

赴美工业用丝工艺、
设备、技术考察报告

(1989年2月15日~3月4日)

纺织部纺织科学研究院考察团

考察报告

一、概述：

经纺织部批准，由部纺织科学研究所五人和杭州第二化纤厂一人一行六人组成的工业用丝工艺、设备技术考察小组，于1989年2月15日至3月4日赴美国进行了技术考察。考察主要由同我院机械厂建立合作开发工业用丝纺牵联合机关系的美国詹姆士公司接待。

在美国活动的半个月中，我们访问了一家工业纤维生产厂家，六家设备制造厂家和一所大学。重点就我院同詹姆士公司合作生产的纺牵联合机有关工艺、设备问题进行了参观、考察，同詹姆士公司就该项目工艺、设备布局 and 主要关键部件的选用进行了技术协调，并请固相缩聚设备生产厂家P—K公司试验中心对考察组带去的仪征聚酯切片进行了固相缩聚试验。参观、探讨了该公司生产的固相缩聚装置的性能、能力，为杭州第二化纤厂选用该装置进行了技术上的了解，在纽约，考察组同ITD公司进行了接触，就可能合作开发的课题进行了探讨。

总之，通过这次考察，对美国工业用丝的主要生产工艺、设备有了进一步的了解，对合作开发工业丝纺牵联合机应采用的工艺、设备有了更深入的认识。经我方提出并力争，詹姆士公司同意，将原来他们一再坚持，我方认为存在问题的一区牵伸布局，改为二区

牵伸，使合作开发的设备在技术上更为妥善，同时，在产品适应范围上，也有新的拓宽，有利于提高该设备的市场竞争力。此外，在考察中对美方负责的关键部件和电气配套部分的制造厂家、产品规格、性能及质量进行了直接了解，对双方技术衔接和今后产品国产化研究提供了一定的参考条件。

现将考察的情况和我们的收获、体会、建议概要汇报如下：

二、参观、考察情况：

(一)、Hoechst Celanese公司的涤纶工厂

抵达美国之后，考察组首先访问了(Hoechst Celanese)赫克斯特·塞拉尼兹公司的涤纶工厂。我们由该公司国际市场部经理JOHN. C. Binnie先生陪同，参观了位于北卡罗来纳州，夏洛特市郊的涤纶工厂，并由该厂技术经理Kilminster、质量管理部负责人Ellis以及主管质量的工程师Hatchett三位先生作了具体的介绍。

Celanese公司是一家综合性很强的合成纤维生产厂家，它在美国、加拿大、墨西哥等地有多个工厂，生产多种化学纤维产品。我们参观的这个工厂，主要生产涤纶短纤维和涤纶工业用丝，还有少量供做PET瓶子用的聚酯切片出售。

1、工厂概况：

这个工厂的生产品种及能力为：

纤维品种	生产能力(万吨/年)	生产线数量(条)
涤纶短纤维	14.9	14

涤纶工业丝 7.7 13

聚酯切片 3.2 3

该厂原为英国的ICI公司和美国的Celanese公司合营，于1966年开工投产，引用ICI公司提供的技术，后规模和品种不断扩充，1982年，Celanese买下了CIC公司的股份，由其独立经营，1987年，西德Hoechst公司又购买了Celanese的产业，组成了现在的Hoechst-celanese公司，该工厂亦属现在的公司所有。该厂拥有雇员1998人，其中1730人为运转工人。全部工人分四班，每班工作12小时。

该厂所生产的涤纶工业丝的技术规格见下表，

产品型号 纤度(旦) 单丝根数 强力(克/旦) 伸长(%) 热空气(176℃)

干热收缩(%)

