩大纤维产品的用途，并开发了具有新功能、高附加价值的新产品，以满足市场需要。

“差别化纤维” (differential fibre) 一词是来自日本的外来语。实际上，它不是一个有严密定义的词，国内化纤行业中泛指不同于一般常规品种的化学纤维，即对常规化纤品种进行技术改造而创造出具有某一特性的化学纤维。差别化纤维概念上与一般特种纤维（或功能纤维）亦有区别。前者以改进服用性能为主，基本上用于服装和装饰织物；而后者则突出有耐高温、高强、高模量、耐腐蚀、及渗透等特殊性能，基本上用于产业及尖端科学技术领域。

差别化纤维通常采用化学或物理改性方法，其主要目的

一方面是为了改进不如天然纤维的某些性能，另一方面又要进一步发挥和改善化学纤维某些性能，以制得能满足各种需要的纤维。

差别化纤维的范畴较广，在聚合、纺丝成形及后加工等各生产步骤中均可进行。例如共聚型、共混、复合、异形、有色、易染、异色、高吸湿、防水、高收缩、易收缩、抗静电、抗起毛起球、防菌、防腐、防霉、耐燃、各种变形、仿丝、仿毛、仿麻、细特、超细特、特粗特等，产品日新月异。据统计，国际上差别化纤维已占化纤产量的30%以上，我国仅10%。我国有关领导部门以大力发展差别化纤维作为重要方针，预期差别化纤维在我国化纤产量中的比例将会逐步地、较大幅度地增长。

有关差别化纤维国内外尚无有系统的、完整的专业著作。为了配合我国差别化纤维较快较好地发展，并满足教学、科研、生产、管理、应用等各方面需要，中国石化出版社在国内有关教授和专家们的支持下，组织编写了一套《差别化纤维丛书》。这套丛书以实用生产技术和产品应用开发技术为主，结合对实际有明显指导意义的理论，理论联系实际，以适应广大读者的需要，融知识型、技术型为一体，希望能起到指导和参考作用。

这套丛书以我国的主要化纤品种为基础，以面广、量大、技术较成熟的差别化纤维生产和加工的重要技术为重点，分期分批组织编写，陆续出版。由于经验不足，错误疏漏之处，恳请读者指正。

乐嗣传

1993年5月

前 言

近一、二十年来，国内外热衷于对涤纶为主的合成纤维进行各种化学改性或物理改性，使它们既保持合成纤维的原有优点，又具有天然纤维的某些特性，即所谓化纤仿真。从而使得在性能上各具特色的不同于常规化纤的差别化纤维迅速发展，成为当今化纤发展的主要方向之一。

仿丝型涤纶是差别化纤维的主要品种之一，我国涤纶仿真丝研究与生产起步较晚，但近几年来发展甚快。目前国内尚无这方面系统的理论与技术专著，为了推动我国差别化纤维的更快发展，在乐嗣传教授的倡导与组织下，我们收集了国内外有关资料，结合自己多年积累的经验，编写了《仿丝型纤维及其加工应用》这本书。在编写过程中力求理论与实践相结合，注重实用性与系统性。内容涉及化纤、织物设计及织造，染色整理等专业，可供生产、科研与教学工作者参考。

本书由苏州丝绸工学院从事化纤、丝绸、染整的几位教师编写。其中第一章的第一、二、四和五节由王希岳研究员编写，第三节由冯青仪副教授编写，第二、三章由姚园园副教授编写，第四章由梅士英教授编写，全书由王希岳汇总，乐嗣传教授审阅。

由于时间仓促，专业水平所限，书中不妥之处，诚望读者指正。

作 者

1994年5月 苏州

责任编辑 赵 怡
封面设计 况 晗
责任校对 吴 洁

ISBN 7-80043-549-0/TS·003

定价：18.00元

目 录

第一章 仿丝型化学纤维的制造技术	1
第一节 仿丝型化学纤维的发展与现状	1
第二节 蚕丝的理化特性与仿丝型纤维原料的优化	14
第三节 仿丝型涤纶长丝的制造技术	33
第四节 仿丝型改性涤纶长丝	81
第五节 几种典型的仿真丝加工技术	113
参考文献	129
第二章 涤纶仿真丝织物设计	132
第一节 原料性能及其在产品中的应用	132
第二节 仿真丝织物结构设计	139
第三节 涤纶仿真丝绉效应织物设计	156
第四节 涤纶仿真丝泡型织物设计	177
第五节 仿真丝条格织物设计	207
参考文献	229
第三章 涤纶仿真丝织物织造工艺	230
第一节 仿真丝织物织造工艺流程	230
第二节 仿真丝织物生产工艺	237
第三节 典型仿真丝织物织造工艺	254
参考文献	270
第四章 涤纶仿真丝织物的染整加工技术	271
第一节 概述	271
第二节 涤纶长丝仿真丝织物前处理	273
第三节 涤纶仿真丝织物碱减量加工	281
第四节 涤纶仿真丝织物染色	305

