

现代纺织工程

1

聚酯纤维 科学与工程

郭大生 编著
王文科



juzhixianweikexueyugongcheng

中国纺织出版社

juzhixianweikexueyugongcheng



现 代 纺 织 工 程

策划编辑:李东宁
特约编辑:蔡秀卿 章文珍
责任编辑:姜娜琳 董友年
封面设计:李 歆

ISBN 7-5064-1650-6



9 787506 416504 >

定 价:100.00 元

现代纺织工程 ①

聚酯纤维科学与工程

郭大生 王文科 编著



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书在系统研究聚酯纤维原料生产和纺丝过程及后加工领域诸多理论问题的基础上,综合阐述了聚酯长丝生产中各种工艺过程的技术要求和设备特点。在理论研究方面,数学模拟了各种纺丝过程,以求量化生产工艺过程;在装置研究方面,重点说明了纺丝装置的设计原理和技术要求,并给出部分重要参数;在技术管理方面,较全面地介绍国内外高速卷绕设备的操作和维护以及部分设计原理;在工程技术方面,列举了常用的工程技术经验数据。

本书全面介绍聚酯纤维生产所需的理论和面临的实践问题,可供化纤专业师生及化纤工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

聚酯纤维科学与工程/郭大生,王文科编著.北京:中国纺织出版社,2001.3

(现代纺织工程①)

ISBN 7-5064-1650-6/TS·1317

I. 聚... II. ①郭... ②王... III. 聚酯纤维—概论
IV. TQ342

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 06077 号

策划编辑:李东宁 特约编辑:蔡秀卿 章文珍
责任编辑:姜娜琳 董友年 责任校对:俞坚沁
责任设计:李 然 责任印制:刘 强

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 电话:010—64168226
<http://www.c-textilep.com>
E-mail: faxing@c-textilep.com
中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销
2001年3月第一版第一次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:44
字数:1070千字 印数:1—4000 定价:100.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

在新世纪第一个春天，我们把历时五年编写的《聚酯纤维科学与工程》一书奉献在广大读者面前，愿它能对我国化纤工业的发展有所帮助，对化纤工业技术进步有所推动。

化学纤维工业是国民经济的重要组成部分。最近五年是我国化纤工业发展最快的时期，化纤总产量由 1997 年的 460 万吨/年增长到 2000 年的 690 万吨/年，聚酯纤维由 314 万吨/年增长到 510 万吨/年，占世界总产量的四分之一，跃升为世界第一化纤大国。但是，我国化纤工业总体技术水平较发达国家尚有差距，主要表现在产品差别化率低，生产效率不高等方面。这就要求我们继续努力，不断提高，争取在技术水平上也跨入世界先进行列。

《聚酯纤维科学与工程》一书，试图全面地叙述聚酯纤维，特别是聚酯长丝制造过程中的理论和实践问题。在理论研究方面注重了过程的定量分析和数学模拟，并引证了近年来最新研究成果，拟以高速纺丝为实例来讨论纤维的加工过程和结构变化，尽量做到实例高速化、结论数字化。同时介绍了聚酯制造技术、切片干燥技术、纤维后加工技术，概述了 FDY、POY、DTY 等聚酯纤维的制造技术，详细地讨论了异形丝、粗旦丝等差别化品种的纺丝技术和热管纺丝、花色纺丝等纺丝方法。在装置上讨论了干燥、纺丝、卷绕等全过程设备的技术特性及设计原理，并讲述了我国所开发的纺丝装备及与之配套的日本帝人制机株式会社、村田机械株式会社和德国巴马格公司生产的卷绕机的有关原理、结构、操作、维修等方面的实用技术。

本书在编写过程中，林福海教授、徐心华和李允成高级工程师曾予以指导和提供资料，在此表示真诚的谢意。本书在出版中得到江苏省张家港华纶机械实业有限公司总经理邵庆德、上海金纬机械制造有限公司总经理何海潮、山东省威海市海达科技有限公司总经理刘长海的鼎力相助，特致谢意。

由于我们水平有限，加之时间仓促，而聚酯纤维技术发展又快，虽几经修改，但仍可能存在问题，恳望读者多提宝贵意见。

作 者

2001 年 2 月于大连

出版者的话

中国是一个纺织大国。“十五”期间,我国将加入世界贸易组织,为中国经济纳入世界经济运行轨道、增强竞争力创造有利条件。纺织工业面向新世纪的国际化竞争,将以结构调整为重点,用高新技术改造传统产业,大力培育新的经济增长点,积极开拓国内外市场,使我国纺织行业的劳动生产率和管理水平有一个较大提高,全面实现产业升级,完成向纺织强国的转变。

