

摘要

紧密纺纱技术是环锭纺纱技术领域的重要革命。紧密纺纱技术利用集聚装置，将纤维须条进行集聚后再输出加捻，达到减小加捻三角区、增加对三角区中纤维的控制、减少纱线毛羽、提高纱线强力和提高成纱质量的目的。

本文主要对负压式紧密纺中的网格圈及其相关部件进行了研究，并探讨了这些紧密纺部件对纱线性能的影响。论文首先从传统环锭纺技术存在问题出发，对现有紧密纺装置进行了比较和分类，介绍了德国 Sussen 公司的 Elite 紧密纺纱装置的结构特征和该类紧密纺装置的纺纱技术的成纱机理。通过对负压式紧密纺装置中网格圈及其相关部件的研究，结合目前国内细纱机紧密纺改造厂家的装置，设计自己的紧密纺纱装置，并成功地对 EJM128K、FA503、FA506 等机型的细纱机进行了改装。接着对须条集聚过程运动进行分析，借助流体力学的理论，初步提出影响集聚区流场的因素。然后对集聚区流场的进行研究，完成紧密纺集聚区流场的测试。

在对紧密纺集聚区流场分析的基础上，对网格圈的各项性能做了归类阐述。着重对网格圈的受力情况作了分析，从而对网格圈制作原料和织物组织选择作了选择。此外还对网格圈的制作难点作了简要分析。在对网格圈的性能研究中，主要研究了网格圈的导电性能、透气性能和耐用性能，并结合纱线的性能指标作了相关分析。通过对紧密纺网格圈的研究，选择优质网格圈，探讨紧密纺高支纱纺纱工艺，在自行改造的 EJM128K-SM 型细纱机上开发出紧密特高支纱。通过实验，得出以下结论：在同等条件下，利用紧密纺技术，纱线具有结构好、强力高、毛羽少等诸多显著特点；而且还可以突破传统环锭纺纺纱极限，设计、开发出细特高支纱（ $2.9\text{tex}\sim 4.2\text{tex}$ ），且纱线具有较好的外观质量和性能。随着纺织技术的发展，人们对纱线性能的要求也越来越高。因此，对紧密纺生产技术和工艺的探究，加快紧密纺国产化设备改造、产品开发和生产工艺研究的力度，对保持和提升我国纺织业在国际纺织品市场的重要地位、增强企业的竞争力也将具有重要的积极意义。

关键词：紧密纺；网格圈；加捻三角区；集聚区；性能研究；产品开发

Abstract

Compact spinning is a new spinning technology which develops fast in the recent years . Compact spinning technology makes drafting, compacting and twisting separated adopting compact set. Compact spinning technology can reduce spinning triangular space to minimum, decrease yarn hairiness, improve yarn break strength and break elongation ,improve the resultant yarn quality.

In the paper, lattice apron and other connected parts were analyzed on negative pressure compact spinning, and the effects of these apparatuses to the abilities of compact-spun yarn were discussed. We analyzed problems in traditional ring spinning technology first, and then the existed compact spinning equipment is classified and compared. The structure and capability of Sussen's Elite compact spinning systems were introduced, and the principle of this equipment was also introduced. We designed our own compact spinning equipment, after studied the lattice apron and the other parts on compact spinning equipment and connected with domestic machines. We have reconstructed spinning frames successfully, such as EJM128k, FA503, FA506, and etc. And the yarn has the better morphological qualities and capabilities . After analyzing on the yarn strip gathering progress by the theories of hydromechanics , we firstly concluded the influence factors of the flow field in condensed area. And then we studied the flow field in condensed area, and finished the tests of flow field in condensed area.

On the base of analyzing flow field of compact spinning, all capabilities of lattice apron were classified and explanted. We focused on the analysis of the power which the lattice apron endured, and then made a choose of the raw materials and fabric structure. And the difficulties of making lattice apron were also introduced. In the process of lattice apron study, electrical conductivity, permeability and durability were mainly studied, and unified the yarn performance index, the correlation analysis were made.

The principle of compact spinning technology is introduced, especially including the structure and capability of Elite compact spinning systems ,which are devised by the Sussen company ,German . According to the analyses of compact spinning structure, an actual compact spinning system are made according to EJM128K-SM spinning frame. Spinning experiments are carried out .At the meantime, the performance and characteristic of compact spinning systems are analyzed and compared to. Through the study of lattice aprons, excellent lattice aprons are chosen. And discussing compact spinning technology , at last we developed extra high-count cotton yarns with EJM128K-SM spinning frame which was reconstructed by ourselves. By experiments, conclusion can be made as followings .Under the equal conditions, the compact spinning yarn has many distinct characteristics ,such as better structure ,higher breaking force , less hairiness and so on .Compact spinning can also break the limitation of the conventional spinning and high-count yarns(such as 2.9tex-4.2tex) can be produced. Along with the spinning technical development, the people's request to the yarn capability is also higher .Therefore , the thorough investigation of technology and craft to compact spinning ,along with speeding up the compact spinning reformation to national spinning machines ,has an important meaning towards strengthening the competition ability of the business enterprises ,keeping and promoting our country a textile industry in the important position of the international textile product market as well.

Key words: Compact Spinning; Lattice Apron; Spinning Triangular Space; Condensed Area; Capability Study; Product development

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含本人为获得江南大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

签名： 苏旭中 日期： 2007年3月20日

关于论文使用授权的说明

本学位论文作者完全了解江南大学有关保留、使用学位论文的规定：江南大学有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文，并且本人电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。

保密的学位论文在解密后也遵守此规定。

签名： 苏旭中 导师签名： 谢明祥

日期： 07年3月21日

第一章 绪论

1.1 引言

环锭细纱机从诞生至今,作为纱线生产的主要纺纱方式,以其成熟的工艺技术、稳定的纺纱质量,依然是纺纱生产中最核心、所占比例最大的纺纱形式。正像许多专家所说的那样,尽管出现了许多新型纺纱方法,但直到今天环锭纺仍具有无可争辩的优势,是衡量其他类型纱线质量的标准。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,人们对纺织品花色、品种及服饰性能的要求也越来越高,对服装面料的要求更注重轻薄化、功能化、潮流化、高档次和高品味。当前面料流行趋势的特点是柔软、轻质、透明、质感、立体、多功能等等,纺织面料向高档、优质、高附加值发展。要达到这种要求单靠传统的织物组织变化和色彩变化将受到很大的局限,这就对组成面料的基本原料——纱线有了新的发展要求。目前,基于传统环锭细纱机纺纱原理发展而成的紧密纺纱技术(Compact Spinning or Condenser Spinning)成功地大幅度提高和改善了纱线的性能。紧密纺纱技术是环锭细纱机的重大革新和创造,它作为环锭纺最具标志性进展的技术进步受到纺织界人士的普遍关注,产品受到市场广泛欢迎,发展势头迅猛^[1-4]。

紧密纺纱技术的想法来自于传统的环锭纺纱装置,试图获得纱线质量的大幅度提高。Dr. Ernst Fehrer 博士于 1988 年 2 月提出消除纺纱三角的集聚纺纱工艺以来,一些国外纺机制造厂商和研究机构相继研发各种形式的紧密纺纱技术^[5]。紧密纺纱技术利用多种形式的集聚装置,将纤维须条在前钳口与增设的阻捻钳口之间的区域进行集聚,完成集聚后再进入加捻区域加捻成纱,这使得所有进入加捻三角区的纤维都尽可能集聚到纱体中,且所有纤维都是平行排列的,纤维强度得以更多利用而且在纱线中理想地交织在一起,因此优化了纱线结构,形成毛羽显著减少、强力提高的集聚纺纱线。集聚纱的毛羽显著少、强力高,为络筒、浆纱、高速织造等后道工序和开发优质高档面料带来了极好的有利条件^[6]。

自 1999 年巴黎国际纺织机械展览会(ITMA'99)上首次展出紧密纺纱细纱机以来,国外多家纺机企业如德国 Zinser、Suessen,瑞士 Rieter,日本 Toyota,意大利 Marzoli 等公司相继着手研究环锭细纱机上的纤维集聚技术,并推出了各具特点的紧密纺纱装置及其相关机械产品和技术服务,使得紧密纺纱技术日趋成熟^[7-11]。

现今的紧密纺纱形式主要分为两大类^[12]。

(1) 气流集聚。是一种较为成熟的紧密纺纱形式,主要以德国 Zinser、Suessen,瑞士 Rieter,日本 Toyota,意大利 Marzoli 等为代表。其中 Zinser 采用多孔皮圈,Rieter 则是空心滚筒,Suessen、Toyota 和 Marzoli 采用了网格圈作为集聚重要元件。

(2) 磁力集聚。主要以瑞士 Rotocraft 公司为代表。它的装置完全不借助于气流作用,只用磁力实现集聚效果,可以减少额外的能耗和维护。

从市场应用角度看,气流集聚仍然是最为常见的一种集聚纺纱形式,其中采用网格圈的紧密纺纱装置应用最为广泛。由此网格圈作为紧密纺纱系统中的一个重要的集聚元件,进入了人们的研究视野。本课题也正是鉴于以上所述的背景,对适用 Elite®紧密纺装置的网格圈性能及其相关部件进行研究,并探讨了这些紧密纺纱部件对纱线性能的影响。

1.2 Elite®紧密纺纱技术的原理^[13-15]

在传统环锭纺纱装置中,纱条经过牵伸装置牵伸后从前钳口输出,纤维束分布宽度为 B ,这个宽度 B 取决于粗纱捻度、牵伸倍数和所纺纱线的支数等工艺参数。纤维须条从牵伸装置的前钳口输

出，在纺纱三角区纤维凝聚在一起加捻成纱。纺纱三角区的宽度 b_1 与纺纱张力 P 成反比，张力 P 增加，宽度 b_1 减小。在环锭纺纱过程中 $\Delta = B_1 - b_1 > 0$ ，这就意味着加捻三角区不可能把纤维束的每根纤维都聚拢捻合到纱线之中(图 1-1(a))。这就造成纤维束的许多边缘纤维或者脱落掉，或者以各种方式杂乱地附着在已经加捻的纱体上，形成毛羽。纺纱三角区的存在是形成纱线的毛羽产生的主要原因。

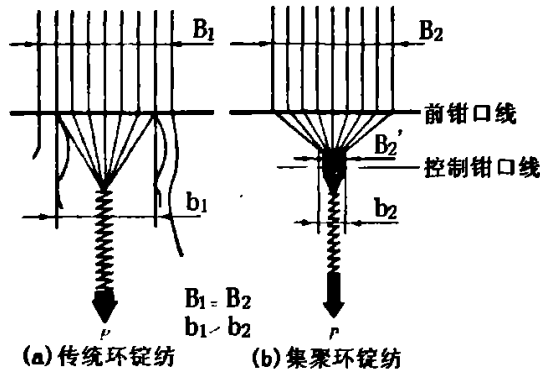


图 1-1 传统环锭纺(a)与 Elite®纱紧密纺(b)的纺纱三角区结构

Elite®纱紧密纺纱技术是在传统牵伸装置前增加一个纤维控制区，利用气流对通过控制区的纤维束进行横向凝聚，使纤维束的宽度大大缩小，缩小后宽度为 B_2' 。宽度 B_2' 几乎接近加捻三角区的宽度 b_2 ，即 $B_2' \approx b_2$ 。纤维束经过集聚然后再被加捻卷绕，加捻三角区大大减小，几乎纤维束的每根纤维都能集聚到纱体中，形成毛羽少，强力高的集聚纺纱线。集聚和加捻相分离，纺纱区以前钳口线和控制钳口线为界分为牵伸区、集聚区和加捻卷绕区三个部分(图 2-1(b))。

1.3 Elite®紧密纺纱装置^[16,17]

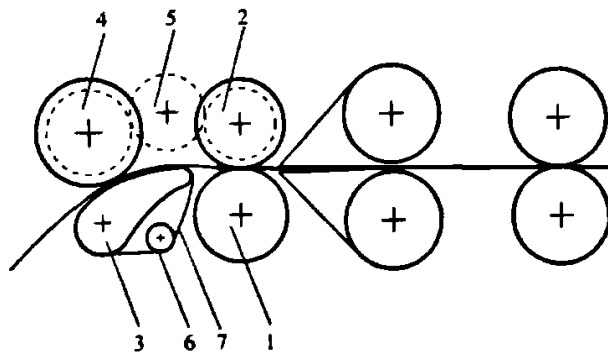


图 1-2 绪森 Elite®集聚纺纱装置

1—前罗拉；2—前皮辊；3—异形吸聚管；4—引出皮辊；5—过桥齿轮；6—张力撑杆；7—网格圈

Elite®紧密纺纱装置是在前罗拉 1 和前皮辊 2 前面增加了一个集聚区。前罗拉前加装一根异形截面吸聚管 3，吸聚管在对应锭位的位置开有狭长吸风槽。吸聚管与引出皮辊 4 组成控制钳口，起握持及阻捻作用。引出皮辊通过过桥齿轮由原来的前上皮辊传动，前皮辊、引出皮辊和过桥齿轮 5 由罗拉盒构成一个紧凑型组合件，能方便的从摇架拆装。吸管下方有一钢质撑杆 6，网格圈 7 套在

异形吸聚管和撑杆上由引出皮辊摩擦传动回转。

绪森公司(Suessen)推出的 Elite®紧密纺纱装置是在传统的牵伸装置前面增加一套气动集束装置,结构简单合理,集聚装置的元件可以单独拆装及维修而不会影响总体牵伸部分,并且拆装、调整及维修简便。加压装置主要靠板簧加压,不同于一般 SKF 弹簧加压,压力可靠,而且上胶圈架不会出现歪斜移动,保持了精确的罗拉钳口与胶圈钳口的浮游区距离,这是一般弹簧加压所办不到的。因此牵伸效率高,牵伸倍数较大并精确,可直接生产高支纱。异形截面吸聚管表面在每个纺纱部位都开有斜向吸气槽,吸风狭槽方向相对纤维束运动方向有一定的倾斜角(约 25°),使须条在运动中产生横向凝聚,便于纤维的轴向旋转并向纱轴靠拢集聚。异形吸聚管表面有一层耐磨涂层,网格圈在异形吸聚管上按照设计速度准确滑动回转。吸聚管的流线形设计使纱线在前罗拉表面的包围弧完全消失,也就是须条离开牵伸钳口后立即受负压气流的作用被吸附在多孔网格圈靠近吸风狭槽的部位并向前输送到控制钳口,再加上引出皮辊加压较小(压力能保证有效阻捻即可),使纺纱三角区大大减小,可纺性较高。引出皮辊与前皮辊存在一定的牵伸(牵伸比为 $1.05\sim 1.08$),须条受到纵向牵伸作用,弯曲的纤维被拉直,提高纤维伸直平行度,确保纤维在吸风狭槽部位受到负压作用而有效集聚。

1.4 Elite®紧密纺网格圈的主要性能

纱线的性能主要受纤维的性能和纱线结构的影响,而纱线结构主要是由纺纱过程所决定的。事实上,每种纺纱过程都会生产出不同于其它的纱线结构。近些年来,纺纱技术的改良使纱线质量有了很大的进步。紧密纺工艺的出现,为环锭纺纱技术在扩大品种适应性、改善纱线结构、提高纱线质量等方面提供了可能。紧密纺由于纺纱三角的最小化,牵伸后的须条结构呈理想化的分布,使得紧密纱体现出毛羽和强度的显著改善^[18]。

网格圈是紧密纺纱的重要元件之一,是紧密纺纱系统中一个套在集聚管上的管状织物,它有无数微孔,只允许气流通过,但纤维不能通过^[19]。网格圈有五个特殊的技术要求:第一高密度,要求织物经纬密度达到 55×55 甚至 60×60 每 cm^2 ;第二高均匀性,因为经纬纱形成的气孔大小直接影响吸聚效应,因此要求 120mm 长度内尽可能小的经密差异和纬密差异。第三表里摩擦系数差异大,因为网格圈表里是承担完全不同的功能,要求相应的摩擦系数相差很大,据资料介绍可达到 10 倍以上。第四边缘垂直与光滑,网格圈在高速运转状态下与棉、毛等各类纤维直接接触,要求边缘光滑,不产生带花;要求端面与外径垂直,运转中不产生位移。第五热稳定性,网格圈长时间在高速摩擦的状态下运转,包括纤维与网格圈的摩擦,传动胶圈与网格圈的摩擦,异形吸风管与网格圈的摩擦。这三大摩擦产生大量的热量,虽有异形管的吸风槽吸走部分热量,但实际运转中的网格圈还可能产生一定量的热伸长,所以要求网格圈中有较好的热稳定性^[20,21]。

因此网格圈的性能研究是一个全新的课题。必须从材料、设备、工艺等多方面进行创新的研究开发,此外要结合不同的纺纱工艺进行探讨,以期最终能够即耐用又能够有效的改善成纱质量。

1.5 国内主要的紧密纺技术

紧密纺技术从一面世就受到了多方关注^[35]。这一技术是对传统纺纱业的巨大贡献,国内外越来越多的企业和研究机构作出了积极的回应,并在紧密纺纱的各方面都取得了举世瞩目的成绩。

国际上紧密纺纱系统的研发在十多年前就开始了,这些年来,无论是紧密纱的纺纱原理、紧密纺纱系统的结构(包括空气动力学应用于纺纱牵伸中、新型材料及其加工工艺在纺纱机构的应用等),还是紧密纱的下游应用的研究,都有了卓有成效的进展。目前国际上有五种不同结构的紧密纺纱系统,分别是 Rieter(立达)、Sussen(绪森)、MAL(马佐里)、Zinser(青泽)和 TOYOTA 公司的产品,它们在集聚方式上有所不同,但集聚原理均相同^[32]。

