

第三章 喷气纺纱

第一节 喷气纺纱成纱原理

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

第四节 喷气涡流纺纱简介

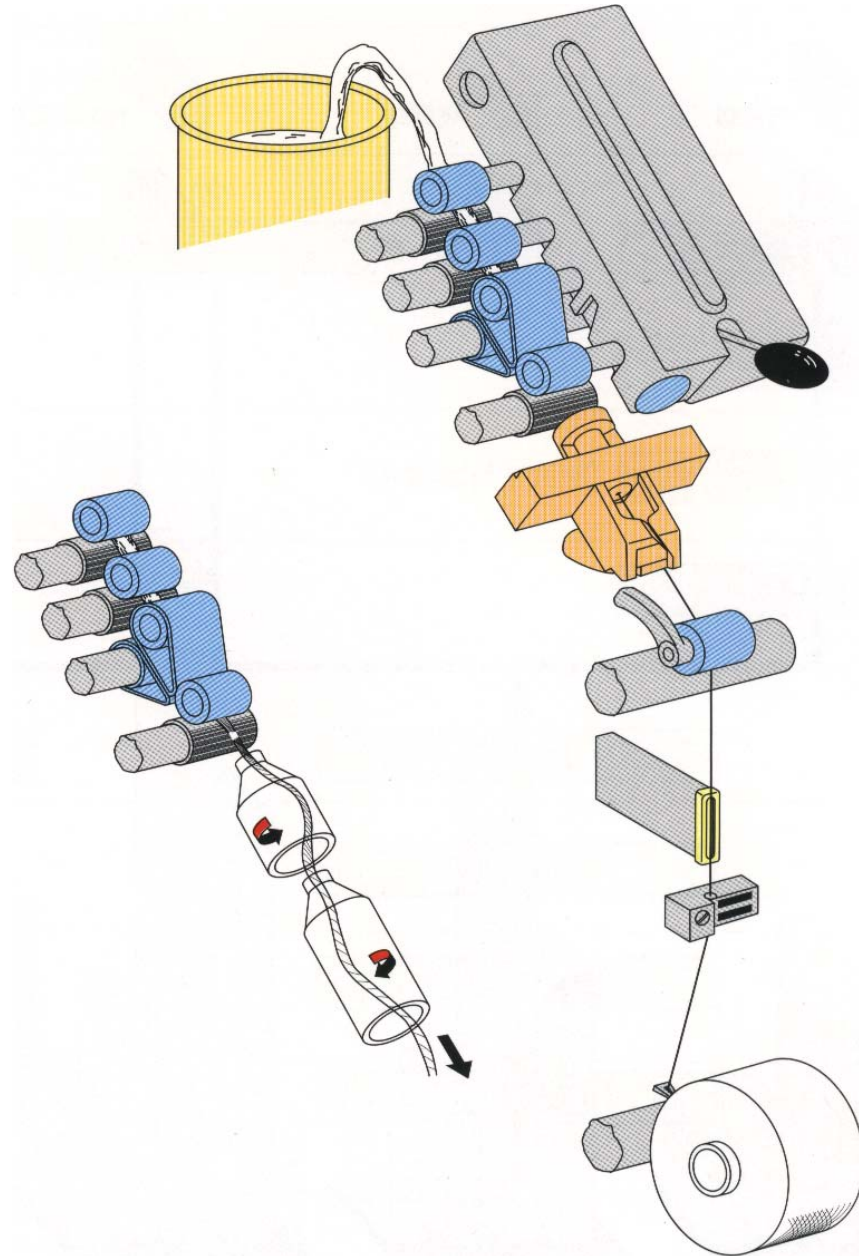
- ◆ 喷气纺纱（**Air-jet spinning**）是继转杯纺纱之后发展起来的一种新型纺纱方法。
- ◆ 它是利用旋转气流使须条进行高速旋转的气圈运动，从而使之加捻成纱的。
- ◆ 其单产为环锭纺纱的8~10倍，适于纺制涤棉混纺纱和纯化纤纱，可纺纱线密度范围为29.2~7.3 tex（20~80英支）。

