

气流纺纱理论与实践

上海市纺织科学研究院编译
上海科学技术出版社

气流纺纱理论与实践

上海市纺织科学研究所 编译

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书根据气流纺纱方法中纤维开松、转移、输送、凝聚加捻和剥取等主要的作用过程进行编写,并用实验资料加以论证。同时,对气流纱的结构和性能予以必要的介绍。书中还对目前气流纺纱研究中的若干问题,诸如高速问题、适纺原料、适纺支数、气流纺纱器的排杂和自动化等方面收编了国外有关的内容。

书中的内容既有理论上必要的分析和演算,同时也注意收集实验的数据和经验。所以本书可供纺织科学研究人员、纺织院校师生和纺织工厂的工程技术人员参考。

气 流 纺 纱 理 论 与 实 践

上海市纺织科学研究院 编译

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 13.5 字数 297,000

1984 年 4 月第 1 版 1984 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1—8,000

统一书号: 15119·2302 定价: (科五) 1.80 元

前 言

气流纺纱是近代纺织工业中的一项重大技术革新，它改变了一百多年来传统的环境纺纱工艺，具有工艺流程短，卷装容量大，速度、产量和劳动生产率高等优点，因此自六十年代后期开始应用以来，发展极为迅速。目前，有捷、日、苏、英、西德、瑞士、法、意、美等国家十几家厂商已生产了几十种气流纺纱的机型。据不完全统计，1982年全世界装备的气流纺纱机头数已超过400万头，气流纺纱产量在世界细纱总产量中的比例超过5%。我国气流纺纱的研究也取得了很大的进展，几种不同机型的气流纺纱机已研究试制成功，并逐渐投入生产。

随着气流纺纱生产实践的发展，有关气流纺纱的工艺、机械以及基本理论方面的研究也广泛开展，发表的文献和出版的书刊逐渐增多。

为了提高科学技术水平，更好地指导科研和生产，以加速气流纺纱发展的步伐，我们系统地搜集了国外气流纺纱研究和生产中的有关理论和实践的材料，编写了这本《气流纺纱理论与实践》。

由于气流纺纱从条子喂入到成纱输出的整个纺纱过程是由气流纺纱器这个关键部件来完成的，所以本书主要叙述气流纺纱器的作用原理和实践，并结合目前正在研究的有关问题进行阐述。全书按照气流纺纱的工艺过程，抓住纤维运动和成纱规律这条主线来组织材料。在编写方法上，既注重在

MS77/06

基本原理、基本现象和规律的阐述，又注意引用必要的实验资料加以论证，使理论和实践有机地结合起来。本书可供纺织院校师生、纺织科研单位和纺织工厂的工程技术人员参考。

本书由上海市纺织科学研究院组织编译。参加编译工作的有：周慈念、陈奇明、张百祥、姜余庆、梁金茹、章汝旦、顾葆常、朱建雄、周世逯、朱正大、王德舫等同志。周慈念同志负责全书修改汇总。

由于我们的水平有限，书中错误之处在所难免，请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 纤维运动的研究	1
第一节 纤维运动过程的简介	1
第二节 纤维开松的研究	4
一、纤维开松的要求	4
二、纤维开松机构的作用分析	7
三、纤维开松机构合理工艺参数的选择	19
第三节 纤维在分梳辊上输送和剥离运动	32
一、理想的输送和剥离过程	32
二、剥离过程的实验研究和分析	40
第四节 纤维在输送管中的运动	44
一、物体与气流的相互作用和运动的基本理论	44
二、纤维在输送管中运动、受力和形态的研究	53
三、纤维在输送管中运动的实验研究	68
第五节 隔离盘的作用	85
一、隔离盘的作用概述	86
二、隔离盘对纤维运动的作用分析	88
第六节 纤维在纺纱杯滑移面上的运动	93
一、纤维滑移运动的条件	93
二、纤维滑移运动的轨迹	95
第二章 纤维流的凝聚与须条的形成	101
第一节 理想的凝聚过程	101
一、凝聚须条的变细曲线	101
二、凝聚须条的理想分布	102
三、凝聚须条形成的普遍规律	104
第二节 实际的凝聚过程	107
一、搭桥纤维	107

