

第四章 摩擦纺纱

第一节 摩擦纺纱成纱原理

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

- ◆ 摩擦纺纱（**Friction spinning**），国内又称尘笼纺纱。
- ◆ 具有适纺原料范围广、产品种类多、单锭产量高、断头少等特点。
- ◆ 费勒博士（**Dr. Ernst Fehere**）于1973年发明，又称**DREF**纺。
- ◆ 以机械—空气动力相结合来吸附和凝聚纤维，借助摩擦回转作用对纱条进行加捻。

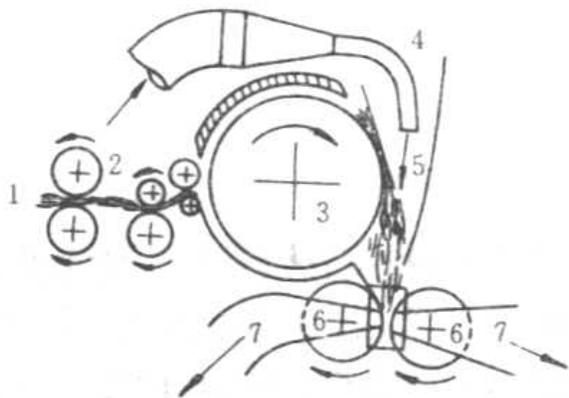
第一节 摩擦纺纱成纱原理

一. 摩擦纺纱工艺过程

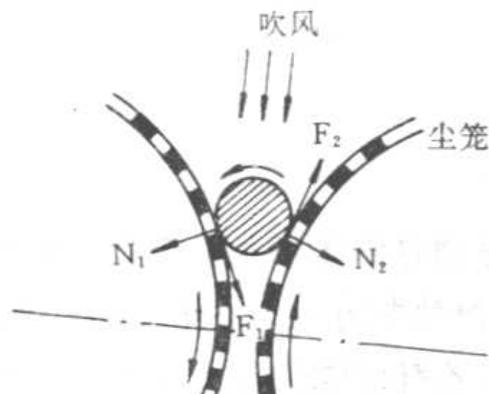
(一) DREF-II (自由端纺纱)

条子 → 牵伸装置 → 分梳辊 → 尘笼
→ 卷绕辊筒

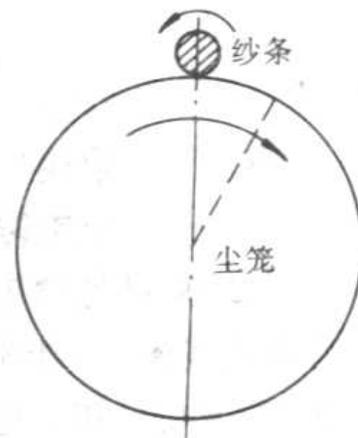
摩擦纺纱加捻过程



(甲)



(乙)

