

出国考察

70-75

## 腈纶、丙纶发展新动向 ——赴美考察纪要

任铃子

(合成纤维国家工程研究中心)

TQ342.31

TQ342.62

通过对美国腈纶与丙纶生产现状的实地考察和交流,发现了该2种品种在技术进步与差别化改性方面的一些新动向;分析了美国合纤企业在技术改造与科研成果转化为生产力过程中取得成功的原因;对我国腈纶、丙纶发展提出了建议。

关键词: 腈纶 丙纶 美国 发展动态 产品开发

合成纤维国家工程研究中心为了解细旦丙纶和腈纶品种开发与装备研制情况,探讨在此领域合作的可能性,于1997年3月25日到4月8日,组团出访美国,重点考察具有熔法纺丝技术开发与工程转化能力的 Hills Inc.,开发成功高速纺粘无纺布技术的 Ason Engineer Inc. 和以 NaSCN 二步法工艺生产腈纶的 Sterling Fibers Inc.。

### 1 美国聚丙烯纤维的现状

聚丙烯(PP)纤维生产流程短,能耗低,污染小,纤维性能经开发,用途广泛,是合纤中发展速度仅次于涤纶的一个品种。目前世界聚丙烯纤维的年产量包括膜裂纤维、烟用丝、打包股绳和熔喷、纺粘丙纶在内已达450万t,其中短纤与长丝约150万t。美国是聚丙烯纤维主要生产国,产量占世界总量近三

分之一。因此,选择美国考察,具有一定代表性,访问对象 Hills 公司兼备熔纺工艺、品种开发与设备研制能力,其技术人员不同于单纯生产人员,公司功能可供合成纤维国家工程研究中心借鉴。

通过交流,了解到1995年美国聚烯烃纤维总量已达134.4万t,丙纶产量估计为110万t,长短丝的比例为3:1,目前主要有五大用途;第一类是用作地毯,占总量的56.1%,其中85%~90%为BCF;第二类为无纺布,占27%,以纺粘法为主;第三类为装饰布,占3.8%,如汽车座垫和窗帘等;第四类是绳索、带子和包装材料等工业用丝,占12.6%;第五类为服装,仅占0.4%,其中 $dpf < 1.0$ 的服用丙纶产量几乎为零。

Hills 公司认为纺制 $dpf < 1$ 的丙纶长丝在技术上不存在问题。在访问前按我们要求,

收稿日期:1997-06-10

采用 MI 35 的 PP, 在其试验机上纺出了纤度 0.77 dtex, 强度 4.9 cN/dtex, 伸度 40% 的 FDY。该公司能够根据客户要求通过试验作专门设计与制造, 曾为我国江苏和浙江提供过 PP 一步法 FDY 生产线, 为四川、广东提供过复合纺丝机。Hills 公司总裁 Wilkie 认为美国不发展丙纶细旦长丝的原因, 一是 PP 价格卖不上去, 二是细旦 PP 一般用作针织内衣。从观念上看, 美国人时行穿天然纤维。

Hills 公司与用户一起开发成功的丙纶品种有: 弹性、防火、抗污复合(皮层含氟)、抗射线、芳香等。该公司擅长复合技术, 推荐用加添加剂到芯层去的形式开发品种。见到了该公司用改性腈纶(熔纺腈纶)为皮、PP 为芯的蓬松结构复合纤维, 很有特色。在试验现场还看到该公司与 Caress 公司联合开发的有色丙纶长丝混纤变形纱, 由 3~8 根不同颜色的长丝通过混合器一边加捻并由压缩空气变形, 一边用另一单纱包绕, 做成的异色变形纱, 风格特异, 可用于机、针织与地毯用纱, 比常规 ATY 更灵活, 适用范围大, 设备简陋, 品种改变方便, 不但可加工丙纶, 也可加工其它纤维, 对合纤品种开发很实用。

## 2 高速短程无纺布新技术

Ason 工程公司在多年熔纺理论研究基础上, 把短程高速纺丝原理运用到纺粘无纺布生产。于 1996 年研制出高速短程纺粘无纺布新技术, 吸取了熔喷技术的长处, 又保持了纺粘技术的优点, 使纺粘法无纺布技术取得了新进展。Ason 从熔喷工艺得到启发, 纺细旦丝时喷头到集网距离不能太长, 否则喷出的聚合物会粘合在一起。按丝速方程:

