

纺
织
机
械
系
列
教
材

薛金秋 主编

化纤机械



HUA
XIAN
JIXIE

中国纺织出版社

上海发展汽车工业教育基金会资助

纺织机械系列教材

化纤机械

薛金秋 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

《化纤机械》是纺织机械系列教材之一。全书介绍了以涤纶为典型的熔融纺丝生产工艺与设备和以腈纶为典型的湿法纺丝、干法纺丝生产工艺与设备。重点是纺丝成形和后处理。本书与《化纤机械设计原理》一书既有联系又有区别,是互为配套的专业教材。

本书可作为大专院校纺织机械专业的教材,也可供企业、研究单位的科技人员和设备管理、维修人员作为技术参考书,对有关企业领导和营销人员则可作为了解化纤工艺与设备的入门读物。

图书在版编目(CIP)数据

化纤机械/薛金秋主编. —北京:中国纺织出版社,1999.9
纺织机械系列教材
ISBN 7-5064-1429-5/TS·1205

I. 化… II. 薛… III. 化学纤维纺织-纺织机械-高等院校教材 IV. TS152

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第45563号

责任编辑:李东宁 责任校对:楼旭红
责任设计:任星荪 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
中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销
1999年9月第一版第一次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:9
字数:196千字 印数:1—1500 定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

纺织机械系列教材包括《纺纱机械》、《织造机械》、《化纤机械》和《染整机械》等,是有关大专院校机械类专业和相关专业的教材。为了拓宽专业面,适应改革开放的形势,经过十多年的专业改造和教学实践,逐步形成了本系列教材。这套教材的主要特色是将纺织工艺和机械设备相结合,传统工艺设备与新型工艺设备相结合。在内容上既有基本工艺知识,又着重介绍机构的工作原理和设备结构;在选材上既考虑到目前国内大量使用的设备现状,又介绍新型纺织机械装备及其发展趋势。

在有关化纤方面的教材中不是工艺类就是设备类,对机械类专业学生和初学者缺少两者结合的教材,本书的特点之一即为工艺与设备紧密结合。化纤品种繁多,如一一讲述,不少工艺设备不胜重复。以涤纶和腈纶作为典型,讲述熔融纺丝、湿法纺丝和干法纺丝的工艺与设备,在品种上再举一反三为本书的另一个特点。

《化纤机械》编写人员分工如下:第一、二章由薛金秋、刘超颖合写,第三、四章由张芝芬编写,第五章由薛金秋、蔡玉华合写,第六章由邵利斌、薛金秋合写。以上人员除刘超颖为河北科技大学教师外,其余均为中国纺织大学教师。

本书由薛金秋担任主编。全书由中国纺织大学陈人哲教授审阅,马莉萍插图。

本书在编写过程中得到有关企业的大力支持,在此深表感谢。

本书的出版得到上海发展汽车工业教育基金会的大力资助。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,欢迎广大读者批评指正。

编 者

1999 年

目 录

第一章	绪言	(1)
	第一节 化学纤维的基本概念	(1)
	一、化学纤维的分类	(1)
	二、化学纤维的品种	(1)
	三、我国化纤设备的现状和发展概况	(3)
	第二节 化学纤维的性能及其表示方法	(5)
	一、线密度	(5)
	二、断裂强度(强力)	(5)
	三、断裂伸长率(延伸度)	(5)
	四、初始模量	(6)
	五、热性质	(6)
	六、对日光和大气作用的稳定性	(6)
	七、短纤维的附加品质指标	(7)
第二章	聚酯切片的干燥设备	(9)
	一、聚酯切片干燥的目的	(9)
	二、干燥原理	(9)
	三、干燥设备	(10)
	四、最近在干燥设备中采用的几项新技术	(14)
第三章	聚酯纤维的纺丝成形与设备	(17)
	第一节 熔体纺丝液的制备与设备	(18)
	一、熔融	(18)
	二、混合	(28)
	三、过滤	(28)
	第二节 纺丝成形与设备	(28)
	一、保温箱体	(29)
	二、计量泵	(29)
	三、纺丝组件	(32)
	四、冷却吹风成形	(37)
	五、纺丝成形主要工艺参数及计算	(41)
第四章	纺丝卷绕设备	(44)
	第一节 长丝纺丝卷绕设备	(44)
	一、给湿上油	(45)
	二、引丝	(45)