二、缠绕纤维	110
三、凝聚过程中纤维的调向	115
四、凝聚过程中的并合效应	118
第三节 须条结构和几何形状	125
第三章 纱条的加捻与剥取作用	128
第一节 加捻理论	128
一、加捻方法和捻度的传递	128
二、阻捻盘的作用	141
第二节 纺纱杯内纱条的剥取运动	159
一、正反向剥取问题	159
二、正向剥取形成的原因和过程	159
三、引起反向剥取的原因	160
第三节 纺纱杯内纱段的动力学和张力的	162
一、纱段的运动形态和受力分析	162
二、纺纱张力的计算和测定	180
第四章 纺纱杯主要工艺参数的研究	185
第一节 纺纱杯直径	185
第二节 纺纱杯滑移面	189
一、滑移面角度	189
二、滑移面长度	190
第三节 纺纱杯凝聚槽	190
一、凝聚槽形式	190
二、凝聚槽摩擦性质	193
第四节 纺纱杯内温湿度	194
一、纺纱杯空转与纺纱时的温湿度变化	195
二、温湿度对成纱质量的影响	197
第五节 纺纱杯内的气流	200
一、纺纱杯内气流流动的计算分析	201
二、纺纱杯内气流流动的实验研究	205
第五章 气流纱的结构与性能	218
第一节 纱线结构的概念	218

第二节 纱线结构的测试	220
一、纱线结构测试仪简介	220
二、试样准备与测试方法	222
第三节 纱线的内在结构	223
一、纤维构型	223
二、平均纤维纺入系数的确定	227
三、平均纤维投影长度系数的确定	234
四、纤维强力利用系数的确定	236
五、纤维的排列和转移	236
第四节 气流纱的捻回特性	243
一、气流纱的捻回分布和结构	243
二、气流纱的捻回测试方法	245
第五节 气流纱与织物的性能	252
一、气流纱与环锭纱的性能对比和分析	252
二、气流纱的加工特性与织物性能	262
第六章 气流纺纱机的高速问题	267
第一节 高速与纺纱和气流纱特性的关系	267
一、纱条的张力	267
二、气流纱的伸长	268
三、气流纱的质量	271
四、纺纱杯中的尘杂问题	273
五、纺纱的断头问题	274
六、接头问题	276
第二节 高速与轴承、功率、噪声的关系	277
一、气流纺纱机的动力消耗	277
二、噪声问题	279
三、轴承问题	280
第三节 纺纱杯高速与材料强度和气流的关系	287
一、高速与材料强度的关系	287
二、高速与气流的关系	289
第七章 适纺原料问题	290

第一节 化纤的纯纺和混纺	290
一、适纺化纤的有关工艺参数的概述	290
二、化纤纯纺的研究	296
三、化纤混纺的研究	301
第二节 化纤气流纱的性能	302
一、化纤细度和长度对气流纱性能的影响	302
二、化纤细度和长度对气流纱疵的影响	305
三、股线与单纱	306
四、化纤细度对织物成品的影响	307
第三节 纺低级棉的可能性	308
第八章 适纺支数问题	318
第一节 纺细支纱的研究	319
一、可纺极限(支数)的试验研究	319
二、细支气流纱的试纺实例	327
第二节 纺粗支纱的研究	332
第九章 纺纱器的排杂问题	335
第一节 气流纺纱对喂入半制品的要求	335
一、半制品质量对气流纺纱的影响	335
二、两种排杂方法的分析和比较	339
第二节 纺纱器排杂装置的研究和应用	344
一、排杂装置的机构和作用原理	344
二、排杂效果的分析	350
第三节 纺纱杯内积杂的分析和清除的方法	367
一、纺纱杯内尘杂的积聚分析	368
二、纺纱杯内减少积杂和清除的方法	374
第十章 自动化问题	377
第一节 自动化的目的和意义	377
一、自动化的目的	377
二、哪些机构和操作在气流纺纱机上应该自动化	378
三、气流纺纱机自动化的步骤	381
第二节 气流纺纱机的自动清洁和自动接头装置	382

一、采用自动清洁和自动接头装置的效果	383
二、自动清洁和自动接头装置的工作方法	388
三、自动清洁和自动接头装置的工作程序	391
四、采用自动清洁和自动接头装置的问题讨论	394
第三节 气流纺纱机的半自动接头装置	401
第四节 气流纺纱机的自动落筒装置	404
一、切纱和吸纱机构	406
二、回转式落筒机构	407
三、空管传递机构	414
四、回转式落筒机构的传动系统	416
五、自动落筒装置的运行	418