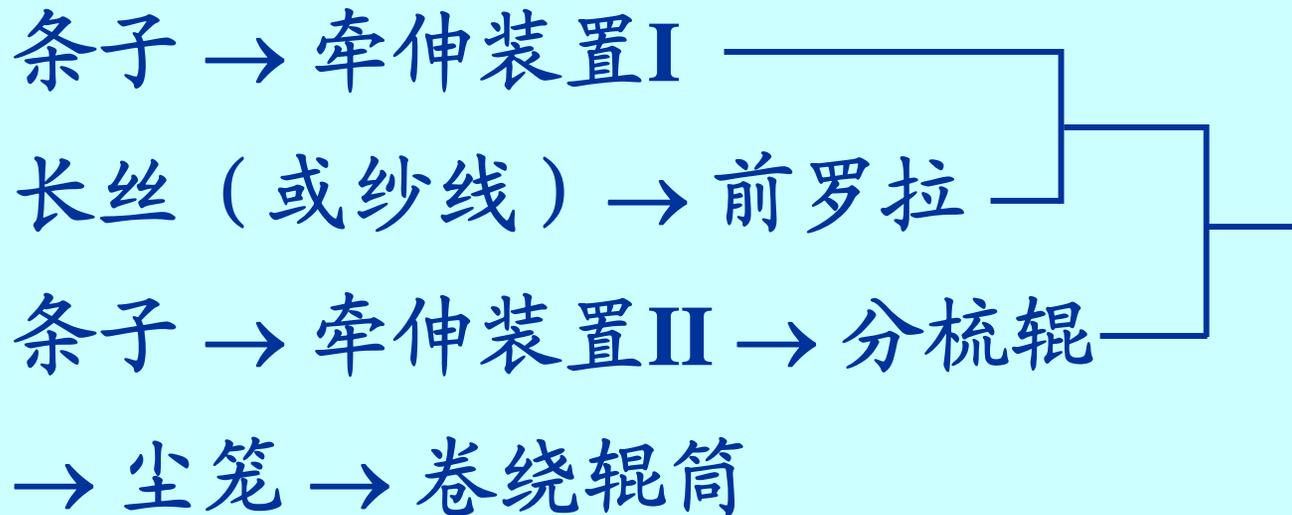


(丙)

