

涤纶生产基本知识

(第二版)

王显楼等 编

纺织工业出版社

序 言

本书为《涤纶生产基本知识》的第二版。第一版由上海化学纤维公司组织笔者等人编写于1976年,并于1978年出版。当时,我国合成纤维工业的大发展还刚刚起步,无论生产工艺技术和装置都不够先进,因此本书第一版的内容也就有很大局限性。时隔近20年,我国化学纤维工业发展突飞猛进,合纤生产的大型化、高速化、连续化和自动化达到世界先进水平,化纤总产量已跃居世界第四位。与此同时,造就了大批科技人才和技术工人,我国化纤总体技术已步入世界先进行列。第一版虽经多次重印,深受广大读者欢迎,但内容已显陈旧,亟待修订。本版内容增加了熔体高速纺丝、变形丝的生产、PBT(聚对苯二甲酸丁二酯)纤维的生产和差别化涤纶等四部分内容,同时对原有章节的内容进行了大量的删节、合并和增补,在某种意义上,本版几乎是重新选材编写,内容较新,更接近生产实际,反映了国内外合纤生产的现状。

在本书编写过程中得到了上海化学纤维总公司相凤祁董事长和尹文淦总经理的关怀和指导,也得到朱良成高工的大力支持和帮助。本书的编写还承蒙有关单位和朋友提供资料、参加誊写、复印和绘图等工作,在此一并表示真诚的感谢。

本书第十三章的第四节由汪之江编写,第六章的第五节由朱乾富编写,其余部分由王显楼编写并统稿。限于编者水平,书中缺点和错误在所难免,望各位专家和读者批评指正。

王显楼

1992年11月

封面设计: 李 强

欢 迎 订 购

聚酯纤维手册(第二版)	11.90元
涤纶生产技术问答	10.00元
高速纺丝拉伸变形工艺与设备	11.70元
涤纶生产分析检验	6.35元
涤纶纺丝	5.60元
涤纶后加工	6.30元
涤纶长丝生产	9.80元
实用化学纤维油剂	6.00元
化学纤维词典	17.50元
英汉化学纤维工业词汇	14.80元
合成纤维卷曲的理论与实践	0.50元
纺织材料强力测试	7.80元

ISBN 7-5064-0936-4/TS • 0874

定价: 12.80元

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 涤纶生产的发展	(1)
一、涤纶的产量和品种	(1)
二、涤纶的基本原料	(3)
三、涤纶生产工艺路线和流程	(3)
第二节 涤纶的结构、性能和用途	(6)
一、涤纶的分子链结构	(6)
二、涤纶的性能	(7)
三、涤纶的用途	(10)
第三节 对二甲苯和纯对苯二甲酸的制备	(11)
一、对二甲苯的制备	(11)
二、纯对苯二甲酸的制备	(14)
(一)工业纯对苯二甲酸	(14)
(二)纤维级纯对苯二甲酸	(18)
(三)纯对苯二甲酸的性质和质量指标	(21)
第四节 乙二醇的制备	(22)
一、制备方法	(22)
二、乙二醇的性质和质量指标	(23)
第二章 对苯二甲酸二甲酯和对苯二甲酸双羟乙酯 的制备	(24)
第一节 对苯二甲酸二甲酯的制备	(24)
一、制备方法	(24)
(一)对二甲苯合并氧化酯化法	(24)
(二)连续甲酯化法	(26)

二、粗对苯二甲酸二甲酯的精制	(27)
三、对苯二甲酸二甲酯的性质和质量指标	(27)
第二节 酯交换法制备对苯二甲酸双羟乙酯	(29)
一、酯交换的原理	(29)
二、间歇法酯交换	(30)
三、连续法酯交换	(33)
第三节 直接酯化法制备对苯二甲酸双羟乙酯	(38)
一、直接酯化的原理	(38)
二、连续法直接酯化	(39)
第三章 聚对苯二甲酸乙二酯的生产	(43)
第一节 对苯二甲酸双羟乙酯的缩聚原理	(43)
第二节 间歇法缩聚	(45)
一、缩聚工艺和设备	(45)
二、缩聚反应的影响因素	(48)
第三节 连续法缩聚	(50)
一、缩聚工艺	(50)
二、缩聚釜的结构	(52)
三、后缩聚反应的影响因素	(55)
第四节 铸带和切片	(56)
第五节 消光切片的制备	(58)
第六节 聚对苯二甲酸乙二酯的性质和质量指标	(59)
一、聚对苯二甲酸乙二酯的物理性质	(59)
二、聚对苯二甲酸乙二酯切片的质量指标	(60)
第四章 切片的干燥	(61)
第一节 切片干燥的作用	(61)