目前国内的浙江、上海、无锡、山西、河北等多家纺机厂及研究院校等均在研制生产紧密纺系

统,如宁波德昌、浙江日发、凯灵纺机、江阴华方、经纬纺机、上海纺织研究所等。特别是德吕雅丽纺系列、浙江日发 RFCS510 紧密纺纱机得到同行的认可。

而今,紧密纺的知名度大幅提升,具体的应用范围逐步地扩大,从溢达、鲁泰这些国内的大企业在 2000 年左右最初投产的几万锭,发展到目前一批企业不断跟进增加,达到几十万锭的能力,甚至喊出几百万锭的目标。国内装置研制和改造趋于成熟,和市场需求的增加都促使紧密纺技术在中国的发展渐渐进入状态^[33]。

1.1.1 德昌纺机

宁波德昌精密纺织机械有限公司是目前国内生产和销售紧密纺装置最多的。

德昌的产品主要有三大系列:①雅丽纺整机系列(DC3-129);②亮丽纺系列;③洁丽纺系列。

另外,德昌纺机在开发单股紧密纺的同时又开发了双股紧密纺。首先单股紧密纺是用负压气流集聚已经牵伸的纤维;消除了传统的纺纱三角区;把所有自由端的纤维紧密揉合于纱体;适合纺制普梳、精梳、棉纤、化纤或棉纤混纺物。

1.1.2 浙江日发

浙江日发纺织机械有限公司的 RFCS510 型紧密纺纱机,拥有自主知识产权,并已申请了多项专利。该系统是在原细纱机的前罗拉前增加一个控制罗拉,控制罗拉由特制带齿前罗拉经过桥齿轮传动,其上装有控制胶辊,在前罗拉和控制罗拉的三角区增加一个异形吸聚管,网格圈套在控制罗拉和异形吸聚管上由控制罗拉带动,组成集聚系统。

RFCS510 紧密纺纱机的特点:采用最新的机电一体化控制技术,电力拖动控制系统采用数控技术,通过操作面板统一设定、显示、调节各项工艺参数;自主开发的紧密纺系统,基本消除了传统环锭纺中的纺纱三角区,进一步提高了纤维束的平行度以及实现毛羽平稳光滑的集聚,确保达到纱线毛羽少、强力高的要求;异形吸风管与多孔带的采用,能够平稳光滑地聚集毛羽;负压可任意调节,确保每一锭达到最佳的工艺负压条件;多孔带由前罗拉经过桥齿轮积极传动,多孔带之间无相对打滑,多孔带的运转不受上罗拉直径的影响;过桥齿轮实现了静音传动;锭子分 10 段自动变速,以均衡纺纱张力,罗拉速度也与之同步变化;牵伸与钢领板升降传动采用伺服控制;采用瑞士 BRACKER 高速钢领、钢丝圈;西格林锭带。

1.1.3 凯灵纺机

凯灵纺机以解放军第四八零六工厂技术和装备为基础,多年来致力于细纱机研发与生产,是原纺织部细纱机定点生产企业,大型军内高新技术企业,已累积向客户提供细纱机 400 万锭。申请了 6 项国家专利,开发成功了“吸风组件阻捻气流负压网格圈集聚型紧密纺纱系统”棉纺、棉麻纺两套工艺的多种机型细纱机。ZJ1298 型集聚纺环锭细纱机用于生产高强度、毛羽少、条干均匀度要求高的优质纱线,适用于棉及 38mm 以下化纤纯纺或混纺的机织或针织纱。

ZJ1298 型集聚纺环锭细纱机的机型特点:断面参数的设计,有利于改善捻度传递和控制张力,提高锭速,减少断头;配备了进口牵伸部件和主机变频调速系统,自动巡回吹吸风系统;固定式锭子安装工艺,减少使用过程中校锭子工序,对减少断头和毛羽有利;车头采用封闭淋油齿轮箱,由专门油泵供油并在箱内循环,齿轮装配精度高,摩擦副润滑充分,降低磨损和噪音,延长工作寿命;特殊工艺生产的集聚管配上精心制作的网格圈,特殊处理的耐磨挡片,传动平稳运转周期长,不易磨损,保证纺纱质量。采用集中式风压系统,运转平稳,噪音低,电机寿命长,能耗少,风压均匀稳定。

1.1.4 江阴华方

江阴市华方新技术科研有限公司自主研发的环锭细纱机改造用 HFJA506 系列紧密纺装置处于国内领先水平。

HFJA 系列紧密纺装置的主要特点：两种类型的紧密纺装置（四罗拉网格圈积极传动、三罗拉网格圈消极传动）；可供选择的两种紧密纺负压系统（总风机总风管、小风机分段风管）；模块化设计，6 锭为一单元体；负压分配系统配置合理，各吸口气流一致性好；异形管吸口优化设计，有利于须条集聚；紧密纺负压采用变频技术控制；网格圈张紧装置保证须条运行平稳。

1.1.5 经纬纺机

经纬纺机股份有限公司展出了与德国绪森公司合作生产的 JWF1530 型紧密纺纱样机，该机最长为 1008 锭。该机是在经纬纺机的 F1520 型环锭细纱机的基础上，采用了绪森紧密纺技术而开发研制的紧密纺纱机，紧密纺装置结构与绪森公司相同。

1.1.6 KJF 紧密纺装置

KJF 紧密纺装置是上海市纺织机械研究所根据国产机型的特点，综合了原有牵伸系统；前罗拉驱动集聚部分的传动负荷；原机前罗拉扭矩增量；运行稳定性；输出皮辊的加压对牵伸部分加压的影响；上皮辊传动输出皮辊及网格圈所需摩擦驱动力对前上皮辊运行稳定性等，专门设计的适应改造的紧密纺装置。

该装置将传统纺纱机牵伸装置前罗拉钳口线输出的纤维须条通过负压吸附，使纤维集聚在一条线上，消除了纺纱加捻三角区。大幅度减少了纱线毛羽，提高成纱强力。该装置改造非常方便，除罗拉座需要更换外，其它均保留，加上供应商提供的皮棍座组件，负压吸风系统和相应的控制箱即刻成为新型的紧密纺纱机。

1.5 本课题的研究目的、意义及其内容

1.5.1 目的和意义

通过对国内外主要紧密纺装置的研究发现，Sussen 形式的网格圈应用最为广泛，大约占了市场的 90%以上，因此作为紧密纺纱的不可或缺的元件，对其的性能研究将是一个非常重要的课题。本课题针对紧密纺纱技术的现状及发展趋势，对紧密纺网格圈的性能及其相关部件进行研究，探讨紧密纺纱部件对纱线性能的影响，以期达到进一步提高纱线质量，优化纺纱性能的要求。

近些年来，纺纱技术的改良使纱线质量有了很大的进步。环锭纺属传统纺纱技术，其工艺成熟，纺纱质量稳定，是现代纺纱生产中最重要、最核心的纺纱形式。随着科学技术的发展，环锭纺纱技术经历了不断创新的过程，面对许多新型纺纱技术的挑战，环锭纺纱技术除了保持纺制细号纱的优势外，还在扩大品种适应性、改善纱线结构、提高纱线质量方面也进行了一系列的改进，出现了如赛络纺，集聚纺等新的纺纱工艺，这些纺纱技术的出现和形成，对于提高纺纱质量、丰富成纱产品的风格等起到了有利的促进作用^[3]。

紧密纺纱工艺通过有效缩小小纱线成形区的纤维须条宽度，缩小或消除加捻三角区，以进一步改善纱线结构、大幅度提高纱线品质，其实质是：在前罗拉输出端加上集聚装置使须条先经过集合后再输出加捻，实现了牵伸和集合的分离。紧密纱具有新型的纱线结构，该结构不但不同于而且还优于常规环锭纱的结构，紧密纱实际上已确立了一种新的较高的纱线质量标准。它已为新一代纱线确立了起点。棉纺工业是我国纺织工业中规模最大的支柱产业，但产品档次不高，附加值较低。传统环锭细纱机随着行业进步，已不能完全满足下游加工质量的需要，因此加快紧密纺国产化改造和产

品开发的力度,对保持和提升我国纺织业在国际纺织品市场的重要地位具有积极意义。紧密纺是环锭纺技术领域的一项重大革命,它具有更佳的纱线质量和独特的纱线结构,既是对纺纱技术与设备水平的提升,也为成纱质量的提高和产品风格的多样性提供了可能,具有良好的市场前景。

目前国际上有五种不同结构的紧密纺纱系统,分别是 Rieter、Sussen、MAL、Zinser 和 TOYOTA 公司的产品,它们在集聚方式上有所不同,但集聚原理均相同。(1)瑞士 RIETER 公司的 COM4 集聚纺纱系统:其核心技术是将前罗拉改为尘笼式实现抽风,并内置不同转的斜管使空气具有缩合作用以达到集聚纱条的目的。(2)其他几种均是在原来的细纱牵伸系统中加了一个气动集束区,负压形式均是采用网格圈或打孔皮圈来实现凝聚。网格圈是一种高密度织物,是紧密纺纱的重要元件之一,目前国际上主要的生产厂家有 Sussen、Zinser 等,它们的生产工艺先进,品质优良,使用寿命长,但价格昂贵^[22]。

鉴于网格圈对紧密纺纱的重要性,目前国内的上海、无锡、浙江等多家纺织器材厂及研究院校等均在高性能的网格圈进行研制。例如,上海天问实业有限公司,提出了自己的技术开发方案——变密度制造,并且申报了国家实用新型专利;无锡积聚纺织器材有限公司也开发生产出了抗静电网格圈、三段式变密度网格圈以及增强性网格圈等品种。上述产品在某些性能上与国外的产品比较接近,甚至优于国外产品。但是,目前国内生产的普通网格圈与国外产品相比还存在一定的差距。因此,对网格圈性能及其相关部件的研究将是一个非常重要的课题。

1.5.2 主要研究内容

结合目前国内细纱机紧密纺改造厂家的装置,设计自己的紧密纺纱装置,国内主要机型的细纱机进行改装。探讨紧密纺高支纱纺纱工艺,突破传统环锭纺纺纱极限,采用较低配棉,在自行改造细纱机上开发出紧密特高支纱。利用查阅的文献和网格圈制造商提供的资料及其样本,从材料、工艺、表面处理等多方面对目前国内外最典型的紧密纺网格圈的性能进行创新的研究探讨。对紧密纺集聚区的流场进行了测试与分析,研究网格圈的各项性能指标对集聚区负压的影响以及最终对紧密纺纱线性能的影响。同时,对紧密纺相关部件进行研究,并探讨了紧密纺纱部件对纱线性能的影响。

第二章 国产化紧密纺装置研究

2.1 紧密纺在国内的应用情况

目前我国紧密纺技术还处于初级阶段,与国际相比更存在一定的差距。据调查,截至2006年底,我国已有无锡一棉、安徽华茂、福建嘉达、山东鲁泰、济南成藤、山东德棉、山东德源等几十家棉纺企业拥有多种机型紧密纺68万锭,其中国产紧密纺占1/2左右。从模式上看,我国棉纺企业的紧密纺机型主要有两种模式:一是引进国外关键设备,在国产细纱机上改造,如无锡一棉纺织厂,目前大部分应用企业都是采用这种方式。二是全程从国际上引进全套纺纱设备,如山东鲁泰纺织股份有限公司。从生产区域上看,山东棉纺企业引进的较多,约有六七家,主要以纯棉紧密纺纱为主。目前,生产能力较大的棉纺企业有山东德源的24万锭,是目前我国最大的拥有紧密纺生产能力的企业;其次,无锡一棉约有20万锭左右,其他棉纺企业还多处于试用阶段,一般大多在2—3万锭。预计到2010年我国紧密纺将达到300万锭,当前我国紧密纺还有200多万锭的发展空间。山东如意集团也已收购原重庆海康集团,并计划投入超过40亿元人民币在重庆建设100万锭紧密纺生产基地,其中一期工程将于去年完成。

2.2 紧密纺成纱差异率探讨

人们对细纱机纺纱的要求一直是比较高的,企业为了取得质量好的纱,对细纱机纺纱时,纱锭与纱锭之间的差异率,控制得很紧^[34]。现在的紧密纺,应该说是在原来的基础上又提高了要求。它只比细纱机增加了几十种零件,但就是这几十种零件中的几种使紧密纱的差异率变得复杂。因此,减少紧密纺纱锭的成纱质量之间的差异率,就成为我们攻克的又一重要目标。

2.2.1 产生原因

1.紧密纺纱锭的成纱质量之间产生差异率的重要原因之一,是异型吸管之间,和异型吸管上的各个吸风槽口的负压,分配不匀。适当的负压,是纱锭减少毛羽的必备条件。确保每一锭的吸风槽口的负压,都保持在同一水平,是减少纱锭之间差异率的重要措施。

2.紧密纺纱锭的成纱质量之间的差异率的又一重要原因,是压辊座施加在压辊两边的压力不匀。对各个输出皮辊,施加适当的压力,是提高锭纱的成纱质量的必备条件,确保每一锭的施压均等,是减少纱锭成纱质量差异率的重要措施。

3.紧密纺纱锭的成纱质量产生差异率的重要原因之三,是与紧密纺成纱质量相关的不良零件造成的。

2.2.2 解决办法

1.调整异型吸管和异型吸管上的各个吸风槽口的负压,使它们的负压分配均匀。影响吸风槽口的负压的因素有:风机的吸力大小、分配器各吸器口的吸力均衡、连接管的管口大小、长短、弯曲程度、异型管的吸口与管子上的各个吸风槽口的位置等等。

一台紧密纺细纱机,以420锭为例,如有十二只风机,每只风机管六根连接管、吸管,就是70根,每根吸管有六个吸风槽口。十二只风机的吸力大小,要用变频调节到保持一致,且能满足毛羽值的减少到一定范围。再说分配器各吸器口的吸力均衡问题,主要还是在设计时要考虑,并经过试验取得结论,再进入生产。分配器的生产,还是要靠模具保证。不然的话,吸力均衡问题是很难解

决的。其实，影响吸风槽口的负压的关键因素，是连接管的管口大小、长短、弯曲程度。一定大小的管口，是分配到各管口的吸力相等的先决条件，但连接管的长短，也是保持吸力相等的重要因素，而管子的弯曲程度，圈数多少，又直接影响到每个吸管吸力的一致性。因此，坚持做到连接管的同口径、同长度和减少弯曲程度或圈数，才能大面积地减少紧密纺纱锭的成纱质量的差异率。还有异型管的吸管接口的位置，也要尽量取在靠吸管的中间一点。

2.压辊座在压辊两边的压力不匀问题,与摇架有关。改造车的摇架品种本身就比较杂,摇架对压辊座的加压点又是利用的,原本无加工要求,所以,要解决压力均匀问题,客观上比较难。除了对太差的摇架,会造成多数皮辊不稳定的,只能换掉外。在摇架上安装压辊座的时候,要确保加压点到受压点的距离适当,受力点要控制在压辊座的中间。要解决压辊座在压辊两边的压力不匀问题,还要检查装配好的皮辊的底面的四点,确保在一个平面上。压力的调节是靠调整摇架所得,压力大小的选择,以要能平稳带动网格圈转动,又不会打拖为宜。

3.对影响到紧密纺成纱质量的其它零件,要进行改进。在日常生产中发生的损坏的零件,如磨损的网格圈、吸管的“耐磨垫块”等等零件,也应及时进行更换。

2.3 紧密纺设备改造国产化研究与应用推广

2.3.1 装置研究

各种类型的装置或系统各具有优缺点,选用不同的紧密纺纱装置将直接或间接影响到产品的品质、生产成本和企业的经济效益等。此外究竟采用何种装置,还应考虑到原环锭细纱机的情况。我们在选择紧密纺纱装置时,考虑到与其它几种装置比较,吸风组件阻捻的网格圈集聚型的紧密纺纱装置是单独设置的,不用改变原先的纺纱机结构,只需在原来机台上将紧密纺纱装置安装上即可等各方面的因素,而且结合国内细纱机的特点和棉纺厂家的实际情况,最终选择吸风组件阻捻的网格圈集聚型的紧密纺纱装置,对环锭细纱机进行了紧密纺技术改造。

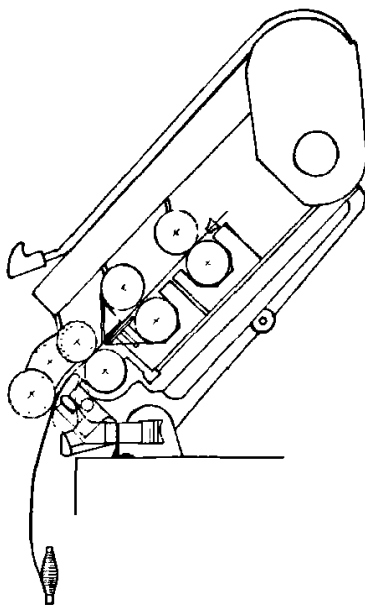


图2-1 自行研制的紧密纺装置示意图

通过对国内外众多紧密纺装置及机型的分析对比,采用德国绪森公司(Suessen) Elite®紧密纺装

置更符合要求。但是通过研究发现绪森公司的紧密纺装置除了价格昂贵，而且改造麻烦，对原有部件的使用率低。采用 Elite®紧密纺技术改造，原有部件需要更换的有摇架、罗拉座、吸棉风管等，而这些更换下来的部件对棉纺厂家来说是一种浪费。因此，通过研究实践，采取一种新的负压吸风管支撑方法及新型支撑座（专利申请号为 200610106587.x、200610074577.2 和 200610153981.9），这样罗拉座就无须进行更换及拆卸，同时安装方便。在针对摇架这个问题上，采用了一种新的皮棍盒，使得原有的摇架能够在不更换的情况下继续使用。在研究过程中还发现 Elite®紧密纺装置中目前使用的网格圈张力撑杆存在问题，由于它是一体件，而网格圈在长期摩擦运动中容易伸长变形，这样就导致了张力撑杆无法对每一个网格圈进行控制，针对这个问题又开发了一种新型的张力控制杆件（专利申请号为 200620114503.2），能够确保每一个网格圈都得到有效的控制。