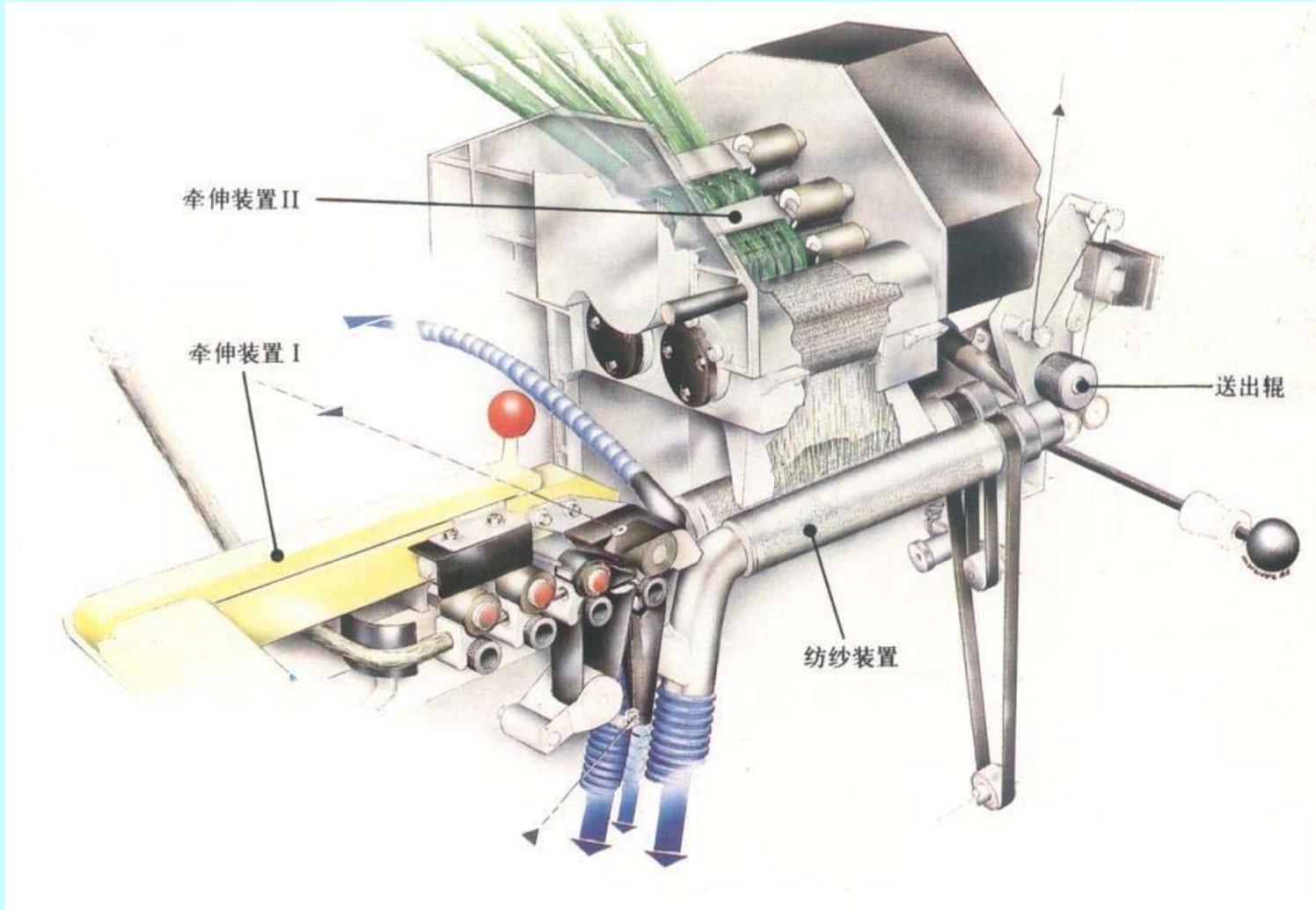
第一节 摩擦纺纱成纱原理

一. 摩擦纺纱工艺过程

(二) DREF-III (非自由端纺纱)



DREF-III 摩擦纺纱机



第一节 摩擦纺纱成纱原理

一. 摩擦纺纱工艺过程

(三) 加捻过程

几根纤维条同时喂入开松机构，被分梳成单纤维状态，再由输送管送到两个吸气尘笼之间的楔形区内（或单一尘笼吸气，另一尘笼实心），凝聚成须条，两尘笼同向回转，对须条进行搓动。纱的输出方向与纤维喂入方向相互垂直。