“十五”期间,纺织行业技术改造重点将以面料为突破口,从纤维到纺织染进行一条龙配套改造,积极采用和推广电子技术,重点在以下五大方面加快技术改造。

纤维生产技术:加大新型纤维的开发力度,加快多功能复合纤维、高仿真纤维、功能化纤维等差别化纤维工艺、技术的研制。

纺纱技术:发展气流纺、喷气纺等新型的纺纱技术,增加先进的清梳联、细络联、自动络筒机的使用比例,提高精梳纱比重。

织造技术:重点发展新型织造技术、电子提花技术,积极采用新型织机,大力提高无梭织机比重,争取到2005年总量超过20万台。

染整技术:采用电脑花型设计、电子分色、电子制版、电子调色和电子控制系统,开发和使用新型的染化料和助剂,大力推进新型环保技术,争取到2005年40%的染整设备达到国际先进水平。

设计与开发创新技术:采用电脑辅助设计、制造和管理技术,抓好织物组织设计和花型图案设计,跟上国际流行趋势。

通过五大技术攻关,力争到2005年使40%以上成龙配套设备达到国际先进水平,出口服装面料自给率达到80%以上。

为了配合行业发展需要,我社将在“十五”期间以“现代纺织工程”为题,陆续组织出版一系列与纺织各专业有关的工具书,力求反映近年来国内外先进的生产技术、新型材料、先进设备、新型产品,为业内技术人员、管理人员、商贸人员提供实用的新资料。

中国纺织出版社

2001年3月

序

我国的化纤工业发展很快,产量现已位居世界第一。化纤在纺织原料中使用的比例已超过 60%,大大丰富了纺织品的品种,同时也改善和提高了它的使用性能,扩大了用途领域,为满足人民生活和建设需求作出了重要贡献。

聚酯纤维以其优良的性能、相对较低的成本而成为化纤工业中用途最广泛、发展最快的一个品种,它的产量已占化纤总产量的 60% 以上。因此,大力发展聚酯纤维工业,进一步提高聚酯纤维工程建设和生产技术水平是化纤工业发展中的一项重要任务。

《聚酯纤维科学与工程》一书介绍了聚酯纤维 FDY、POY、细旦丝、粗旦丝、异形丝、复合丝、花色纺等纺丝技术及其织物的后整理技术,并阐述了相关的理论问题,总结了近年来作者在聚酯纤维方面的研究与实践,特别是在消化吸收和创新引进技术及科研成果工程化方面的经验。本书内容广泛,实用性强,是聚酯纤维工程建设和生产技术研究的一本很好的工具书,可供从事该专业的工程技术人员阅读参考。

季国标

2001 年 3 月

注 季国标同志系中国工程院院士,原纺织工业部副部长

目 录

第一章 绪论	(1)
一、聚酯纤维工业的发展史	(1)
二、聚酯纤维工业的进展	(2)
三、聚酯纤维工业的现状	(3)
四、合成纤维的市场前景及对策	(4)

第二章 聚酯纤维原料的生产技术	(6)
第一节 聚酯的生产技术	(6)
一、DMT 法生产 PET	(6)
二、PTA 法生产 PET	(10)
三、MTA 法生产 PET	(12)
四、PET 生产技术的进展	(12)
五、国内聚酯工业的发展现状	(13)
第二节 聚酯的结构和性质	(14)
一、聚酯的结构	(14)
二、聚酯的性质	(19)
第三节 聚酯纤维生产对原辅材料的质量要求	(27)
一、聚酯切片	(27)
二、油剂	(31)

第三章 切片输送及干燥	(38)
第一节 切片输送及干燥的工艺原理	(38)
一、切片输送	(38)
二、切片干燥	(40)
三、空气除湿技术	(44)
第二节 LVC 干燥设备	(44)
一、主要技术参数	(45)
二、工艺流程及控制	(46)
三、设备结构特点	(48)
四、自动控制原理	(49)
五、操作说明	(49)
六、切片干燥设备的技术管理与维护	(50)