第一节 喷气纺纱成纱原理

一. 喷气纺纱工艺过程

粗纱（或条子） → 牵伸装置 → 第一
喷嘴 → 第二喷嘴 → 引纱罗拉 → 电子清
纱器 → 槽筒

喷气纺纱示意图



喷气纺纱试验机



2004/09/13

第一节 喷气纺纱成纱原理

二. 喷气纺纱技术的发展

(一) 开端

1963年，美国杜邦公司发表喷气加捻包缠纺纱的专利。

1981年，日本村田公司在大阪国际纺织机械展览会上首次推出适于纺制38mm纤维的MJS801型60头喷气纺纱机。

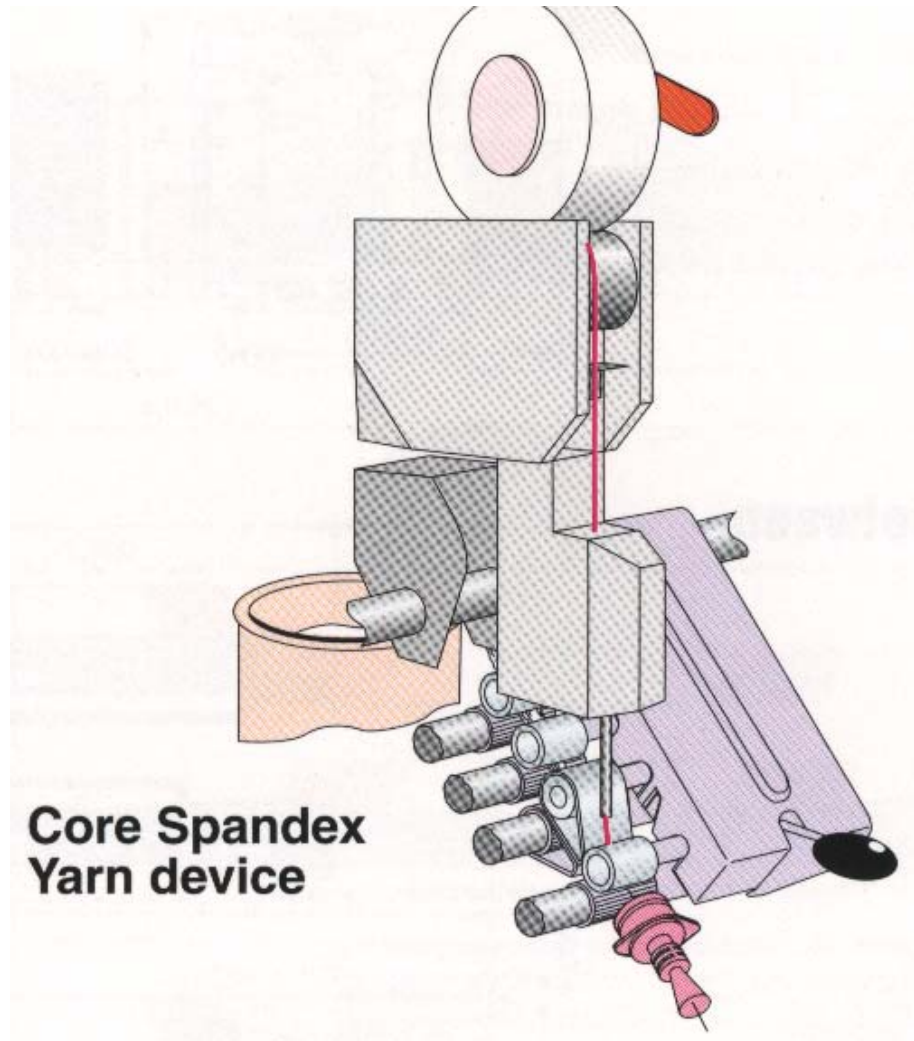
第一节 喷气纺纱成纱原理

二. 喷气纺纱技术的发展

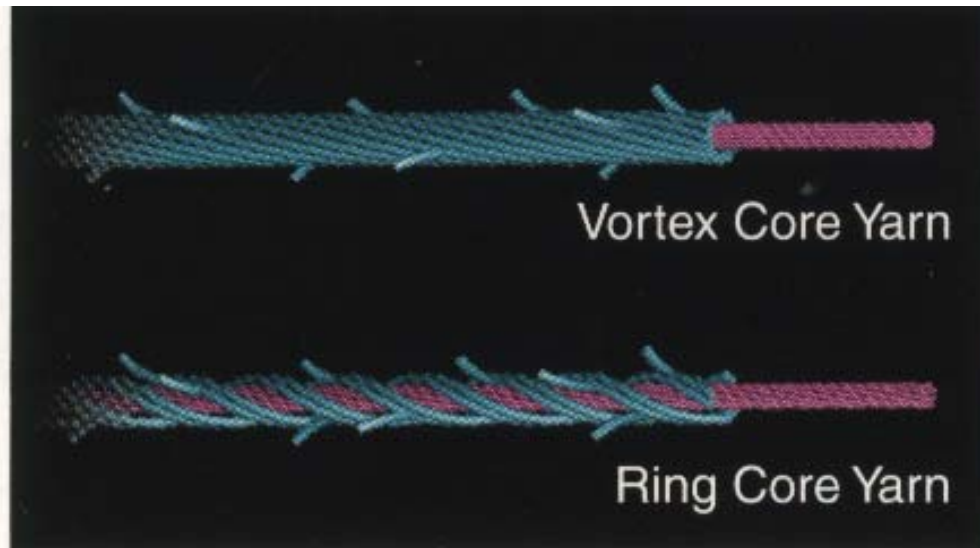
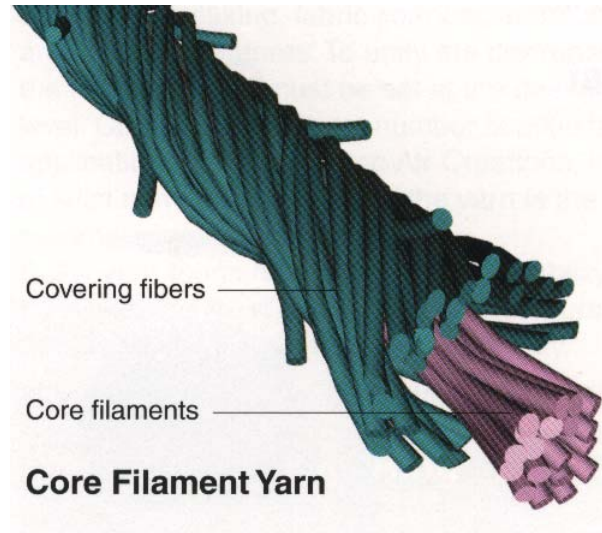
(二) 新发展