	三、卷绕机构·····	(46)
	四、卷绕主要参数·····	(54)
	第二节 短纤维纺丝卷绕设备·····	(56)
	一、短纤维卷绕机·····	(56)
	二、牵引装置及喂入轮·····	(57)
	三、圈条机构·····	(58)
第五章	聚酯纤维后加工与设备·····	(62)
	第一节 聚酯长丝后加工与设备·····	(62)
	一、存放·····	(62)
	二、拉伸加捻工艺及牵伸加捻机·····	(63)
	三、牵伸卷绕机·····	(70)
	四、拉伸整经·····	(71)
	五、假捻变形与变形机构·····	(74)
	六、空气变形丝·····	(85)
	第二节 聚酯短纤维后加工及设备·····	(88)
	一、短纤维的存放和集束·····	(89)
	二、拉伸·····	(90)
	三、干燥热定型·····	(97)
	四、卷曲·····	(101)
	五、切断·····	(106)
	六、打包·····	(108)
第六章	聚丙烯腈纤维的生产过程与设备·····	(109)
	第一节 概述·····	(109)
	一、聚丙烯腈纤维的性能和用途·····	(109)
	二、聚丙烯腈纤维的生产工艺路线·····	(109)
	第二节 丙烯腈的聚合·····	(110)
	一、均相溶液聚合·····	(110)
	二、水相沉淀聚合·····	(111)
	三、影响丙烯腈聚合反应的主要因素·····	(111)
	第三节 聚丙烯腈纺丝原液的制备·····	(112)
	一、硫氰酸钠一步法制备纺丝原液·····	(112)
	二、二甲基甲酰胺二步法制备纺丝原液·····	(115)
	第四节 聚丙烯腈纤维的湿法成形·····	(118)
	一、一步法(NaSCN)成形工艺流程·····	(118)
	二、二步法成形工艺流程·····	(118)
	三、湿法成形的凝固历程·····	(118)
	四、影响成形的主要因素·····	(118)
	五、纺丝机及其主要附件·····	(120)

第五节 聚丙烯腈纤维的干法成形.....	(123)
一、干法成形的工艺流程及主要工艺参数	(123)
二、干法纺丝设备	(125)
第六节 聚丙烯腈纤维的后处理.....	(125)
一、湿法腈纶生产的后处理	(125)
二、干法腈纶生产的后处理	(130)
主要参考文献.....	(133)

第一节 化学纤维的基本概念

一、化学纤维的分类

化学纤维可分为两大类:再生纤维和合成纤维。再生纤维是用天然高分子化合物为原料,经化学处理和机械加工而制得的纤维;合成纤维是用石油、天然气、煤及农副产品等为原料经一系列化学反应,合成高分子化合物,再经加工而制得的纤维。根据大分子的化学结构,合成纤维又可分为杂链纤维和碳链纤维两类。杂链纤维的大分子主链中除碳原子以外,还含有氮、氧等其他原子。碳链纤维的大分子主链则纯由碳链所组成。

化学纤维的分类详见表 1-1。

表 1-1		化学纤维的分类
化学纤维	再生纤维	- 纤维素纤维 { 粘胶纤维、铜氨纤维 醋酯纤维、硝酸纤维 - 蛋白纤维——牛奶蛋白、花生蛋白、玉蜀黍蛋白、石油蛋白
	合成纤维	- 杂链纤维 { 聚酰胺纤维——锦纶 6、锦纶 66、锦纶 1010 聚酯纤维(涤纶) 聚酰亚胺纤维 聚氨酯弹性纤维(氨纶) - 碳链纤维 { 聚丙烯腈纤维(腈纶) 聚乙烯醇缩醛纤维(维纶) 聚丙烯纤维(丙纶) 聚氯乙烯纤维(氯纶) 聚四氟乙烯纤维

二、化学纤维的品种

(一)长丝(Continuons Filament)

在化学纤维生产过程中,将纺丝流体(熔体或溶液)从喷丝孔挤出,在纺丝套筒中冷却或在凝固浴中凝固成形,成为连续不断的细丝。直接进行后加工,得到长度以千米计的光滑而有光泽(如未经消光处理)的丝称为长丝。