第三节 OKTT 干燥设备和细川干燥装置	(51)
一、OKTT 干燥设备	(51)
二、细川干燥装置	(53)
第四节 其它干燥设备	(56)
一、KT 干燥设备	(56)
二、吉玛式干燥设备	(57)
三、川田式干燥设备	(58)
四、来新式干燥设备	(60)
五、大板冷研干燥设备	(61)

第四章 聚酯纤维纺丝工艺原理	(62)
第一节 聚酯纤维的结构特征	(62)
一、聚酯的大分子构象	(64)
二、聚酯纤维的结晶特征	(67)
三、聚酯纤维的取向特征	(71)
四、聚酯纤维的皮芯结构	(76)
五、聚酯纤维无定形区的结构特征	(83)
第二节 聚酯纤维的成形过程	(86)
一、聚酯熔体中的分子运动及其流变性质	(86)
二、纺程上的直径变化和速率分布	(92)
三、纺程上的张力和应力分布	(99)
四、纺程上的冷却速率和温度分布	(104)
五、纤维的有效拉伸比	(109)
第三节 高速纺丝动力学	(111)
一、熔体纺丝的基本动力学	(112)
二、含有粘弹性影响的纺丝动力学	(117)
三、结晶对纺丝动力学的影响	(118)
四、结晶性纺丝聚合物的数学模型	(121)
第四节 纺程上结构的发展与高速纺纤维的性质	(124)
一、纺程上结构的发展	(124)
二、结晶形态学	(126)
三、高速纺聚酯纤维的性质	(128)

第五章 纺丝装置的结构特点及设计原理	(135)
第一节 纺丝装置结构特点及性能参数	(135)
一、螺杆挤出机	(135)

二、熔体过滤器	(136)
三、纺丝机	(136)
四、联苯蒸气发生器	(137)
五、侧吹风装置	(137)
六、辅助纺丝设备	(137)
第二节 熔体纺丝机的基本构造与工作原理	(138)
一、螺杆挤出机	(139)
二、熔体过滤器	(142)
三、计量泵传动装置	(143)
四、纺丝箱	(143)
五、联苯蒸气发生器	(146)
六、侧吹风装置	(147)
第三节 纺丝机的操作及故障排除方法	(149)
一、运转前的检查与确认	(149)
二、空试车运转说明	(149)
三、投料试车	(151)
四、工艺测试与标定	(153)
五、纺丝机的维修保养与故障排除	(154)
第四节 螺杆挤出机的设计理论及其应用	(155)
一、螺杆挤出机的挤出理论	(155)
二、螺杆挤出机动态参数测量	(166)
三、新型螺杆挤出机的研究与设计	(168)
四、其它几种形式的新型螺杆	(175)
第五节 熔体纺丝机基础设计理论	(177)
一、纺丝箱设计	(177)
二、纺丝组件设计	(190)
三、熔体在喷丝板挤出过程中的流动状态	(192)
四、喷丝板的设计	(196)
第六节 高速纺纤维上的空气边界层理论与冷却装置的设计	(202)
一、高速纺纤维上的空气边界层理论	(202)
二、固化区长度计算	(207)
三、侧吹风装置的设计	(212)

第六章 全拉伸丝(FDY)与异形丝	(217)
第一节 主要设备的选型	(217)
一、纺丝机	(218)
二、帝人卷绕机结构特点及主要技术参数	(221)

第二节 全拉伸丝(FDY)的生产工艺	(225)
一、工艺流程简述	(225)
二、FDY 装置的技术特点	(227)
三、工艺计算	(229)
四、工艺条件	(230)
五、工艺参数对纺丝过程和成品丝质量的影响	(241)
六、工艺故障的排除方法	(242)
第三节 帝人卷绕机结构功能及调节方法	(246)
一、导丝辊	(246)
二、分离辊	(248)
三、导丝器	(249)
四、网络喷嘴	(249)
五、导丝辊保温箱	(250)
六、断丝自动处理装置	(251)
七、上油盘	(251)
八、上油辊	(252)
九、油剂槽	(253)
十、上油管路	(253)
十一、压缩空气站(AS)与压缩空气管路	(254)
十二、油雾润滑装置	(255)
十三、电气开关箱	(257)
十四、联锁电路	(258)
十五、运转条件的设定	(259)
十六、调节	(259)
第四节 帝人卷绕机控制与操作	(260)
一、开车准备	(260)
二、开车顺序	(260)
三、电气开关的操作说明	(261)
四、开车操作和监测管理	(261)
五、停车程序	(266)
六、故障排除	(267)
第五节 帝人卷绕头的运转说明	(269)
一、关于机械的使用说明	(269)
二、运转准备	(271)
三、运转注意事项	(272)
四、挂丝(生头)顺序	(272)
五、接触压力的设定	(274)
第六节 帝人卷绕头的调节	(275)