我们成功地对 EJM128K、FA503、FA507 等型号的细纱机进行了改装，改装后的装置前上罗拉与输出上罗拉形成一个紧密纺纱的整体，可以一起拆装；通过一个齿轮形成同步传动，且使引出上皮棍线速度稍快一点，形成纤维束的张力运动（原理见图 2-1）。引出上罗拉与异形吸风管形成控制区，对准每个前罗拉输出钳口，管上均匀分布吸风缝隙，起点离前罗拉钳口很近，终止于引出罗拉与异形吸风管形成的钳口处，每个吸气缝隙均被网格圈所覆盖，形成对纤维束均匀而细致的控制及良好的集聚作用。引出上罗拉为橡胶材料包覆，对网格圈施压，并与异形吸风管形成对纤维束的握持区，网格圈由上引出皮棍回传摩擦传动。异形吸风管负压气流经过微网格圈将前罗拉钳口握持线输出的纤维握持住，使纤维处于压缩状。由于吸风管缝隙与纤维前进方向呈 30° 角，纤维束在前进时能按自身轴线回转，牢固地将纤维尾端嵌入纤维束中。

2.3.2 装置简介

2.3.2.1 用途和主要规格及参数

(1) 用途

该装置主要用于棉纺细纱机，可以明显改善环锭细纱机的成纱质量。

(2) 适配主机的主要规格及参数（见表 2-1）

表 2-1 适配主机的主要规格及参数

序号	项目	单位	规格及参数
1	主机	/	国内外主流机型（如 FA 系列、EJM 系列、DTM 系列等）
2	锭数	/	36 锭/组；24 锭/组
3	适纺线密度	tex/Ne	4.2-29.5（140-20）
4	摇架	/	YJ2-142
5	前罗拉	/	少无机波前罗拉

2.3.2.2 主要组成和结构特点

本装置主要有皮棍盒组件、负压集聚组件、负压吸风组件和电气控制等部件组成。

(1) 皮棍盒组件（图 2-2）：前罗拉上胶棍通过中间齿轮带动引出胶棍转动，从而通过引出胶棍带动网格圈运动。

(2) 负压凝聚组件（图 2-3）：在原前罗拉前再增加一根集聚槽的异形负压管，通过网格圈和集聚斜槽对须条进行集聚，通过张力杆件控制网格圈运动张力，以防止其打滑偏移。

(3) 负压吸风组件（图 2-4）：负压吸风组件为分段负压管结构、高速电机和风机，以 36 锭或 24 锭为一组。

(4) 电气控制系统 (图 2-5): 驱动每组风机的高速电机同步集中控制; 电机转速通过变频器调节后, 恒速运行; 电机启动和关闭与风机电机联动; 整机如有电机失效或故障, 整机停机并故障指示, 该组电机继电器红灯不亮。

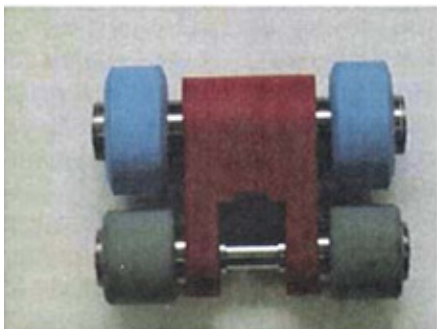


图 2-2 皮辊盒组件

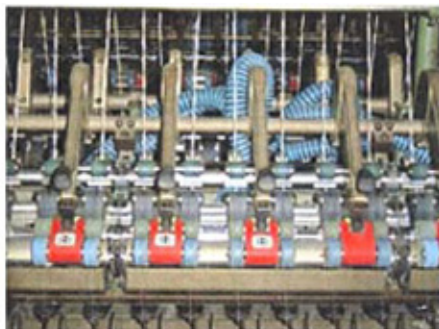


图 2-3 负压凝聚组件



图 2-4 负压吸风组件



图 2-5 电气控制系统

2.3.2.3 装置应用与推广情况



图 2-6 整机运行图

我们研制的紧密纺老机改造装置目前售价仅为 300 元左右一个锭子, 不仅在于价格比国外装置

便宜，更重要的该装置可以适合国内目前现有的老机改造，而且改造后的纱线质量有根本性的提高。目前我们开发的紧密纺装置已经成功推向市场，成功地对 EJM128K、FA503、FA507、FA506 等型号的细纱机进行了改装（整机运行见图 2-6）。目前有以下厂家正在使用我们的产品：江苏通裕纺织集团、仪征化纤纺织有限公司、常州名力纺织有限公司、太仓利泰纺织集团等。以上公司在使用我们的紧密纺装置后，生产的纱线与原来纱线相比，质量有了根本性的提高，具体指标为：强力提高了 15%以上，有害毛羽减少了 70%以上，条干不匀至少降低了 0.6 个百分点。

第三章 紧密纺集聚区流场分析

3.1 集聚区须条的运动分析

3.1.1 集聚区须条的集聚过程^[23]

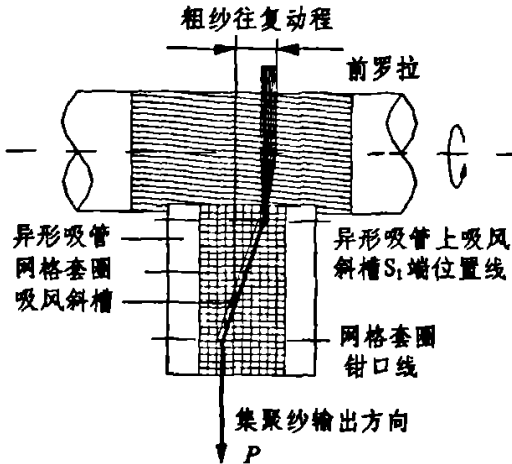


图 3-1 紧密纺中纤维束的集聚情况图

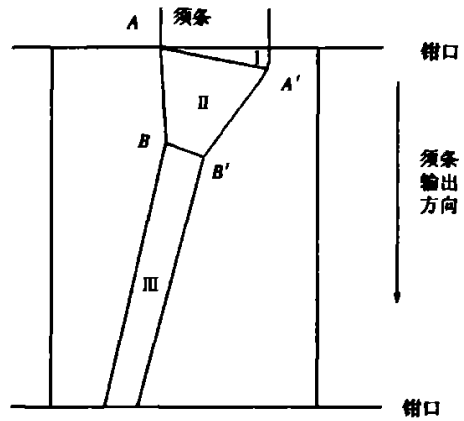


图 3-2 须条在集聚区运动的示意图

异形吸管内处于负压状态，须条从前罗拉钳口走出，就立即被斜槽 S1 端的吸风捕获、吸附在网格套圈的表面上，随网格套圈向前运动；由于斜槽吸风的作用，须条还同时沿网格套圈的表面滚动。在这两种运动的共同作用下，须条集聚在一起并沿斜槽的方向运动至网格套圈的钳口线 S4。网格套圈加压皮辊的直径比前罗拉加压皮辊的直径大一些，目的是在集聚过程中使被集聚的须条产生纵向张力，将弯曲的纤维拉直，保证须条最佳的集聚效果。须条沿网格套圈表面滚动有利于纤维头端更好地卷入须条主体中。纤维束的集聚情况如图 3-1 所示。

对于使用不同原料和纺制不同粗细的纱线可采用不同斜槽长度和倾斜角度的吸管以及设定不同大小的风压，以达到最佳的运行条件。网格套圈采用极为耐磨的材料制成，其微孔有不同的规格，适用粗细不同的纱线。

3.1.2 集聚区运动须条的分段分析^[24, 25]

须条离开原前罗拉以后，因吸风斜槽相对于前罗拉吐出须条所在直线有一个小的夹角(须条第 I 部分)，须条在负压的作用下产生扭转，须条也从扁平的椭圆形截面变为圆形截面(须条第 II 部分)。此后，在因负压而产生的摩擦力作用下继续绕其轴向回转直到前握持点(第 III 部分)，如图 3-2 所示。

3.1.3 集聚区须条运动的分析^[26]

如图 3-3 所示，须条从前罗拉钳口走出后，立即被斜槽内的吸风透过网格套圈而捕获后即随同网格套圈向前运动，此为集聚区须条的牵连运动；由于斜槽与网格套圈的运动方向有一倾斜角度 α ，在吸风吸力的作用下，须条还同时沿着垂直于斜槽方向且紧贴于网格套圈表面进行滚动，此为须条的相对运动。在牵连运动和相对运动的共同作用下，须条最终沿着斜槽的倾斜方向向前运动，此为须条的绝对运动。因此，集聚区须条的绝对运动速度 v_a 可分解为须条随网格套圈对须条的牵连运动速度 v_e 和须条在网格套圈上的滚动所引起的相对运动速度 v_r ； v_e 的方向沿着网格套圈的前进方向，

而 v_r 的方向则垂直于斜槽的倾斜方向，从而最终使得 v_s 的方向沿着斜槽的倾斜方向。

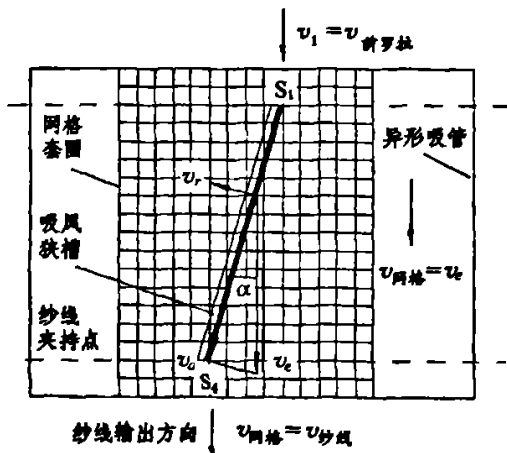


图 3-3 集聚区须条运动的速度合成简图

3.1.4 集聚区流场的影响因素

须条在集聚区的各种运动最终形成了性能优越的集聚纱线，而究其原因，它们都是集聚区流场的作用结果。我们可以通过借助对须条运动的分析来研究集聚区的流场，通过研究可以得出集聚区的流场与异形吸风管、吸风斜槽的方向尺寸和风机负压的大小等因素有关。

3.2 集聚区流场的测试

3.2.1 测试方法步骤

- (1) 通过在异形吸风管上钻取一定数量的孔，这些孔相互之间均匀分布，间距为 6mm；
- (2) 用风压仪测定各孔在不同深度（2mm—20mm 不等）的风压值；
- (3) 然后按照要求画出风压在指定区域内的变化曲线，探索风压的变化规律；
- (4) 用风压的变化规律来代表流场的变化规律，指导我们对集聚装置以及集聚元件（如异形吸风管）的改进设计，以纺制出性能更优的紧密纱线。

3.2.2 测试仪器

如图 3-6，测试仪器为美国 TSI 微型风压计 DP-CALC8702 型，精度为读数的 $\pm 1\% \pm 1\text{Pa}$ (读数的 $\pm 1\% \pm 0.01\text{mmHg}$)。（以下所有风压均是用该仪器测试）

3.2.3 异形吸风管上各孔位置定位以及相关参量的定义

- (1) 异形吸风管上孔的分布俯视图如图 3-4

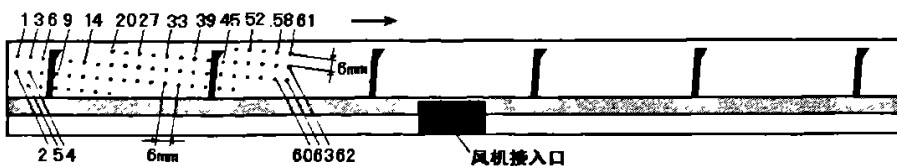


图 3-4 异形吸风管上孔的分布俯视图

- (2) 异形吸风管的截面图如图 3-5

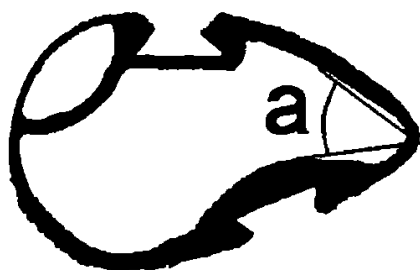


图 3-5 异形吸风管的截面图

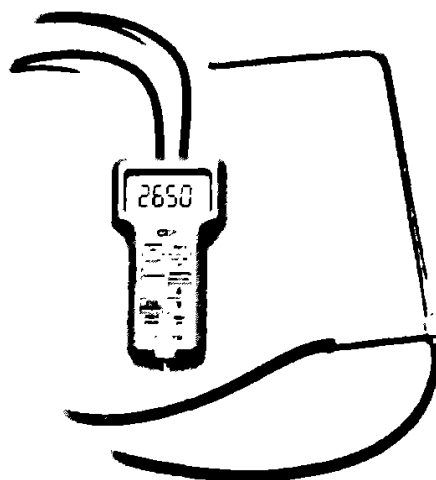


图 3-6 美国 TSI 微型风压计 DP-CALC8702 型

定义由孔 20、24、27、30、33、36、39、42、45、49、53、56、59、62 连成的线为线 a；定义由孔 1、3、6、*、11、14、17、21、25、28、31、34、37、40、43、46、50、54、57、60、63 连成的线为线 b；定义由孔 2、4、7、9、12、15、18、22、26、29、32、35、38、41、44、47、51 连成的线为线 c。

(3) 各直线及直线上面的孔如图 3-7

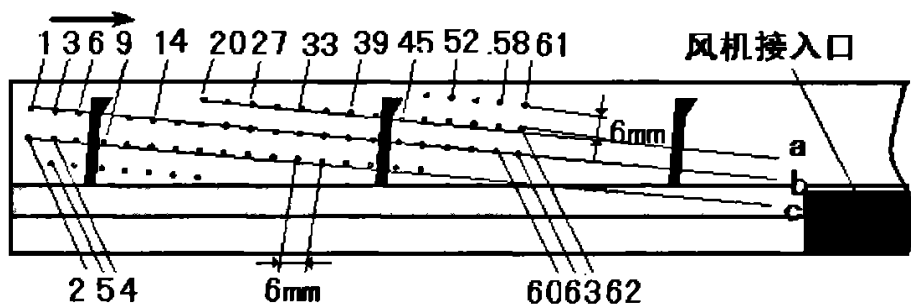


图 3-7 各直线及直线上面的孔

(4) 各孔位置轴向编号定义如图 3-8

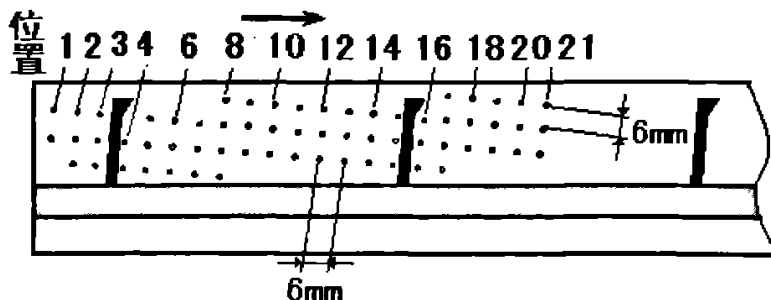


图 3-8 各孔位置轴向编号定义

(5) 各孔及线的位置对照表如表 3-1

表 3-1 各孔号及线的位置对照表

轴 向 孔 号 向	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
线 a								20	24	27	30	33	36	39	42	45	49	53	56	59	62
线 b	1	3	6	*	11	14	17	21	25	28	31	34	37	40	43	46	50	54	57	60	63
线 c	2	4	7	9	12	15	18	22	26	29	32	35	38	41	44	47	51				

3.2.4 异形吸风管内流场测试试验

从试验所测数据中发现，孔 1 和孔 2 由于处在异形吸风管的端缘，所测的风压数值与异形吸风管其它孔的风压数值相差很大，不能反映异形吸风管风压的整体变化规律，因此应该予以剔除；数据中出现的*的含义是异形吸风管此位置处没有打孔。

3.2.4.1 轴向变化

(1) 深度为 2mm 的风压的轴向变化

直线 a、b、c 上面的各孔在深度为 2mm 的风压值轴向变化规律如图 3-9 所示：

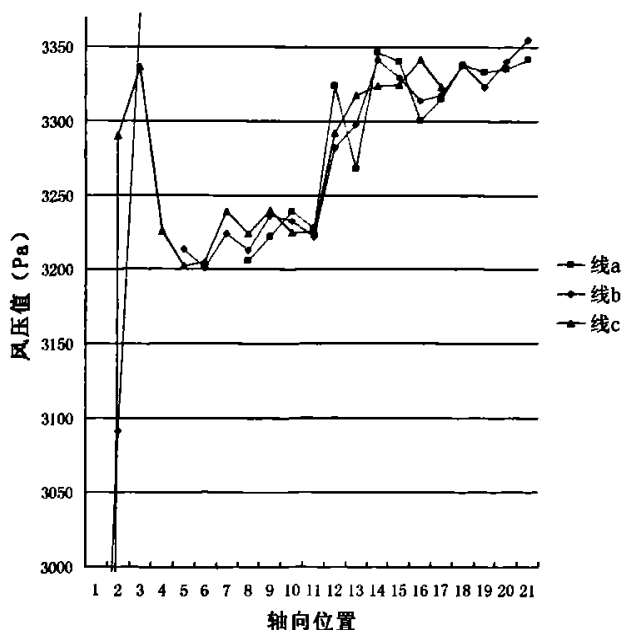


图 3-9 深度为 2mm 的轴向变化规律

从图 3-9 中的曲线中可以看出，无论是从位置 2~21，风压呈现上升趋势。这种上升不是单调

上升的，而是曲折上升的，而且大约在位置 3、4 和 15、16 处呈现比较显著的先降后升的转折，同时也发现在位置 11 处，风压出现了瞬间增大现象。结合各孔以及吸风槽在异形吸风管的相对位置，可以发现位置 3、4 之间和 15、16 之间恰好是两个吸风槽，位置 11 恰好处于两个吸风槽之间的中点附近，由此可以得出以下结论：

① 异形吸风管里面各处的风压由异形吸风管中点（亦为异形吸风管与风机输送管的接口处）向异形吸风管两端呈现下降趋势，也就是说越是接近风机输入口，风压越高，风压随着输送距离的增大不断损耗，符合能量定律。