一、除去切片中的水分	(61)
二、提高切片结晶度和软化点	(61)
第二节 间歇式转鼓真空干燥设备和工艺	(62)
一、干燥设备	(62)
二、干燥工艺	(63)
第三节 连续式气流干燥设备	(65)
一、连续K·F式干燥设备	(65)
二、连续B·M式干燥设备	(67)
第五章 普通长丝的生产	(70)
第一节 熔体的流变性质和可纺性	(70)
一、熔体的流变性质	(70)
二、熔体的可纺性	(76)
第二节 熔体纺丝成形的原理	(77)
一、熔体细流冷却固化的历程	(77)
二、纺程上的张力和初生纤维的形成	(79)
第三节 常规纺丝	(81)
一、纺丝工艺	(81)
二、纺丝设备	(84)
第四节 长丝的后加工	(90)
一、拉伸的理论基础——拉伸应力应变 曲线	(90)
二、拉伸加捻工艺及其影响因素	(92)
三、拉伸加捻机	(96)
四、经典法后加工的工艺和设备	(98)
(一) 后加捻工艺和设备	(98)
(二) 热定型工艺和设备	(102)
(三) 络筒工艺和设备	(104)

五、网络长丝的生产	(106)
(一)网络形成的原理	(106)
(二)影响网络形成的工艺因素	(108)
(三)网络器的结构形式	(109)
第六章 短纤维的生产	(111)
第一节 熔体纺丝成形设备	(111)
一、螺杆挤出机	(112)
二、弯管和纺丝箱体	(115)
三、吹风窗和甬道	(119)
四、卷绕机	(121)
第二节 熔体纺丝成形工艺	(122)
一、切片纺丝	(122)
二、直接纺丝	(123)
第三节 后加工设备和工艺流程	(125)
一、集束	(126)
二、拉伸	(128)
(一)拉伸设备	(128)
(二)拉伸工艺路线的选择	(131)
(三)拉伸工艺	(132)
三、卷曲	(135)
(一)卷曲设备	(135)
(二)影响卷曲的因素	(136)
四、热处理	(138)
(一)热处理的作用	(138)
(二)热处理设备	(138)
(三)热处理工艺	(140)
五、切断	(142)

六、打包	(145)
(一) 气流开松和输送	(145)
(二) 打包	(145)
第七章 高速纺丝	(147)
第一节 高速纺丝工艺的原理	(147)
一、高速纺丝的动力学	(147)
二、高速纺预取向丝时取向和晶体结构的 形成	(149)
第二节 高速纺丝工艺	(152)
一、对聚对苯二甲酸乙二酯切片质量和含 水率的要求	(152)
二、喷丝板孔的分布排列和纺丝头内过滤 材料	(153)
三、纺丝温度	(154)
四、纺丝速度	(156)
五、冷却成形	(157)
第三节 高速卷绕工艺	(159)
一、高速纺丝卷绕的落筒生头	(159)
二、卷绕筒子成型工艺	(160)
第四节 高速纺丝卷绕机	(163)
一、高速纺丝机	(163)
(一) 螺杆挤出机	(163)
(二) 熔体预过滤器	(164)
(三) 纺丝箱体、计量泵及纺丝组件	(165)
(四) 吹风窗和上油系统	(166)
二、高速卷绕机	(168)
(一) 往复导丝机构	(168)

(二) 摩擦辊和卷绕锭子	(169)
第五节 全拉伸民用丝的生产	(170)
一、导丝辊拉伸法	(170)
(一) 生产设备	(171)
(二) 对聚对苯二甲酸乙二醇切片的质量要求	(172)
(三) 生产工艺	(173)
(四) 全拉伸民用丝的性质	(174)
二、水膜拉伸法	(175)
(一) 生产工艺流程和设备	(175)
(二) 生产工艺	(176)
第六节 全拉伸工业丝的生产	(178)
一、高粘度聚对苯二甲酸乙二醇切片的制备	(178)
(一) 固相缩聚	(178)
(二) 熔体后缩聚	(182)
二、全拉伸工业丝的生产	(184)
(一) 生产设备	(184)
(二) 生产工艺	(185)
(三) 全拉伸工业丝的性质	(188)
第七节 全取向丝的生产	(188)
一、热管拉伸制取全取向丝的原理	(189)
二、生产设备	(190)
三、热管拉伸工艺	(191)
第八章 变形丝的生产	(194)
第一节 磁性转子式假捻变形	(194)
一、假捻变形原理	(195)
二、假捻变形工艺	(196)