第五节 涤纶仿真丝织物印花	346
第六节 涤纶仿真丝织物的后整理	384
参考文献	410

第一章 仿丝型化学纤维的制造技术

第一节 仿丝型化学纤维的发展与现状

一、仿真丝的前期阶段

这是人们寻找真丝材料代用品的阶段。

化学纤维仿真丝的历史,可以追溯到上一个世纪末期。我们可以认为,化学纤维的问世起源于模仿蚕吐丝的方式来制造细丝状物质——人造丝。17世纪法国的卜翁⁽¹⁾从蜘蛛胶囊中挤出粘性液并抽成丝,制成了世界上第一副人工制造的丝质手套。从此以后,人们一直以这位杰出的设计师为楷模,探索人工制丝的各种方法。19世纪末叶与20世纪初期,获得了重大进展。1884年法国卡东内特(Chardonnet)⁽²⁾研制成功硝酸纤维素纤维,并于1889年建立了第一个硝酸纤维人造丝厂。1891年铜氨法和1893年粘胶法再生纤维素人造丝相继问世,并分别于1907年和1905年实现工业化生产。1865年制成的醋酸纤维素酯,经过了约半个世纪的技术改进,终于于1919年实现了醋酸纤维素人造纤维的工业生产。铜氨法、粘胶法和醋酸法人造纤维的生产原理及基本过程,至今仍被工业界所采用,显示了悠久的历史寿命。各种人造纤维纺织品以其良好的服用舒适性,光泽耀人,色彩绚丽的颜色、悬垂飘逸的风格,倍受人们的青睐,曾经风靡一时,至今仍占有一定的消费市场(见表1-1)。

表 1-1 世界各种化学纤维的产量及比例(%)

化 纤 品 种	1990年, Mt	1991年, Mt	与上年比, ±%	占有率, %
合成纤维总量	14.9	15.2	+1.7	85.8
其中: 涤纶长丝	3.96	4.14	+4.6	23.5
短丝	4.72	4.91	+4.1	27.8
锦纶长丝	3.01	2.99	-0.8	16.9
短丝	0.28	0.66	-9.8	3.7
腈纶短丝	2.32	2.29	-1.4	12.9
纤维素纤维总量	2.74	2.51	-8.1	14.2
人造纤维 长丝	—	0.83	-5.2	4.7
短丝	1.86	1.68	-9.2	9.5
化学纤维总量	17.7	17.67	+0.2	100

各种人造丝的原料纤维素，来源于大自然，数量有限，同时它们的加工过程十分复杂，纤维性能有许多不足之处。因此，进入20世纪以后，人们开始探索用人工合成方法制取成纤高聚物的材料。第一次世界大战以后，欧美各国市场上的丝织品供应十分紧张，特别是当时十分时髦长统女丝袜。因此，要求增加蚕丝或某种代用品供应量的压力很大，导致美国一些科学家寻找一种可与蚕丝匹敌的纤维。卡罗瑟斯（Carothers）领导的研究小组，在总结前人经验的基础上，建立了形成线型高分子化合物反应的缩聚理论。从几十种化合物中找到了理想的原料——己二酸和己二胺，终于在1935年制成了梦寐以求的合成纤维——尼龙（Nylon）。它具有与蚕丝相似的光泽，其织物象真丝绸那样轻盈美丽，且比蚕丝织物的坚牢度好。由尼龙织成的袜子上市以后，受到广大消费者的极大欢迎。二次大战期间，尼龙生产保持旺盛的增长趋势，从制袜业扩大到军需用品（如降落伞等）。战后，尼龙在制袜业上全部代替了蚕丝。

卡罗瑟斯和希尔在系统研究缩聚反应时，于1928至1932年间，还制成了脂肪族聚酯。当时，他们只是认为尼龙更类似于蚕丝，才把这种聚酯束之高阁。但是，这为后来英国的温菲尔德和狄克逊发明芳香族聚酯（即现在的聚对苯二甲酸乙二酯）打下了基础。温氏等人在1940年发明了特丽纶（Terylene）。卡罗瑟斯还制成了腈纶，即现在杜邦公司生产的奥纶（Orlon）。正是由于他们独树一帜的开创性工作，才有现在绚丽多姿的化纤世界。