第一节 摩擦纺纱成纱原理

一. 摩擦纺纱工艺过程

(三) 加捻过程

尘笼内有吸气胆，吸气口对准楔形区内的须条，角度可根据纺纱特数进行调节。

两尘笼有10%的转速差，可防止纱条在搓动时产生轴向跳动。

第一节 摩擦纺纱成纱原理

一. 摩擦纺纱工艺过程

(三) 加捻过程

纱条在尘笼表面摩擦力 F_1 、 F_2 作用下，绕自身轴线回转而加上捻度。摩擦力的大小由吸力 N_1 、 N_2 和尘笼表面摩擦系数 μ 决定。

第一节 摩擦纺纱成纱原理

二. 摩擦纺纱加捻特点

尘笼直径40 ~ 80 mm，纺制的纱条直径0.2 ~ 0.6 mm，两者之比约为100:1。尘笼每转可加给须条100个捻回。

尘笼转速一般为3000 r/min，一分钟内可加给纱条300000个捻回，即使打滑损失50%，也要有150000个捻回。

第一节 摩擦纺纱成纱原理

二. 摩擦纺纱加捻特点

纱条捻度根据品种要求是一定的，这就使得纺纱速度大大提高（200 m/min左右）。这种纺纱属于低速高产。

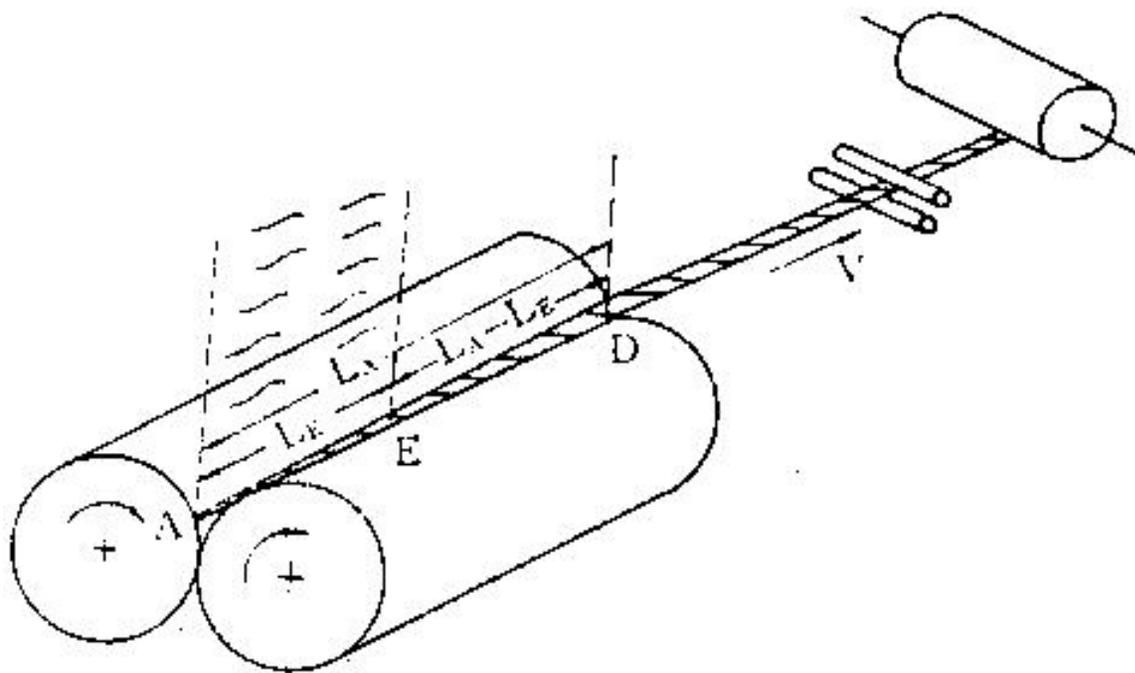
第一节 摩擦纺纱成纱原理

三. 摩擦纱捻度分布

(一) 成纱段捻度

$L_A - L_E$: 纱条已成形, 没有纤维再添加, 只随尘笼搓动。

捻度分布



摩擦纺纱尾加捻示意图

第一节 摩擦纺纱成纱原理

三. 摩擦纱捻度分布

(一) 成纱段捻度 $\frac{d\theta}{dx}$

$$T = \frac{1}{2\pi} \times \frac{d\theta}{dx} = \frac{1}{2\pi} \times \frac{\frac{d\theta}{dt}}{\frac{dx}{dt}} = \frac{1}{2\pi} \times \frac{\omega_y}{V} = \frac{V_D}{2\pi R_y V}$$

式中, ω_y —— 纱条回转角速度;

R_y —— 纱条半径;

V_D —— 尘笼表面线速度;

V —— 纱条输出速度。

第一节 摩擦纺纱成纱原理

三. 摩擦纱捻度分布

(一) 成纱段捻度

考虑加捻效率，纱条表面层的捻度为

$$T = \frac{R_D n S}{R_y V}$$

式中， S ——打滑系数；

R_D ——尘笼半径；

n ——尘笼转速。

第一节 摩擦纺纱成纱原理

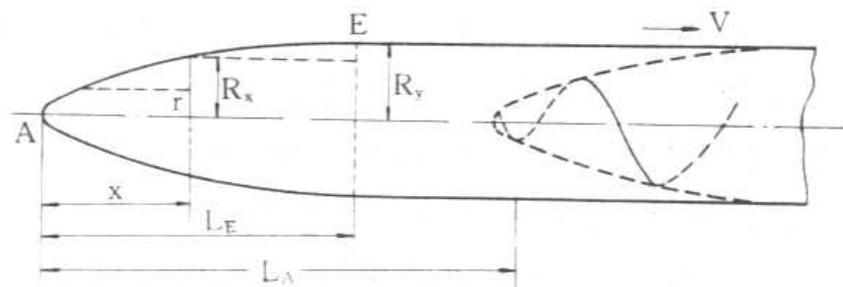
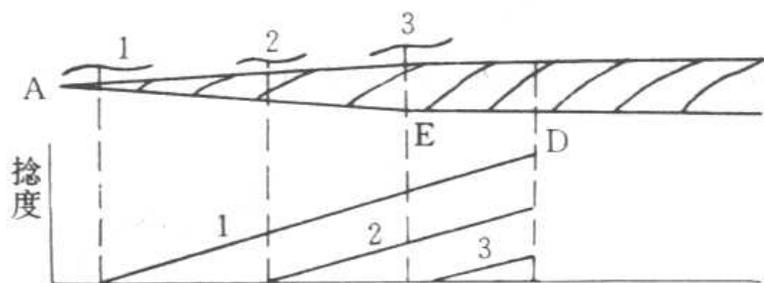
三. 摩擦纱捻度分布