② 风压在吸风槽附近（图中的位置 3、4 和 15、16 处）呈现比较显著的先降后升的转折，风压之所以先下降的原因是因为吸风槽存在的影响，而之后的继续上升是由结论①中风压的整体上升的趋势决定的。可以说明吸风槽能使风压降低，对于生产来说，这种降低越小越好，因此在实际生产中，在保证成纱质量的前提下，要减小风压的降低，我们可以从吸风槽的尺寸考虑。

③ 同时风压在两个吸风槽之间的中点（位置 11 处）附近出现了瞬间增大现象，也就是说风压从风机接入口处向异形吸风管两端输送下降的过程中，在每两个吸风槽之间的中点附近会出现了瞬间降低的情况。

（2）深度为 4mm 的风压的轴向变化

直线 a、b、c 上面的各孔在深度为 4mm 的风压值轴向变化规律如图 3-10 所示：

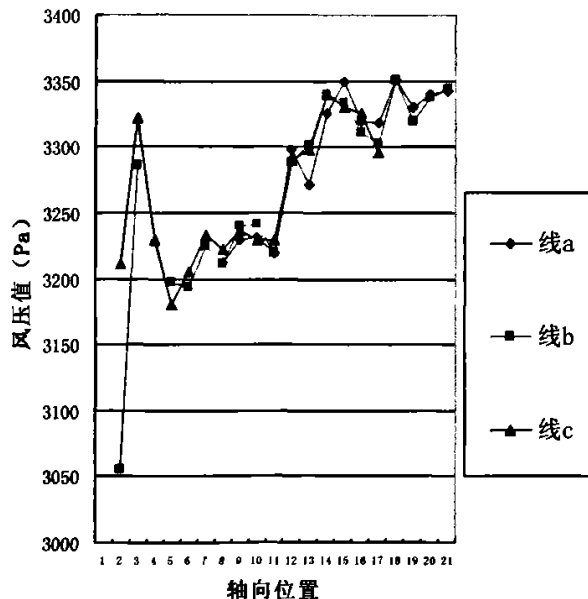


图 3-10 深度为 4mm 的轴向变化规律

图 3-10 中的曲线和深度为 2mm 的风压的轴向变化曲线基本相符合，因此风压整体变化规律也应相符合，得出的三点结论也应相同。

（3）深度为 6mm 的风压的轴向变化

直线 a、b、c 上面的各孔在深度为 6mm 的风压值轴向变化规律如图 3-11 所示：

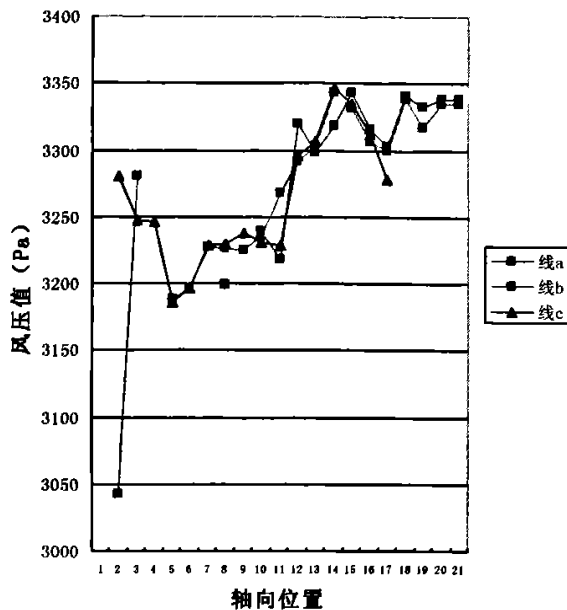


图 3-11 深度为 6mm 的轴向变化规律

图 3-11 中的曲线与深度为 2mm 和 4mm 的风压的轴向变化曲线略有不同，但总体上来说，还是基本相似的，因此风压整体变化规律相近。

3.2.4.2 横向变化

(1) 深度为 2mm 的平面的横向变化

深度为 2mm 的平面各位置上的孔，从线 a、b 到 c 的风压值横向变化规律如图 3-12 所示：

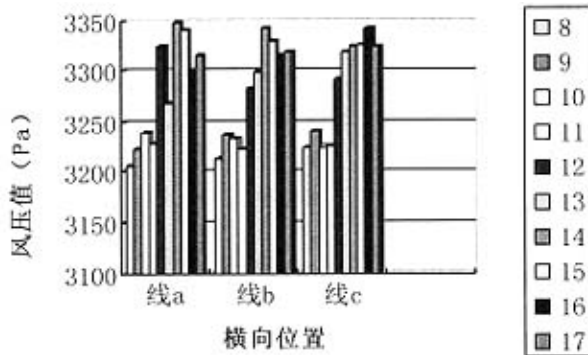


图 3-12 深度为 2mm 的横向变化规律

从图 3-12 中发现，异形吸风管上从线 a 到线 c 各位置处的风压变化有所不同，呈上升变化的有位置 8、9、12、13、16、17，下降变化的有 10、14、15，基本不变的 11，风压在异形吸风管上的横向变化不一，与风压的不稳定性和所用仪器的精密度等因素有关系的，我们应排除这些因素的干扰，从整体出发，寻找出变化的主体趋势。几种变化用数字比反映依次是 6: 3: 1，可以看出，呈上升趋势较之其它变化趋势的明显占优，因此可以确定 2mm 深度风压的横向变化应是呈上升趋势。

趋势的。

(2) 深度为 4mm 的平面的横向变化

深度为 4mm 的平面各位置上的孔从线 a、b 到 c 的风压值横向变化规律如图 3-13 所示：

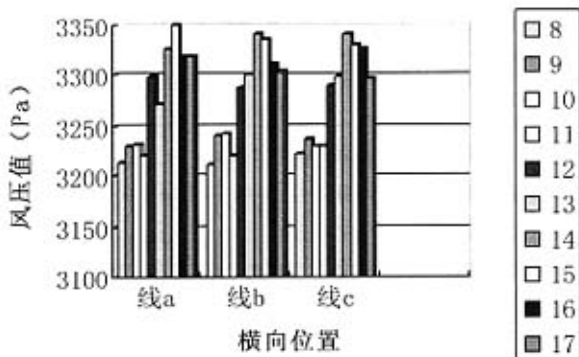


图 3-13 深度为 4mm 的横向变化规律

从图 3-13 中发现，异形吸风管上从线 a 到线 c 各位置处的风压变化有所不同，呈上升趋势的有 8、9、11、13、14 下降趋势的有 15、17，先上升后下降的有 10，先降后升的有 16，风压在异形吸风管上的横向变化不一，与风压的不稳定性和所用仪器的精密度等因素有关系的，我们应排除这些因素的干扰，从整体出发，寻找出变化的主体趋势。几种变化用数字比反映依次是 5：2：1：3，可以看出，呈上升趋势较之其它变化趋势的明显占优，因此基本确定 4mm 深度风压的横向变化还是呈上升趋势的。

(3) 深度为 6mm 的平面的横向变化

深度为 6mm 的平面各位置上的孔从线 a、b 到 c 的风压值横向变化规律如图 3-14 所示：

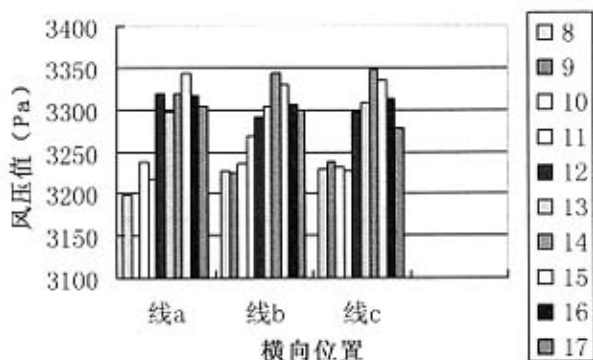


图 3-14 深度为 6mm 的横向变化规律

从图 3-14 中发现，异形吸风管上从线 a 到线 c 各位置处的风压变化有所不同，呈上升趋势的有 8、9、13、14，下降趋势的有 10、17，先上升后下降的有 11，先降后升的有 12、15、16，之所以风压在异形吸风管上的横向变化不一，与风压的不稳定性和所用仪器的精密度有关系的，们应排除这些因素的干扰，从整体出发，寻找出变化的主体趋势。几种变化用数字比反映依次是 4：2：1：3，可以看出，呈上升趋势较之其它变化趋势的依然占优，再结合 4mm 深度的横向变化，因此基本确定风压还应是呈上升趋势的。

3.3 试验结论

3.3.1 轴向变化的结论

(1) 异形吸风管里面各处的风压由异形吸风管中点（亦为异形吸风管与风机输送管的接口处）向异形吸风管两端呈现下降趋势，即为越是接近风机输入口，风压越高，风压随着输送距离的增大不断损耗，符合能量定律。现有的集聚装置其风机对异形吸风管的风压输入一般都是在异形吸风管的中心输入，然后再向管子两端的各异形槽扩散的。我们试验用的异形吸风管也属于此类，每根管子上刻有6个异形槽，由管子的中点处输入风压，由于风压随着向管子两端输送不断降低的趋势的存在，使得同一根异形吸风管上的各个异形槽所得的风压存在差异，最终导致所纺纱线的集聚效果存在比较明显的锭差。为了能保证每个异形槽所得的风压基本上都是一致的，初步提出在每个异形槽处都设置一个风机接入口的设想。

(2) 风压在吸风槽附近呈现比较显著的先降后升的转折，是因为吸风槽存在的影响，使得附近的高压气流向槽外运动，从而导致其附近的风压以一定幅度的降低，而整体上风压是呈上升趋势的，故之后风压又继续增大。在实际生产中，这种一定幅度的降低从能耗方面考虑的话，属于额外损耗，即其越小，越是节能。在保证成纱质量的前提下，要减小风压的额外损耗，应该结合所纺纱线的支数，尽量设计出较小槽长和槽宽的吸风槽。

(3) 风压从风机接入口处向异形吸风管两端输送下降的过程中，在每两个吸风槽之间的中点附近会出现了瞬间降低的现象，可以启发我们要加深吸风槽间距研究。

3.3.2 横向变化的结论

异形吸风管横向变化的试验数据中发现，由于风压的不稳定性和所用仪器的精密度等因素的干扰，异形吸风管上从线a到线c各位置处的风压变化规律有所不同；另外无论是2mm、4mm还是6mm的异形吸风管横向变化曲线中，呈上升趋势较之其它变化趋势的始终明显占有优势，从整体出发因此可以确定异形吸风管上风压从线a到线c的横向变化主体上应是呈上升趋势的。

这种变化趋势的存在，使得须条在离开牵伸区后的聚集过程中，由于风压的不断加强，致使集聚作用不是全程不变的，也不是突然集聚的，而是不断缓和加强的，这对纱线的最终性能是有益的。为此，我们可以设计出较大槽长的异形吸风管，增大集聚区长度，使集聚作用缓和加强，以纺制出性能更为优越的紧密纱线。

第四章 网格圈的解析

日前, 集聚纺纱形式主要分为两大类, 即气流集聚和机械集聚, 气流集聚是一种较为常见和技术成熟的集聚纺纱形式, 从市场角度来看, 采用网格圈作为集聚元件的气流集聚纺纱装置应用得最为广泛, 由此, 网格圈作为集聚纺纱系统中一个重要的集聚元件, 进入了人们的研究视野。

网格圈是一种透空的, 只允许气流通过, 但纤维不能通过的管状织物, 外形和皮圈很相似, 通常用化纤长丝织成, 且周向连续的(无接头), 其宽度约为 20~30 mm, 长度则根据异形管的尺寸而定。

4.1 网格圈功能分析

4.1.1 集聚功能

借助气流的作用, 把前罗拉输出的、已经充分牵伸过的纤维束吸附到网圈表面, 并在宽度方向尽量收缩^[20]。

4.1.2 输送功能

作为输送元件, 将被吸附的纤维束以输出罗拉的线速度输送, 没意外牵伸。因此作为输送元件的网格圈, 必须被可靠驱动, 有稳定的同步线速度。上述两种功能采用同一种组织结构是难以兼顾的。集聚功能要求网圈有符合工艺要求的透气性和均匀的密度。在负压作用下, 为了使在负压管窄槽处的网圈产生一定的凹陷, 产生更好的集聚纤维束的效果, 这就要求网圈不要拉得太紧, 适当的有些松弛。这些要求显然是和网圈的被驱动功能是矛盾的。

4.2 网格圈的外观要求

网格圈由于特殊的功能要求, 其外观必须具备一定的条件, 才能具有一定的集聚功能和输送功能, 具体的要求主要有以下几个方面:

- (1) 圈体表面光洁平整, 须条通过时不发生勾粘纤维现象。
- (2) 圈体边缘封结牢固、经纬纱不会向外滑移或脱散, 切割时产生的“熔边”不会对网格圈的运动产生不良影响。
- (3) 网格圈上的孔隙分布要均匀, 有助于提高气流对纤维须条的凝聚作用。

4.3 网格圈的特殊的技术要求

网格圈不同与一般的普通织物, 其特殊之处有:

第一高密度。要求织物经纬密度达到 55×55 甚至 $60 \times 60/c \text{ m}^2$, 大大超过了普通纺织品的密度。
第二高均匀性。因为经纬纱形成的气孔大小直接影响吸聚效应, 因此要求在 120mm 长度内尽可能小的经密差异和纬密差异。

第三表里摩擦系数差异大。因为网格圈表里是承担完全不同的功能, 要求相应的摩擦系数相差很大, 据资料介绍可达到 10 倍以上。

第四边缘垂直与光滑。网格圈在高速运转状态下与棉、毛等各类纤维直接接触, 要求边缘光滑, 不产生带花; 要求端面与外径垂直, 运转中不产生位移。

第五热稳定性。网格圈长时间在高速摩擦的状态下运转，包括纤维与网格圈的摩擦，传动胶圈与网格圈的摩擦，异型吸风管与网格圈的摩擦。这三大摩擦产生大量的热量，虽有异形管的吸风槽吸走部分热量，但实际运转中的网格圈还可能产生一定量的热伸长，所以要求网格圈中有较好的热稳定性。

4.4 网格圈的性能要求

网格圈是一种多孔圈体织物，分为管状织物圈和接缝织物圈两种形式，通常用化纤长丝织成，宽度约为20mm~30mm，长度则根据异形管的截面尺寸而定。紧密纺纱系统运行时，网格圈套在异形管的外侧，由引出皮棍驱动，输送须条，同时借助负压吸风把纤维须条吸附在网格圈表面，实现集聚效应。网格圈的功能和工作环境对它提出了较高的性能要求。

4.4.1 外观质量

网格圈的外观要求有：①圈体表面光洁平整，须条通过时不发生勾粘纤维现象；②圈体边缘封结牢固，经纬纱不会向外滑移或脱散，切割时产生的熔边不会对网格圈的运动产生不良影响；③网格圈上的孔隙分布要均匀，有助于气流对纤维须条的集聚作用。

4.4.2 强伸性能

网格圈上机后自始至终都处于受张力状态：静态时，异形管后方的张力杆控制，使其能平整地贴服在异形管表面；动态时，除在原有张力作用下运转外，引出皮棍加压又对其产生了表面张力。因此，网格圈必须具有较高的断裂强度和断裂伸长，并且其周向无明显弱环存在，以保持网格圈在运转时不会突然断裂。

4.4.3 摩擦性能

网格圈在工作时，其内外两个表面同时受到摩擦力的作用，即网格圈的外表面与引出皮棍之间的摩擦和网格圈的内表面与异形管之间的摩擦。前者属于摩擦传动，要求摩擦力大，以加强引出皮棍对网格圈的控制，避免打滑和偏移；后者属于摩擦阻碍，要求摩擦力小，以避免网格圈的运动停滞，减少异形管对网格圈的磨损。由此可见，网格圈外表面的摩擦系数要大，而内表面的摩擦系数要小，一般要求两者最小比例为10:1。

4.4.4 透气性

网格圈是一种多孔管状织物，抽吸气流透过网格圈上的小孔作用于须条，使须条在网格圈表面的运动过程中完成集聚，因此具有良好的透气性是至关重要的。当然网格圈的孔隙也不宜过大，以防止细小纤维钻入堵塞网孔达到一定程度后降低或破坏网格圈的集聚作用。所以，在保证一定透气性的前提下，提高网格圈单位面积上的孔隙数目（也称目数），对于网格圈式紧密纺能否适应多品种生产，包括能否纺制细特或超细特纤维为原料的高档产品具有重要意义。

4.4.5 耐磨性

网格圈在转动时，其内外两面都受到不同程度的摩擦，而且纺纱速度越快，摩擦程度和频率也越高，因此磨损成为网格圈的最主要损耗。而良好的耐磨性和抗疲劳性可以保证网格圈具有较长的使用寿命，降低运行成本。

4.4.6 尺寸稳定性

处于持续张力作用下的网格圈应该具有较好的弹性恢复率和较高的初始模量来保持尺寸的稳定性，使其在张力波动中不会产生较大的伸长变形。当引出皮棍驱动网格圈时，就不易产生褶皱、扭曲等现象，从而避免对纱线条干产生不良的影响。

4.4.7 导电性能

因为网格圈与异形管、引出胶棍、张力杆、纤维等之间存在长连续的摩擦，而且整个紧密纺过程又一直处于较为干燥的环境中，这必将导致静电的产生，而静电容易使得纤维束缠绕在网格圈表面，发生堵塞网孔等现象，同时也容易缠绕引出皮棍，因此网格圈的抗静电性能是十分重要的，具有一定的导电性能的网格圈将有利于减少静电在生产过程中的负面作用。

4.5 网格圈的受力分析

网格圈套在负压管上，传动方式有外传动和内传动两类。SUESSN 和 MARZOLI 是外传动方式，TOYOTA 是内传动方式，但不论是外传动还是内传动，原动力都是引出胶棍或前罗拉的摩擦传动；负载也只有一个，就是网格圈和负压管的摩擦阻力。