1. 喷气涡流纺纱
2. 喷气包芯纺纱
3. 喷气闪色纺纱

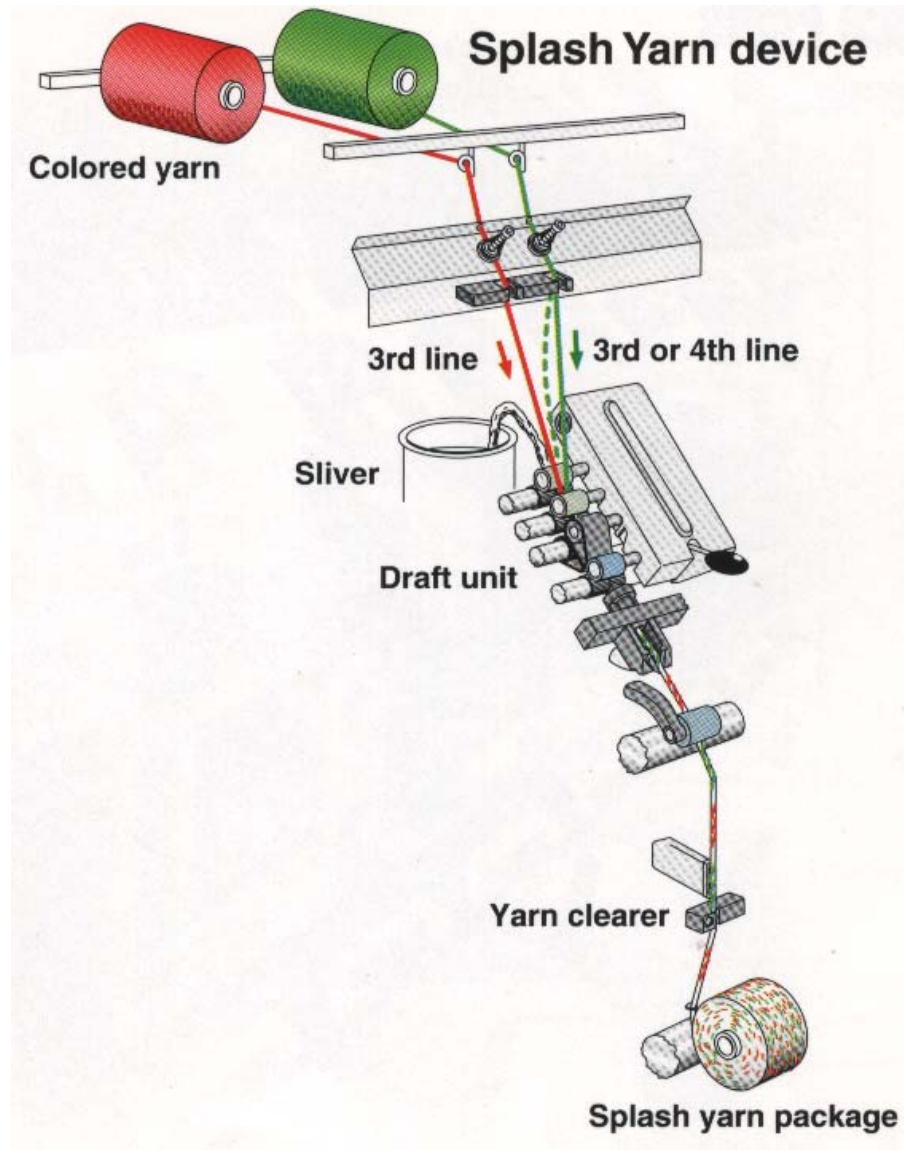
喷气包芯纺纱技术



喷气包芯纱结构

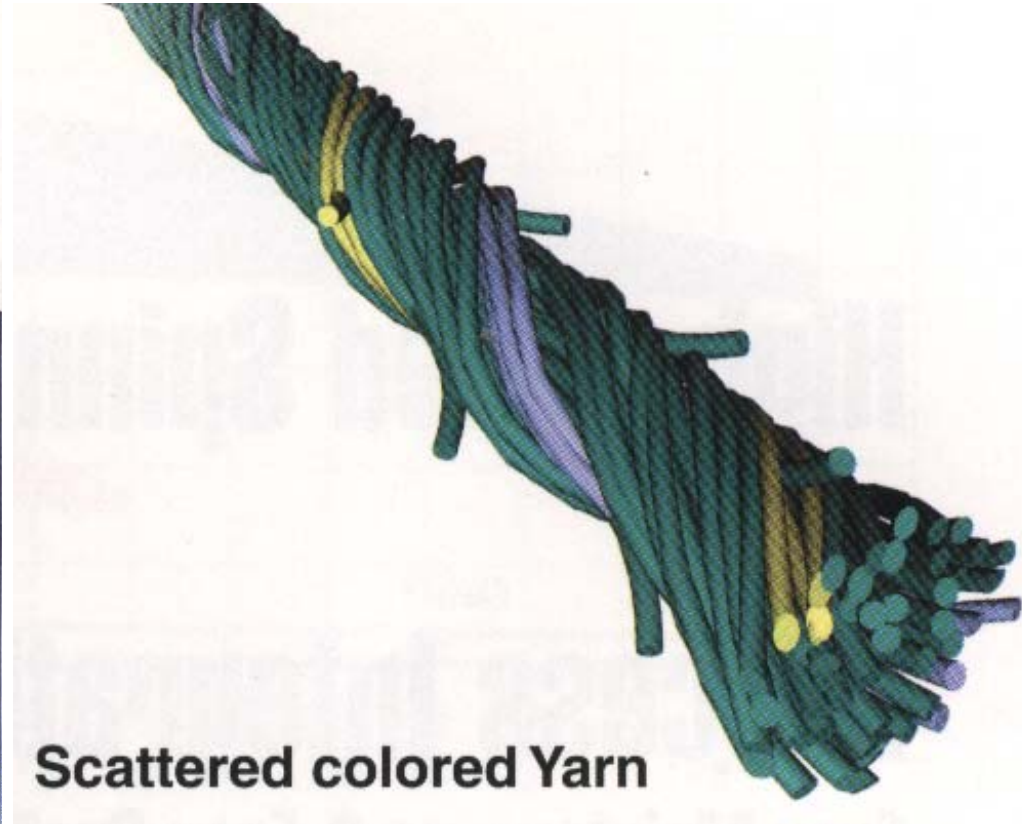
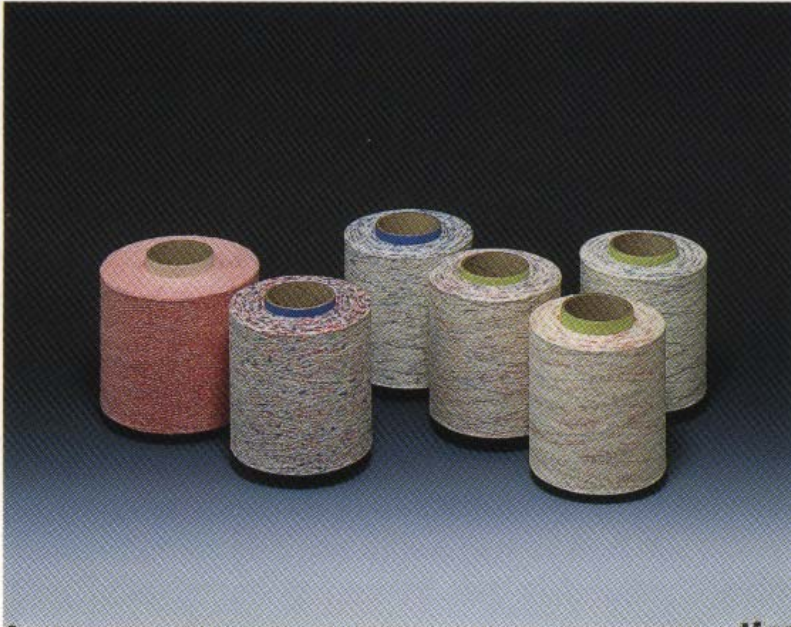


喷气闪色纺纱技术



喷气闪色纱

Splash yarn is a novelty yarn, which can be made easily by supplying colored yarns to each part of a draft. Thanks to the unique formation method, colored yarn is scattered through the yarn, giving you the possibility of creating new added-value yarn. The combinations and types have infinite potential.



Scattered colored Yarn

第一节 喷气纺纱成纱原理

三. 加捻过程及气流规律

(一) 喷嘴气流

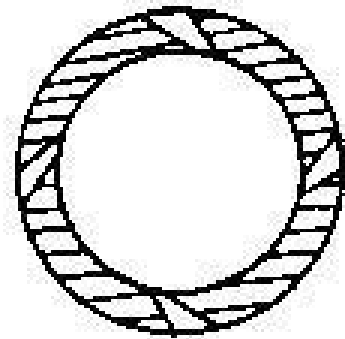
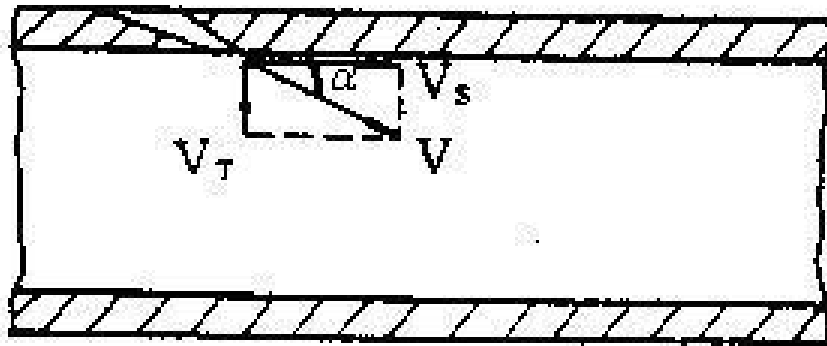
喷嘴有一定喷射角

喷嘴气流速度 V 可分解成两部分

$V_T = V \sin\alpha$, 使纱条旋转

$V_S = V \cos\alpha$, 使旋转涡流流场向前
推进, 推动纱条输出

加捻过程及气流规律



第一节 喷气纺纱成纱原理

三. 加捻过程及气流规律

(二) 气流配置与加捻

两个喷嘴气流回转方向相反

第一喷嘴为左旋，3~4孔，喷射角
 $45^\circ \sim 55^\circ$ ，气压 $2.0 \times 10^4 \sim 2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$

第二喷嘴为右旋，6~8孔，喷射角
 $80^\circ \sim 90^\circ$ ，气压 $2.5 \times 10^4 \sim 3.5 \times 10^4 \text{ Pa}$