长丝包括单丝(Monofil)和复丝(Multifilament)。

单丝原指一根单纤维的连续丝条,用单孔喷丝头纺制。但在实际应用的概念上往往也包括那些由 3~6 孔喷丝头纺成的含 3~6 根单条丝的少孔丝。较粗的合成纤维单丝(直径 0.08~2mm)称为鬃丝,用作绳索、毛刷、日用网袋、渔网、拉链或工业滤布,每块喷丝板多达 80 孔。

细的锦纶单丝用作透明女袜及高级针织品。

复丝系指由数十根单纤维组成的丝束,化学纤维的复丝一般由 8~100 根以下单纤维组成,用于制造轮胎帘子线的复丝俗称帘子线,由一百多根到几百根单纤维组成。

(二)短纤维(Staple)

为了与其他纤维混纺,往往把化纤产品切成几厘米至十几厘米长的短段,这种短段纤维通常称为“短纤维”或“切段纤维”(Cut Fibres)。模拟棉花的短纤维线密度较小,长度为 25~38mm,模拟羊毛的短纤维线密度较大,长度为 75~150mm。

(三)丝束(Tow)

丝束可以由几百根至百万根单丝条汇成一束,用来切断成短纤维,或经牵切而制成条子。后者又称做牵切纤维(相当于棉纺上的棉条)。用于牵切纺的丝束的线密度通常为 $(2.2\sim 5.5)\times 10^4\text{tex}$ (20~50 万旦)。

(四)异形截面纤维(Shaped Fibre)

在合成纤维成形过程中,采用非圆形喷丝孔纺制的各种不同截面形状的纤维或中空纤维,以改善纤维的手感、回弹性、起球性、光泽等性能,这种纤维称为异形截面纤维,简称异形纤维。

(五)复合纤维(Bicomponent Fibres)

复合纤维又称双组分纤维。它的制造原理是将两种或两种以上组分、配比、粘度或品种不同的成纤高聚物的熔体或溶液,分别输入同一个纺丝组件,在组件中的适当部位汇合,从同一纺丝孔中喷出而成为一根纤维,这样就能在同一根纤维上同时存在着两种或两种以上的聚集体,称为复合纤维。

复合纤维与普通纤维最突出的区别是它具有三维空间的立体卷曲。因而具有高度的体积蓬松性、延伸性和覆盖能力,而且这种卷曲还具有可回复性。

(六)变形丝(Textured Yarn)

将长丝经不同的变形加工方法,改变其外观、几何形状、内部结构与性能而形成的丝叫变形丝。其中,利用高聚物的热可塑性,把长丝加热、变形,经冷却后制成有相当伸缩性的丝称为弹力丝。锦纶弹力丝宜用于制造袜子,涤纶弹力丝大多用于外衣,丙纶弹力丝大多用于家用织物及地毯。若将两种不同热收缩性的合成纤维毛条按比例混合,经热处理后,其中高收缩性的毛条就迫使低收缩性的毛条屈曲,形成具有伸缩性和膨松性的、类似毛线的膨体纱(Bulky Yarn)。膨体纱大多用于腈纶生产,用于制作针织外衣、内衣、毛线、毛毯等。

(七)差别化纤维

随着人们生活水平的提高,化学纤维向高级化、多样化和特殊功能方面发展。一般常规的性能已满足不了人们的衣着、装饰、工业用和医用上的需要,从而产生了外观、手感、风格和某种特异功能的化学纤维——差别化纤维。实际上,上述的异形纤维、复合纤维、变形丝已经是属于差别化纤维的范围了。目前我国也已能生产异形、中空、复合、免浆、有色、高收缩、细旦、混纤和各种仿型丝以及高强高模耐高温的特种纤维,但产量很小,所占比例小于 5%,而国外一些国家已达 20%~40%。

差别化纤维可以通过物理的或化学的各种途径获得,或在聚合阶段进行改性使之与改性剂共聚,或采用特别的纺丝机构改变纺丝成形条件,或改变纤维的形态和集合状态如各种变形方法,或在纤维后加工过程中赋予某种特性,如阻燃加工、抗静电加工等,或采用新原料,开发