第一章 纤维运动的研究

本章将研究气流纺纱过程中,纤维从条子的结集状态,变成彼此分离的连续纤维流状态,直至进入纺纱杯凝聚槽内,成为须条结构的一系列运动过程和受力情况;同时研究纺纱器中的气流和有关机件对上述纤维运动的作用和影响。

由于到目前为止,世界上已有四十多种不同类型的气流纺纱机,所以纺纱器的型式和结构也各不相同,但是,作为气流纺纱过程的基本理论和主要机件的作用还是有其共性的地方。为了叙述方便和清楚,就以目前使用相对地比较广泛和具有代表性的 BD-200 型纺纱器为例进行剖析说明,以达到由此及彼,从实践到理论的目的。

第一节 纤维运动过程的简介

要了解气流纺成纱的作用原理,首先就必须熟悉气流纺纱的工艺过程。

图 1-1 是 BD-200 型气流纺纱器的结构示意图。其纺纱工艺过程如下:喂入纺纱器的半制品是条子 3,通过喂给喇叭 4,由喂给罗拉 5 和喂给板 6 通过弹簧加压积极握住条子以 v_1 速度向前输送。包有金属锯条或梳针的分梳辊 7 以 n_1 速度转动,其锯齿对条子进行分梳和开松作用。开松后的单纤维,随分梳辊向前运动,依靠分梳辊的离心力和补入气流的作用,从分梳辊上脱离转移到输送管 8 中,通过输送管进入纺

纱杯 2 内。纤维沿隔离盘 10 向纺纱杯壁面 11 运动，到达壁

面 11 上后，再沿斜面滑向凝聚槽 12。纤维在凝聚槽中凝集成须条，依靠纺纱杯 2 以 n_k 速度高速回转而加上捻度。凝聚槽中的须条不断被加捻剥取下来，剥取下来的纱条 15 通过阻捻盘 16 和引纱管 14 输出，卷绕成筒子 19。

如果从纤维材料在纺纱器中被加工的作用过程来看，那么如图 1-2 所示。

图 1-2 表示出了纤维从条子的结集状态变成彼此分离的连

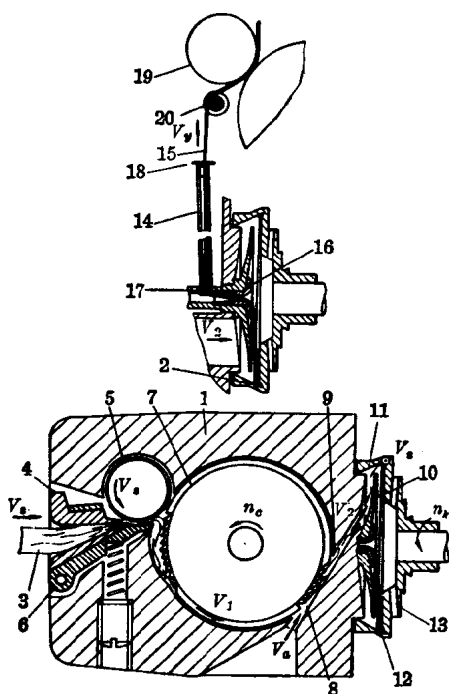


图 1-1 BD-200 型气流纺纱器的结构示意图

续的纤维流，直至纺纱杯滑移面上的纤维运动过程。

图 1-2 中，0~4 之间是纤维的喂入部分：0—条子；1—喂给喇叭；2—喂给罗拉和喂给板之间的握持区开始端；3—理想握持线；4—握持区的末端。这一区域中纤维集合体(条子)的形状逐步发生变化，从近似扁圆形而变成扁平形。

5~6 之间是纤维开松部分：5—分梳辊锯齿开始刺入条子须丛的开松起始位置；6—开松的结束端，也就是被开松须丛的末端。在 5~6 部分纤维已从条子状的集合体改变成为

接近单纤维的状态。

6~7 之间是分梳辊输送纤维部分：6—既是开松部分的结束，也是分梳辊带动纤维的输送部分的开始；7—分梳辊带动输送纤维的可能结束处。因为此处是分梳辊输送纤维部分与纺纱器壳体最小隔距的终点。

7~8 之间是纤维的脱离部分：8—剥离纤维位置，也是气流管道输送纤维的入口处。从此处开始，分梳辊又进入与纺纱器壳体较小隔距的状态，不过此时，分梳辊上在正常的情况下已不带有纤维。