第二喷嘴旋转的能量比第一喷嘴大

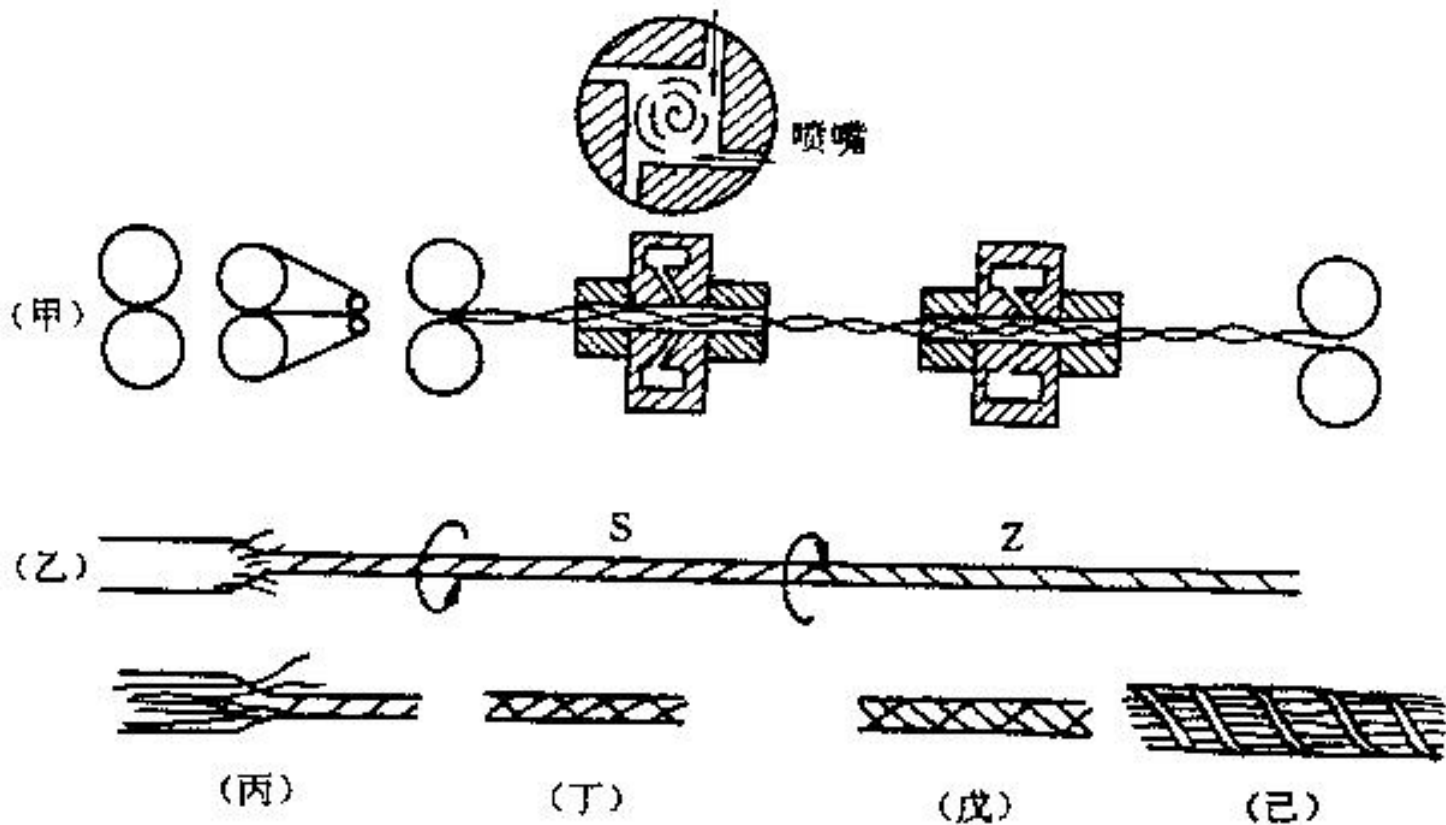
第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(一) 捻度获得

第一喷嘴流场中心为负压，将纤维束吸入。第一喷嘴至前罗拉钳口的一段纱条本应随第一喷嘴气流作左旋转，获得Z捻，但由于第二喷嘴气流是右旋，且旋转力量又远大于第一喷嘴，因此就迫使前罗拉到第一喷嘴间的纱条解捻并很快变为S捻。（乙、丙）

喷气纺成纱示意图



第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(一) 捻度获得

第二喷嘴到前罗拉整段纱条，沿第二喷嘴的回转方向高速回转，形成S捻纱芯。

第一喷嘴的作用是解开第二喷嘴施加的捻度，使前罗拉到第一喷嘴间的须条成为不断开的弱捻状态须条。

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(一) 捻度获得

由于前罗拉钳口到第一喷嘴的距离小于纤维主体长度，纤维头端到达第一喷嘴时，其尾端仍被前罗拉控制，因此是非自由端加捻。

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(一) 捻度获得

从前罗拉输出的须条有一定宽度，处于前罗拉钳口的边缘纤维会随纱条抖动和第一喷嘴使周围的气流转动，部分边缘纤维的头端变成半自由飘浮状态，称为开端纤维。（乙、丙）

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(一) 捻度获得

开端纤维在须条被吸入喷孔时不能及时吸入，未被加捻包入纱芯。当开端边缘纤维进入喷孔内时，会随第一喷嘴的旋转气流以Z方向包覆在有具有S捻的纱芯上。（丁）

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(一) 捻度获得

当纱条通过第二喷嘴输出时，纱芯S捻由于是假捻而进行退捻，要作逆方向回转，促使外表Z方向包覆纤维更紧密地包缠在纱芯上，成为具有Z捻包缠的包缠纱。（戊）

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(一) 捻度获得

边缘纤维的包缠，加大了纤维的向心压力，增加了纱芯纤维间的摩擦力，阻止了纤维滑移，形成具有一定强力的喷气纱。(己)

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(二) 喷气纺纱的必要条件

1. 在前罗拉出口处要均匀地产生相当数量的开端边缘纤维，因此，前罗拉输出的须条要有一定的宽度。

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(二) 喷气纺纱的必要条件

2. 第二喷嘴气流旋转方向必须与第一喷嘴的方向相反，且旋转的能量和速度要大于第一喷嘴，两者转速要有一个最佳匹配。

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(三) 两个喷嘴的主要作用

1. 第一喷嘴的主要作用

(1) 产生高速反向回转的气圈，控制前罗拉处须条的捻度，在前罗拉钳口处形成弱捻区，以利于边缘纤维的扩散和分离。

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(三) 两个喷嘴的主要作用

1. 第一喷嘴的主要作用

(2) 使开端纤维在第一喷嘴管道中作与纱芯捻向相反的初始包缠。

(3) 产生一定的负压，以利于引纱。

第一节 喷气纺纱成纱原理

四. 喷气纺纱成纱原理

(三) 两个喷嘴的主要作用

2. 第二喷嘴的主要作用

对纺纱段须条起积极的假捻作用，使整根须条呈现同向捻，在须条逐步退捻时获得包缠真捻。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