新的化纤品种。现举例归纳于表 1-2, 仅供参考。

三、我国化纤设备的现状和发展概况

化学纤维常用设备一般可分为湿法纺丝设备和熔融纺丝设备两大类。

湿法纺丝设备由于品种不同设备也不同, 即使同一品种, 也由于溶剂不同腐蚀性不同, 设备使用的材料也不相同, 因而较难相互通用。而且湿法纺丝工艺路线长、设备复杂, 因而湿法纺丝的合成纤维发展受影响, 产量远不及熔融纺丝类的合成纤维。20 世纪 50 年代末, 我国化纤设备起步于粘胶纤维, 从仿制到独立设计、生产成套设备, 发展很快, 如研制了缩短工艺过程的五合机制造粘胶原液设备, 连续式长丝纺丝机, 目前则在研究无毒纺丝方法及其设备。1966 年自行设计制造的腈纶纺丝成套设备, 仅限于硫氰酸钠法, 而且产量规模极小。近期引进了干法纺丝设备, 并加以消化吸收、国产化。其他品种的产量都很小。但无论国内还是国外, 合成纤维生产都在朝着大型化、连续化和自动化方向发展。

熔融纺丝设备大部分都可以通用, 且纤维性能优良, 产量大, 设备的加工速度高, 因而发展更快。我国最早仿制的是锦纶设备, 20 世纪 60 年代中期自行设计了螺杆式涤纶纺丝机, 走上自行设计、自行制造的道路。但大多也是速度低、规模小, 远远满足不了人民的需求。70 年代初期为解决原料问题, 引进了许多大型装置, 台生产能力得到很大提高。随着改革开放政策的实施, 我国化纤设备的研制能力也得到很快的提高。例如, 整套沸腾预结晶充填式切片干燥设备, 完全能达到高速纺丝对切片干燥的要求; 作为主机设备的熔融纺丝机已实现高压高速纺丝, 替代了过去的常规低速纺丝。纺丝三大关键设备螺杆挤压机、计量泵和喷丝板已有多家专业厂生产。行星式一进多出口熔融纺丝计量泵大大简化了传动机构, 已批量生产。我国目前制造的 8 孔中空喷丝板以及多种形状的中空异形喷丝板, 已用于异形丝生产。在复合纤维生产方面, 我国早已能生产腈纶复合喷丝头、丙纶复合喷丝头和锦涤纶复合喷丝头。并解决了利用复合纤维的剥离生产极细的细旦丝喷丝头组件的技术问题, 为生产差别化纤维打下了基础。

高速纺丝的关键设备高速卷绕机构早在 20 世纪 80 年代就已研制成功并投入生产。关键组件高速导丝机构采用多头凸轮, 具有与世界上同类设备不同的特点。接着又成功地研制出纺速为 6000m/min 的拨叉式超高速卷绕头, 为全取向丝的生产打下基础。

长丝后加工的主机牵伸变形机已由低速的转子式假捻器改为高速的叠盘式摩擦假捻器, 从而直接产生内牵伸变形, 省掉牵伸加捻机。生产普通的有捻定形长丝因仍需牵伸加捻机, 在这一方面我国亦有很大进展。首先加大低倍牵伸范围, 解决能在牵伸加捻机上进行剩余拉伸, 使之与高速纺丝接轨的问题。其次是采用微机控制各工艺参数, 使之更精确和方便, 机电一体化程度大大提高。再者开发了牵伸卷绕机生产无捻无定型丝的技术。牵伸卷绕机一方面与织造范围的整经工序连接直接做经轴, 打破化纤厂与织造厂的界限; 另一方面可与倍捻机配套生产普通长丝。倍捻机已有多家工厂制造, 三倍捻机也在研制。首先用于工业用丝的纺丝牵伸联合机也在研制。国外还制造了智能化熔融纺丝设备, 生产时只需根据品种规格要求, 给定参数, 输入微机, 起动时经测定后确认即可正式生产, 生产过程中机器会自动调整, 如遇故障会发出故障所在部位的提示。操作非常方便, 但软件和电气设备比较复杂。长丝加工设备正向高速化、联合化和自动化方面发展。