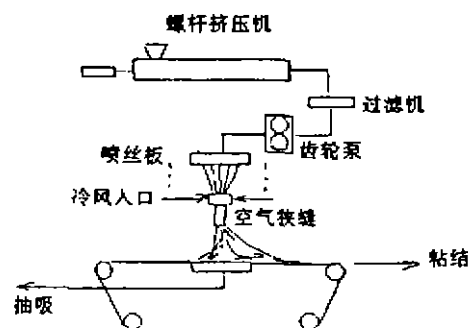
$$V_p = Q/d \times 9000$$

式中:  $V_p$  —— 纺丝速度 (m/min)

$Q$  —— 吐出量 (g/hole/min)

$d$  —— 单丝纤度

在吐出量一定时, 纤度愈细, 要求速度愈高。从理论上阐明了细旦必须高速、短程。该公司与 Hills 公司联合研制了高速、紧凑型细旦纺粘无纺布生产线, 流程示意如下:



ASON 无纺布工艺流程示意图

全机总高仅 6~7 m, 纺速可达 6000~8000 m/min, 纤度 0.77~3.3 dtex, 单位重量可控制在 5~500 g/m<sup>2</sup>。集丝网与喷丝板距离可调, 在同一台机器上可用不同聚合物 (PP、PE、PET、PA、PLA 和 PTT) 生产不同用途的无纺布。适当增加部件, 还可生产复合型无纺布(并列型或皮芯型)。该机生产具较高的柔性, 在技术上有突破, 除了大幅度提高纺粘无纺布质量(强度、均匀性)外, 据称投资可比常规法省 1/3, 能耗比常规法低 2/3, 具有较强的竞争力。若推向市场, 将对现有纺粘无纺布生产线构成威胁。已有多家大公司向其订货, 一些著名大公司正在与其谈判, 拟收购该项技术, 与常规纺粘法和熔喷法技术对比见表 1。

表 1 ASON 法与常规纺粘法和熔喷法无纺布技术对比

项目	纺粘法	ASON 法	熔喷法
纺速, m·min <sup>-1</sup>	1~4000	6~8000	>8000
纤径, μm	20~60	10~20	<10
产量	中	高	低
织物强度	中	高	低
织物均匀度	差	好	好
成本	中	低	高
能耗	中	低	高
空间尺寸	高	低	低

### 3 Sterling 纤维公司腈纶生产技术的进展

美国腈纶工业发展最早,曾经是以 Du Pont 干法为主多种工艺路线并举的模式,生产能力在 1975 年前一直保持首位。随着市场竞争的需要与环境法规的完善,经历了系列变革,产能、规模与结构得到调整。现存工艺路线 2 种:NaSCN 二步法与 DMAc 二步法。产能约 23 万 t/a,1995 年生产腈纶 19.6 万 t,列日本、中国之后,居世界第三位。

这次考察的 Sterling 纤维公司的前身是美国氰胺公司(A. C. C.)化学部于 1958 年在佛罗里达州建设的一个 NaSCN 二步法腈纶工厂。1994 年 A. C. C. 把化学部股权转让给山迪克工业公司(Cytec Industries Inc.)。1996 年 11 月 23 日 Cytec 将其中腈纶工厂卖给北美第二大丙烯腈生产公司 Sterling 化学公司(Sterling Chemicals Inc.),该公司产品有苯乙烯、丙烯腈、醋酸、氯酸钠等,1996 年丙烯腈产量为 40 万 t。1997 年 1 月 31 日揭牌成立 Sterling 纤维公司,沿用 A. C. C. 的 NaSCN 二步法工艺生产腈纶,现有职工 300 人,7 条纺丝生产线通过提高纺速低成本扩容,总能力已达 7.7 万 t/a。商品名 Creslan。据其技术开发部主任 S. E. Peacher 介绍,世界上共有 8 家公司采用该工艺路线生产腈纶,总生产能力 46.3 万 t(中国大庆、安庆及大庆石油管理局共 14 万 t),约占世界腈纶生产能力 20%,1996 年该公司共生产腈纶 76755 t,出口 30013 t,产品差别化率 25%。