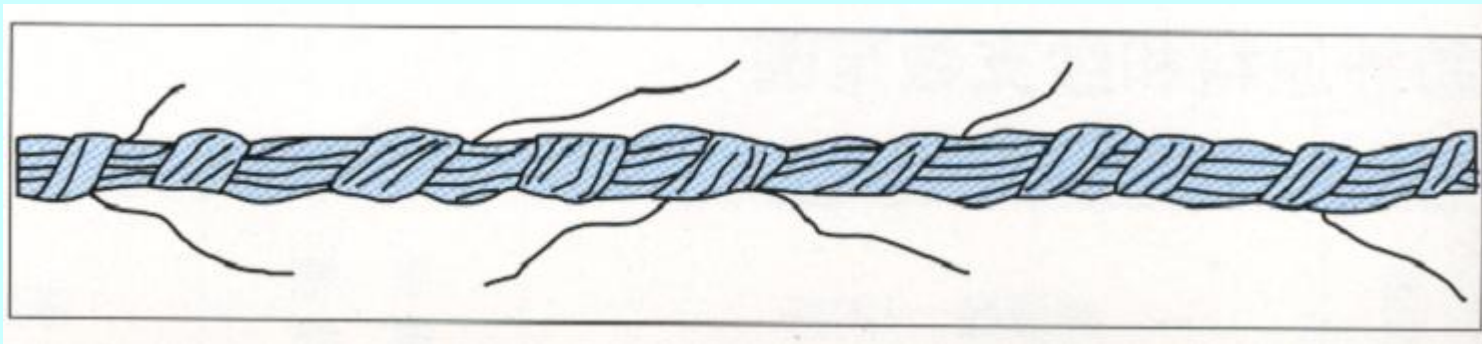
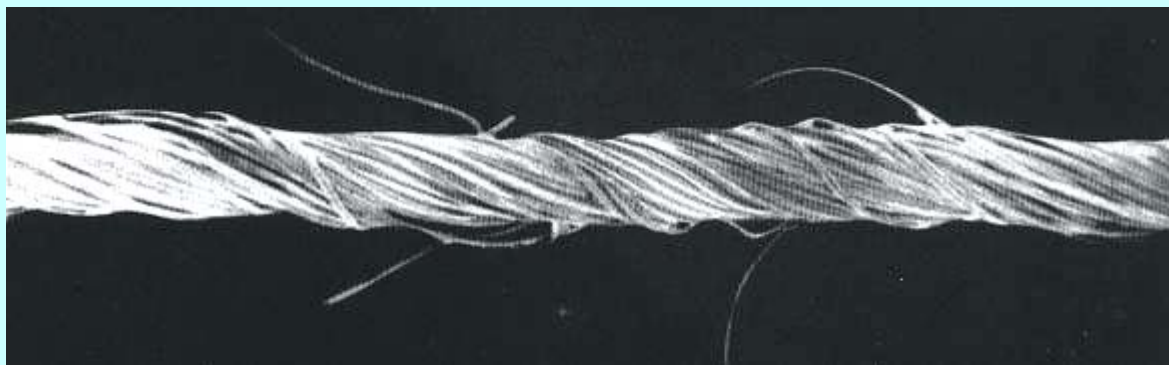
一. 喷气纱结构

喷气纱由纱芯和包缠纤维两部分组成:

(一) 纱芯

纱芯上捻度很少，只剩下少量假捻。
纱芯纤维存在有S向、Z向倾斜和无捻向的平行纤维。

喷气纱结构



第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

一. 喷气纱结构

喷气纱由纱芯和包缠纤维两部分组成：

(二) 包缠纤维

包缠纤维对纱芯产生向心压力，增加纤维间的摩擦力和抱合力，使纱条获得强力。强力大小取决于包缠纤维的数量和纤维长度以及包缠捻回角的大小。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

二. 喷气纱性能

(一) 断裂强度

低于同规格环锭纱。

低10%

强度不匀率低于同规格环锭纱。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

二. 喷气纱性能

(二) 断裂伸长率

优于同规格环锭纱。

(三) 条干均匀度

优于同规格环锭纱。

粗节、细节均少于同规格环锭纱。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

二. 喷气纱性能

(四) 毛羽

3 mm以上长毛羽少于同规格环锭纱，短毛羽多于同规格环锭纱断裂伸长率。

(五) 耐磨性

总耐磨性优于同规格环锭纱，纱有明显的方向性，纱间的摩擦系数大于环锭纱。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

二. 喷气纱性能

(六) 蓬松度

直径粗于同规格环锭纱，纱体蓬松，手感厚实，但较粗糙，光洁稍差。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

三. 喷气纱织物性能

(一) 拉伸强力

喷经喷纬织物的拉伸强力不低于环经环纬织物，而且喷气纱织物的纬向强力还略大于环锭纱织物。

织物的强力不仅取决于单纱强力，还取决于纱线间的摩擦性能。由于喷气纱的摩擦系数大且条干均匀，因此织物的拉伸强力较高。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

三. 喷气纱织物性能

(二) 硬挺度

喷气纱织物比环锭纱织物硬挺。这是由喷气纱包缠捆扎的特殊结构造成的，可以通过柔软整理加以弥补。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

三. 喷气纱织物性能

(三) 厚度

由于喷气纱比同特数环锭纱粗，若织物密度相同，则喷气纱织物就比较厚实。因此，喷气纱织物的密度应相应地稀一些，可减少用纱量。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

三. 喷气纱织物性能

(四) 透气性

喷气纱织物的透气性比环锭纱织物好，这是由于喷气纱表面长毛羽少的缘故。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

三. 喷气纱织物性能

(五) 耐磨性

虽然喷气纱强力较低，且纱有方向性，但由于是包缠成纱且纱间摩擦系数较高，所以织物的耐磨性明显优于环锭纱织物。

(六) 染色性

吸色好于环锭纱织物，色泽浓艳。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

四. 喷气纺纱产品简介

(一) 床上用品 (床单, 被套, 床罩和枕套等)

利用喷气纱条干好、硬挺的特点, 可获得布面匀整, 手感厚实、挺括的效果。而且因短毛羽多, 故棉型感强, 外观丰满, 同时具有一定的吸湿性。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

四. 喷气纺纱产品简介

(二) 外衣或风雨衣

利用喷气纱织物的良好透气性，制作外衣或经防水处理后作风雨衣，厚实、挺括、透气性好，耐磨性好，无论手感、外观、服用舒适性均优于环锭纱织物。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

四. 喷气纺纱产品简介

(三) 仿麻类织物

利用喷气织物的硬挺、粗糙等优点，将其加工成仿麻类织物尤为合适。可加工成夏令童装、衬衫，既挺括又耐磨，衬衫不易磨坏起毛。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

四. 喷气纺纱产品简介

(四) 股线织物

制成工作服，其耐磨等服用性能优于环锭纱织物。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

四. 喷气纺纱产品简介

(五) 薄型织物

利用喷气纺可纺低线密度涤棉混纺纱、喷气纱摩擦系数大和吸湿性较好的特点，可制织夏季衣料及装饰织物。

第二节 喷气纱结构和纱、织物的性能

四. 喷气纺纱产品简介

(六) 针织品

由于喷气纱包缠捻度稳定，故针织性能好，针织物不易歪斜，且条干好。但手感较硬，宜作运动衣和外衣，如作内衣需进行软化处理。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

一. 喷射角

(一) 喷射角变化的影响

喷射角 α 减小， V_S 将增大，轴向吸引力增大，但切向分量 V_T 将减小，对纱条加捻不利。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

一. 喷射角

(二) 喷射角的变化范围

为了既要有一定的吸引前罗拉输出纤维的能力，又要有较大的旋转速度，第一喷嘴的喷射角在 $45^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 范围内，第二喷嘴的喷射角在 $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 范围内，以接近 90° 为宜。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

二. 纱道直径与长度

(一) 纱道直径

1. 要求

为了获得较高的纱条气圈转速，尽量选择较小的纱道直径。但是还要考虑到所纺纱的粗细，要能使纱条在纱道内有足够的空间旋转。细特纱，纱道直径可小些；粗特纱，纱道直径应大些。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

二. 纱道直径与长度

(一) 纱道直径

2. 范围

第一喷嘴的纱道直径一般为2~2.5 mm。为了使纱条在喷嘴内形成稳定的气圈，提高包缠效果，减小排气阻力，第二喷嘴的纱道横截面积应逐渐扩大，设计成有一定的锥度，一般进口端直径为2~3 mm，出口端直径为5~7 mm。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

二. 纱道直径与长度

(二) 纱道长度

1. 要求

纱道长度设计以稳定旋涡和气圈为原则。

2. 范围

第一喷嘴纱道长度大约为10 ~ 12 mm, 第二喷嘴纱道长度为30 ~ 50 mm。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

三. 喷孔直径与孔数

(一) 影响

1. 相互影响

喷孔直径与孔数相互制约，因为当流量保持恒定时，增加孔数就意味着要减小孔径。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