短纤维后加工设备则主要是增加单条线的生产规模, 发展新型大螺杆、大喷丝头组件和加工总线密度(纤度)大的成套后加工设备如七辊拉伸机、紧张热定型机和压轮式切断机等。

表 1-2 实现化纤品种差别化的若干途径

化纤品种差别化	举 例	途 径
外观风格	树脂处理(粘胶纤维) 耐久定型处理(合纤纱) 抗静电加工(合纤) 吸汗加工(合纤) 防湿、防水处理 易去污加工(合纤及其混纺) 阻燃处理 抗融加工(涤纶) 抗菌防臭加工	通过纤维后加工
赋予伸缩性 提高强力 高模量化 抗静电 赋予亲水性 防湿防水 防污性 抗燃性 耐热性 赋予抗菌性 轻量、保温	弹力加工(合纤) 膨体加工(腈纶) 混纺丝(聚酯纤维、锦纶、涤纶) 卷曲纤维(锦纶、涤纶) 异形断面、中空纤维 复合纤维 超细 高收缩纤维(涤纶、腈纶) 高强、高模型	改变纤维形态状态
	抗起球(涤纶、腈纶) 抗静电型(锦纶、涤纶、腈纶) 亲水型(涤纶、锦纶、腈纶) 异染色型(涤纶、锦纶、腈纶) 难燃型(粘胶纤维、涤纶、腈纶)	在原料聚合阶段进行改性
	芳香族锦纶	采用新的原料

第二节 化学纤维的性能及其表示方法

纤维的品质是由许多指标综合起来决定的。其中有一些指标对任何纤维在其一切应用范围内都很重要,另一些指标只在某些用途上有其重要性。

反映纤维品质的主要指标有:

(1)物理性能指标:包括纤维线密度(纤度)、相对密度、光泽、吸湿性、热性能、电性能等。

(2)机械性能指标(力学性能指标):亦可将纤维的机械性能包括在物理性能之内,或统称物理—机械性能。机械性能包括断裂强度、断裂伸长、初始模量、断裂力、回弹性、耐多次变形性等。

(3)稳定性能指标:包括对高温和低温的稳定性,对光和大气的稳定性;对高温辐射的稳定性,对化学试剂的稳定性,对微生物作用的稳定性,耐(防)燃性,对时间的稳定性等。

(4)加工性能指标:包括纺织加工性能和染色性。纺织加工性能包括纤维的抱合性、起静电性、静态和动态摩擦系数等。染色性包括染色难易、上色率和染色均匀性,对于帘子线,则加工性能主要是指与橡胶的粘合性。

(5)实用性能:包括保形性、耐洗涤性、涤可穿性、吸汗性、透气性、导热性、保温性、抗沾污性、起毛结球性等。

(6)短纤维品质的补充指标:包括切断长度和卷曲度。

一、线密度

表示纤维粗细程度的指标称为线密度。线密度的单位为特(tex)或分特(dtex)。1000m长纤维的质量的克数称为“特”,符号为tex;十分之一特则称为分特,符号为dtex。

化纤界过去还采用“旦”作为线密度单位:

$$1 \text{ 旦} \approx 0.11 \text{ tex}$$

纺织界过去还用“公支”表征化纤粗细。公支与以tex为单位的线密度的关系为:

$$\text{公支} = \frac{1000}{\text{线密度}} \quad (1-1)$$

用特或分特来表示纤维的线密度便于简化计算,已作为国际通用标准向各国推荐,为棉毛、化纤通用单位。我国生产上过去习惯用旦数来表示短纤维的线密度,而用支数来表示长丝的线密度,目前已逐步改为使用国际标准单位。

二、断裂强度(强力)

单位线密度的纤维在受恒速连续增加的负荷作用下,直至断裂时所能承受的最大负荷,称为纤维的断裂强度。单位有N/tex, cN/dtex等。

纤维在干燥状态下测定的强度又叫干强度;在湿润状态下测定的则叫湿强度。回潮率较高的纤维,湿强度比干强度低,如一般粘胶纤维湿强度要比干强度低30%~50%。大多数合成纤维的回潮率都很低,因而在潮湿状态下强度降低很小或没有降低。

三、断裂伸长率(延伸度)

延伸度一般用相对伸长率(%)表示,它是纤维伸长至断裂时的长度比原来长度增加的百

分数。

$$\text{延伸度 } Y = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中: L_0 ——原来纤维的长度, mm;