第二节 摩擦盘式拉伸变形	(200)
一、摩擦盘参数的选择	(200)
二、内拉伸变形工艺参数	(202)
第三节 皮圈式摩擦拉伸变形	(208)
一、假捻变形原理	(208)
二、内拉伸变形的工艺参数	(209)
第四节 空气变形	(213)
一、空气变形原理	(213)
二、空气变形工艺	(214)
(一) 工艺流程	(214)
(二) 工艺流程说明	(214)
(三) 工艺参数的选择	(216)
(四) 原丝参数的影响	(220)
三、空气变形丝的类型和用途	(221)
第五节 拉伸变形机	(223)
一、拉伸变形机的组成	(223)
二、变形装置	(225)
(一) 磁性转子式假捻器	(225)
(二) 摩擦盘式假捻器	(227)
(三) 皮圈式假捻器	(227)
(四) 空气变形喷嘴	(228)
三、加热器	(229)
第九章 聚对苯二甲酸丁二酯纤维的生产	(231)
第一节 聚对苯二甲酸丁二酯树脂的生产	(232)
一、对苯二甲酸二甲酯与1,4-丁二醇的酯 交换法	(232)
二、对苯二甲酸与1,4-丁二醇的直接	

酯化法	(236)
三、对苯二甲酸双羟丁酯的缩聚	(237)
第二节 纺丝和拉伸	(240)
一、熔体的可纺性	(240)
二、常规纺丝和高速纺丝	(240)
(一) 切片的特性粘度	(240)
(二) 切片的干燥	(241)
(三) 纺丝和卷绕工艺	(241)
三、拉伸和拉伸变形	(246)
(一) 拉伸	(246)
(二) 拉伸变形	(246)
第三节 纤维的结构性能和用途	(249)
一、纤维的结构	(249)
二、纤维的性能	(250)
三、纤维的用途	(251)
第十章 差别化涤纶	(252)
第一节 有色纤维	(252)
一、有色纤维的颜色和着色剂	(252)
二、纺前着色的方法	(254)
(一) 缩聚过程着色法(色切片法)	(254)
(二) 切片表面包覆颜料粉末法	(255)
(三) 色母粒着色法	(256)
(四) 注射着色法	(258)
第二节 异形纤维	(261)
一、纺丝板	(261)
二、纺丝和拉伸工艺	(261)
三、异形度的测定	(265)

四、异形纤维的性质	(266)
第三节 阳离子染料可染聚酯纤维	(267)
一、阳离子染料可染聚酯和阳离子染料常压 沸染聚酯的生产	(267)
(一) 阳离子染料可染聚酯的生产	(267)
(二) 阳离子染料常压沸染聚酯的生产	(274)
二、阳离子染料可染聚酯纤维和阳离子染料常 压沸染聚酯纤维的生产	(276)
三、纤维的物理性质及质量指标	(278)
第四节 仿真丝和细特丝	(279)
一、仿真丝	(279)
(一) 仿真丝的原理	(279)
(二) 仿真丝的方法	(280)
(三) 仿真丝及其织物的性质	(285)
二、细特丝的生产	(286)
(一) 对原料切片的要求	(286)
(二) 对纺丝设备某些部件的要求	(287)
(三) 纺丝工艺	(288)
(四) 拉伸工艺	(290)
(五) 细特丝的质量指标	(291)
第五节 仿毛纤维	(291)
一、仿毛原理	(292)
二、仿毛涤纶树脂原料的合成	(294)
三、仿毛涤纶纺丝和后加工工艺	(294)
(一) 仿毛短纤维	(294)
(二) 仿毛长丝	(295)
第六节 复合纤维和超细纤维	(299)

一、复合纤维的分类	(300)
二、复合纤维纺丝设备	(301)
三、复合纤维的制备	(304)
(一) 原料的选择	(304)
(二) 纺丝工艺	(306)
(三) 拉伸工艺	(307)
四、复合纤维的性质	(308)
第七节 高收缩纤维	(309)
一、高收缩纤维制取的原理	(310)
二、化学改性法生产高收缩涤纶	(310)
三、物理改性法生产高收缩涤纶	(311)
(一) 高收缩涤纶长丝	(311)
(二) 高收缩涤纶短纤维	(312)
第八节 高吸水性纤维	(315)
一、制备方法	(315)
二、微孔涤纶的生产	(318)
(一) 微孔形成剂	(318)
(二) 纺丝和后加工工艺	(318)
(三) 碱水解织物使之微孔化	(320)
三、纤维的形态结构和性质	(321)
第九节 抗静电纤维	(322)
一、静电的发生和抗静电机理	(223)
二、纤维静电的表征和防止纤维产生静电 的途径	(324)
三、抗静电涤纶的生产	(325)
(一) 抗静电剂的选择	(325)
(二) 共混纺丝	(326)