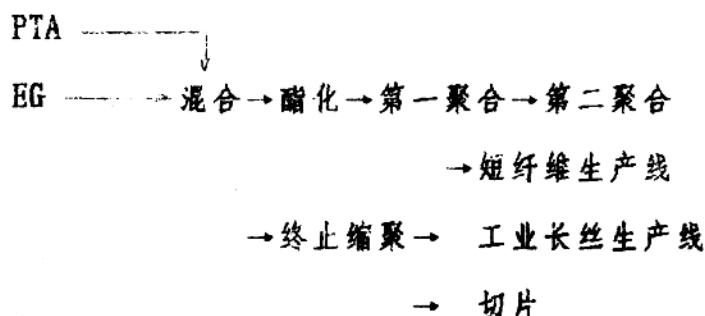
D-224	500	96	7.5	20.0	4.0
D-294	1800	279	8.0	22.0	6.0
T-785	840	74	8.7	12.0	15.0
	1000	192	9.0	12.0	13.0
T-787	840	192	7.5	24.0	4.0
	1000	192	7.5	24.0	4.0
T800/811	1000	192	8.9	12.0	13.0
T900/911	1300	192	8.9	12.0	13.0
T879	1000	192	7.6	20.0	3.5
T865	1000	192	8.5	11.5	11.0

T100/111 1000	480	8.25	9.5	10.5
D-202A 1000	192	8.5	20.0	6.0

上述产品主要用于制作轮胎帘子线、传送带、水龙带、汽车和飞机用的安全带以及工业用途的涂层织物等。其中75%加工成帘子布出厂，25%以丝筒形式销售出厂。

2. 生产工艺和设备技术特点：

(1)该厂为取得高的特性粘度的聚酯，采用了强化熔融缩聚过程来实现，不用固相缩聚。其缩聚的工艺过程如下：



缩聚终了的熔体大部分被直接输送到各个纺丝单元，进行直接纺丝。熔体的特性粘度值，主要在终止缩聚过程中控制。据介绍，缩聚后用于工业丝纺丝的熔体特性粘度可达0.95以上，经纺丝头到达喷丝板处的熔体特性粘度则大于0.87。整个聚合、缩聚过程中，熔体的停留时间约为12个小时。

(2)工业丝长丝纺丝生产采用纺丝—牵伸一步法生产工艺和设备。其工艺流程如下：

熔体输送→纺丝→上油→网络→两次拉伸 →

→定型、松驰→网络→卷绕→丝筒出厂

└→后整理

(并捻、整经、着色)

(3) 纺丝—牵伸设备特点:

A、采用熔体直接纺丝，无螺杆挤出机。熔体被直接输送到每个纺丝位，纺丝部位间距为1100mm，每个单元有八个纺丝位，每个纺丝位一个小纺丝箱，内装两只纺丝组件。

B、每个纺丝位装有一台立式计量泵传动装置。八个计量泵传动装置共有—个102KVA的大变频器带动(变频器频率:24~84HZ, 压频比:2.86, 输出电流:245A)。计量泵容量为10CC/r和15CC/r两种规格。

C、纺丝组件为上装式，侧压安装定位密封，组件外形为圆形，直径约 $\phi 220\text{mm}$ ，喷丝板直径约 $\phi 160\text{mm}$ ，喷丝孔环形排列，多数为192孔板，组件的正常压力约为105Kg/cm²，更换周期一般为三周。

组件下部有一个约300mm高的圆形缓冷加热套，采用电阻加热，其测温点位于上部1/3处。

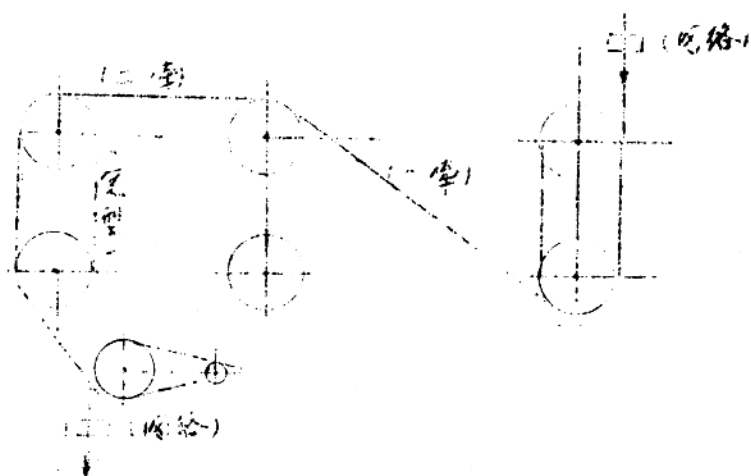
D、丝束冷却装置采用由内向外吹分环吹风，吹风高度仅为400mm，吹风元件为低阻尼烧结金属材料结构。