L ——纤维伸长至断裂时的长度, mm。

通常在强度试验机上测定纤维强度的同时,也测得纤维的延伸度。延伸度较大的纤维手感比较柔软,在纺织加工时,可以缓和所受到的力,但延伸度不宜过大,普通纺织用纤维的延伸度在 10%~30% 范围内较合适。两种不同的纤维在混纺时,要求其延伸度一样或相近,才能承受较大负荷而不断裂。短纤维一般延伸度较大,轮胎帘子线则要求强度高而延伸度低。

四、初始模量

应力与相应的应变之比称为模量(模数)。任何纤维的模量随延伸程度和时间而异,严格地说,即使在延伸初期模量也不是常数。为明确起见,通常以初始模量表示,即使纤维延伸为原长 1% 时所需的负荷。

初始模量表示纤维在一定负荷作用下变形的难易程度,初始模量越大,在同样负荷作用下纤维的变形越小,其织物的尺寸稳定性较高,挺括性越好。

五、热性质

纤维及其制品不仅在加工过程中要经受高温的作用(如染整、烘干等),而且在使用过程中也常常要接触到高温(如洗涤和熨烫),工业和技术用纤维还会受到长时间的高温作用。

纤维耐热性是指在纤维内在质量、外观形态及色泽等不被损坏的前提下所能承受的最高温度,它决定了纤维织物的使用温度。

天然的纤维素纤维和人造的水化纤维耐热性很高,这类纤维不是热塑性的,因而在升温下它们不会软化或发生粘结。合成纤维在升温下强度的降低程度比水化纤维素纤维大。碳链类纤维对高温作用的稳定性不够高,它们在 80~90℃ 以上就会发生变形,有的甚至发生水解(如氯纶)。但腈纶和维纶的耐热性是比较高的,在 150~180℃ 下短时间受热时几乎不发生形变,其耐热性比水化纤维素纤维稍差,而锦纶 6 在 120℃ 下强度损失约 50%。

热稳定性是指纤维结构被破坏时的温度。图 1-1 表明在化学纤维中涤纶的热稳定性最高,在 150℃ 下受热,1000h 后涤纶的不可复强度仅损失 50%,而几乎所有其它各种纤维经 70~336h 后就完全破坏了。在空气中加热时涤纶的热稳定性远较锦纶为佳,而在真空中加热时,则两种纤维的分子量降低大致相等。

纤维的难燃性与其耐热性有密切关系,不论民用或工业用纤维,在很多情况下都要求具有难燃性,特别是儿童及老年人睡衣和室内用布及消防员服装,靠机座舱内装饰和船舶用品等等,都要求纤维不易燃烧。

六、对日光和大气作用的稳定性

许多纤维的用途,如帐篷、渔网、旗帜、窗帘以及炮衣等经常受到日光及大气的作用,这就要求纤维具有一定的对日光和大气作用的稳定性。

几种纤维经日光和大气作用下的强度变化见图 1-2。

从图 1-2 可见在日光及大气的作用下,以腈纶的稳定性最高,经日光和大气作用一年后,大多数纤维都损失原强度的 90%~95%,而腈纶纤维的强度仅下降 20% 左右。