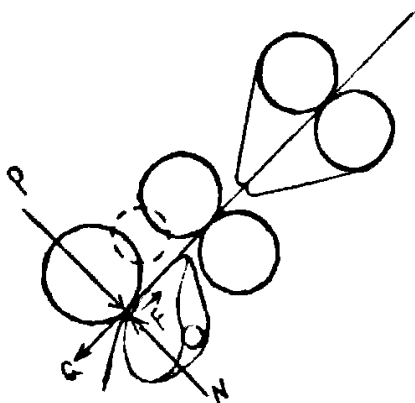


图 4-1 紧密纺网格圈受力分析

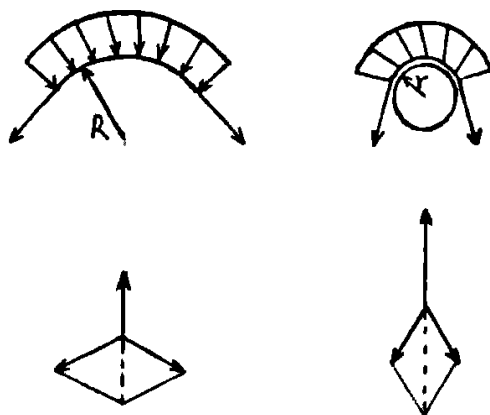


图 4-2 网格圈弯曲的曲率和摩擦阻力的关系

外传动方式网格圈在工作时的受力分析如图 4-1 所示，引出胶棍压力 P 和引出胶棍的转动力矩是原动外力，负压管必然产生方向相反、大小相同的反作用力 N 。由 P 产生的摩擦力 Q 是驱动力；由 N 产生的摩擦力 F 是主要的阻力之一。显然，由于内外不同材料的摩擦系数的相差悬殊， Q 和 F 相差也很大，所以网格圈就能够被传动。如果把网格圈翻一面使用，结果仍然是这样，这与网格圈本身性能无关。 Q 和 F 的相差数还必须要克服网格圈其它部位和负压管之间的摩擦阻力，下面就来分析这个阻力的性质和大小。

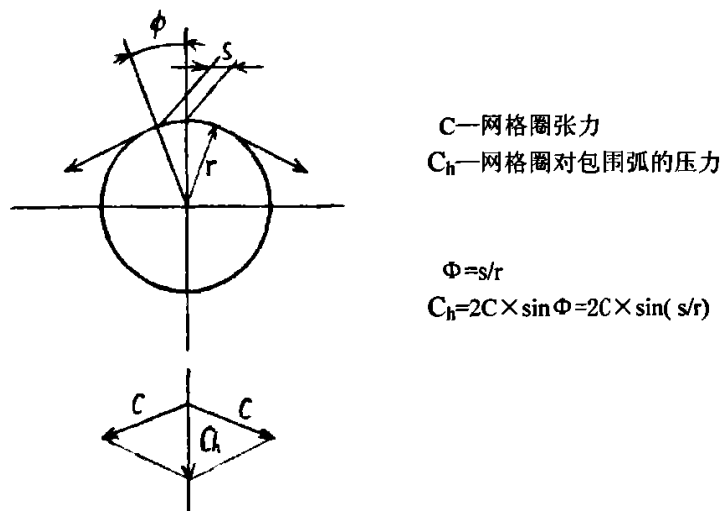


图 4-3 网格圈对包围弧的压力和曲率的关系

除了上述压力点以外，其它部位没有外力。网格圈和负压管之间的摩擦力，除了摩擦系数以外，取决于网格圈的张力和包围弧曲率。网格圈各部位的张力都不一样，和摩擦阻力之间又有比较复杂的因果关系。网格圈弯曲的曲率和摩擦阻力的关系见图 4-2 所示。假设网格圈张力不变（从几何关系上分析），被包围弧的曲率越大（曲率半径越小），网格圈对被包围弧的压力就越大，摩擦力也就越大。网格圈对包围弧的压力和曲率半径的数量关系见图 4-3。在网格圈的直线部分，不管张力多大，因为没有曲率（曲率半径 r 为无穷大， C_h 为零），摩擦力也为零。

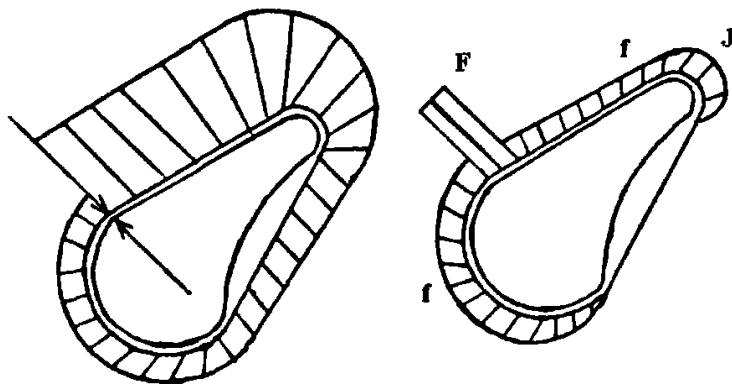


图 4-4 网格圈张力分布示意图与网格圈内侧摩擦阻力分布示意图

从力学上来分析，如果网格圈周向抗弯刚度大，要使它在一个小半径圆弧上弯曲，显然 必须用较大的张力。图 4-4 所示是网格圈的张力分布和摩擦阻力分布。网格圈套在负压管上，第一个摩擦力是由上面所说的前胶辊压力的反作用力所产生的摩擦力 F ，这是传动需要的前胶辊压力 P 所引起的，是不可避免的。网格圈离开传动点后（向下），走上负压管的下圆弧部分，在那里的网格圈是松边，所受的张力很小，因此这部分摩擦力也很小。再后面网格圈进入直线区，摩擦力等于零，网格圈的张力也不会增加。

网格圈进入后面的曲率很大的尖角区，这个尖角在紧密纺结构上是很重要的，它越是尖，就能使负压管上的集聚槽上开口约是接近前罗拉的钳口，对须条的控制就越好。网格圈在绕过这个尖角

的时候,从直线状态突然变成曲率很大的弯曲状态,必然会增加很大的张力来克服自身的抗弯力;因而网格圈对负压管尖角的压力也显著加大,造成了最大的摩擦阻力,我们定义它为“尖角阻力”,用 J 来表示。网格圈进入工作区,尽管网格圈张力达到最大(紧边),但是由于曲率很小,因此摩擦力也是很小的,只是在网格圈上的须条受集聚槽口气流的作用,也产生了摩擦力 f_1 。

网格圈的两个阻力 F 和 J 在运动中起主要作用,为了便于分析,我们忽略其它部位的摩擦阻力,仅仅考虑驱动力 F 和尖角阻力 J 之间的关系,那么网格圈被传动的条件是(见图 4-1 和图 4-4): $Q-(F+J) \geq K$, K 是一个大于 1 的安全量。 F 是由前胶辊引起的摩擦阻力,其大小也和前胶辊压力成正比。 J 是摩擦力,尖角的曲率半径 r 越小, J 越大。

网格圈的尖角是必须的,不能完全依靠用大的曲率半径来减小尖角阻力,因此在负压管的设计过程中应考虑外形曲线的形状,以免出现曲面特别大的真正尖角。如果网格圈各处的柔度均匀,尖角阻力 J 就比较稳定,安全系数 K 也就可以小一些,前胶辊压力可以适当减小;如果网格圈存在不均匀(织造不匀、丝线密度差异等),将造成柔度波动,导致摩擦阻力波动。原则上应该是在保证可靠传动的条件下,尽可能减小压力 P 。因此,对网格圈机械性能上的一个要求是:网格圈的弯曲刚度要小而均匀。

4.6 原料选择和织物结构的选择

4.6.1 原料选择

网格圈一般由化纤长丝织成,常规的备选材料主要为锦纶、涤纶和维纶长丝。它们的主要性能比较如表 4-1 所示。

表 4-1 网格圈原料基本物理指标^[27]

指标	干态断裂强度/ $\text{cN}\cdot\text{dtex}^{-1}$	干态断裂伸长率/%	弹性恢复率/%	初始模量/ $\text{cN}\cdot\text{dtex}^{-1}$	耐热性	耐磨性	耐疲劳性	导电性
锦纶 66 长丝	5.2~8.4	16~28	100(伸长率 4%)	21.1~51.0	230℃ 软化	好	好	较好
锦纶 6 长丝	5.6~8.4	16~25	98~100(伸长率 3%)	23.8~44	180℃ 软化	好	好	较好
维纶长丝	5.3~7.9	9~22	70~90(伸长率 3%)	62~158	230℃ 软化	一般	一般	较好
涤纶长丝	5.5~7.9	7~17	95~100(伸长率 3%)	79.2~140	238℃ 软化	较好	一般	差

通过比较发现,涤纶和维纶长丝在尺寸稳定性和耐热性能方面优于锦纶长丝,但是鉴于网格圈使用环境的要求,锦纶长丝以其高强伸及恢复性能、优良的耐磨性及抗疲劳性和一定的导电性能成为制作网格圈的优选材料。而锦纶 66 长丝的物理性能和织造性能又优于锦纶 6,可以制作出性能更优良的网格圈,目前国产网格圈一般用的材料是锦纶 66 长丝。

通常采用的化纤长丝细度范围为 5.56~8.89tex。一般情况下,长丝越细,网格圈单位面积的孔隙数高,气流作用也越大;长丝越粗,网格圈的耐磨性和强伸性越好。通常,对于长丝细度的选择要根据所纺纱线的支数对网格圈透气性能的要求,并考虑其它因素综合确定,目前国产的网格圈一般选用 5.56tex 的长丝。

4.6.2 织物组织

目前制作网格圈都是采用二上一下的斜纹组织。三种基本组织中，在其它条件相同的情况下，平纹组织的结构最稳定，牢度最好，抗弯刚度最大；在密度较大的情况下，制造难度比较大。而斜纹和缎纹的柔度较好，网格圈的运行性能比较优越。

从耐磨性能来说，则是缎纹最好，斜纹次之，平纹最差。其原因是平纹组织紧密，浮点最短，单丝之间没有滑动余地，造成摩擦点上应力集中。斜纹和缎纹浮点长，单丝之间有适当的滑动余地，受摩擦时有一定的缓冲，耐磨性好。

对于以受弯曲和摩擦负荷为主的网格圈，采用折中的斜纹组织可能是最好的选择。

4.7 制作过程中的难点

网格圈由于特殊的技术要求，在织造的过程中会出现一下难点：

(1)网格圈对尺寸有特殊要求，比一般管状织物小得多，织造时幅宽很窄，成形困难。由于目前尚未出现专用的网格圈织机，所以必须对普通织机进行改造，才能织出相应尺寸的管状织物。

(2)织造时要求经纬纱交织均匀，这样才能保证网格圈表面光洁，孔隙分布均匀。但是，选用的长丝细且光滑，在织造过程中易发生经纱滑移和断头，破坏织物表面效果。

(3)管状织物的上下层接缝处经纱排列紧密，常出现长丝相互挤压现象，影响网格圈使用时的气流集聚稳定性。

(4)网格圈的切割也是网格圈制作的一个难点。要求切割端的化纤长丝不会脱散，防止网格圈纬丝向外移动，造成孔隙变大，而引起气流作用紊乱和纤维钻入网孔现象；要求切割面光洁，不能存在凸粒或结块，避免造成网格圈的转动凝滞、偏移和扭曲。

第五章 网格圈的性能研究

5.1 网格圈导电性能的研究

工厂中我们常发现这样一个现象，由于摩擦产生的静电吸附杂质，对成纱质量有很大影响，间隔一段时间，就要对一些网格圈定时清理，严重浪费了人力物力。国内外网格圈生产厂家也没有放过这个商机，抗静电网格圈已经投入市场，但是良莠不齐。为此，我们对几种抗静电网格圈做了对比试验，以求找到最合适的抗静电的网格圈。

5.1.1 几种抗静电网格圈性能对比试验

5.1.1.1 试验方案

在同一条件下，用几种不同的抗静电网格圈试纺纱线，通过其纱线性能的比较，找到最合适的抗静电网格圈。锭子之间由于摇架压力大小不定，纱线性能差异很大。为减少锭差对纱线性能的影响，本试验在同一锭上进行。试验分三个阶段，每次只改变网格圈，其他工艺条件不变。

在加装负压集聚装置的 EJM128K-SM 型环锭纺细纱机上，采用风压为 3500Pa，锭速为 10000r/min，YJ2-142H 型摇架和 EM5/0 钢丝圈、2.8mm 隔距块的工艺条件下，以三种不同的具有抗静电性能网格圈试纺 40^S(14.6tex)纯棉精梳紧密纱。

5.1.1.2 试验材料

镀碳网格圈，导电网格圈，镀银网格圈，由无锡集聚纺织器械有限公司提供。

5.1.1.3 试验过程

(1) 工艺计算

粗纱定量: 425.1g/km;

捻系数: $\alpha_s = 350$;

前罗拉速度: 177(r/min);

电机速度: 267 (r/min)

$$\text{总牵伸 } E = 425.1 / \sqrt{14.6} = 29.116$$

查表 $Z_{23} = 43$, $Z_{24} = 70$, $E_{\text{表}} = 29.189$

轮系数 $F = 2703 \times Z_{24} / Z_{23} \times 1/E = 150.7$

$$T_{\text{tex}} = 350 / \sqrt{14.6} = 91.91 \text{ 捻/m}$$

$Z_{3a} = 61$, $Z_4 = 77$, $T_{\text{tex}} = 932.6 \text{ 捻/m}$

(2) 上机纺纱。根据工艺计算结果，变换齿轮，调整细纱机牵伸倍数和捻度，纺 40^S(14.6Tex) 的纱线。

(3) 纱线性能测试。纱线的品质品定主要归结为三个方面：纱线毛羽、单纱强力和条干均匀度变异系数。因此，主要测试了管纱单纱的以上三个性能指标。测试仪器：长岭纺电 YG172A 型纱线毛羽测试仪；长岭纺电 YG135G 型条干均匀度测试分析仪；长岭纺电 YG063 全自动单纱强力仪。试纺后的纱线先放在温度为 24 ± 2℃，相对湿度为 52 ± 3% 的测试环境条件下平衡 24 小时以上。然后分别测试纱线的强力、毛羽和条干。

5.1.2 试验结果与讨论

5.1.2.1 单纱主要性能测试

试验数据如表 5-1、表 5-2、表 5-3 所示。

表 5-1 纱线断裂强力对比表 (2000pa)

网格圈	断裂强力 /cN	断裂强力 CV	断裂伸长 率/%	断裂伸长 率CV	断裂强度 /cN·tex ⁻¹	断裂功 /cN·cm
镀碳网格圈	316.2	5.8%	5.2	7.0%	22.6	438.3
导电丝网格圈	277.3	8.7%	4.9	9.2%	19.8	365.7
镀银网格圈	308.3	6.7%	5.0	8.9%	22.0	415.9

表 5-2 纱线毛羽对比表 (毛羽个数/个·10m⁻¹·2000pa)

网格圈	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	9mm
镀碳网格圈	691.2	60.50	6.60	0.90	0.30	0	0	0	0
导电丝网格圈	366.0	43.20	6.30	1.40	0.30	0	0	0	0
镀银网格圈	444.1	38.20	4.30	0.90	0.10	0	0	0	0

表 5-3 纱线条干对比表 (2000pa)

网格圈	CV%	U%	Thin(-50%)	Thick(+50%)	Neps(+200%)
镀碳网格圈	12.04	9.53	0/km	13/km	27/km
导电丝网格圈	12.50	9.88	0/km	13/km	27/km
镀银网格圈	12.05	9.51	0/km	7/km	20/km

5.1.2.2 试验数据分析

(1) 单纱断裂强力的分析

表 5-1 试验数据表明, 采用的这三种抗静电网格圈所试纺的纱线强力普遍较好。镀碳网格圈所纺纱线的强伸性能各项指标总体最好, 镀银网格圈次之, 导电丝网格圈较差。

(2) 单纱毛羽的分析

对于管纱来说, 1mm~2mm 的毛羽是短毛羽, 是组成纱线毛羽的主体, 属于无害毛羽^[26]; 而 3mm 以上的毛羽从表 5-2 我们可以看出, 三者相差不大, 镀银和镀碳网格圈略好一些。这与网格圈都具有一定的导电性, 网格圈初始使用, 堵塞网孔的现象很难发生。但是如果网格圈用的时间长久, 抗静电弱的网格圈必须定时清理。

(3) 单纱条干均匀度变异系数的分析

从表 5-3 可以看出, 当采用镀银网格圈时, 成纱条干总体较好; 但在细纱条干 CV 值方面, 镀碳网格圈略显优势。导电丝网格圈却在数值上明显不如二者。

5.1.3 分析与结论

纺 40^S(14.6tex)纯棉精梳紧密纱时, 在其他工艺条件相同的情况下, 当采用镀碳和镀银网格圈时,

纱线的基本性能指标最好。由此可见，全部采用导电纤维制织的网格圈，所纺纱线长毛羽少，强伸性能好，条干 CV 值低，千米纱疵中的-50%细节、+50%粗节和+200%棉结少。单纯的增加儿根导电纤维，虽然也能改变纱线的性能，但效果没有前者显著。