三. 喷孔直径与孔数

(一) 影响

2. 喷孔数量的影响

喷孔数量将影响纱道截面上流场的均匀度。喷孔少，流场的均匀度就较差，纱条在既定断面上受到的涡流强度就会发生变化。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

三. 喷孔直径与孔数

(一) 影响

2. 喷孔数量的影响

在保持流量恒定的情况下，适当增加喷孔数，不仅有利于纱条气圈速度的稳定，还能略微提高气圈的转速。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

三. 喷孔直径与孔数

(一) 影响

3. 喷孔直径的影响

喷孔直径越小，对气流的纯净度要求就越高，对喷孔的加工精度要求也越高。应当综合考虑加工技术条件等因素，然后决定孔径和孔数。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

三. 喷孔直径与孔数

(二) 范围

1. 一般原则

喷嘴纱道横截面积与喷孔总横截面积之比一般不能小于5，否则纱道中气流速度会过高，不利于纺纱。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

三. 喷孔直径与孔数

(二) 范围

1. 一般原则

一般地，喷孔直径与纱道直径之比不大于1:4，通常以1:6左右较为合适。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

三. 喷孔直径与孔数

(二) 范围

2. 范围

第一喷嘴喷孔直径 $0.3 \sim 0.5$ mm时, 喷孔数 $2 \sim 6$ 个。

第二喷嘴喷孔直径 $0.35 \sim 0.5$ mm时, 喷孔数 $4 \sim 8$ 个。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

四. 中间管

(一) 作用

气压的波动和条干的不均匀，都能引起气圈的不稳定。中间管起抑制气圈形态和阻止捻度传递的作用。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

四. 中间管

(二) 设计原则

为减小排气阻力和增加周向摩擦阻力，增加对气圈的撞击作用，使之有利于前钳口处须条扩散成头端自由纤维，中间管内壁常设计成沟槽形式，有直线式和螺旋式两种。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

四. 中间管

(三) 范围

直线式沟槽：3~8条，常采用4条，槽深0.5 mm，槽宽0.5 mm。

中间管内径为第一喷嘴纱道直径的80%~90%。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

四. 中间管

(三) 范围

中间管总横截面积大于纱道横截面积，以利于排气。

中间管长度以5 mm左右为宜。喷孔至中间管的距离为3 ~ 6 mm，以保证旋涡完整。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

五. 喷嘴吸口

(一) 作用

喷嘴吸口需保持一定的负压，以利于吸引纤维和纱条，还起控制和稳定气圈的作用。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

五. 喷嘴吸口

(二) 范围

内径1 ~ 1.5 mm。第一喷嘴吸口长度6 ~ 15 mm，第二喷嘴吸口长度大于5 mm。

第三节 喷嘴结构参数及其对成纱质量的影响

六. 第一喷嘴与第二喷嘴的间距

(一) 影响

两喷嘴间距会影响气圈的稳定性。

(二) 范围

如果两级喷嘴是分离式的，可以适当调整两者的间距来达到正常纺纱的目的，可调范围4~8 mm，通常采用5 mm。

第四节 喷气涡流纺纱简介

一. 喷气涡流纺纱技术的产生背景

(一) 传统喷气纺纱技术的局限

只限于纺制纯涤和涤棉混纺纱。

纺制纯棉纱，其强度仅为环锭纱的
60%。

(二) 开发企业

1997年，日本村田公司（Murata）。

第四节 喷气涡流纺纱简介

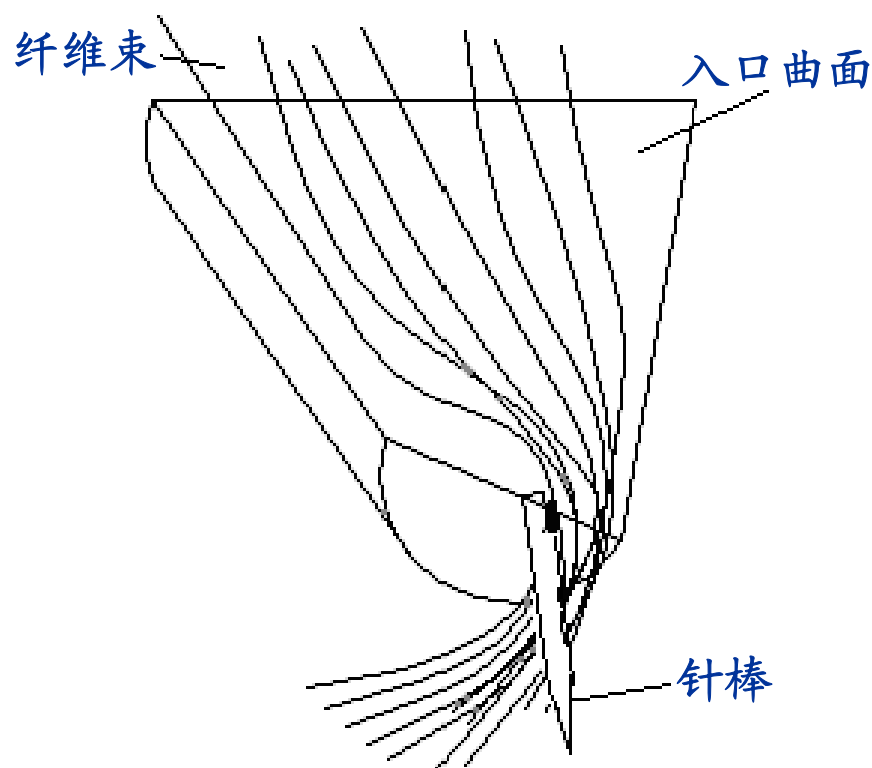
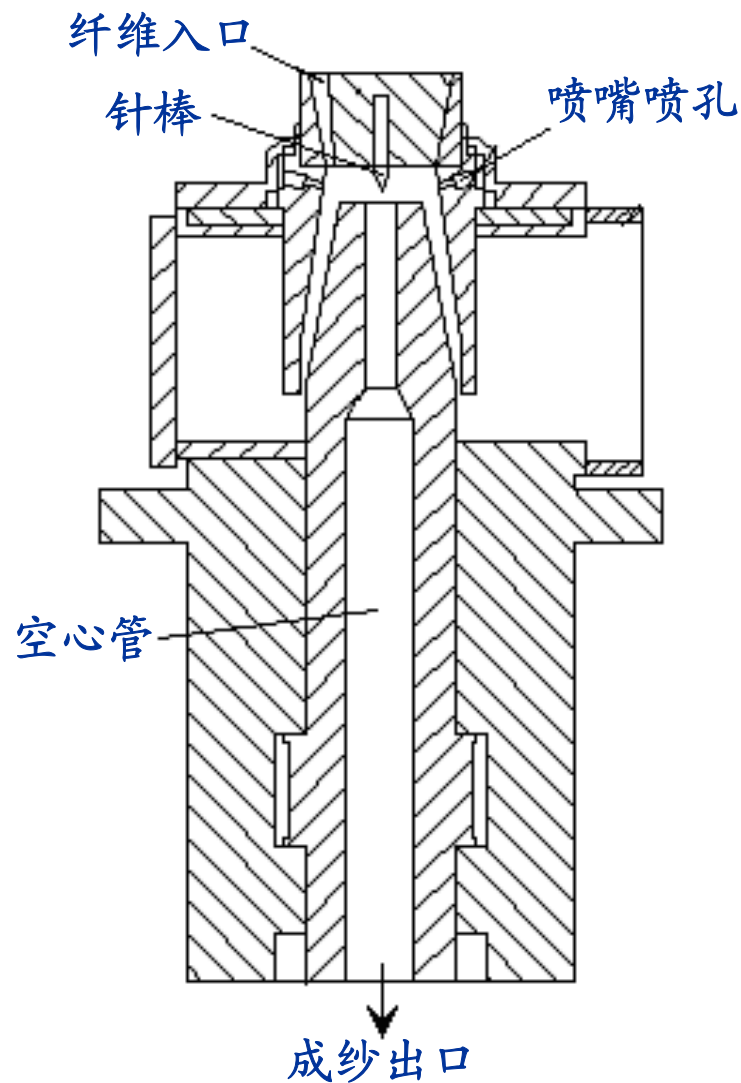
二. 喷气涡流纺纱技术的喷嘴结构与成纱原理