8~10 之间是气流输送纤维部分：9—隔离盘上输送管的出口位置；10—隔离盘边缘处纤维开始进入纺纱杯的位置。

11~12 之间是纤维在纺纱杯壁面上的滑移部分：11—纤维进入纺纱杯上滑移面的起始位置；12—纤维在滑移面上经过滑移运动后，进入纺纱杯凝聚槽的位置；12~13 是凝聚面，亦即纤维滑移运动结束凝聚成须条的位置。

归纳上述几个对纤维的作用部分，就可以清楚地看到，从

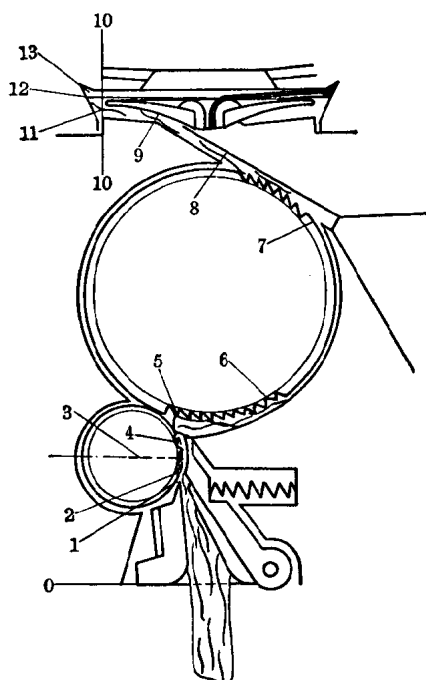


图 1-2 纤维材料在 BD-200 型
纺纱器中被加工的示意图

纤维集合体(条子)变为单纤维流直至凝聚槽中凝聚成须条的纤维整个运动过程的概况。

第二节 纤维开松的研究

本节研究和分析纤维如何从集合体——条子，通过喂给机构和开松机构实现分解成单纤维状态，然后又从开松机构——分梳辊上脱离和转移的运动和作用过程。为气流纺纱提供彼此分离的连续的单纤维流，满足自由端纺纱的基本要求。

一、纤维开松的要求

气流纺纱对纤维开松的要求，也是自由端纺纱各种方法的共同的要求。在纤维进入纺纱杯重新凝聚之前，纤维是否被分离成连续的单纤维流，以及纤维流是否均匀，纤维是否伸直平行，不受损伤等，是关系到气流纺纱能否正常纺纱和成纱质量的重要问题。

概括起来，气流纺纱对纤维开松的要求有四点。

(1) 要求完全分解成彼此分离的单纤维状态，理由有两个：

一是如果条子仅仅被牵伸变细或松解后仍成连续的须条，那么纺纱杯的加捻作用结果，不是获得真捻而是假捻。这就根本不能纺纱，不符合自由端纺纱的最基本的条件，所以这个要求是最重要的前提。

二是即使须条是断裂的而在纺纱杯中重新凝聚时，添加到凝聚槽中须条上去的不是单根纤维而是束状纤维，那么纺出来的纱就很不均匀，强力也很差，也容易断头。

(2) 要求纤维开松时, 纤维尽量减少损伤。

(3) 要求纤维在凝聚之前的运动过程中, 应当伸直、平行、定向。

(4) 要求供应的纤维流尽量均匀。

目前, 气流纺纱机从开松机构看, 主要有两种: 以日本丰和公司 MS-400 型机为代表的罗拉牵伸机构和以 BD-200 型为代表的分梳辊开松机构。

过去认为, 在纺制 20 英支棉纱时, 用罗拉牵伸开松机构的情况下, 即使罗拉速度增加到 2000 转/分, 输出的纤维流截面上仍有 15~16 根纤维。因此, 不能达到分解成单纤维的要求。现在, 日本丰和公司对罗拉牵伸的开松机构研究后, 提出用喷嘴来分解纤维的“空气牵伸”方法, 即在罗拉牵伸之后加装开松喷嘴, 使纤维流截面上的纤维减少至 1.64~2.43 根。开松后纤维中平均弯钩数也减少至 2.35%。

如果纺同样支数的纱, 用分梳辊开松机构, 当分梳辊转速为 7000~8000 转/分时, 则输出的纤维流截面上仅有 2 根左右的纤维。

据称, 用上述两种不同的开松机构纺出的气流纱, 在质量上并无显著差异。但是, 从总的方面考虑, 目前的气流纺纱机上, 大部分都采用分梳辊的型式。

图 1-3 所示为丰和公司设计的罗拉牵伸开松机构。分梳辊开松机构参见图 1-1。

采用分梳辊开松纤维时, 对分梳辊的要求是尽可能地减少对纤维的损伤, 并尽可能地减少纤维的弯钩, 使纤维成单根状态均匀地输送到纺纱杯中。如果开松不足, 就会在纱上造成粗节。如果开松作用过分强烈, 又会损伤纤维, 降低成纱强