一、兔子头的调换	(275)
二、定位卷绕导丝器的调节及板的调换	(276)
三、蜗牛式导丝器的调节方法	(278)
四、绞编间距的调节方法	(278)
五、速度控制器的调节	(279)
六、油雾润滑	(280)
七、加油基本标准	(280)
第七节 异形纤维	(282)
一、异形纤维的发展	(282)
二、异形喷丝板的设计	(283)
三、异形纤维纺丝工艺技术	(290)
四、异形纤维的性质	(293)
五、纺丝实例	(295)

第七章 常规 POY 与热管纺丝	(299)
第一节 设备的结构特点与性能参数	(300)
一、纺丝机	(300)
二、卷绕机	(302)
三、卷绕头	(304)
第二节 常规 POY 的工艺技术	(305)
一、工艺流程简述	(305)
二、工艺计算	(306)
三、纺丝速度对纤维结构和性质的影响	(307)
四、切片粘度和喷丝板拉伸比对初生纤维结构的影响	(312)
五、加工条件对纤维条干不匀率的影响	(312)
第三节 常规 POY 生产工艺条件	(314)
一、165dtex/36 根 POY 工艺条件	(314)
二、110dtex/36 根 POY 生产工艺条件	(318)
三、82.5dtex/24 根 POY 工艺	(321)
第四节 巴马格卷绕头的操作和调节	(323)
一、卷绕头的操作	(323)
二、卷绕头的功能	(324)
三、卷绕头的调节	(324)
四、卷绕机气动系统	(327)
五、高速卷绕机油雾润滑系统的气动控制系统	(327)
六、卷绕头的故障处理	(332)
第五节 高速卷绕机	(334)

一、卷绕运动分析及槽辊的设计	(339)
二、换筒及生头装置	(347)
三、附加槽辊的调节	(349)
四、高速卷绕技术的进展	(349)
五、超高速卷绕头	(352)
六、高速卷绕的技术关键	(352)
第六节 热管纺丝技术	(365)
一、TCS 装置的工艺条件及其对卷绕丝性能的影响	(365)
二、热管纺丝过程的数学模拟	(370)
三、热处理纤维的结构与染色	(376)
四、热管纺丝的技术特点及其进展	(381)

第八章 微细旦 POY 与复合丝	(385)
第一节 主要设备性能参数	(385)
一、纺丝系统	(385)
二、卷绕系统	(387)
第二节 细旦与微细旦 POY	(387)
一、微细旦 POY 稳态纺丝的条件	(388)
二、微细旦丝纺丝运动学与动力学	(396)
三、微细旦 POY 的结构特点	(400)
第三节 微细旦 POY 的工艺技术	(404)
一、工艺流程	(404)
二、工艺条件	(405)
第四节 微细旦 POY 纺丝装置的操作方法	(408)
一、联苯蒸气发生器控制屏	(408)
二、螺杆挤出机	(409)
三、卷绕控制屏	(413)
四、操作方法及注意事项	(418)
第五节 CW4R—1200/8 卷绕头的调试	(422)
一、概述	(422)
二、电气设备	(422)
三、气动压力的调解	(423)
四、现场开关和传感器说明及安装	(423)
五、各项功能检查	(425)
六、操作故障	(425)
第六节 纺丝装置的故障及其排除方法	(430)
一、纺丝机	(430)

二、卷绕机	(431)
第七节 设备的维修及保养	(432)
一、纺丝机	(432)
二、卷绕机	(435)
第八节 复合纤维	(449)
一、PET、PA6 裂片型复合纤维的生产工艺	(450)
二、复合纤维的结构特点与染色性能	(453)