上油部分采用罗拉上油，位于牵伸卷绕机上方。

E、网络部分为压缩空气网络元件，它利用两次网络的工艺，

在牵伸前和牵伸后各设置一个。据介绍，第一次网络只有在品种需要时才使用。

F、该设备的牵伸辊排列与西德和瑞士的设备有所不同，它除了横向排列外，其松弛输出辊为单配分丝辊的形式。其排列示意如下图：



G、每个纺丝位配置两个Leesona968型半自动卷绕头，每个卷绕头只卷一个丝筒。卷绕速度为 $250\text{m}/\text{min}$ ，机械速度为 $3200\text{m}/\text{min}$ ，落筒间隔时间约为60分钟，卷重13~20公斤。卷绕废丝率为0.1%。

H、在参观中，我们也看到了计算机控制和管理系统已在该厂得到较好的应用。在几个显示屏上，操作人员可以清楚地看到整个聚合、纺丝过程中各种数据的实际值和变化，并可以很方便地修改各项设定数据。同时，计算机也将信息设在各机台的测试装置传递给操作人员，以便及时调整机器的运转状态，保障整个工艺流程平衡和产品质量稳定。

3、总的印象：

参观结束后，我们同该厂有关人员进行了座谈。我们对该厂总的印象是：

(1)该厂的纺丝设备从总体看实用、可靠、产品属于世界工业化生产较好水平。

(2)喷丝板孔环形排列，冷却吹风用内吹式环吹风是比较好的措施，可使丝条质量更为均匀。

(3)在座谈中，该厂技术人员强调了两区拉伸对产品质量更有保证。涤纶工业丝生产，采用两区拉伸工艺较为优越、稳妥。

(4)该厂的牵伸卷绕机上未装断丝监测和切丝，吸丝装置，这与西德和瑞士设备区别较大。他们认为，由于丝束旦较大，强力高，断头的情况极少发生，因此可以省去，只使用手提吸枪即可正常操作。

(5)采用Leesona968型工业丝卷绕头，可以适应大规模工业化生产。该卷绕头具有自动生头、气动顺序操作的功能，实用中废丝量并不大。该厂在布局上，使得落筒间隔时间合理，采用了大卷装。

(6)两次网络工艺可使得丝束有更好的抱合力，对于更粗旦的丝束，在进入牵伸前已具有适当密度的网络点，便于分头等。

(7)计算机应用于控制、数据处理和管理，充分发挥计算机在生产过程中的作用，摆脱其仅用于某项控制职能的低利用率的局面，是一个好的方向。

(8)为提高涤纶工业用丝和橡胶的抱合力，改善最终产品的质量。

该厂介绍纺丝过程中加入添加剂、整经过程加涂料、油剂的办法，可作为借鉴。

(二)、Southcon电气公司，

该公司位于美国北卡州的夏洛特市，创建于1978年，创建人罗杰尔先生也是该公司的总裁。它主要生产交、直流拖动和速度控制系统，包括：晶体管变频器、直流拖动系统和固态电压表减起动器等产品。至今，已生产过2万多套交、直流拖动系统，主要销售在美国市场，少量配套到国外。我们参观了该公司的生产、组装车间，了解了他们的产品情况，主要有以下两类产品：

1、晶体管变频器：

其规格较全，可以适应的电机功率从1马力到400马力，输入电压从115VAC到575VAC，并自带变压器。其输入/输出方式有：单相输入/三相输出和三相输入/三相输出两种，驱动方式有PWM型和6-STEP（方波）型。这类变频器的精度（最大误差）为 $\pm 0.5\%$ 。

2、直流拖动系统：

这类产品也有较为齐全的规格，电机功率可以从1/8马力到2000马力，输入电压为115VAC~575VAC，并自带变频器和衰减起动器。其速度控制精度 $\pm 0.1\%$ 。