(二) 纱尾梢段捻度

L_E : 纤维在此区段不断加入, 捻度连续获得。

纱尾梢形状近似为抛物线锥体, 新添加的纤维加在回转的锥体上。

纱尾捻度分布 纱尾梢的几何形状



第一节 摩擦纺纱成纱原理

三. 摩擦纱捻度分布

(二) 纱尾梢段捻度

若纤维添加在 $L_A = 0$ 处，纤维卷入纱芯，获得的捻回多。

若纤维添加在 $L_A = L_E$ 处，纤维包覆在表面，获得的捻回少。

这种加捻称为层捻。

第一节 摩擦纺纱成纱原理

三. 摩擦纱捻度分布

(二) 纱尾梢段捻度

纺出纱条截面任一层的捻度为

$$T_x = \frac{R_D n S}{V} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_y} \right)$$

第一节 摩擦纺纱成纱原理

三. 摩擦纱捻度分布

(二) 纱尾梢段捻度

从纱芯到纱表面层，捻度分布为内紧外松。捻度与纱条输出速度成反比，与尘笼半径、尘笼转速、打滑系数成正比。

第一节 摩擦纺纱成纱原理

三. 摩擦纱捻度分布

(二) 纱尾梢段捻度

捻向取决于尘笼转向。

打滑系数与尘笼的真空度和尘笼表面状态（摩擦系数）有关。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(一) 组分分层结构

1. 成因

摩擦纺纱过程中，纤维沿着成纱输出方向在尘笼凝聚区内逐渐被添加并捻入锥形纱尾，因此摩擦纱具有从纱芯到外层逐层包覆的分层结构。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

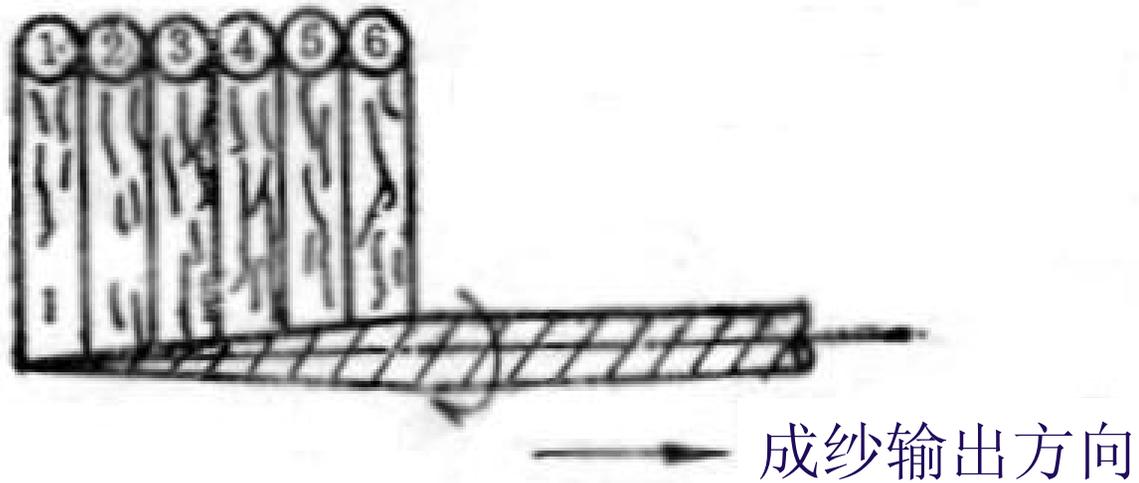
一. 摩擦纱结构

(一) 组分分层结构

2. 例子

条子①中的纤维落在凝聚区的起点，成为成纱最内层的纱芯。条子②、③、④、⑤中的纤维依次逐层凝聚包覆。条子⑥中的纤维最后加入纱尾，形成成纱的最外层。

摩擦纱组分分层结构的形成



第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(一) 组分分层结构

3. 优点

从里到外逐层包覆的组分分层结构为摩擦纺纱产品品种的多样化以及合理利用原料性能等奠定了基础。在这方面其它纺纱方法相形见拙。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(二) 捻度分层结构

1. 成因

被加捻的纱尾由圆柱段和圆锥段两部分组成。加捻过程中，圆锥段纱尾一面被摩擦加捻，一面又不断凝聚纤维，并将它们捻入纱中。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(二) 捻度分层结构