早期研制开发的合成纤维主要作服用纤维，解决人们日益增长的服用需求。而二次大战以后研制的合成纤维（除丙纶以外），主要为了满足某种特殊需求的用途。50年代后，

又陆续研制成功一些具有特殊性能的纤维，满足了工业、军事和宇航等产业部门的要求，用作工程材料。一般将这类纤维称为特种纤维或高性能纤维。

二、合纤仿真丝

这是人们从开始外形模仿发展到内在性能研究的阶段。

合成纤维产量的增加，一方面满足了人们对衣着，装饰等的需求；另一方面，也唤起了对各种现有化学纤维性能的更高要求，企求化学纤维具备天然纤维的特性。特别是在近一二十年内，掀起了“回归大自然”的消费热潮，因此，推动了各种仿真纤维——仿真丝、仿毛、仿棉、仿麻、仿毛皮等的研究工作。通过各种化学的，物理的，或者化学与物理相结合的方法，使合成纤维具备天然纤维的物理风格和触感特征。我们将该技术称为合纤仿真技术。应用该技术制得的仿丝型合成纤维为原料，结合织物的设计和织造以及特殊的染整加工方法等，使制得的合成纤维仿真丝织物具有真丝织物的风格。

合成纤维仿真丝研究是从本世纪60年代开始的。经过30多年的不断努力，仿丝型合成纤维品种的选择，仿真丝工艺技术的确立等问题已获得基本解决，形成了较为完整的生产体系。合成纤维仿真丝织物风格与性能几乎达到甚至超过真丝织物。回顾过去36年的发展历史，大致可以分为三个阶段。

第一阶段，在本世纪60年代，主要是从外形上模拟真丝。最初是模仿蚕丝的截面形状，将锦纶长丝纺制成三角异形丝，使其织物具有真丝般的光泽，由这种异形锦纶长丝织物做的和服及西服，曾经畅销一时。后来发现，无法消除锦纶丝的蜡状感，同时其初始模量亦明显低于真丝，致使锦纶仿真丝织物过于疲软，影响了锦纶仿真丝的推广应用。在剖析真丝的基本结构以后，探明了真丝织物具有光泽、丝鸣和

悬垂性等典型特征。当时认为用无消光剂 (TiO_2) 的聚酯切片纺制成三角异形长丝, 可以达到真丝般光泽和产生丝鸣的要求。至于悬垂性, 则可以模仿真丝坯绸脱胶精练的原理, 对涤纶坯绸进行碱减量处理, 一方面使涤纶单纤维纤度变小, 另一方面又使织物中纤维与纤维之间产生适当空隙来达到目的。这种三角异形大的有光涤纶长丝加上织物的碱减量处理技术, 成为第一阶段涤纶仿真丝的主要技术和方法。

第二阶段, 在本世纪70年代至80年代中期之间。主要是追求真丝绸那样的既丰满蓬松、纤细柔和、又富有自然层次的外观及风格, 使仿真丝织物从整体上接近与超过真丝绸。第一阶段开发的三角异形丝, 在光泽方面虽然类似于真丝, 但风格上是仿丝型的⁽⁴⁾, 不能表现出真丝织物特有的蓬松性。为达此目的, 设想把仿真丝束分为两部分, 这两部分在热处理时具有不同的收缩。用这种丝织成的织物, 在染整精练过程中受热, 使一部分单丝成松圈状, 赋予织物蓬松性。该技术首先由美国杜邦公司应用在奎阿纳 (Qiana) 仿真丝织物上, 取得极大成功。1973年日本东丽株式会社首次将这种纤维异收缩技术应用于涤纶仿真丝织物 Sillok II 上, 此后该技术的基本原理几乎应用于所有的涤纶仿真丝织物上, 是使其获得蓬松性的最有效的技术之一。

除异收缩混纤技术以外, 在仿真丝第二阶段的大约十五年期间, 还相继开发出了不同截面纤维混纤丝, 不同纤度混纤丝, 各种仿丝型长丝的变形加工技术以及应用细特丝等新技术, 并且开始采用改性聚酯制取仿丝型纤维, 以提高仿真丝织物的染色性能和色泽鲜艳度。表1-2列出了仿真丝第二阶段所采用的主要技术。

仿真丝第二阶段另一主要进步是开发应用细特丝。由于

表 1-2 第二阶段仿丝型纤维的主要技术^(*)

丝织物特性	因 素	聚酯加工技术
丰满感	单纤维的扭曲(细小的卷缩)	混纤, 异收缩, 异截面, 纤度差, 异原料
柔软度	纤细的单丝	纤维加工, 特殊热处理
憎水性	不同的纤度或不同截面的混纤	复合假捻-加捻, 气流网络
涩感	纤维间空隙	超细纤维
自然层次感	低折射率	纤维表面改性
高显色性	酸性染料可染	阳离子可染聚酯纤维