Sterling 腈纶为二元共聚物。丙烯腈与共聚单体以氧化还原剂作引发剂,进行水相悬浮聚合。聚合物经处理后用 NaSCN 作溶剂进行溶解制成原液,经脱泡、过滤后,纺丝原液在稀 NaSCN 溶液中成形。丝条集束后进行预拉伸,在立式水洗机中进行水洗(凝胶染色),再经热水拉伸、干燥、上油、卷曲、连续

定型、二次干燥等工序,制得的成品丝束经装箱后去切断、打包或直接销售。

Sterling 腈纶工艺特点有:

- 1) 由 VAc, MA, MMA 中任选一种与 AN 二元共聚(不主张三元共聚);
- 2) 大容积反应釜(现为 7.2 m<sup>3</sup>,拟开发 13.5 m<sup>3</sup>)与单体注入体系;
- 3) 改进了聚合物溶解系统;
- 4) 溶剂回收多效蒸发系统;
- 5) 主要改进设备:质量流量计、高剪切混合器、袋式过滤器;
- 6) 大容量钽材喷丝头(∅140, 6.5 万孔);
- 7) 将纺速由 210~220 m/min 提高到 250~260 m/min;
- 8) 新型连续定型机;
- 9) 回收水以降成本。

Sterling 纤维公司很重视品种开发,并以其作为国际竞争的重要手段。该厂把产品分成常规、专用和开发中新产品三类。

#### 3.1 常规产品(见表 2)

表 2 Sterling 常规产品

纤度/dtex	聚合物	纺织形式	纤维形式	收缩
1.32	单一	棉	短纤	正规
1.65	单一	棉	短纤	正规
2.2	单一	棉	短纤	正规
3.3	单一	羊毛	短纤或丝束	正规
5.5	单一	羊毛	短纤或丝束	正规
8.8	单一	羊毛	短纤	正规
18.2	单一	羊毛	短纤	正规
3.3	单一	羊毛	短纤	18%收缩
5.5	单一	羊毛	短纤	18%收缩
2.2	单一	棉	有色	正规
3.3	单一	羊毛	有色	正规
5.5	单一	羊毛	有色	正规

#### 3.2 专用产品

##### 1) 有色腈纶(PCF)

采用凝胶染色工艺。全厂共 7 条纺丝线,

其中2条纺丝线生产有色丝。方法十分简单,不增添设备,仅将水洗机最后2区洗槽与前面隔开,一槽进阳离子染液,丝束在其中浸没3次被染色,第二槽洗去浮色,纤维上最终得色3%~4%。由计算机控制色差,浅色改深色仅需15 min,深改浅需洗染槽,则需2 h。由R、Y、B三元色可配3000种颜色。1996年做1000多色种,平均2~3种/d,每个色号平均19 t。色丝单耗略高,但白丝每吨毛利仅16%,色丝毛利可超高25%,工厂靠色丝获得利润。为此年内准备再增加1条生产线,目标为4条生产线。

#### 2) 超细纤维(Microsupreme)

把单丝直径做得比棉(1.65 dtex)、丝(1.1 dtex)及其他天然纤维还要细,使单位织物和纱线容积中有更多的纤维,从而使织物薄型化,变得柔软具悬垂性(drapeability),改善手感、透气、导湿性。0.88~1.0 dtex的纤维已商品化。

#### 3) 耐候纤维(Cylight)

用纺前加涂料与防紫外线添加剂的方法制得的有色耐大气腈纶,兼有抗氯气和防霉功能,纺织加工性能良好,可用作海滩伞、篷布、海员服,性能指标见表3。

表3 耐候纤维性能指标

项目	指标
纤度/dtex	2.2
卷曲数/个·(10cm) <sup>-1</sup>	32~56
卷曲率,%	15~22
截面	圆
强度/cN·dtex <sup>-1</sup>	2.65
伸度,%	35~45
缩率,%	<2
紫外线稳定性/h	5000