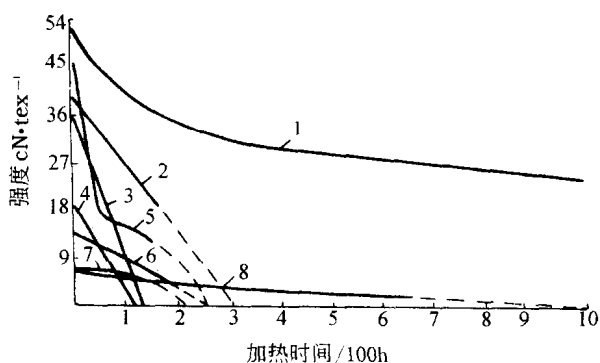


图 1-1 各种纤维在 150℃ 加热下,不同时间后纤维强度的变化
1—涤纶 2—腈纶 3—蚕丝 4—棉 5—锦纶 6—粘纤 7—醋纤 8—羊毛

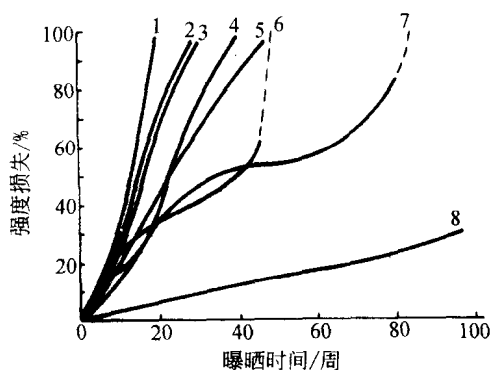


图 1-2 各种纤维在日光和大气作用下强度的变化
1—蚕丝 2—锦纶 66 3—普通粘纤 4—经稳定处理的锦纶 66
5—亚麻 6—棉 7—粘胶强力丝 8—腈纶

七、短纤维的附加品质指标

对短纤维的品质指标要求,除与长丝相同的各项指标外,还有一些特有的指标,其中主要是纤维长度及其均匀性,卷曲度和卷曲稳定性以及纤维中疵点(硬头丝和粘合丝)的多少。

1. 切断长度 根据纺纱设备的型式和纺织品要求而选择切断长度,如棉型产品要求长度在 40mm 以下,有良好的整齐度,严格控制超长纤维(比名义切断长度长 7mm 以上的纤维称为超长纤维)。毛型产品要求纤维较长,一般粗梳毛纺产品希望长度在 64~76mm 之间,精梳毛纺产品长度在 89~114mm 之间。对纤维长度的整齐度则无严格要求,反而希望纤维的长度能形成一个不等长的斜度,有柔软和圆滑的分布曲线,使它尽可能与羊毛的长度分布图相似,以利于获得较好质量的纱线。涤纶中长纤维用于棉纺设备上加工毛型产品,要求切断长度差异不能太大。

2. 卷曲度 由于合成纤维的表面都比较光滑,它不像棉纤维那样有天然扭曲,也不像羊毛那样表面有鳞片,因此纤维之间的抱合力比较小,不利于纺纱加工。为了改善这一性能,增加

短纤维与棉、毛混纺时的抱合力,改善纤维的柔软性,需将纤维进行卷曲加工。

一般供棉纺用的短纤维要求高卷曲度(4~5.5 个/cm),供精梳毛纺的短纤维及制膨体毛条的长纤维要求中等卷曲度(3.5~5 个/cm)。

第二章

聚酯切片的干燥设备

一、聚酯切片干燥的目的

1. 除去切片中水分 微量水分的存在会大大加速高聚物在熔融纺丝过程中水解,使高聚物分子量降低。同时,由于水在高温下汽化,被熔体夹带而出喷丝孔,会形成气泡丝而造成纺丝断头或毛丝,不但降低纺丝质量,严重时更会使纺丝无法进行。因此,必须将切片进行干燥,使含水量从0.4%下降到:纺制普通短纤维时 $\leq 0.012\%$,纺普通长丝时 $\leq 0.007\%$,高速纺丝的切片含水率要低于0.005%,甚至0.003%。

2. 提高软化点 聚酯熔体铸带时要在水中急剧冷却,得到的切片是无定形结构。这种切片软化点很低,如用这种切片纺丝,则在进入螺杆挤压机后很快软化变粘,造成“环结”阻料使生产中断。而经过干燥的切片会形成部分结晶,使软化点大大提高。结晶度越高,软化点越高,切片越硬,这样的切片进入螺杆挤压机以后,就不易发生“环结”现象。

对切片干燥的要求,归纳起来有以下几点:

- (1)切片干燥的含水率应符合纺制纤维的要求。
- (2)含水量和结晶度应尽量均匀一致。
- (3)干燥过程中粘度降要小,一般低于0.01。
- (4)干燥过程中产生粉末要少,并要去除干净。
- (5)干切片要避免在输送或贮存过程中再度吸湿。

干燥设备除须满足上述要求外,还应符合干燥速度快、能耗低、操作方便、设备制造容易和运转安全、设备价格便宜等要求。

二、干燥原理

切片干燥是一种固体粒子的干燥,就是要除去粒子外部和内部的水分。涤纶切片的外部水分只是切片表面和表层的非结合水分。去除这部分水分的过程一般属于等速干燥,干燥速度取决于提供的热量和蒸发作用。由于涤纶切片结构比较致密,内部水分必须先从内部扩散到表面,然后再蒸发,故干燥速度取决于扩散速度,而扩散速度又取决于温度和气流与切片的湿度差,这种水分称为结合水分。干燥温度越高,内部水分子动能越大、扩散越快,周围空气湿含量越低,则空气中水蒸气分压越低,表层水分越容易蒸发,增大了内外层水分子浓度梯度,更有利于扩散。但温度不能过高,以免引起热降解,导致特性粘度下降。周围空气湿含量越低,则对空气的去湿要求越高,能耗增大,在这里有一个经济合理问题要考虑。