(一) 喷嘴结构

主要组成部分:

纤维入口、针棒、喷嘴喷孔、空心管、
成纱出口

喷气涡流纺的喷嘴结构示意图



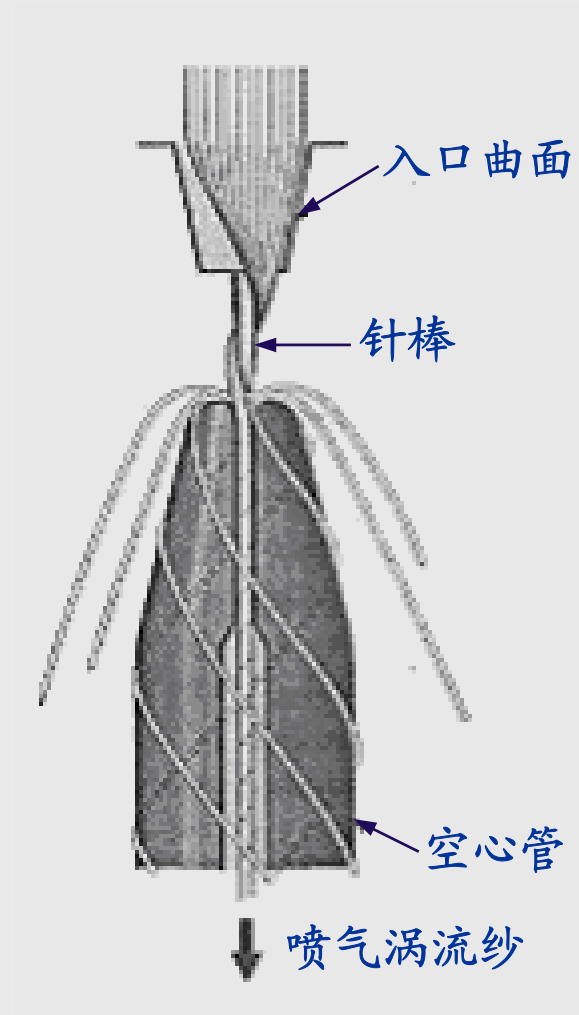
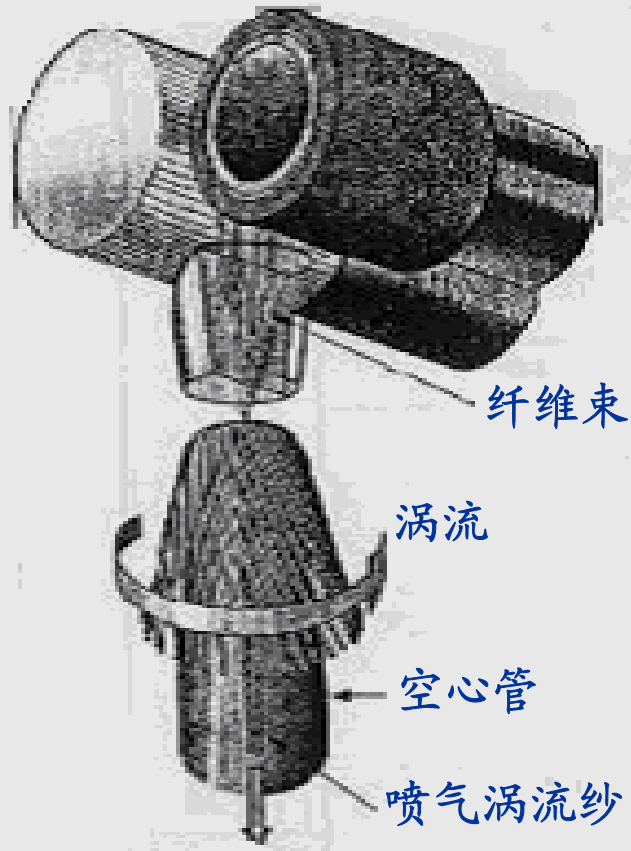
第四节 喷气涡流纺纱简介

二. 喷气涡流纺纱技术的喷嘴结构与成纱原理

(二) 成纱原理

前罗拉输出的须条进入喷嘴后，沿入口处螺旋表面运动，由于针棒的摩擦阻力，捻度无法传递到前钳口下的须条上。须条中的纤维头端以较高速度进入空心管，而尾端则倾倒在空心管外壁的锥面上，随着纱条输出，在涡流作用下逐步加捻成纱，被吸入空心管输出。