#### 4) 抗微生物纤维(Cystar AF)

采用广谱抗微生物剂 Microban 为活性添加剂,制得的腈纶具耐久抗微生物性,可耐

10次以上强化工业洗涤,在酸与弱碱条件下性能不变,不耐强碱。织物用于禁止微生物生长的场合。1996年生产400 t,毛利达50%,性能指标见表4。

表4 抗微生物纤维性能指标

项目	指标
纤度/dtex	1.65~2.97
强度/cN·dtex <sup>-1</sup>	2.91
伸度,%	30
缩率,%	<2
截面	圆
活性剂量	按需要分3等

### 3.3 开发中的新产品

#### 1) 异形纤维(Shaped Fiber)

新品种有 dpf5~7,截面长宽比3~12的带状腈纶,用作仿动物毛皮中枪毛;豆形截面纤维;三叶或五叶形截面纤维。

#### 2) 超高缩纤维(Super High Shrink Fiber)

用调节第二单体 VAc 含量的办法制得在干热或湿热条件下具高收缩性的腈纶。可用作起绒织物、高膨体纱、运动衫、袜子、手编绒线及毯子,性能指标见表5。

表5 超高缩纤维性能指标

项目	指标
纤度/dtex	2.42
纤度(收缩33%后)/dtex	3.63
卷曲数/个·(10cm) <sup>-1</sup>	44~56
卷曲率,%	15~20
缩率,%	35~40(沸水)
	30~35(160℃干热)

#### 3) 抗静电纤维

用作袋式过滤器、地毯底布和工作服等。

#### 4) 超细旦纤维(<0.55 dtex)

#### 5) 防蛀或杀虫纤维

#### 6) 高强纤维

代石棉增强水泥、垫圈及作过滤介质。

#### 7) 热稳定性材料

作保温材料、阻燃织物、过滤介质与垫圈。

Sterling 纤维公司表示,目前已可向客户提供下列品种的技术与产品:双组分(Bi-component)、有色(PCF)、超细(Microdenier)、异形(Shaped)、光稳定(Light Stable)、消光(Pigmented)、抗微生物(Antimicrobial)和高收缩(High Shrinkage)。

1996年 Sterling 纤维公司工厂开工率保持在92%以上,其中聚合为92.1%,纺丝为92.9%(主要是机械故障与纺丝拉伸工序

故障,品种变换仅占0.4%),均高于世界平均值。产品中本色常规纤维占75%,有色纤维占21.4%,其它专用纤维仅占3.6%。本色专用纤维以超细、高收缩、光稳定与丝束为主;有色专用纤维以超细、高卷曲、耐候、高收缩为主。质量一等品率达95.7%,二等品率3.2%,其他为1.1%。

主要物料消耗(t/t纤维):丙烯腈(AN) 0.925; 醋酸乙烯(VAc) 0.093, NaSCN 0.0068, 油剂 0.0057。

全年销售腈纶 75699 t,产销率达98.6%,国内销售量占61%,国外39%。其最终用途、成纱方式及分布见表6。

表6 1996年 Sterling 纤维公司产品销售方向

用途	销售量/t			规格	成纱形式
	本色	有色	合计	纤度/dtex	
工业用	2357	4951	7308	1.1.32,1.65,2.2.5.5.18.2	棉环锭,气流纺,无纺布
针织外套	1719	2	1721	1.1.65,2.2.3.3	棉环锭,气流纺
起绒织物	1342	2453	3795	1.3.3.5.5.7.7.16.5	针织
卫生衫	4452	1575	6027	2.2.3.3(丝束和短纤)	棉气流纺,毛环锭精纺
专用品	2463	878	3341	1.65,2.2.3.3.5.5	棉气流纺,毛环锭精纺
小计	31005	14681	45686		
出口	29421	592	30013	1.65,3.3(丝束和短纤)	棉、毛环锭精纺
总计	60426	15273	75699		

## 4 体会与建议

a. 赴美考察看到了美国化纤企业技术进步、品种开发的积极性,化纤工业还是一个充满活力的行业,企业、行业能否生存与发展,关键是能否真正重视技术进步。

b. 工程转化能力是综合国力的重要标识。通过对 Hills 工程开发实绩考察,回顾我国合成纤维发展历程,各纶的研究开发工作,在时间上并不比国外迟多少,科研成果也不少,但最终生产力形成主要靠引进,造成固定成本居高不下,产品缺乏市场竞争力。关键是缺乏工程开发的系统组织,也涉及材料、机