力。在开松时如果分梳辊上锯齿被纤维充塞或缠绕,也会产生棉结和粗节。

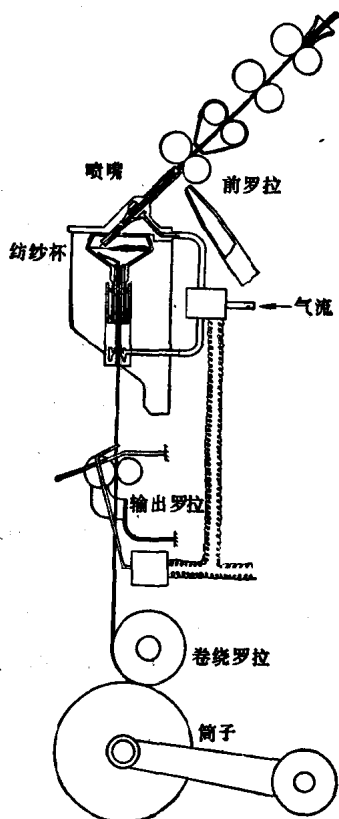


图 1-3 丰和公司 MS-400 型机
罗拉牵伸开松机构

对化学纤维的开松,应考虑纤维的强力、杨氏模量、长度、细度、卷曲度以及纤维之间的静摩擦系数和纤维对金属的动摩擦系数。随着纤维的长度增加和旦数变细,开松性能就变差;卷曲度过大会使纤维的抱合力加强而降低开松的效果,卷曲度过小又会使纺纱情况恶化;随着纤维之间摩擦阻力的增大或纤维和金属之间摩擦阻力的减少,开松情况也要变差。但是这些因素必须结合后面的凝聚、加捻和剥取过程以及成纱强力通盘地加以考虑。

这里还需要指出的是化学纤维的油剂问题。化学纤维纺纱时需要添加油剂,如

果油剂太少,在开松纤维时容易损伤纤维,但是油剂使用太多,容易使纤维绕分梳辊。另外油剂的种类是否适当,还会影响到分梳辊上锯齿和纺纱杯的磨损情况。油剂不仅对纤维的开松过程产生影响,同时也影响纤维的凝聚、加捻、剥取等过程。

二、纤维开松机构的作用分析

纤维开松的机构主要由喂给机构和开松机构两部分组成。现将其作用分别加以叙述和研究。

(一)喂给机构及其作用分析

喂给机构由喂给喇叭、喂给罗拉和喂给板所组成。喂给喇叭是由塑料或胶木压制成收缩状的通道。喂给罗拉是金属材料的沟槽(直的或斜的沟槽或滚花)罗拉。喂给板是金属材料板,它以一定的压力与喂给罗拉握持条子,并借喂给罗拉积极回转而将条子输送到分梳辊机构给予开松成单纤维状态。有的喂给机构是采用一对金属沟槽罗拉握持输送。

从条筒中引出条子时,不应产生过大的轴向拉力,以避免引起条子中纤维沿轴向分布的变化而造成不匀,即应避免意外牵伸。

条子经过喂给喇叭后,使其截面形状从基本上是圆形截面而压缩成近似扁平形截面。改变条子截面形状的结果,使条子截面上纤维的密度增大,从而也就提高了纤维间的抱合力。这种抱合力是随着喂给喇叭通道断面的逐渐缩小而提高。在条子中由于纵向的弹性变形而产生的辐射方向应力,其结果在一定程度上减少了条子在进入喂给喇叭之前的横断面上纤维分布的不匀程度。同时也正由于这种辐射方向的应力,引起了条子与喂给喇叭内壁的摩擦阻力,它阻滞了条子外层的移动。而且这种摩擦阻力在喂给喇叭的周围是不均匀的。所以必须使条子外层受到的拉力能克服这种摩擦阻力,如能做到这点,则条子通过喂给喇叭后,它的均匀度就不会受到影响。由于上述的原因,所以应使喂给喇叭内壁光滑,并尽量接近喂给罗拉和喂给板的握持区。

在图 1-4 中用 F_f 表示喂给喇叭对条子摩擦阻力的总和,