喷气涡流纺的成纱过程



第四节 喷气涡流纺纱简介

三. 喷气涡流纱结构与性能

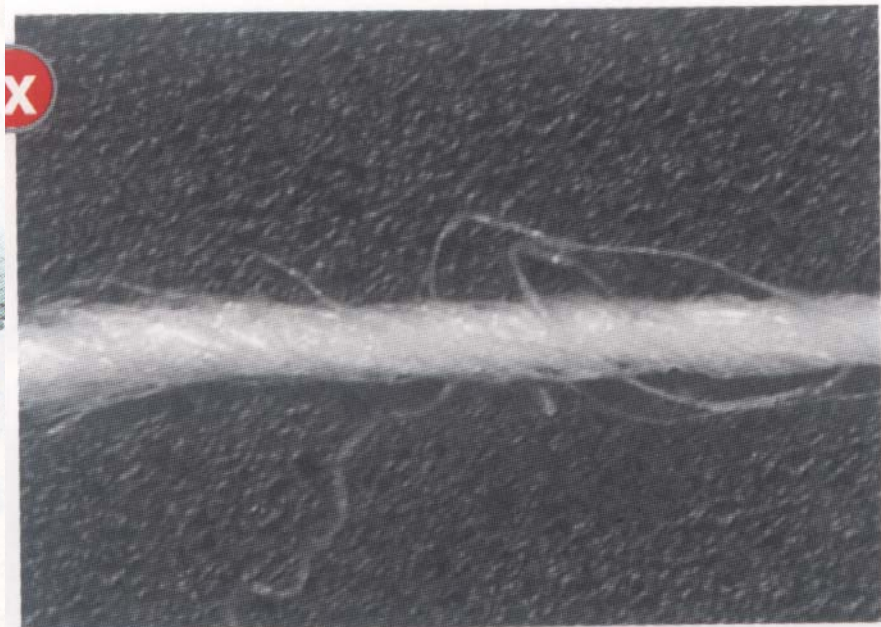
(一) 喷气涡流纱结构

由平行（芯）组分和（外）螺旋包缠组分组成。

多根纤维的头端（占纤维长度的很少部分）连续排列成纱芯中的平行组分。

纤维尾端以螺旋形式包缠在平行组分外。

喷气涡流纱结构



第四节 喷气涡流纺纱简介

三. 喷气涡流纱结构与性能

(一) 喷气涡流纱结构

与传统喷气纱相比，包缠程度大大提高。

包缠纤维占全部纤维比例：

传统喷气纱为20% ~ 25%

喷气涡流纱为60%

第四节 喷气涡流纺纱简介

三. 喷气涡流纱结构与性能

(二) 喷气涡流纱性能

1. 断裂强度

略低于同规格环锭纱。

2. 断裂伸长率

略高于同规格环锭纱

第四节 喷气涡流纺纱简介

三. 喷气涡流纱结构与性能

(二) 喷气涡流纱性能

3. 条干均匀度

低于同规格环锭纱。

4. 毛羽

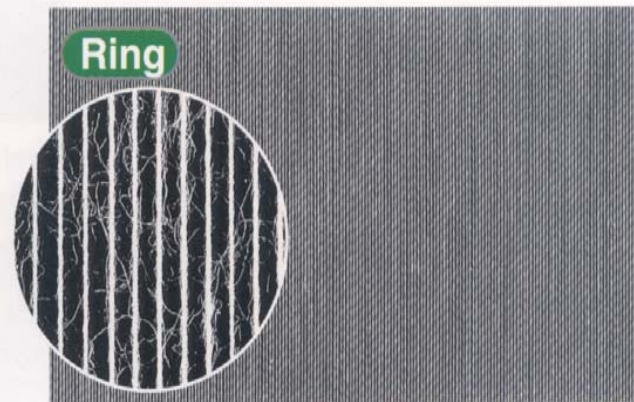
少于同规格环锭纱，织物外观清晰。

喷气涡流纱毛羽性能



Vortex

Ne38/1 (16/1tex) Carded cotton of Vortex



Ring

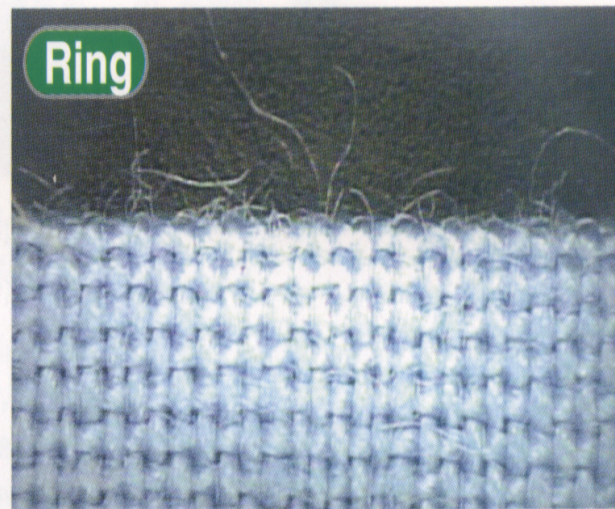
Ne38/1 (16/1tex) Combed cotton of Ring yarn

Photographed by the digital high-vision microscope BS-8700



Vortex

Ne38/1 (16/1tex) Carded cotton sheet of Vortex



Ring

Ne38/1 (16/1tex) Combed cotton sheet of Ring yarn

喷气涡流纱织物起球性能

Weaving fabrics



Ne41/1 (14/1tex) PE50/C50
200-count sheet
of Vortex



Ne41/1 (14/1tex) PE50/C50
200-count sheet
of Ring

Knitting fabrics



Ne30/1 (20/1tex) PE50/C50
Single Jersey
of Vortex



Ne30/1 (20/1tex) PE50/C50
Single Jersey
of Ring

喷气涡流纱织物抗洗涤损伤性能

After five laundry sessions – knitting fabrics (Rib)

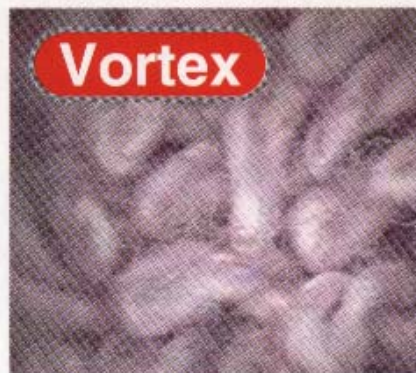


Ne40/1 (15/1tex)
Rayon 100% of Vortex



Ne40/1 (15/1tex)
Rayon 100% of Ring yarn

After five laundry sessions – cotton 100% pile

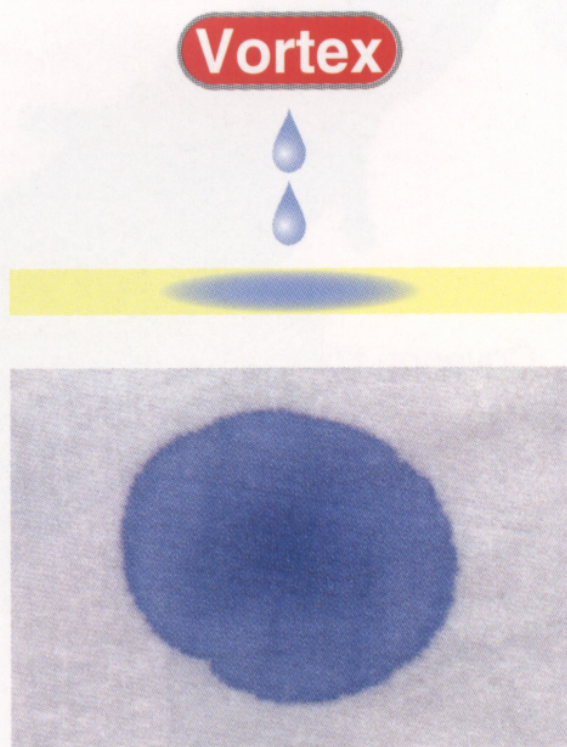


Ne13/1 (45/1tex)
Carded cotton of Vortex

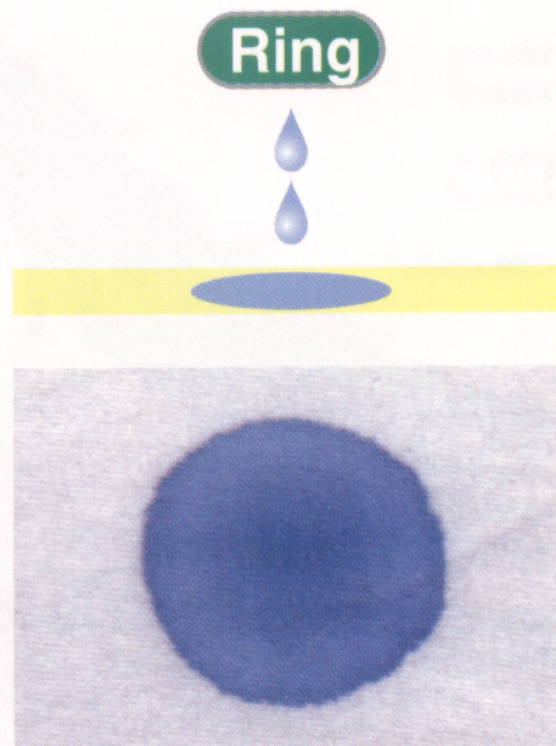


Ne13/1 (45/1tex)
Carded cotton of
OE-Rotor yarn

喷气涡流纱织物吸湿性能



Ne40/1 (15/1tex)
PE50/C50 of Vortex



Ne40/1 (15/1tex)
PE50/C50 of Ring yarn