第九章 粗旦丝与花色纺	(455)
第一节 粗旦丝 FDY 生产的工艺技术	(455)
一、工艺流程简述	(455)
二、主要设备结构特点与性能参数	(456)
三、主要工艺参数	(458)
四、物料衡算	(459)
第二节 粗旦 POY 的工艺技术	(460)
一、工艺流程	(460)
二、主要设备的结构特点与性能参数	(460)
三、粗旦 POY 生产工艺条件	(463)
四、物料衡算	(465)
第三节 村田卷绕机的性能参数	(466)
一、卷绕机的主要规格	(466)
二、卷绕头结构和部件名称	(468)
三、探测开关和脉冲发电机	(470)
四、压缩空气控制装置	(472)
五、控制系统框图	(474)
六、接触压力	(480)
第四节 村田卷绕头的操作说明	(481)
一、操作开关	(481)
二、操作	(485)
三、卷绕头报警和采取的对策	(486)
四、联锁	(489)
五、计时器的设定	(490)
六、丝路的调整	(491)
七、接线与接管	(492)
八、操作准备	(493)
第五节 村田卷绕头的维修与保养	(495)
一、拆卸与更换	(495)

二、调节与保养	(519)
三、检查标准	(525)
四、检查与润滑标准	(525)
五、润滑油的使用	(526)
六、关于使用消耗件的建议周期	(527)
七、报警与处理	(527)
第六节 花色纺纤维	(529)
一、花色丝纺丝工艺技术	(529)
二、新奇纺丝工艺技术	(532)

第十章 聚酯纤维及其织物的加工技术	(536)
第一节 拉伸整经技术	(536)
一、拉伸整经技术的特点	(536)
二、设备与工艺	(537)
三、拉伸整经技术的进展	(543)
第二节 拉伸变形技术	(544)
一、拉伸变形机的结构	(545)
二、叠盘式摩擦拉伸变形工艺	(548)
三、皮圈式摩擦拉伸变形工艺	(558)
四、微细旦丝的假捻变形	(562)
第三节 喷气加工技术	(565)
一、网络加工	(565)
二、热流体喷射变形技术	(570)
三、喷气变形加工	(571)
第四节 聚酯纤维及其织物的化学处理技术	(577)
一、聚酯纤维碱减量加工的原理	(578)
二、加工条件对碱减量效果的影响	(579)
三、染色性能和染色牢度	(586)
四、碱减量处理过程对聚酯纤维结构的影响	(586)
五、碱减量加工机	(588)
第五节 聚酯纤维的高能射线表面处理技术	(589)
一、 γ 射线辐射接枝	(589)
二、紫外光照射表面处理技术	(593)
三、电子束辐射技术	(594)
第六节 聚酯纤维的等离子体处理技术	(595)
一、等离子体对聚合物表面改性的机理	(596)
二、等离子体表面处理对聚酯纤维性能的影响	(599)

三、接枝共聚表面改性	(602)
四、聚酯纤维表面处理技术的比较	(604)

附录 I 聚酯长丝生产的分析与检测	(607)
附录 I-1 纤维级聚酯切片的分析与化验	(607)
一、杜邦 903 微量水分分析仪	(607)
二、纤维聚酯切片分析方法	(609)
附录 I-2 条干不匀率的测试	(622)
一、Uster 条干均匀度测试仪	(622)
二、化学纤维长丝电子条干不匀率试验方法(GB/T 14346—93)	(623)
附录 I-3 卷缩性测试方法	(626)
一、紧缩伸长率与紧缩弹性回复率的检验	(626)
二、卷缩率试验法(Texturmat 仪)	(627)
三、全收缩率、全卷曲率、残余卷缩率的检验	(628)
四、变形丝伸缩复原率的检验	(628)
五、合成纤维变形丝卷缩性能试验方法(GB 6506—86)	(629)
附录 I-4 染色均匀性的测试	(633)
一、染色均匀性的测试方法	(633)
二、染色均匀性评定中的问题	(634)
三、有关标准	(636)
附录 I-5 合成纤维长丝及变形丝线密度试验方法 (GB/T 14343—93)	(642)
附录 I-6 合成纤维长丝及变形丝断裂强力和断裂伸长试验 方法(GB/T 14344—93)	(646)
附录 I-7 化学纤维异形度试验方法(FZ/T 50002—91)	(651)
附录 I-8 合成纤维长丝及变形丝含油率测定方法 (GB 6504—86)	(658)
附录 I-9 合成纤维长丝及变形丝回潮率试验方法 (GB 6503—86)	(660)
附录 I-10 合成纤维长丝捻度试验方法(GB/T 14345—93)	(664)
附录 I-11 网络丝和空气变形丝的测定方法	(666)
一、网络丝的网络度	(666)
二、网络丝的网络稳定性	(666)
三、网络丝的丝圈稳定性	(667)
四、空气变形丝的沸水收缩率	(667)
五、空气变形丝的丝圈高度和丝圈密度	(668)