以上产品的技术参数详见该公司的产品样本。

在参观中，我们看到了晶体管变频器和直流拖动装置的生产过程。他们在生产中并没有使用自动焊接和装配流水线等先进设备，

而是使用传统的手工焊接和装配。他们的产品质量，主要靠良好的工艺设计和严格的检验措施来保证。现场看到的线路板成品的外观质量都是很好的。

据Southcon公司副总裁Jeif Small先生介绍，他们的晶体管变频器主要有两种，一种是输入端直接整流的PWM型晶体管变频器，一种是输入端可控硅整流，输出为方波的晶体管变频器。这两种不同形式的晶体管变频器是为适应不同的要求而设计的。PWM型变频器，生产成本低，主要用于异步电动机的拖动和速度控制，而方波型则主要适用于同步电动机。同时，晶体管变频器采用晶体管作为输出元件，一方面提高了产品的可靠性，另一方面也降低了成本。

此外，参观中我们了解到，该公司生产变频器所使用的大功率晶体管均为日本东芝公司的产品。

参观结束后，考察组同该公司有关人员进行了有益的磋商，首先对合作开发的产业合纤纺牵联合机上拟采用的牵伸辊所需的变频器以及螺杆挤出机的直流拖动系统进行了介绍，讨论了变频器的规格，频率范围，电压等问题。而后，在詹姆士先生的介绍下，该公司向我们表达了同我们进行生产和技术上合作的意向，希望我们来寻找一种合适的途径，考察组也邀请他们有机会访问我院，并表达愿意就技术合作和合作生产等问题作进一步的探讨。

通过对该公司的参观访问，我们认识到，我国许多年以来，发展可控硅变频器产品规格很多，但在晶体管变频器上，仍局限在

小功率范围内。而目前，大功率晶体管变频器在美国已普遍采用，在Southcon公司我们也看到了规格齐全的晶体管变频器。如果，我国能把大功率晶体管发展起来，品种规格齐全，则无论从节电还是从产品的成本上讲，都将是一个很大的进步。

(三)访问FYCON公司。

在Southcon公司之后，我们又访问了位于夏洛特市区的一家热牵伸辊及配套温控装置的生产厂家FYCON公司。该公司副总裁吉姆先生接待了我们。首先，我们参观了该公司的生产车间，而后，该公司介绍了他们生产的热牵伸辊的情况，并对一区牵伸和两区牵伸的牵伸辊布置方案进行了讨论。

1. 热辊的结构极尺寸。

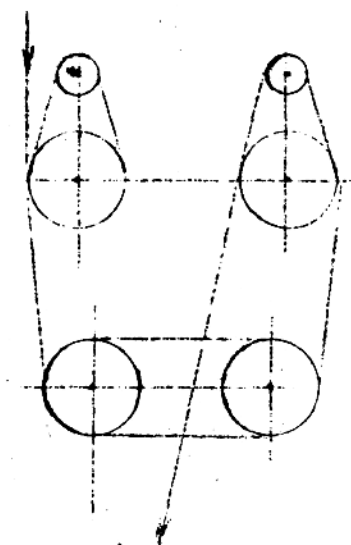
该公司生产各种规格热牵伸辊。用于涤纶工业丝的热牵伸辊为电感式加热和无水套汽相均热的结构。热辊与同步电动机组装为一体，然后固定在牵伸机架上，热辊的表面是镀硬铬处理后磨光的，丝条接触的有效长度为210毫米，热辊直径为：牵伸辊， $\phi 159$ 毫米，定型辊， $\phi 191$ 毫米两种规格。