图2-1为切片含水率与干燥时间的关系图,图2-2为干燥速度与干燥时间的关系图。从图2-1可以看出,等速干燥和减速干燥之间有一交界点,即为临界点。由于涤纶含水率低,

等速干燥过程很短,所以大部分时间用在减速干燥过程上,而且干燥曲线是平衡水分的渐近线。切片湿含量达到“零”固然不可能,湿含量定得过低也是不经济的。

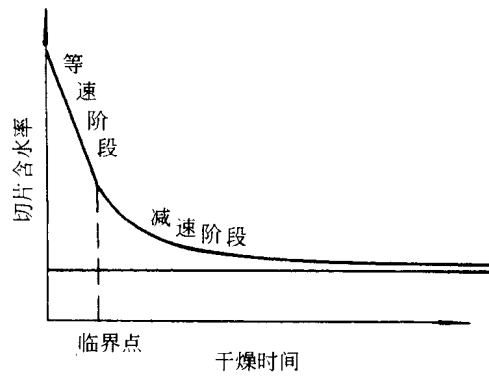


图 2-1 干燥曲线图

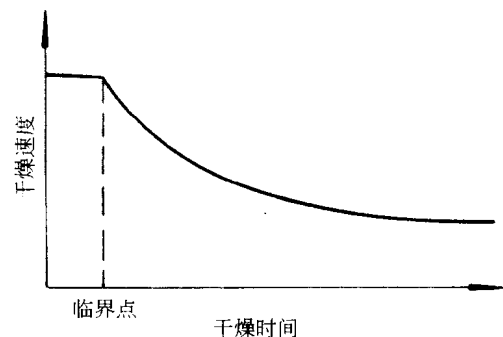


图 2-2 干燥速度曲线图

由于湿切片是无定形结构,软化点低,水分相对较多,此时水分蒸发速度较快,因此可在较低温度下去除水分。否则,如一开始就进行高温干燥,易引起水解而造成降解,而且切片还容易相互粘结,所以干燥要分两步进行:预结晶(预干燥)和主干燥。预结晶温度较低,可去除大部分水分,并提高切片的软化点,便于主干燥进行。主干燥温度较高,目的是进一步干燥,完成干燥的降速阶段直至达到纺丝要求,并使切片含水量均匀一致,这一过程时间较长。

三、干燥设备

为了达到上述干燥目的,可以选择各种各样的干燥设备。目前国内外应用较多的有下列几种:真空转鼓干燥机、回转圆筒干燥机、沸腾干燥设备、充填干燥设备和联合干燥设备等。用得较为广泛的有真空转鼓干燥装置和沸腾结晶充填干燥装置。

1. 真空转鼓干燥装置 真空转鼓干燥装置发展比较早,这种设备主要由转鼓及其传动系统、真空系统和加热系统组成,如图 2-3 所示。

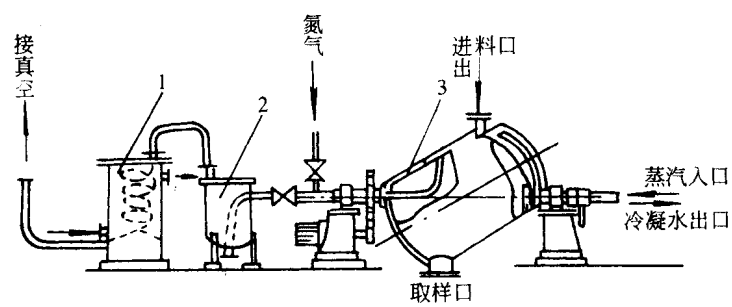


图 2-3 真空转鼓干燥装置示意图

1—冷却桶 2—除尘桶 3—加热夹套

转鼓是一个内衬不锈钢的圆筒(见图 2-4)。外面有加热夹套,可通入热油、联苯或饱和水蒸气等加热介质。转鼓两端有轴和轴承,用支架支承,为了使转鼓转动,轴上装有齿轮,电动