5.2 网格圈透气性能的研究

5.2.1 网格圈的物理结构

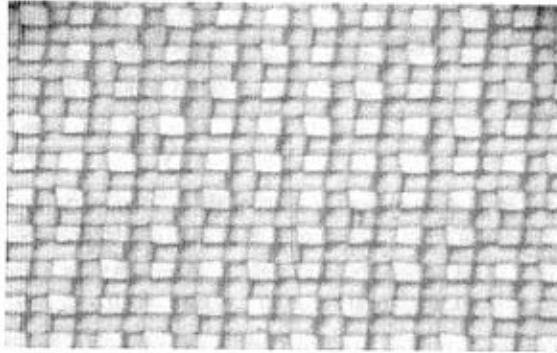


图 5-1 国产 A 厂网格圈

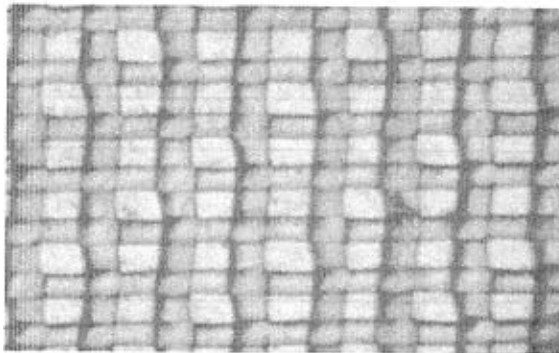


图 5-2 国产 B 厂网格圈

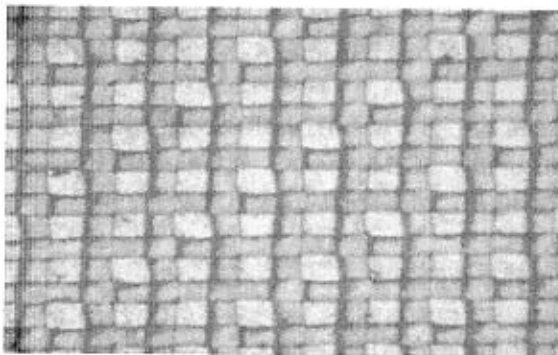


图 5-3 绪森普通网格圈

由于网格圈是一种多孔高密度的透气织物，它是通过风的负压使得纤维束在其表面集聚的，因此透气能力是一项十分重要的指标。合格的网格圈产品必须有较多微孔，这些微孔只允许气流通过，但纤维不能通过。孔径大了，纤维易钻进孔隙，影响气流顺畅通过；孔径小了，气流流通受限制，

不能很好地发挥集聚管的吸聚功能。因此孔隙的大小必须适中,而且集聚区孔隙分布要均匀。在棉纺细纱工艺中,通常网格圈的微孔数量应该达到 3000 目/cm² 以上。图 5-1、5-2、5-3 分别是三种不同厂家网格圈集聚区的组织结构。表 5-4 中是实验中几种网格圈的基本物理指标。

表 5-4 网格圈基本物理指标

网格圈	材料	单丝细度 (mm)	组织结构	经密 (根/cm)	纬密 (根/cm)	每平方米 目数
国产 A 厂	锦纶 66	0.08	二上一下	59	55	3132
国产 B 厂	锦纶 66	0.08	二上一下	56	56	3025
绪森普通	涤纶	0.077	二上一下	62	60	3599

从表 5-4 可以得知,三种实验用的网格圈织物组织结构相同,都是二上一下的斜纹组织,但经纬密度存在差异,依次是绪森普通>国产 A 厂>国产 B 厂。虽然这三种网格圈每平方米目数都达到了 3000 目以上,但是仍有较大的不同,依次为绪森普通>国产 A 厂>国产 B 厂。

5.2.2 网格圈透气量测试

为了能够比较直观地比较三种网格圈的透气性能,实验采用 YG461 型织物透气仪分别测试了三种不同网格圈的透气性能,测试结果如表 5-5 所示。

表 5-5 网格圈透气性能测试结果

样本	国产 A 厂网格圈	国产 B 厂网格圈	绪森网格圈
透气量 Q(L/m ² ·s)	576.3	596.0	625.7

从表 5-5 中可以看出,由于所用原料和织造工艺一致,国产 A 厂网格圈与国产 B 厂网格圈的透气量相差不大,但与进口网格圈相比,透气性能还有差距。

5.2.3 风压与细纱性能的关系

网格圈的透气性能主要表现为风压对细纱各项性能指标的影响上,为此我们设计了四大类实验来探讨研究风压与细纱性能的关系。实验用四组均匀变化的风压(2500Pa、3000Pa、3500Pa、4000Pa),分别纺制了 20^S、30^S、40^S 的紧密纱,并与同锭环锭纺纱线进行比较,探讨了其中的规律。实验用的细纱机为 EJM-128K 型,紧密纺装置为自行改造加装。

5.2.3.1 纱线工艺配置

(1) 20^S 纱线工艺配置

粗纱定量: 4.251g/10m;

粗纱捻系数: 98.0;

细纱捻系数: $\alpha_1=350$;

前罗拉速度: 315(r/min);

伺服电机速度: 475 (r/min);

隔距块: 3.0mm

钢丝圈: C1 EL Udr 4/0;

总牵伸 $E = 425.1/29.2 = 14.5548$;

查表 $Z_{23} = 65$, $Z_{24} = 53$, $E_{\text{牵}} = 14.620$;

$$T_{\text{tex}} = 350/\sqrt{29.2} = 64.77 \text{ 捻/10cm};$$

$Z_3=44, Z_4=39, T_{\text{tex}} = 654.9$ 捻/m.

(2) 30^S 纱线工艺配置

粗纱定量: 4.251g/10m;

粗纱捻系数: 98.0;

细纱捻系数: $\alpha_4=350$;

前罗拉速度: 259(r/min);

伺服电机速度: 390(r/min);

隔距块: 2.8mm

钢丝圈: C1 EL Udr 5/0;

总牵伸 $E=425.1/19.4=21.9072$;

查表 $Z_{23}=53, Z_{24}=65, E_{\text{表}}=21.990$;

$$T_{\text{tex}} = 350/\sqrt{19.4} = 79.46 \text{ 捻/10cm};$$

$Z_3=73, Z_4=79, T_{\text{tex}} = 799.5$ 捻/m.

(3) 40S 纱线工艺配置

粗纱定量: 4.251g/10m;

粗纱捻系数: 98.0;

细纱捻系数: $\alpha_4=350$;

前罗拉速度: 222(r/min);

伺服电机速度: 334 (r/min);

隔距块: 2.8mm

钢丝圈: C1 EL Udr 6/0;

总牵伸 $E=425.1/14.6=29.1069$;

查表 $Z_{23}=43, Z_{24}=70, E_{\text{表}}=29.189$;

$$T_{\text{tex}} = 350/\sqrt{14.6} = 91.60 \text{ 捻/10cm};$$

$Z_3=61, Z_4=77, T_{\text{tex}} = 932.6$ 捻/m.

5.2.3.2 纱线性能测试

主要测试了管纱单纱的以下几个性能指标: 捻度、纱线毛羽、单纱强力和条干均匀度变异系数。各项性能指标测试条件相同: 环境相对湿度 60.0%, 温度 24.0℃。

5.2.3.3 风压对纱线捻度的影响

测试仪器: 长岭纺电 YG156 型全自动纱线捻度测试仪。数据如表 5-6、5-7、5-8 所示。

表5-6 20^S 纱线捻度测试数据

风压 /Pa	捻度 /捻·10cm ⁻¹	CV /%	附加捻度 /捻·10cm ⁻¹	增加量 /%
2500	68.49	3.365	7.08	11.53
3000	69.02	3.293	7.61	12.39
3500	69.56	3.452	8.15	13.27
4000	70.18	4.027	8.77	14.28
环锭纱	61.41	3.262	0	0

表5-7 30^s纱线捻度测试数据

风压 /Pa	捻度 /捻·10cm ⁻¹	CV /%	附加捻度 /捻·10cm ⁻¹	增加量 /%
2500	80.60	3.502	4.26	5.58
3000	82.14	3.793	5.80	7.60
3500	83.12	3.604	6.78	8.88
4000	84.95	3.736	8.61	11.28
环锭纱	76.34	3.836	0	0

表5-8 40^s纱线捻度测试数据

风压/Pa	捻度 /捻·10cm ⁻¹	CV /%	附加捻度 /捻·10cm ⁻¹	增加量 /%
2500	95.94	3.452	1.92	2.04
3000	96.71	4.252	2.69	2.86
3500	97.16	3.232	3.04	3.23
4000	99.32	3.685	5.30	5.64
环锭纱	94.02	2.574	0	0

由表 5-6、5-7、5-8 可知:

(1) 用集聚装置纺制紧密纱其捻度比同锭上纺制的普通环锭纺纱要大, 这个捻度差就是紧密纺的附加捻度。

(2) 随着负压的不断增大, 紧密纱附加捻度的值也越来越大。由此可见, 紧密纱的附加捻度与吸风负压的大小成正比关系。

(3) 随着试验纱支的不断增高, 紧密纱的附加捻度递增趋势也不相同。紧密纱的附加捻度与纱支的高低也有密切的关系, 一般来说随着纱支的增高, 紧密纱的附加捻度值逐渐减少。

5.2.3.4 风压对纱线毛羽的影响

测试仪器: 长岭纺电 YG172A 型纱线毛羽测试仪。数据如表 5-9、5-10、5-11 所示。

表 5-9 20^s 纱线毛羽测试数据

风压 /Pa	毛羽个数/个·10m ⁻¹								
	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	9mm
2500	953.8	137.3	20.2	3.8	1.8	0.7	0	0	0
3000	986.8	129.9	15.4	2.3	0.7	0.1	0	0	0
3500	950.8	128.1	13.9	1.5	0	0	0	0	0
4000	769.2	98.3	11.5	1.5	0.5	0	0	0	0
环锭纱	1062.50	237.30	62.10	19.90	6.60	3.20	2.00	1.00	0.50

表 5-10 30^s 纱线毛羽测试数据

风压 /Pa	毛羽个数/个·10m ⁻¹								
	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	9mm
2500	597.6	65.3	7.5	1.8	0.4	0.1	0	0	0
3000	563.8	54.7	6.8	1.6	0.3	0	0	0	0
3500	540.2	48.8	5.1	0.8	0.3	0	0	0	0
4000	541.8	54.5	4.8	1.0	0.3	0	0	0	0
环锭纱	891.50	210.80	65.80	23.50	9.10	3.20	1.80	0.50	0.10

表 5-11 40^s 纱线毛羽测试数据

风压 /Pa	毛羽个数/个·10m ⁻¹								
	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	9mm
2500	578.9	71.9	9.1	1.0	0.4	0.1	0	0	0
3000	504.8	60.1	7.3	0.8	0.3	0	0	0	0
3500	451.5	48.1	5.8	0.7	0.2	0	0	0	0
4000	472.2	46.6	4.1	0.5	0.1	0	0	0	0
环锭纱	639.90	129.90	36.60	7.50	2.40	0.60	0.40	0.10	0.10

对于管纱来说,1mm~2mm 的毛羽是短毛羽,是组成纱线毛羽的主体,属于无害毛羽;而 3mm 以上的是长毛羽,属于有害毛羽^[29]。分析表 5-9、5-10、5-11 数据可知:

(1) 在其它纺纱条件相一致的情况下,同一线密度的管纱,紧密纱的 3mm 以上毛羽明显少于环锭纱。通过研究分析得知,在环锭纺纱条加捻过程中,大多数纤维端都伸出在纱身的外面,形成毛羽;而采取负压吸气式紧密纺技术中,负压集管有吸风集聚作用,使须条紧密地排列,大大减小了传统细纱机加捻三角区中须条带的宽度,有利于将须条中的纤维可靠地捻卷到纱条中,从而可较大幅度地减少毛羽。

(2) 在其它纺纱条件相一致的情况下,同一线密度的管纱的 3mm 毛羽随着风压的增大呈现逐渐减少的趋势。随着负压气流的增大,须条在负压集聚槽口集聚的时候,须条中的纤维在大流场的作用下更易于凝聚紧密,有利于将须条中的纤维可靠地捻卷到纱条中,从而可更有利地减少 3mm 毛羽。

5.2.3.5 风压对纱线强力的影响

影响纱线强伸性的因素主要是两个:一是因纤维滑脱而破坏;二是因纤维断裂而破坏。如果加捻三角区大,两边纤维承受的张力比中间纤维承受的张力大,这使得纤维在成纱截面上不断地内外转移,纤维间摩擦抱合力比较高,纱线不易因纤维滑脱而断裂,成纱破坏主要是由纤维断裂所致,但这种结构使得成纱强力主要由外侧的纤维负担,不能充分地使全部纤维承受同样的张力。如果加捻三角区过小甚至没有,纤维在纱线截面上的内外转移就会减弱,纤维间摩擦抱合力就低,纱线易因纤维滑脱而断裂^[30]。

测试仪器:长岭纺电 YG063 全自动单纱强力仪。图 5-4、5-5、5-6 不同线密度纱线随风压变化的强力变化趋势图。

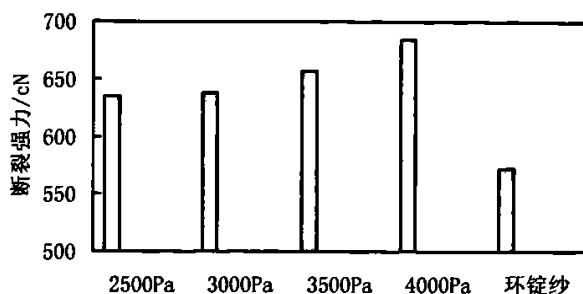


图5-4 29.2tex纱强力趋势图

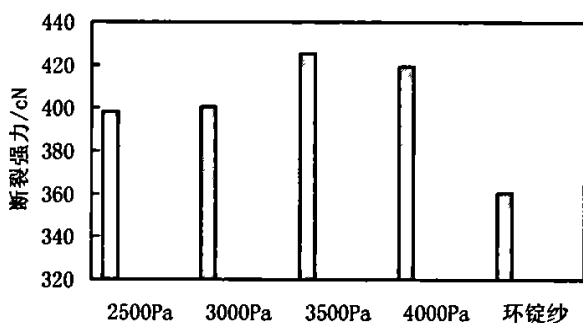


图5-5 19.4tex纱强力趋势图

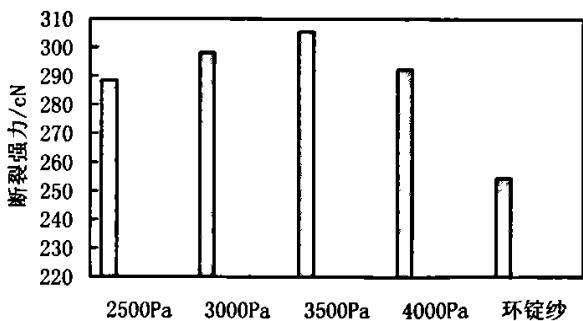


图5-6 14.5tex纱强力趋势图

(1) 分析图 5-4、5-5、5-6 可知, 在其它纺纱条件相一致的情况下, 同一线密度的管纱, 紧密纱的强力明显高于环锭纱。通过研究分析得知, 在环锭纺纱条加捻过程中, 加捻三角区大, 两边纤维承受的张力比中间纤维承受的张力大, 这使得纱线在拉伸过程中内部纤维受力不匀, 外部纤维早于内部纤维断裂, 导致纱线强力下降。而紧密纱在气流作用下, 加捻三角区很小甚至没有, 使得纤维在纱线中均匀分布, 在纱线拉伸过程中几乎能够确保每根纤维都同时受力, 因而紧密纱的强力优于环锭纱。

(2) 从图 5-4 可以看出, 在其它纺纱条件相一致的情况下, 线密度为 29.2tex 纱的断裂强力是随着吸风负压的不断增大而呈现增大的趋势的。从而可以得知, 在纺线密度大的纱线时, 同时对强力要求比较高, 应该采用较大的风压。

(3) 由图 5-5、5-6 可知, 在其它纺纱条件相一致时, 风压为 3500Pa 时, 19.4tex 和 14.5tex 紧

密纱均达到了强力的最大值。产生这一现象的原因主要有两个：一是由于风压过大使得纱线的实际捻度超过了临界捻度；二是风压过大破坏了纤维的均匀分布。这就表明在中高支紧密纱的纺制过程中，应该注意对负压量的控制。

5.2.3.6 风压对纱线条干的影响

纱线的细度不匀，是指沿纱线长度方向的粗细不匀。细度不匀是评定纱线质量的最重要的指标，它不仅会使纱线强度下降，在织造过程中增加断头、停台，而且影响织物的外观，降低其耐穿耐用性。纱线的细度不匀，是由于纤维性质不匀、细纱断面内纤维根数分布不匀以及纺纱牵伸机构作用不完善造成的^[31]。

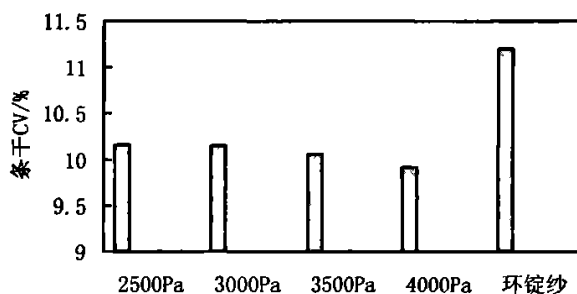


图5-7 29.2tex纱条干趋势图

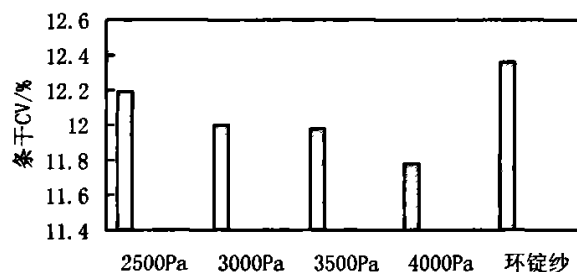


图5-8 19.4tex纱条干趋势图

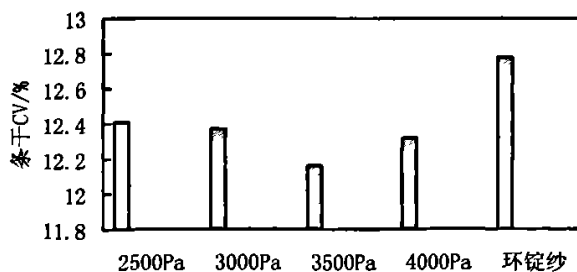


图5-9 14.5tex纱条干趋势图

测试仪器：长岭纺电 YG135G 型条干均匀度测试分析仪。图 5-7、5-8、5-9 不同线密度纱线随风压变化的条干变化趋势图。

由图 5-7、5-8、5-9 可知：

(1) 在其它纺纱条件相一致的情况下，同一线密度的管纱，紧密纱的条干明显优于环锭纱。通过分析得知，在环锭纺纱条加捻过程中，加捻三角区大，两边纤维承受的张力比中间纤维承受的张力大，这使得纤维在成纱截面上不断地内外转移，纤维间摩擦抱合紧；同时部分纤维头端并未完全加捻到纱体内，造成纤维头端外露，这就在细纱上形成了粗细节。而紧密纱在气流作用下，加捻三角区很小，几乎没有，这就使得纤维在纱体中能够均匀分布，因而紧密纱的条干优于环锭纱。