此期间合成纤维纺丝设备与技术的巨大进步, 可以纺制出单丝纤度更细的仿丝型纤维, 与第一阶段仿丝型涤纶单丝平均纤度相比, 细了 $1/2 \sim 1/3$, 单丝纤度(dpf)达到 $0.8 \sim 1.4$ dtex, 与蚕丝脱胶后的平均单丝纤度 $1.3 \sim 1.4$ dtex相似。因此, 细特仿真丝织物的柔软性与悬垂性得到进一步提高。如果使用此期间开发的超细纤维(dpf <0.44 dtex), 则仿真丝织物更柔软, 更具悬垂性。

第三阶段, 本世纪80年代中期至今, 探求新一代的超仿真丝织物。此阶段的主要目标是运用最新的技术, 充分发挥合成纤维的优点, 使其某些性能超过真丝绸, 从而形成新一代的超真丝织物。这是合成纤维仿真丝的高级阶段。在日本由于“新合纤”的应用, 制取了超丰满、超悬垂的新一代合成纤维仿真丝织物, 成为高档女衬衫、女礼服的主要面料, 开辟了服装消费新潮流。

日本“新合成”的含义比较广, 可以从以下四个方面的应用来理解其内涵和概念: 新型仿真丝材料; 超薄型精梳仿毛材料(强捻毛织物); 仿桃皮绒材料以及有涩粘感的仿麻材

料。它们的织物特点均具有超丰满、超悬垂的手感和风格。因此，“新合纤”的技术特征归纳起来有以下三点^[5]：①高新的合纤技术水平，例如聚合技术、纺丝技术和合纤的后加工技术等。同时将这些高新技术组合起来，开发出新型的化纤长丝；②在织造和染整加工等工序中，最大限度地应用能发挥这些原丝特性的新的加工方法；③新合纤织物具有酷似真丝又胜似真丝的风格和手感。第三阶段合纤仿真丝，确立了以“新合纤”为中心的超仿真丝织物的发展趋势。

第三代仿真丝材料主要为高异收缩混纤丝和新型截面、新的结构的混纤丝。它们的典型产品列于表1-3和表1-4，图1-1~1-7是它们的截面。

表 1-3 典型的高异收缩混纤丝

商品名	厂商	基 本 技 术	特 征	图号
Sillook Sildow	东丽	潜在多段高收缩 聚合物；丝长差，大的 高技术加工	丰满度 高显色性，良 好的缝纫性	1-1
Ajenty	帝人	自伸长丝，超多层微波 纹结构	丰满度，涩感， 深色	1-3
Geena	东洋纺	控制分子取向技术，微 多层卷缩结构	微粒感度，深 色性	
Nymphus	可乐丽	自伸长丝，真丝波纹结 构；微缺痕纤维	仿真丝的柔滑 手感；深色性	

表 1-4 典型的新截面、新结构混纤丝

商品名	厂商	基 本 技 术	特 征	图号
Sillook Royal S Mixy	东丽 龙尼吉卡	三花瓣截面纤维潜在多 段高收缩聚合物 多重混合控制技术	丝鸣，丰满度， 良好的缝纫性 野蚕丝风格	1-4 1-5 1-6

续表

商品名	厂商	基本技术	特征	图号
Treview	钟纺	无规复合纺丝	自然光泽; 涩感	1-7
Fontana "μ"	旭化成	M型截面复合纺丝	独特的风格与光泽(阴影效果)	
Criseta	三菱	特殊截面结构的集合丝	比真丝优异的风格	

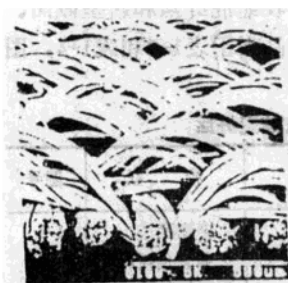


图 1-1 Sillook Sildew的
织物表面

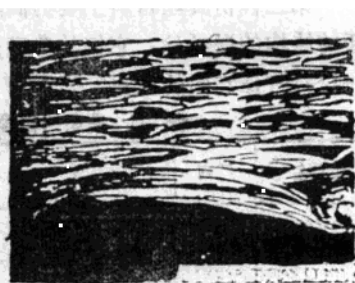


图 1-2 真丝织物的表面

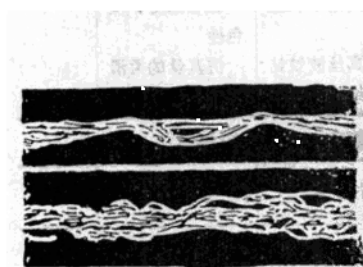


图 1-3 Ajenty丝的结构
1—Ajenty, 2—普通混纤丝

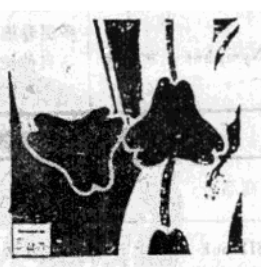


图 1-4 Sillook Royal S截面