1. 成因

圆锥段纱尾不断进行着凝聚——加捻、再凝聚——再加捻直至最后成纱的动作。因内层须条加捻较早，外层加捻较晚，故内层捻度比外层大，从而形成了摩擦纱特有的径向捻度分布。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(二) 捻度分层结构

1. 成因

实际生产中摩擦元件对纱条加捻区长度都大于纱尾长度，使成纱外部加上足够的捻度，但摩擦纱捻度分层结构依然存在，致使成纱内紧外松、毛羽多。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(二) 捻度分层结构

2. 捻度分布的不规则性

纤维进入凝聚区与纱尾接触时伸直度差，排列紊乱，捻入纱尾的时间与位置不稳定，加捻时摩擦条件变化。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(二) 捻度分层结构

2. 捻度分布的不规则性

造成捻度测试、分析及控制方面的困难。目前生产中大多凭实际经验来比较和控制捻度。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(三) 纤维在摩擦纱中的排列形态

1. 现象

摩擦纱中纤维排列不规则，对折、打圈、弯钩纤维较多，其数量远多于转杯纺，更多于环锭纺。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(三) 纤维在摩擦纱中的排列形态

2. 原因

摩擦纺在单纤维输送过程中没有伸直纤维和控制纤维运动的机构，也不像转杯纺那样在进入高速回转的凝聚槽时有进一步伸直排列的效果。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(三) 纤维在摩擦纱中的排列形态

2. 原因

它仅靠气流输送纤维，难以保持和改善纤维伸直和定向排列程度。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(三) 纤维在摩擦纱中的排列形态

2. 原因

纤维在到达纱尾直至被捻入的过程中，各根纤维头尾接触纱尾的时间与位置以及纤维倾斜于纱轴的程度都不一样，纤维与纱尾接触时在纱轴方向的运动速度要比成纱输出速度高得多。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

一. 摩擦纱结构

(三) 纤维在摩擦纱中的排列形态

2. 原因

摩擦纺属于低张力纺纱，其纺纱张力仅为环锭纺和转杯纺的10%~50%。所以，成纱时纤维内外转移困难，纱中纤维平行伸直度差，弯折纤维数量较多，成纱紧密度低。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

二. 摩擦纱性能

(一) 断裂强度

1. 特点

断裂强度为同规格转杯纱的85%，
环锭纱的70%。

强度不匀率低于同规格转杯纱，高于
环锭纱。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

二. 摩擦纱性能

(一) 断裂强度

2. 原因

摩擦纱中纤维排列紊乱，平行伸直度差，因此纤维长度利用系数小。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

二. 摩擦纱性能

(一) 断裂强度

2. 原因

摩擦纱中圆柱形和圆锥形螺旋纤维少，纤维间径向压力低，拉伸过程中纤维间摩擦力小，易引起相互滑移，各种纤维断裂的不同步性大。。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

二. 摩擦纱性能

(二) 条干均匀度

1. 特点

优于同规格环锭纱和转杯纱。

2. 原因

棉结、粗节少。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

二. 摩擦纱性能

(三) 外观质量

1. 特点

表面丰满、蓬松，吸湿性、染色性、手感均较好。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

二. 摩擦纱性能

(三) 外观质量

2. 原因

摩擦纱在纺纱过程中属于小张力纺纱，纤维在纱中排列紊乱。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

二. 摩擦纱性能

(四) 耐磨性

1. 特点

次于转杯纱。

2. 原因

毛羽多而长，纱直径粗，纱体蓬松。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

三. 摩擦纱织物性能

(一) 强力

1. 特点

摩经摩纬织物 < 摩经转纬、转经摩纬织物 < 转经转纬织物

2. 原因

摩擦纱强度低于同规格转杯纱。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

三. 摩擦纱织物性能

(二) 经纬纱强力利用系数

1. 特点

摩经摩纬织物 > 转经转纬织物

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

三. 摩擦纱织物性能

(二) 经纬纱强力利用系数

2. 原因

摩擦纱弱环多，交织对弱环有弥补作用。

摩擦纱毛羽多，纱体蓬松，交织后相互摩擦增强，有利于提高强力利用系数。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