(2) 紧密纱的条干与吸风负压的大小存在着较大的联系。随着风压的不断递增，29.2tex 和 19.4tex 的紧密纱的条干 CV 值不断降低；而 14.5tex 的紧密纱在风压为 3500Pa 时，条干 CV 值最低，随后当风压增大，条干开始恶化。这就表明在粗中支紧密纱的纺制过程中，风压应当适当偏大；而在纺制高支纱时风压应该适当降低。

5.3 网格圈耐用性研究

对于影响网格圈寿命的两种因素，耐磨性与网边，我们分别做了对比实验，通过比较探讨，以求提高网格圈的使用寿命。影响网格圈寿命的因素主要有两个方面，网格圈本身的耐磨性，还有网边的技术处理问题。在生产中网圈大多并不是因为磨损而损坏，而是由于散边，断口而造成的。

5.3.1 几种网格圈结构的比较

在生产中以及耐磨试验中发现，国产网格圈常发生散边和裂口现象，因此对几种网格圈的网边做了对比分析。通过生物显微镜和数码相机，生物显微镜的放大倍数为 20 倍，数码相机的放大倍数为 3 倍。我们取到了这几种网格圈的网边，分别如图 5-10、5-11、5-12 所示。

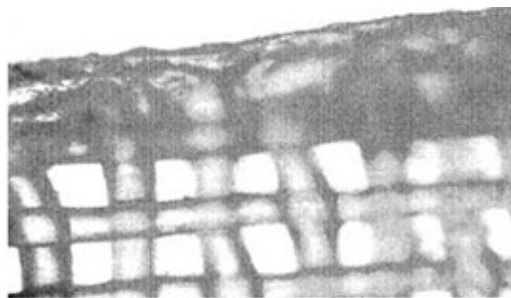


图 5-10 国产 A 厂网格圈网边

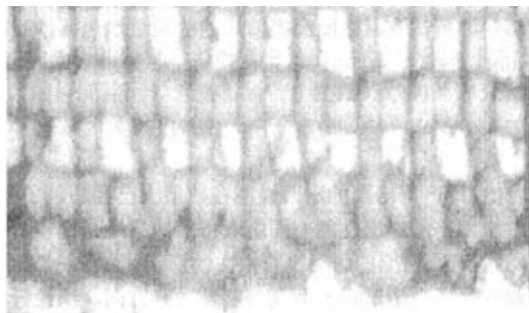


图 5-11 国产 B 厂网格圈网边

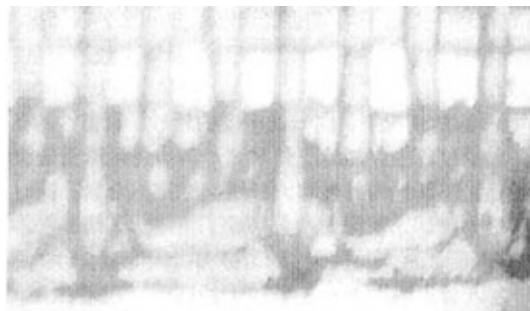


图 5-12 绪森普通网格圈网边

通过上面三种网边的比较，发现网边有明显差异。造成网边差异的原因主要是熔边的技术差异造成的。

网格圈之所以发生散边、断口，这主要是网格圈在熔边的时间，切割焊接不够好。从图 5-10、5-11、5-12 可以看出，国产普通的网格圈网边明显不如后者，光洁平整度不够，锯齿形纱头偏多，网边不均匀，以致造成生产中散边和断口现象较多发生，严重影响其使用寿命。

切割焊接圈，目前采用的方法有：电阻热、超声波、激光。网格圈的两边应该达到“表面光洁，两边齐整”，所谓两边齐整就是要看不到锯齿形经纱头。只要达到这些要求，就能有效解决网格圈的散边、断口问题。达到这些要求的关键是选择好切割焊接的规范，即选好切割焊接的电流和切割焊接的速度。因为切割焊接后产生的锯齿形经纱头，是选择的电流偏小，选择的速度较快造成的。

5.3.2 几种网格圈的耐磨性对比试验

磨损是造成网格圈损坏的重要原因，它对评定网格圈的使用寿命（耐久性）很重要。由于网格圈织物的特殊外观结构，以及工作过程中其特殊的传动方式，耐磨性试验为了遵循客观情况，我们也要在经向方向上进行摩擦，因此我们选用纱线耐磨仪进行耐磨试验。鉴于涤纶和锦纶织物不同的吸湿性能，为了减少试验误差，整个试验是在恒温恒湿的空调房间里进行的。

试验仪器：G552 型纱线耐磨仪 电子天平；

试验材料：国产 A 厂网格圈、国产 B 厂网格圈、绪森普通网格圈、

测试条件：重锤质量 $30\text{g} \times 3$ ，磨料为 800 目的纱纸；

试验方案：磨损过程中，用电子天平分别称量 600 转、1000 转、1500 转、2000 转、2500 转、3000 转后的质量。根据磨损质量，比较网格圈耐磨性的差异。

5.3.2.1 试验内容

在本测试中，由于采用的是纱线耐磨仪，为了能够顺利进行测量，在不影响试验结果的前提下，我们用纱线对网格圈进行绑定。测试中网格圈磨损前后的的质量均包括纱线的质量。测试中织物的磨损面积均为 $65\text{mm} \times 25\text{mm}$ 。测试结果如图 5-13 示。

5.3.2.2 数据分析

(1) 从图 5-13 可以看出，国产网格圈的耐磨性能在数值上已经超越了国外网格圈的耐磨性能。可见，国内网格圈厂家在追求网格圈耐磨性能方面所取得的成果还是比较显著的。

(2) 网格圈所用材料不同对网格圈的耐磨性有很大的影响。由于材料的差异，网格圈耐磨性能有着很大的差异。参考资料统计，在耐磨损寿命（磨断转数）方面，涤纶纤维为 11770 转，而锦纶 66 纤维（高强低伸性）超过 70000 转，为涤纶的六倍以上。

(3) 经密和纬密的大小也是影响织物耐磨性的重要因素。参考图 5-13 和表 5-4 数据可知，经

密纬密人的损耗严重。

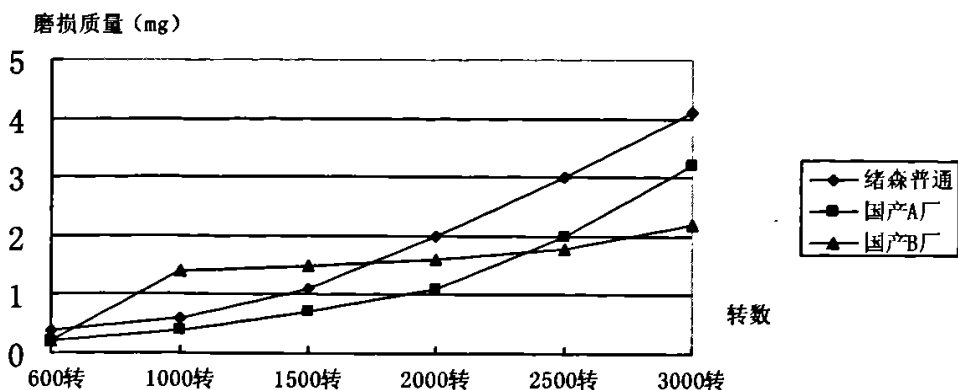


图 5-13 网格圈损耗质量图

5.3.3 小结

通过耐磨性试验和网边的比较，我们探讨了影响网格圈寿命的因素。耐磨性是从材料和组织结构方面考虑的，采用锦纶和斜纹的组织结构耐磨性较好；网边的性能是从制造技术和质量上考虑的，在切割焊接圈时，要使网边尽量达到布边齐整表面光洁，这才是提高网格圈寿命的关键。

5.4 紧密纺产品开发

纺棉特高支纱存在的问题，首要的是纺纱过程中纤维的损失^[36]。纤维损失可能发生在牵伸机构的上、下罗拉处，特别是须条的边缘纤维。纺细特纱时任何纤维的损失实质就是减少须条横截面中纤维的数量。另一个问题是部分纤维对纱线强度没起作用。这发生在加捻三角区，有些纤维头端没有被加捻三角区握持，形成头端毛羽；有些纤维离开钳口线时尾端没有陷入纱内，形成尾端毛羽。这一结果随加捻三角区高度的增加而增加。利用紧密纺技术，可以减小或基本消除纺纱加捻三角区，利于减少纤维损失和增加对纤维的集聚、握持作用。拟采用较低的配棉：长绒棉含量 28.3%、粗纱干定量 3.0g/10m、捻系数 102.3，突破传统环锭纺纱极限，设计、纺出纯棉特高支纱：4.2tex（140 英支）、3.6tex（160 英支）、3.2tex（180 英支）及 2.9tex（200 英支）纱线，并力求纱线各项性能良好。

通过对紧密纺网格圈的分析研究，考虑紧密纺部件的国产化，我们选择了国产镀银的网格圈（尺寸与规格与国产 A 厂网格圈相同）来进行紧密纺特细号纱的品种开发。

5.4.1 紧密纺产品工艺研究

实验机型为加装紧密纺纱装置的 EJM128k-SM 型细纱机，采用吸风负压的集聚方式；粗纱为长绒棉含量 28.3%，干定量 3.0g/10m，捻系数 102.3；后区牵伸倍数为 1.21，负压为 2800Pa。

5.4.1.1 4.2tex (140 英支) 工艺配置

前罗拉速度: 85(r/min);

电机速度: 93 (r/min);

钢丝圈: C1 EL Udr 19/0;

总牵伸倍数 $E = 300/4.2 = 71.4286$;

$Z_{23} = 25, Z_{24} = 98$;

轮系数传动比 $F = 2703 * Z_{24} / (Z_{23} * E) = 148.3$;

捻系数 $\alpha_{tex} = 390, T_{tex} = \alpha_{tex} / \sqrt{N_{tex}} = 190.3$ 捻/10cm;

$Z_3 = 29, Z_4 = 77$;

$T_{tex} * = 738.8 * Z_4 / Z_3 = 196.2$ 捻/10cm。

5.4.1.2 3.6tex (160 英支) 工艺配置

前罗拉速度: 79(r/min);

电机速度: 110 (r/min);

钢丝圈: C1 EL Udr 22/0;

总牵伸倍数 $E = 300/3.6 = 83.3333$;

$Z_{23} = 23, Z_{24} = 98$;

轮系数传动比 $F = 2703 * Z_{24} / (Z_{23} * E) = 138.2$;

捻系数 $\alpha_{tex} = 400, T_{tex} = \alpha_{tex} / \sqrt{N_{tex}} = 210.8$ 捻/10cm;

$Z_3 = 27, Z_4 = 77$;

$T_{tex} * = 738.8 * Z_4 / Z_3 = 210.7$ 捻/10cm。

5.4.1.3 3.2tex (180 英支) 工艺配置

前罗拉速度: 76(r/min);

电机速度: 94 (r/min);

钢丝圈: C1 EL Udr 24/0;

总牵伸倍数 $E = 300/3.2 = 93.75$;

$Z_{23} = 23, Z_{24} = 98$;

轮系数传动比 $F = 2703 * Z_{24} / (Z_{23} * E) = 122.8$;

捻系数 $\alpha_{tex} = 400, T_{tex} = \alpha_{tex} / \sqrt{N_{tex}} = 223.6$ 捻/10cm;

$Z_3 = 26, Z_4 = 77$;

$T_{tex} * = 738.8 * Z_4 / Z_3 = 218.8$ 捻/10cm。

5.4.1.4 2.9tex (200 英支) 工艺配置

前罗拉速度: 69(r/min);

电机速度: 77 (r/min);

钢丝圈: C1 EL Udr 26/0;

总牵伸倍数 $E = 300/2.9 = 103.4$;

$Z_{23} = 23, Z_{24} = 98$;

轮系数传动比 $F = 2703 * Z_{24} / (Z_{23} * E) = 111.4$;

捻系数 $\alpha_{4\text{tex}}=400$, $T_{\text{tex}}=\alpha_{4\text{tex}}/\sqrt{N_{\text{tex}}} = 234.9$ 捻/10cm;

$Z_3=27$, $Z_4=87$;

$T_{\text{tex}^*}=738.8 * Z_4 / Z_3=238.1$ 捻/10cm。

5.4.2 紧密纺纱线性能测试

纱线的品质评定主要归结为三个方面：纱线毛羽、单纱强力和条干均匀度变异系数。因此，主要测试了管纱单纱的以上三个性能指标。

各性能指标测试条件相同：环境相对湿度 60.0%，温度 24.0℃。

5.4.2.1 纱线毛羽测试

测试仪器：长岭纺电 YG172A 型纱线毛羽测试仪。数据如下表 5-12、5-13、5-14、5-15 所示（毛羽个数/个·10m⁻¹）。

表 5-12 4.2tex（140 英支）纱线毛羽测试

毛羽长度	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	9mm
平均值	158.10	16.20	2.40	0.7	0.4	0	0	0	0
级差	107.00	17.00	5.00	2.00	2.00	0	0	0	0
频数比%	88.75	8.73	1.08	0.19	0.25	0	0	0	0
毛羽指数	15.81	1.62	0.24	0.07	0.04	0	0	0	0

表 5-13 3.6tex（160 英支）纱线毛羽测试

毛羽长度	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	9mm
平均值	254.10	24.20	3.00	0.20	0	0	0	0	0
级差	90.00	20.00	4.00	1.00	0	0	0	0	0
频数比%	90.48	8.34	1.10	0.08	0	0	0	0	0
毛羽指数	25.41	2.42	0.30	0.02	0	0	0	0	0

表 5-14 3.2tex（180 英支）纱线毛羽测试

毛羽长度	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	9mm
平均值	174.20	9.70	1.60	0.10	0	0	0	0	0
级差	56.00	5.00	3.00	2.00	0	0	0	0	0
频数比%	94.43	4.65	0.57	0.29	0	0	0	0	0
毛羽指数	17.42	0.97	0.16	0.06	0	0	0	0	0

表 5-15 2.9tex（200 英支）纱线毛羽测试

毛羽长度	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm	8mm	9mm
平均值	241.00	23.80	3.00	0.1	0	0	0	0	0
级差	108.00	20.00	5.00	1.00	0	0	0	0	0
频数比%	90.12	8.63	1.20	0.04	0	0	0	0	0
毛羽指数	24.10	2.38	0.30	0.01	0	0	0	0	0

5.4.2.2 纱线强力测试

测试仪器：长岭纺电 YG063 全自动单纱强力仪

纱线品种：棉型 预张力：1.8 cN 测试次数：1×10 温度：24℃

拉伸速度：500 mm/min 湿度：60 %RH 强力上下限：1-1000 cN

表 5-16 纱线强力测试数据

指标	断裂强力 /cN	断裂强力 CV/%	断裂伸长率 /%	断裂伸长率 CV/%	断裂强度 /cN·tex ⁻¹	断裂断裂功 /cN·cm
4.2tex	89.1	7.1	3.6	6.3	21.2	98.0
3.6tex	70.2	8.5	3.3	8.4	19.5	70.8
3.2tex	58.8	10.2	2.9	10.7	18.4	54.3
2.9tex	45.9	12.0	3.1	14.9	15.8	44.0

5.4.2.3 纱线条干测试

测试仪器：长岭纺电 YG135G 型条干均匀度测试分析仪。

测试速度：300m/min 测试时间：01 分 00 秒

测试次数：5 测试槽号：5 试样类型：棉型

表 5-17 纱线条干测试数据

指标	CV%	U%	Thin(-50%)/km	Thick(+50%)/km	Neps(+200%)/km
4.2tex	18.93	14.64	447	303	317
3.6tex	22.55	17.78	1343	933	417
3.2tex	24.59	18.92	1787	1080	1140
2.9tex	25.30	19.95	2543	1793	1763

5.4.3 紧密纺纱线性能分析

采用 GB/T398-1993 指标并结合相关厂家的具体生产实践结果，以使分析更充分。现将相关数据例出如下：

表 5-18 GB/T398-1993 精梳棉纱的技术要求^[37]

线密度 (tex)	等别	单强变异系数 (%) 不 大于	单纱断裂强度 (cN/tex) 不小于	条干变异系数 (%) 不大于
4-4.5	优	13.0	12.0	19.5
5-5.5	优	12.5	12.0	18.5
6-6.5	优	12.0	12.2	17.5

四川锦华股份有限公司开发 JC5.8tex 纱取得成功^[38]，该纱达到了国家《本色纯棉纱 GB/T398-1993》优等水平，以及华润出口纱 A 级标准。纱线指标见表 5-20 和 5-21。

表 5-19 JC5.8tex (100 英支) 纱实测质量指标

乌氏条干 (CV%)	粗节 (个/1000m)	细节 (个/1000m)	棉结 (个/1000m)	单强 (cN/tex)	单强不匀 (CV%)
17.83	132	196	145	18.4	12.3

表 5-20 JC4.9tex (120 英支) 成纱质量^[39]

乌氏条干 (CV%)	粗节 (个/1000m)	细节 (个/1000m)	棉结 (个/1000m)	单强 (cN/tex)	单强不匀 (CV%)
17.84	407	396	310	19.71	16.5

陕西风轮纺织股份有限公司生产的 CJ4.32tex 纱线质量测试见表 2-10^[40]。

表 5-21 CJ4.32tex (140 英支) 成纱质量

乌氏条干 (CV%)	粗节 (个/1000m)	细节 (个/1000m)	棉结 (个/1000m)	单强 (cN/tex)	单强不匀 (CV%)
18.5	34	486	320	20.1	15.5