2. 热辊的测温及温度信号传递。

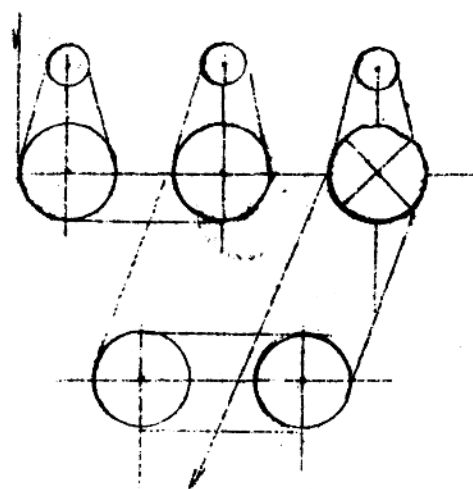
该公司生产的用于涤纶、锦纶工业丝牵伸的热辊，采用铂电阻接触测温，温度信号非接触传递的方式进行高速回转条件下的温度测量。其测温点(即温度的控制点)在热辊的端部丝束脱离热辊的位置。据介绍，在正常运转时，可以保证沿热辊轴向的表面温度分布

的直线型分布。温度的控制精度(最大误差)可达 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

温度信号的传递是利用电磁转换的原理进行的。其转换器由固定的初级线圈1、次级线圈3和装于电机轴尾端的高速旋转的线圈2组成。它的工作原理是，给初级线圈1输入一个高达3千赫兹的高频电源信号，该线圈固定于电机后端盖上不转。次级线圈2与测温元件铂电阻串接。它装于电机轴尾端同热辊一起旋转。线圈2的回路中由于输入初级线圈的电源和自身的旋转而产生感应电流，这个电流随着铂电阻的阻值变化而发生相应的变化，而这个变化的电流又可在线圈3上反映出来，得到一个输出信号。经过处理传递给控制系统，由控制系统作为控制电感加热线圈的依据。需要说明的是，为了使温度信号的传递不受热辊旋转等因素的干扰，输入的电源必须是一个频率足够高的信号。该公司使用了3千赫兹的电源，其主要目的即在于此。



—方案—



—方案— -14-

3、在讨论中，考察组就一区牵伸和两区牵伸方案同该公司进行了讨论。FYCON公司给出了两种不同的排列方式。（见示意图二），经过讨论，考察组认为方案二更合理，更稳妥。决定由James先生在其实验机上进行一区和二区的拉伸试验，然后，对此方案进行最终确定。从纺丝牵伸机的设计上来说，这两个方面给出了两个完全不同的结果。前者位距为850毫米，而后者则要求900至1000毫米，前者一区牵伸，生产品种单一，后者两区牵伸，有更大的产品适应性。

考察组参观了该公司的生产车间，由于该公司的主要机加工厂在加拿大，所以只看到一小部分组装好的制成品和温控装置。参观中，我们看到该公司的热辊内还镶有一个铜套，它的主要目的是提高感应加热效率和起到均热作用。

（四）、生产卷绕装置的专业公司Leesona,

1、Leesona公司概况：

我们参观的Leesona公司的一个主要工厂，位于北卡州的伯灵顿市，它属于John Brown纺织机械集团成员，是生产各种纤维（包括POY、BCF、工业丝、碳纤维等）的卷取设备的专业厂家。据称，该公司已有一百余年历史，其销售产品已达8万锭，分布在世界三十几个国家。该公司在意大利、香港、英国、西德、法国均有分支机构。

据该公司的Bob Gabriel先生介绍，Leesona所以只致力于

3500m/min速度以下的卷绕头的生产、开发，是由于两个原因，一是在3500m/min以下的范围内的卷绕头占据了一个足够大的市场，即市场上需求这样的产品。虽然，更高速的卷绕头已经工业化生产，但由于纤维品种的多样化，在Leesona所及的速度范围内，仍然覆盖着一个较大的市场。二是避开同国际上的劲敌竞争，更高速的和全自动的卷绕头在西德、日本等国的大公司已经发展很多。Leesona认为他们卷入这个领域去竞争是不明智的。此外，Leesona卷绕头相对价格低廉，技术经济性好。

2、生产车间的参观：

1)、设备概况：多数机床为普通的通用机床，但典型的关键件采用较先进的数控机床和专用机床加工。有一台加工中心，六台数控槽筒加工机床，一台大型程序控制的冲剪机(可将6mm厚的钢板冲剪出任意形状)。此外，还有四、五台封闭式数控车床用来加工回转件。车间还没有封闭式粉末喷涂设备，用来装饰机壳和一条人工的卷绕头组装生产线。