四、纤维的结构和性质	(328)
第十节 抗起球纤维	(329)
一、合成纤维起球的机理	(329)
二、影响涤纶织物起球的因素	(330)
三、抗起球涤纶的生产方法	(331)
四、纺丝和拉伸工艺特点	(333)
五、抗起球涤纶的物理性质	(334)
第十一章 生产工艺计算	(335)
第一节 纺丝卷绕工序的工艺计算	(335)
一、计量泵泵供量和转数的计算	(335)
二、卷绕速度和喷头拉伸倍数的计算	(337)
三、纺丝卷重的计算	(337)
四、落桶(筒)时间的计算	(338)
第二节 后加工工序的工艺计算	(339)
一、短纤维丝束集束桶数的计算	(339)
二、短纤维每批集束桶拉伸时间的计算	(339)
三、短纤维拉伸倍数的计算	(339)
四、后加工机台产量的计算	(340)
第十二章 生产中的化学分析和物理测试	(342)
第一节 化学分析	(342)
一、特性粘度的测定	(342)
二、切片含水率的测定	(344)
三、灰分 and 二氧化钛含量的测定	(346)
四、纤维含油率的测定	(347)
第二节 物理测试	(348)
一、纤度的测定	(348)
二、断裂强度和伸长率的测定	(349)

三、拉伸变形丝卷缩率、卷缩模量和卷缩稳定性的测定	(351)
四、短纤维长度的测定	(353)
五、短纤维疵点和倍长纤维含量的测定	(354)
第十三章 生产的公用工程	(356)
第一节 纺丝体系主要部件的清洗	(356)
一、煅烧法	(356)
二、三甘醇法	(356)
第二节 油剂	(357)
一、长丝油剂	(357)
二、短纤维油剂	(359)
第三节 空气调节和压缩空气	(360)
一、空调概述	(360)
二、各车间的空调和通排风	(362)
三、压缩空气	(363)
第四节 供电和电气控制	(364)
一、供电	(364)
二、生产设备的电气控制	(365)
第五节 水、汽的供给和排泄	(369)
一、工艺用软水	(369)
二、蒸汽的供给和冷凝水的排泄	(372)
第十四章 生产的安全技术	(373)
第一节 安全生产的一般知识	(373)
第二节 化学车间的安全技术	(374)
一、防毒	(374)
二、防火防爆	(377)
第三节 纺丝和后加工车间的安全技术	(378)

附录一	涤纶树脂分子量换算表	(380)
附录二	短纤维切断长度表	(381)
附录三	高温载热体的物理性质	(382)
附录四	合纤生产配件——牵伸管简介	(383)

第一章 概 论

第一节 涤纶生产的发展

涤纶是PET（聚对苯二甲酸乙二酯）纤维的商品名称。它以PTA（纯对苯二甲酸）和EG（乙二醇）为基本原料制得PET切片，再经熔融纺丝和后加工制成纤维。因为分子

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—O—} \end{array}$

结构中含有酯基（ —C—O— ），所以常称聚酯纤维（国外有称“特头纶”、“达克纶”、“特丽纶”、“拉夫桑”等，是这种纤维的商品名称）。早在20年代末期就已开始线型成纤聚酯的研究，但因是以脂肪族二元酸和乙二醇为原料，制得聚酯性能不佳，无使用价值，因而未作进一步研究。至40年代初，有人改用芳香族二羧酸即PTA和EG首次在实验室制成PET，由于熔点高，而且机械性能和耐化学试剂性能优良，因此随后进行了涤纶工业化的研究，并于50年代初正式投入工业生产。

一、涤纶的产量和品种

由于涤纶的宝贵性能深受人民和工业用户的欢迎，同时，随着石油化工技术的进步，提供了更加丰富而廉价的原料，加之PET连续酯交换、连续酯化和连续缩聚技术的发展，纺丝和后加工新工艺新技术的涌现，生产设备的大型化，生产工艺的连续化和自动化，纤维质量迅速提高，因此世界涤纶工业有了飞快的发展（表1-1）。