5.4.3.1 对单纱毛羽影响的分析

由实验数据可以看到:紧密纺纱线毛羽大大减少,3mm 以上的长毛羽远远少于传统环锭纱,甚至基本消失。在环锭纺中,由于纺纱三角区的存在,处于加捻三角区的纤维受纺纱张力和加捻作用产生了差异的向心压力或径向压力。同时,在加捻时,前罗拉钳口输出较宽的须条,边缘纤维因受向心力最大而易向中心转移,头端卷入纱体;而尾端失去前罗拉钳口有效控制的纤维段仍较长,因受离心作用而远离纱体;纤维尾端失去控制后亦会翘在纱体外,皆形成了毛羽。据测 3 mm 以上的毛羽约有 85% 都是由于纺纱加捻三角区造成的。此外,部分纤维头端会皮圈粘附,而尾端卷入纱体亦形成长毛羽。

紧密纺纱技术利用有效的气流动力集束,从前罗拉输出的须条立即受到凝聚气流及相应机构的有效控制,纤维被聚集,伸直度提高,将牵伸和集束分开进行,使输出集束钳口的须条宽度较窄,基本消除了加捻三角区,消除了边缘纤维。故加捻后,成纱毛羽和蓬松度比传统环锭纱减少了许多,尤其是圈状毛羽得以明显改善,纱体变得较为光滑。紧密纺纱较环锭纺纱毛羽少,纤维在纱中的伸直平行度有了大大改善,这是传统环锭纺纱技术的一大改进^[41-43]。

5.4.3.2 对单纱强力影响的分析

影响纱线强伸性的因素主要是两个:一是因纤维滑脱而破坏;二是因纤维断裂而破坏。加捻三角区大,边缘和中间纤维承受张力不同,这使得纤维在成纱截面上不断地内外转移,纤维间摩擦抱合力比较高,纱线不易因纤维滑脱而断裂,成纱破坏主要是由纤维断裂所致。这种结构使得成纱强力主要由外侧的纤维负担,不能充分地使全部纤维承受同样的张力。环锭细纱机三角区的存在使许多有效纤维散落形成飞花,且三角区中纤维承受张力不同,故纤维的强力利用率较低,成纱后纱线强力达不到应有水平^[44]。

由试验数据可以看出:紧密纺纱线的强力水平都比较高,达到了国标优等水平,而且各项强力指标都超过工厂实际生产。

紧密纺纱技术是针对传统环锭纺加捻三角区较大产生的弊端所设计,将牵伸与集束分步进行,主牵伸区中须条握持牢固、稳定而呈扁平状分散,须条进入集束区而收拢,故可使有效纤维散落少。在加捻时,纤维在加捻三角区的转移程度小,边缘纤维基本消除,对纤维的控制大大提高,亦可抑制因纤维在空间上较大范围转移而导致的加捻效率的下降的缺点;同时,由于纤维在加捻三角区内转移的幅度较小,纱线可通过适度的伸长、滑移让更多的纤维共同承载受力,故纤维强力利用率和成纱强力提高,纱线不匀率下降。所以,利用紧密纺纱技术,在同等条件下较之传统环锭纱,不仅毛羽明显改善,成纱的强伸性及其均匀性也得到明显改善。

5.4.3.3 对单纱条干影响的分析



图 5-14 4.2tex (140 英支) 纱线纵向图



图 5-15 3.6tex (160 英支) 纱线纵向图



图 5-16 3.2tex (180 英支) 纱线纵向图

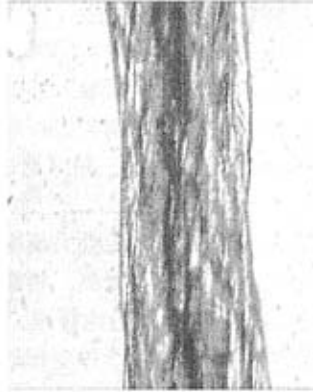


图 5-17 2.9tex (200 英支) 纱线纵向图

四种纱线径向表面条干如图 5-14、5-15、5-16、5-17 所示。由于在纺纱三角区，传统环锭纱中纤维基本上呈螺旋线排列，且极不稳定，不停地发生内外转移而使条干均匀度下降，纱条表面相对来说显得杂乱无序，光洁度较差。紧密纺纱技术基本消除了三角区，将牵伸与集束分步进行，负压气流可对纤维进行更有效地握持，使得主牵伸区中须条扁平分散，且厚薄均匀一致，纤维受到的握持牢固稳定。同时主牵伸区中，纤维紧紧地处于压缩状态，须条的牵伸力相对较小，且波动缓慢，从而避免了在传统环锭细纱机上因喂入粗纱条干不匀牵伸时牵伸力剧烈波动，使浮游纤维集束形成粗细节。主牵伸区前钳口处须条扁平分散，则慢速浮游纤维所受引导力相对较弱，有利于慢速浮游纤维尽可能接近前钳口变速，且吸管缝隙与纤维前进方向成 30° 角，从而使浮游纤维运动的变速点相对集中，使纤维束在前进过程中能按自己的轴线回转，减小了浮游纤维运动的移距偏差，牢固地将纤维末端嵌入纤维束中，降低了因牵伸须条中纤维排列导致须条粗细不均匀性。故紧密纺成纱结构紧密，纱线外观光洁、毛羽少，纱线加捻螺旋结构清晰可见，纤维几乎没有内外转移。由实验数据可知：紧密纱的条干较好，粗、细节及棉结较环锭纱都显著减少。

结论及进一步的研究方向

本文创新对负压式紧密纺装置中网格圈及其相关部件的研究,介绍了德国 Sussen 公司的 Elite 紧密纺纱装置的结构特征和该类紧密纺装置的纺纱技术的成纱机理,结合目前国内细纱机紧密纺改造厂家的装置,开发出自己的紧密纺纱装置,并成功地对 EJM128K、FA503、FA506 等机型的细纱机进行了改装,并且投入了产业化推广。对负压式紧密纺中的网格圈及其相关部件进行了研究,并探讨了这些紧密纺部件对纱线性能的影响。对须条集聚过程运动进行分析,借助流体力学的理论,初步提出影响集聚区流场的因素,通过对集聚区流场的进行研究,完成紧密纺集聚区流场的测试。

在对紧密纺装置研究改造中,进一步了解网格圈及其相关部件对成纱质量的影响,同时在紧密纺集聚区流场分析的基础上,对网格圈的各项性能做了归类阐述。着重对网格圈的受力情况作了分析,从而对网格圈制作原料和织物组织选择作了选择。此外还对网格圈的制作难点作了简要分析。在对网格圈的性能研究中,主要研究了网格圈的导电性能、透气性能和耐用性能,并结合纱线的性能指标作了相关分析。探讨紧密纺高支纱纺纱工艺,并优选网格圈突破传统环锭纺纱极限,在自行改造的 EJM128K-SM 型细纱机上设计、开发出细特高支纱 ($2.9\text{tex}\sim 4.2\text{tex}$),且纱线具有较好的外观质量和性能。

在紧密纺网格圈性能研究的过程中,由于测试仪器的缺乏,未能够将网格圈的各项性能测试全面,因此值得对网格圈的性能做进一步的深入研究。随着纺织技术的发展,人们对纱线性能的要求也越来越高。因此,对紧密纺生产技术和工艺的探究,加快紧密纺国产化设备改造推广、新产品开发和生产工艺研究的力度,对保持和提升我国纺织业在国际纺织品市场的重要地位、增强企业的竞争力也将具有重要的积极意义。所以,如何使国产化紧密纺装置在现有细纱机台上稳定运行和生产工艺的成熟与完善也将是值得进一步研究的。

致谢

在本论文完成之际，我要感谢谢春萍教授和徐伯俊教授。谢老师和徐老师在论文的选题、开题、研究和撰写期间给予了我悉心的指导和莫大的帮助，而且在三年的研究生学习生活中，两位老师使我接受了严格的训练，掌握了科学研究的方法。在这里我要向谢老师和徐老师表达深深的谢意！

同时还要感谢纺织工艺实验室的过晓光和马天一两位师傅，以及纺材实验室的周建萍老师和荣瑞萍老师，他们为我的实验提供了很多方便和帮助。在此还要感谢本实验室成员们，感谢大家一起营造了和谐、融洽的学术环境，一起度过了愉快的研究生活。我们一起所进行的学术思想的交流和人生观的探讨令我难以忘怀。在此谨向这些朝夕相伴的诸位学友们致意。

最后，还要感谢我的家人对我学习上的支持和生活上的关心。

参考文献

- [1] A.Hellwig, Sulzer 公司(瑞士).织造用集聚纺纱线——一种新的流行,还是为了高品质织物的需要? [J]. 国际纺织导报, 2002 (1): 42-44.
- [2] 吕悦慈.浅谈环锭纺纱新技术[J].江苏纺织科技, 2005 (7): 24-26.
- [3] 阎玉山译. 紧密纺—新一代环锭纺纱工艺[J]. 纺织导报, 1997 (1): 29-30.
- [4] 薛少林. 国内外紧密纺纱技术的最新进展[J]. 棉纺织技术, 2005(6):9-12.
- [5] Dr Ernst Fehrer ,New advantages for DREF acrodynamic compacting ,Textile Month ,1993 ,(9):12-13.
- [6] 吴文英译. 集聚纺的优点[J]. 国外纺织技术, 2002 (12): 21-22.
- [7]Oxenham W. Developments in short staple yarn manufacture ITMA'99 [J]. Textile progress,2000,30(1/2):1~8.
- [8]杨兴,汪军,杨建平. 集聚纺的发展现状及展望[J]. 东华大学学报, 2003,29(2):105~110.
- [9]Thum R. Suessen Elite spinning system for long and short staple fibers[J]. Textile World, 2000,(4):38~39.
- [10] William Oxenham, Christine Cagle. Developments in worsted spinning[J]. Textile Asia, 2005 (1): 38-46.
- [11]傅婷,汪军. 集聚纺网格圈的发展和应[J]. 纺织器材,2005,32(5):261~264.
- [12]傅婷,汪军,林秀吉. 集聚纺网格圈的研究现状[J]. 上海纺织科技,2005,33(8):1~3.
- [13]陈国华, 曲丽君, 隋淑英, 王金泉. 紧密纺纱成纱机理的分析[J]. 山东纺织科技, 2002, 5: 43~45.
- [14] 孙鸿举. 新一代绮丽(EliTe)紧密纺技术简析[J].现代纺织技术,2005(2):5-10
- [15] 吴敏,徐昊.紧密纺纱技术及其相关技术探讨[J].棉纺织技术,2003, (10):11-14.
- [16] 刘林兵, 高卫东, 谢春萍.紧密纺纱系统的分类及性能特点[J].棉纺织技术, 2005 (6): 5-8.
- [17] 高晓平, 王建坤.紧密纺纱成纱机理及特点分析[J].北京纺织, 2004 (4): 24-26.
- [18] 程隆棣,周志华.集聚纺纱加工原理及其对纱线产品的影响[J].纺织科学研究, 2002 (5): 39-42.
- [19]曹海建,钱坤,盛东晓. 紧密纺系统网格圈的性能研究[J]. 纺织导报,2004,(5):122~123.
- [20]陆宗源. 集聚纺网圈的结构和制造初探[J]. 上海纺织科技,2005,33(2):29~30.
- [21]华为国. 集聚纺变密度网格圈与递减密度网格圈比较[J]. 纺织器材,2005,32(3):146~152.
- [22]苏旭中,谢春萍,杨丽丽.集聚纺纱用网格圈的性能测试与分析[J].纺织器材,2006, (3):17-19.
- [23] 杨兴,汪军,杨建平.集聚纺集聚区须条的运动分析[J].东华大学学报(自然科学版), 2003 (10): 1-4.
- [24] 周水平,汪军,杨建平.集聚纺集聚区须条等截面部分的力学分析[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2005 (6): 10-14.
- [25] 周水平,汪军,杨建平.集聚纺集聚区须条变截面部分的力学分析[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2005 (2): 20-23.
- [26] 汪军,杨建平,杨兴等.集聚纱捻度和强力分析[A]. 中国纺织工程学会.第十二次全国新型纺纱学术会论文集[C], 2004: 24-28.
- [27]姚穆.纺织材料学[M].北京:中国纺织出版社,1980.
- [28] 程隆棣, 周志华. 紧密纺纱技术与毛羽问题[J].棉纺织技术, 2003 (4): 18-20.
- [29]苏旭中,谢春萍,杨丽丽.附加压力棒曲线牵伸上销对成纱质量的影响[J].棉纺织技术,2006, (9):43-45.
- [30]颜晓青, 谢春萍.Elite 紧密纺与传统环锭纺成纱质量对比[J].棉纺织技术, 2005 (4): 32-34.
- [31]苏旭中,谢春萍,冯杰等.后区牵伸倍数对紧密纺高支棉纱成纱质量的影响[J].纺织导报,2006, (7):62-64.
- [32] 苏继伟. 国产环锭细纱机紧密纺改造的探讨[J].上海纺织科技,2005(2):18-24.
- [33] 邢声远.紧密纺纱引领环锭纺的发展[J].北京纺织, 2004 (5): 19-20.

- [34] 李奎华, 狄剑锋. 紧密纺纱的发展优势及存在问题[J]. 纺织导报, 2005 (4): 54-57.
- [35] HireniMankodi, SatyajeetB Chaudhari. A New Advance in Spinning Technology[J]. TextileAsia,2003(4).
- [36] 詹琏 译, 棉特高支纱的加工技术, 纺织导报, 1995年, 6期: 46-47
- [37] 《棉纺手册》, 中国纺织出版社, 2004年, 10月, 3版: 985
- [38] 李盛钊 刘素彬, 用传统纺纱设备生产特细纯棉精梳纱, 四川纺织科技, 2000年, 3期: 11-14
- [39] 江灏, JC4.9tex 纱的生产实践与探讨, 上海纺织科技, 1999年, 4月, 27卷, 2期: 15-17
- [40] 郭梅 杨雯静, 特细号纱纺纱质量控制, 棉纺织技术, 2005年, 5月, 33卷, 15期: 27-29
- [41] Cheng,K P S,Yu,C. A study of compact spun yarns[J].Textile Research Journal,2003(4)
- [42] K.Ramachangdralu 等著. 紧密纺的技术价值[J].国外纺织技术, 2004 (6): 16-17
- [43] P.Artzt(德国).ITMA 短纤纺纱新技术[J]. 国际纺织导报, 2004 (1): 27-29
- [44] 苏旭中,谢春萍,杨丽丽等.曲线牵伸上销对紧密纺成纱条干影响的探讨[J].上海纺织科技,2006, (5):109-111.

在学期间发表的论文和取得的学术成果清单

在学期间发表论文清单

- [1]苏旭中,谢春萍,杨丽丽.附加压力棒曲线牵伸上销对成纱质量的影响[J].棉纺织技术.2006,(9):43-45.
- [2]苏旭中,谢春萍,杨丽丽.集聚纺纱用网格圈的性能测试与分析[J].纺织器材.2006,(3):17-19.
- [3]苏旭中,谢春萍,冯杰等.后区牵伸倍数对紧密纺高支棉纱成纱质量的影响[J].纺织导报.2006,(7):62-64.
- [4]苏旭中,谢春萍,杨丽丽等.曲线牵伸上销对紧密纺成纱条干影响的探讨[J].上海纺织科技.2006,(5):109-111.
- [5]苏旭中,谢春萍,张娣等.紧密毛涤混纺纱纤维转移与径向分布[A].2006 中国国际毛纺织会议暨 IWTO 羊毛论坛论文集[C].2006, 695-698.

在学期间申请专利清单

- [1]谢春萍,苏旭中等.一种集聚纺负压吸风管支撑座.申请号:200610074577.2,公开号:CN1861856A.
- [2]谢春萍,苏旭中等.一种紧密纺负压吸风管的支撑方法.申请号:200610106587.X,公开号:CN1876909A.
- [3]谢春萍,苏旭中等.一种集聚纺负压管的支撑方法.申请号:200610153981.9.
- [4]苏旭中,谢春萍等.一种紧密纺风机消音器.申请号:200610171320.9.
- [5]苏旭中,谢春萍等.一种固定紧密纺吸棉笛管的弹性簧片.申请号:200610171321.3.
- [6]苏旭中,谢春萍等.一种紧密纺吸风管道固定装置.申请号:200610171322.8.

附录

使用厂家产品数据对比情况

1.九联纺织 06.9.12

品种	条干	细节	粗节	棉结	单强	单强 CV	3mm 毛羽
MC18.2	15.9	25.3	260	446	18.4	16.7	16.4
C18.2	16.2	24.8	353	471	10.5	13.4	60

分析：1) 3mm 以上毛羽下降 73%；
2) 单强增加 24.6%；
3) 条干水平提高 0.3 个百分点。

2.通裕二棉 06.10.9

品种	条干	细节	粗节	棉结	单强	单强 CV	3mm 毛羽	H 值
MC18.2	13.9	4.8	72.5	250	18.2	8	6.2	3.03
C18.2	14.9	8	155	242	15.8	7.1	29.4	4

分析：1) 3mm 以上毛羽下降 78%；
2) 单强增加 15% (捻系数下降 10%)；
3) 条干水平提高 1 个百分点。

3.仪征化纤 06.11.7

品种	条干	细节	粗节	棉结	单强	单强 CV	3mm 毛羽
MC18.2	14.6	5	156	260	15.13	9.2	
C18.2	16.4	18	324	360	13.5	10.8	

分析：1) 单强增加 12.1%；
2) 条干水平提高 1.8 个百分点。

4.常州名力 06.12.15(细绒棉)

品种	条干	细节	粗节	棉结	单强	单强 CV	H 值
MJC9.7	13.97	17	53	78	18.28		2.74
JC9.7	14.57	16	90	84	15.67		3.8

分析：1) 毛羽 H 值下降 1.06；
2) 单强增加 16.66%；
3) 条干水平提高 0.6 个百分点。

5.太仓利泰 06.12.25(苏北棉)

品种	条干	细节	粗节	棉结	单强	单强 CV	H 值
MJC9.7	13.93	2.5	47.5	75	15.7		2.9