三. 摩擦纱织物性能

(三) 耐磨性

1. 特点

摩经摩纬织物 > 转经转纬织物

2. 原因

摩擦纱粗、厚。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

三. 摩擦纱织物性能

(四) 起球性

1. 特点

摩擦纱织物易起球。

2. 原因

摩擦纱长毛羽多。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

四. 摩擦纺纱产品简介

(一) 概述

摩擦纺适纺范围广，既可纺常规的天然纤维和化学纤维，还可纺碳纤维、芳纶等功能性纤维，更可利用下脚纤维低档原料纺制高线密度纱。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

四. 摩擦纺纱产品简介

(一) 概述

摩擦纺的另一特点是能纺制多种包芯纱，如用复丝、单丝、弹力丝、氨纶丝作为纱芯的包芯纱均各有特色。

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

四. 摩擦纺纱产品简介

(二) 产品简介

1. 地毯（家用、军用、医用、宾馆、野营等）
2. 用废料制成的清洁用布及拖把等
3. 地毯基布及地毯组织纱线
4. 室内装饰织物

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

四. 摩擦纺纱产品简介

(二) 产品简介

5. 涂层用织物

6. 军用和民用帆布

7. 石棉替代物（防护服、手套、衬垫、包装布、离合器及刹车衬里、防火织物等）

8. 绳索、包装、制鞋业等用纱线

第二节 摩擦纱结构和纱、织物的性能

四. 摩擦纺纱产品简介

(二) 产品简介

9. 液体过滤材料

10. 用于运输传送带等的高强度纱线

11. 特种地毯（手工机织和手工编织）

12. 外套及休闲织物（粗旷型）

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

一. 尘笼转速

(一) 影响

尘笼转速高，则成纱捻度也大，从而使成纱强度得以提高。

尘笼转速过高，会使加捻效率下降，反而会影响成纱捻度。

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

一. 尘笼转速

(二) 纺麻

纺麻纤维时，因为纤维比较粗硬，不易加捻，所以尘笼转速可偏大一些，一般为2800 ~ 3500 r/min。

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

二. 尘笼吸气负压

(一) 影响

1. 吸气负压增加，纱条被尘笼吸附紧密，尘笼对纱条的摩擦力增加，加捻效率提高，成纱紧密度增加。

2. 过大的真空度容易使纱尾过于紧贴尘笼表面，而不够自由，阻碍其回转加捻，反而使加捻效率下降。

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

二. 尘笼吸气负压

(二) 调节

1. 尘笼吸气负压的调节，可通过调节前、后两个尘笼内的节流环内径来实现。

2. 为了获得较好的加捻效果，一般应使前尘笼的吸气负压大于后尘笼。

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

二. 尘笼吸气负压

(二) 调节

3. 当所纺纱特数较低时，纺纱加捻效率下降，吸气负压应增加。

4. 吸气负压适当增加，对改善成纱条也有利。

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

三. 出纱速度

(一) 影响

1. 出纱速度增加，加捻效率下降，则成纱捻度减少，从而导致成纱强度降低。。
2. 出纱速度增加，成纱区并合作用减弱，从而使成纱条干恶化。

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

三. 出纱速度

(二) 调节

1. 纺麻等粗硬纤维时，出纱速度应偏低控制。
2. 成纱特数过低或过高时，出纱速度也应偏低些。
3. 纺麻纤维时，出纱速度应控制在100 ~ 120 m/min。

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

四. 喂入纤维条的排列次序

摩擦纱具有分层包覆结构，因此喂入纤维条的排列次序对成纱质量有较大影响。

用两根羊毛/兔毛/麻（70/10）下脚生条与一根中长涤/维（50/50）黑灰条在相同的工艺参数下喂入纺纱。

第三节 摩擦纺主要工艺参数对成纱质量的影响

四. 喂入纤维条的排列次序

当羊毛/兔毛/麻下脚生条作包覆层，而黑灰条作芯纤维时，成纱强度明显低于用黑灰条作包覆层，下脚生条作芯纤维纺制出的相同特数的纱。

这是因为里层捻度多，且是成纱强度的主要贡献者。对于不同颜色、不同性能的原料有意识地利用这种排列，也可产生出具有特殊风格和效应的花式纱。