械、电气、自动化配套工业的基础水平。在深化科研体制改革进程中,作为国家一项重大举措,组织合成纤维工程研究中心具有远大的战略意义。

c. 美国丙纶主要用于装饰和产业方面(地毯与无纺布占83%),dpf<1的服用丙纶产量很少。最近开发成功的细旦丙纶高速纺粘法无纺布技术融细旦、高速、短程于一体,在丙纶无纺布领域,具有很强的竞争力,应引起关注。我国服用丙纶细旦丝纺丝及后加工方面已取得一定进展,但高速纺细旦长丝所用原料基本还是通过断链降价途径,不能直接聚合制得;细旦丝市场、应用、与纺织印染后整理配套一体化上尚有很多工作要做,短

期内较难形成规模生产。研究国外丙纶发展历程及趋向。丙纶发展重点应放在装饰与产业用途上。要紧扣世界丙纶技术进步趋向。抓住萌芽期新技术苗头。跳跃式前进。如在无纺布技术上,可进行必要的引入。用先进的高速细旦纺粘技术改造与取代现存、多而散的纺粘无纺布工艺,使产业用丙纶生产技术水平跟上世界发展步伐;在服用细旦长丝方面,应解决好高速纺细旦丙纶长丝的原料问题,在丙烯聚合工艺中应加快金属茂催化剂应用研究,开展细旦丙纶抽丝工程化研究,形成配套的软硬件系统,切实组织好细旦丙纶抽丝与纺织染、服装加工一条龙开发,引导消费,以形成具中国特色的服用丙纶工业体系。

d. 这次考察的 Sterling 纤维公司是建厂近 40 年的老企业,虽几经产权转移,仍充满活力,挤身国际技术市场竞争前哨。其经历

值得深思:首先是产权转移的最终归宿是北美第二大丙烯腈生产企业,在资源配置上得到优化;其次是靠不断技术改造,用“消除瓶颈”的办法在原有装置基础上走低成本扩容的路,以规模经济降低生产成本;三是提高自动化程度以降低物料消耗和劳动成本(实物劳动生产率 256t/人);四是十分重视品种开发,把新品种开发视为显示企业形象和增加企业效益的重要手段。Sterling 纤维公司属于大规模单一生产型企业,把真正为企业盈利的品种定位在市场有足够容量的大宗品种上(有色、高缩、细旦);五是注意本企业产品流向,虽未向下游延伸,却清楚国内外两个市场要求;六是重视人才蓄积,企业主几经变更,基本技术队伍不动,使该公司技术进步保持连续性,并向深度和广度延伸,保持竞争的优势。这些经验可供国内腈纶企业发展参考。

维普资讯 http://www.cqvip.com

· 消息报道 ·

3

TQ 2-7

菲利浦石油公司出售新技术

目前菲利浦石油公司正将其乙炔加氢催化剂新技术商业化,该技术可以回收裂解产物中的乙炔。

这种新催化剂从 1995 年初就用于该公司在美国德克萨斯州 Sweeney 总厂的 2 套乙烯装置,并将于明年初用于第三套装置。据公司透露,新催化剂在 1996 年为增加乙烯产量已节约了 1000 万美元。

乙炔是乙烯生产中不需要的副产品,如果不被除去,则会降低聚乙烯催化剂的效率。菲利浦公司现在打算出售这种新催化剂(钨

基催化剂)。使用这种新催化剂,在制造乙烯过程中生成的所有乙炔几乎都会转化为乙烯,使乙烯产量增加,而且可以避免反应器失常和温度剧变,从而提高了生产的安全性和操作效率。该催化剂的优点还包括可阻止一氧化碳的变化,反应开始容易以及不合格产品减少。

新催化剂比现在使用的乙炔加氢催化剂在本质上有更高的选择性,可使催化剂有选择性地对乙炔加氢而不是乙烯加氢。

施天晴