2)、槽筒的加工：

槽筒采用韧性较好的可铸铁制造，槽线采用数控机床铣削加工后，对槽子侧面进行抛光。其工艺手段与我们类似，在抛光前须进行动平衡。所用的滑梭亦用粉末冶金工艺制造。

3)、参观该公司的试验中心：

Leesona公司拥有一个较大的试验中心，用来开发和研究。在

试验室内，我们看到各种卷绕头，如小筒管卷绕头，BCF卷绕头等。在这里，考察组就卷绕横动变频与不变频及Leesona半自动，全自动卷绕头的区别进行了讨论，对Leesona968型工业纤维卷绕头特性进一步明确。

A、Leesona半自动卷绕头不包括落筒部分，只包括刹车。
Leesona全自动卷绕头包括推筒部分，讨论希望增加该项功能，并希望全部推出。

B、基本规格参数：

- | | |
|--------------|------------------------|
| 1)、卷绕速度(最大)， | 3200m/min |
| 2)、筒子架外径， | (55/8 ") ϕ 143mm |
| 3)、横动长度， | (71/2 ")190mm |
| 4)、筒子架总长， | 约,510mm |
| 5)、最大卷绕装直径， | ϕ 406mm |
| 6)、精确张力控制范围， | 30~225g |
| 7)、驱动电机功率， | (1.3马力)0.975Kw |

C、功能特点：

1)、该机的速度预调，使之在启动的很短时间内达到预定速度，当张力杆达到水平位置时，便进入正常的张力控制稳定状况。

2)、张力控制，张力控制通过张力轮和杠杆实现。当卷装增大时，为保证恒张力，则卷取转速下降，以保证精确卷绕时的合适张力。

3)、恒定的卷取压力，它通过第一弹簧和第二弹簧实现丝并同压丝辊之间的压力恒定，从而实现一致的卷取密度。

4)、零速度探测，零速度探测器将保证丝并刹车后达到安全速度下，方可松筒。

5)、气动顺序操作：

按动启动按钮后，应依次完成以下动作，紧筒—筒子架靠向压丝辊。同时，筒子架进入预定速度。当丝束断头或落筒时，应依次完成如下动作：丝束离开压丝辊—刹车—松筒，然后手动推筒。

6)、该卷绕头有自动生头功能。

7)、卷绕头在卷取过程中，随着卷装直径增大，锭子转速下降，槽动也随着降低转速，因此，在卷取过程中卷取角是不断连续变化的。

8)、为了保证安全操作，该卷绕头设有过压，过流电源保护。

9)、Leesona968型卷绕头通过简单地更换槽筒和齿形带轮，实现一锭四头(四个丝并)的功能，有利于纺制低旦丝。

(五) 【米企根动力学公司】的熔体过滤器

该公司位于美国米企根州花园市。其一个分部在北卡州的夏洛特市郊。它主要从事化纤熔体过滤器的生产。据介绍，其产品已售往西欧、苏联及中国许多化纤生产厂家，并在美国具有一定影响。该公司已在我国四川省内江机器厂通过技术转让和补偿贸易的方式进行过滤元件的生产。

该公司的过滤器同美国的Flow Dynamics公司的产品类似。均生产立式、卧式及不同过滤面积的过滤器。其卧式大面积连续过滤器，除了切换阀采用滑阀外，其余结构均与Flow Dynamics公司的CPF-100型相同。在参观中，我们看到了加工中的切换阀，其加工的精度和表面质量很高，我们也看到了对过滤元件进行气泡检查的全过程以及过滤元件的成型加工。

通过参观，我们认为，这种烛芯式大面积连续过滤器，只要掌握两个关键点，即过滤元件和切换组件，它是不难制造的，我们也是完全有能力设计和生产的。

(六) Patterson-Kelley 帕特尔森-凯利公司

为了对固相缩聚过程及设备有一更清楚的了解，我们在詹姆士先生陪同下，访问了位于宾夕法尼亚州的斯托勃格（Soudburg）市的帕特尔森-凯利公司。由该公司的工程分部生产经理mound先生